



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA
SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS
BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA**

Sindy Julissa Girón López

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria De Sierra

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA
SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS
BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SINDY JULISSA GIRÓN LÓPEZ

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA
SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS
BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 05 de octubre de 2018.



Sindy Julissa Girón López

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de abril de 2019
REF.EPS.DOC.326.04.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Sindy Julissa Girón López, Registro Académico 199516481 y CUI 2590 53090 1705** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, 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"

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MRGSdS/ra



Guatemala,
29 de abril de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Sindy Julissa Girón López con CUI 2590530901705 Registro Académico No. 201243585, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica

/mrrm.





Guatemala, 17 de mayo de 2019

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 PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA"** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Sindy Julissa Girón López con registro académico 201243585 y CUI 2590 53090 1705, quien contó con la asesoría de la Ing. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



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



FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA
DE TOPOGRAFÍA
Y TRANSPORTES
COORDINACIÓN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 21 de mayo de 2019
REF.EPS.D.200.05.2019

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 PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Sindy Julissa Girón López, CUI 2590 53090 1705 y Registro Académico 199516481**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argüeta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación de la estudiante Sindy Julissa Girón López titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, septiembre 2019

/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.357.2019

La Decana 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 PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE Y CARRETERA PAVIMENTADA DE LA ALDEA MESILLAS BAJAS HACIA FINCA BELÉN, AMATITLÁN, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Sindy Julissa Girón López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, Septiembre de 2019



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mi Padre Dios

Por depositar este sueño en mí y darme la convicción, compromiso y carácter para concluirlo. Sin tí este sueño jamás hubiese sido posible. Te amo.

Mis papas

Jorge Girón y Karina de Girón, por confiar en mí y darme la oportunidad de cumplir esta pasión. Ustedes representan todo en mi vida, los amo y espero me alcance la vida para agradecerles por esto.

Mis hermanos

Cherly, Jorge, Karinita y Clarisa Girón López, gracias porque sus palabras de ánimo nunca hicieron falta y por vivir este sueño conmigo. Son parte de esto, los amo. Para ustedes hay habitaciones especiales en mi corazón.

Otto Javier

Llegaste justo a tiempo, me enseñaste a confiar en mi criterio y controlar mi estrés, representas un pilar en mi vida. Gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios, por darme la oportunidad de superarme y brindarme a través de sus catedráticos las herramientas necesarias para mi futuro laboral.

Facultad de Ingeniería

Por ser tan exigente y traer a la luz cualidades de mí que desconocía. Por hacerme sentir orgullosa de pertenecer a este gremio.

Siria Pérez

Por comprenderme en muchos momentos, por apoyarme y creer en mí, por no ser egoísta con tu computadora. Gracias Chiria.

**Mis amigos de la
Facultad**

Pablo Giron, Ester Barrios, y Patsy Obando, por compartir conmigo de desvelos y todo tipo de emociones, sobre todo por su apoyo.

**Mancomunidad Gran
Ciudad del Sur**

Por darme la oportunidad de ser parte de su equipo y porque siempre me brindaron apoyo cuando se presentaron dudas. Gracias por permitirme tener el apoyo del Ing. David Pazmiño, por sus enseñanzas y paciencia en el diseño de la carretera.

Mi familia

Tíos, abuelos y primos por estar pendientes de mi camino académico, su cariño me es valioso, ustedes son una bendición.

Mis mejores amigas

Gabriela Ceballos y Clarisa López, por ser tan especiales conmigo, por tenerme paciencia en mis días ausentes y por sus palabras de ánimo en todo momento.

OMDUT

Oficina Municipal de Desarrollo Urbano y Territorial de la Municipalidad de Amatitlán, por brindarme herramientas que me permitieron culminar con este proceso. Ingenieros William Castañeda, Samuel Valiente y Keneth Jacobs, Arquitectos Boris Vielman, Chex Mux y Lis Santos.

Mi asesora

Inga. Mayra Rebeca García Soria, gracias por su apoyo en todo este proceso sin duda usted representa una respuesta de Dios, por su paciencia y sobre todo por compartir sus experiencias.

Mi familia espiritual

Pastores Mario Castellanos y Cristy de Castellanos, Juan Carlos Duran y Ana Julia de Duran, Hever Maza y Anita de Maza, Luis Sagastume y Andrea de Sagastume, porque desde el inicio me apoyaron con este sueño y

estuvieron pendientes de mí. Sus enseñanzas fueron mi fortaleza.

Catedráticos

Por exigirme, brindarme herramientas, consejos y tips. Por resolver mis dudas en todo momento y motivarme a culminar este sueño. Ingenieros Mario Arriola, Dennis Argueta, Hugo Montenegro, Armando Fuentes, Silvio Rodríguez, Manuel Arrivillaga, Luis Sandoval, Alfredo Beber, Guillermo Melini, Ordoñez y Hugo Rivera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea Mesillas Bajas, finca Belén y colonia San Jorge del municipio de Amatitlán	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Localización geográfica	2
1.1.3. Ubicación	3
1.1.4. Aspectos topográficos	6
1.1.5. Vías de acceso	6
1.1.6. Aspectos climáticos	7
1.1.7. Actividades económicas	8
1.1.8. Colindancias	9
1.1.9. Demografía	11
1.1.10. Población	11
1.1.11. Distribución de viviendas	13
1.1.12. Servicios públicos	14
1.1.13. Servicios existentes	18
1.1.13.1. Educación	18
1.1.13.2. Salud	21

	1.1.13.3.	Agua potable	22
	1.1.13.4.	Drenajes	22
1.2.		Principales necesidades del municipio	23
	1.2.1.	Descripción de las necesidades	23
	1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	24
1.3.		Vulnerabilidad del proyecto	25
2.		FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	27
2.1.		Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en colonia San Jorge, Amatitlán	27
	2.1.1.	Descripción del proyecto	27
	2.1.2.	Levantamiento topográfico	28
		2.1.2.1. Planimetría	29
		2.1.2.2. Altimetría	29
	2.1.3.	Diseño del sistema	30
		2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar	30
		2.1.3.2. Probabilidad de ocurrencia	30
		2.1.3.3. Características del subsuelo	31
		2.1.3.4. Determinación de lugares de descarga	31
		2.1.3.5. Intensidad de lluvia	32
		2.1.3.6. Tiempo de concentración	33
		2.1.3.7. Determinación de áreas tributarias	35
		2.1.3.8. Determinación del coeficiente de escorrentía	36
		2.1.3.9. Pendiente de tubería	36
		2.1.3.10. Diámetro de tubería	36
		2.1.3.11. Velocidades y caudales a sección llena	37

	2.1.3.12.	Revisión de relaciones.....	39
	2.1.3.13.	Cotas invert.....	40
	2.1.3.14.	Profundidad de pozos de visita.....	47
	2.1.3.15.	Ejemplo de diseño de un tramo	48
	2.1.3.16.	Ubicación de desfogues	52
2.1.4.		Planos.....	53
2.1.5.		Presupuesto.....	53
2.1.6.		Estudio de impacto ambiental (inicial)	53
	2.1.6.1.	Definición.....	54
	2.1.6.2.	Cronograma.....	54
2.2.		Diseño de la carretera pavimentada de la aldea	
		Mesillas Bajas hacia finca Belén, Amatitlán.....	55
2.2.1.		Memoria descriptiva del proyecto	55
2.2.2.		Investigación preliminar	56
	2.2.2.1.	Dimensiones y área del terreno.....	57
	2.2.2.2.	Normas para el diseño de carreteras... ..	57
2.2.3.		Topografía del terreno	57
	2.2.3.1.	Planimetría.....	57
	2.2.3.2.	Altimetría.....	58
2.2.4.		Definición de pavimentos.....	58
	2.2.4.1.	Flexibles	59
	2.2.4.2.	Rígidos	59
2.2.5.		Estudio de suelos	59
	2.2.5.1.	Límites de atterberg.....	59
		2.2.5.1.1. Límite líquido	60
		2.2.5.1.2. Límite plástico.....	61
		2.2.5.1.3. Límite de plasticidad.....	61
	2.2.5.2.	Granulometría.....	62
	2.2.5.3.	Compactación de proctor.....	64

2.2.5.4.	CBR.....	65
2.2.5.5.	Análisis de resultados de laboratorio....	65
2.2.6.	Diseño geométrico	67
2.2.6.1.	Alineamiento horizontal	67
2.2.6.1.1.	Diseño de localización ..	67
2.2.6.1.2.	Curvas horizontales	68
2.2.6.1.3.	Curvas transversales	71
2.2.6.1.4.	Peralte.....	72
2.2.6.1.5.	Sobreechancho.....	73
2.2.6.2.	Alineamiento vertical	73
2.2.6.2.1.	Diseño vasante	73
2.2.6.2.2.	Pendientes	74
2.2.6.2.3.	Curvas verticales.....	74
2.2.6.2.4.	Correcciones	78
2.2.7.	Movimiento de tierras	78
2.2.7.1.	Secciones típicas	79
2.2.7.2.	Cálculo de áreas	80
2.2.7.3.	Cálculo de volúmenes	80
2.2.7.4.	Diagrama de masas	83
2.2.7.5.	Balance	83
2.2.8.	Elementos estructurales del pavimento rígido.....	84
2.2.8.1.	Subrasante	85
2.2.8.2.	Base	86
2.2.8.3.	Capa de rodadura	86
2.2.8.4.	Juntas.....	86
2.2.8.4.1.	Juntas longitudinales.....	87
2.2.8.4.2.	Juntas transversales	87
2.2.8.4.3.	Juntas de expansión	87

	2.2.8.4.4.	Juntas transversales de construcción	88
	2.2.8.4.5.	Juntas longitudinales de construcción	89
	2.2.8.5.	Sellantes	89
	2.2.8.6.	Tiras de respaldo	90
2.2.9.		Diseño de pavimento rígido bajo Normas PCA.....	90
2.2.10.		Diseño de mezcla	96
2.2.11.		Diseño de juntas	100
2.2.12.		Drenajes	100
	2.2.12.1.	Drenaje longitudinal	101
	2.2.12.2.	Drenaje transversal.....	106
2.2.13.		Elaboración de planos del proyecto.....	108
2.2.14.		Presupuesto.....	108
	2.2.14.1.	Precios unitarios	108
	2.2.14.2.	Resumen de presupuesto.....	109
2.2.15.		Cronograma de ejecución física y financiera	109
2.2.16.		Evaluación de impacto ambiental (inicial).....	110
CONCLUSIONES			111
RECOMENDACIONES			113
BIBLIOGRAFÍA			115
APÉNDICE.....			117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización geográfica del municipio de Amatitlán	2
2.	Mapa de la ubicación del municipio de Amatitlán.....	3
3.	Mapa de la ubicación de colonia San Jorge.....	4
4.	Mapa de la ubicación de aldea Mesillas Bajas.....	5
5.	Proyección gráfica de la población económicamente activa.	9
6.	Mapa de colindancias del municipio de Amatitlán.....	10
7.	Proyección del crecimiento poblacional por género 2010 vrs 2015	12
8.	Proyección gráfica del tipo de alumbrado en Amatitlán.....	14
9.	Proyección gráfica del servicio de agua en el municipio de Amatitlán	15
10.	Mapa con la ubicación de las escuelas del municipio	20
11.	Proyección gráfica de nivel de escolaridad (INE, 2002).....	21
12.	Mapa de la distribución de la colonia San Jorge	28
13.	Propuesta de zanja para el diseño.....	31
14.	Delimitación de la cuenca	35
15.	Posición de tragante.....	42
16.	Dimensiones de tragante	47
17.	Ubicación de desfogues	52
18.	Mapa de ubicación del tramo a diseñar.....	56
19.	Curva granulométrica.....	64
20.	Curva horizontal y sus partes vista en planta.....	70
21.	Tipos de secciones transversales.	72
22.	Partes de una curva vertical.....	77

23.	Volumen entre secciones del mismo tipo.....	81
24.	Volumen entre secciones de diferente tipo.....	83
25.	Acarreo libre y desperdicio.....	84
26.	Elementos estructurales del pavimento rígido.....	85
27.	Junta transversal de construcción en campo.....	88
28.	Junta longitudinal de construcción en campo.....	89
29.	Área a drenar.....	102
30.	Predimensionamiento de la cuneta.....	104
31.	Ubicación del cauce crítico de la cuenca.....	106

TABLAS

I.	Datos de red automática del municipio de Amatitlan.....	7
II.	Características de locales de habitación, Amatitlán 2002.....	13
III.	Material predominante en la construcción de paredes de viviendas, Amatitlán 2002.....	13
IV.	Disposición de servicio sanitario en Amatitlán.....	16
V.	Forma de eliminar la basura.....	17
VI.	Tasa neta de escolaridad por nivel escolar, Amatitlán 2009.....	19
VII.	Parámetros A, B y N de las ecuaciones IDF generadas por INSIVUMEH, para diferentes períodos de retorno.....	32
VIII.	Valores de precipitación de la lluvia.....	33
IX.	Segmento inicial de la tabla de relaciones hidráulizas para sección circular.....	40
X.	Altura de pozos.....	48
XI.	Cronograma de ejecución física.....	54
XII.	Sistema Unificado de Clasificación, símbolos de grupos para suelos arenosos.....	60
XIII.	Límites de tamaño de suelos separados.....	62

XIV.	Clasificación de suelos Método AASHTO	63
XV.	Calidad de subrasante en función del ensayo CBR	65
XVI.	Características del diseño geométrico	67
XVII.	Curvatura de caminos rurales	74
XVIII.	Valores de K, respecto a la velocidad	76
XIX.	Periodo de diseño	91
XX.	Clasificación funcional de las carreteras regionales.....	92
XXI.	Categorías de tráfico en función de cargas por eje.....	93
XXII.	Relación aproximada entre los valores k y otras propiedades del suelo	94
XXIII.	Esfuerzos combinados de la subrasante.....	94
XXIV.	Espesor óptimo de carpeta de rodadura en función de K y el MR	95
XXV.	Revenimientos según el tipo de construcción	96
XXVI.	Relación agua-cemento	96
XXVII.	Cantidad de agua para diferentes revenimientos.....	97
XXVIII.	Porcentaje de arena a partir del tamaño del agregado grueso	98
XXIX.	Proporción final	99
XXX.	Equivalencias	99
XXXI.	Relación final.....	100
XXXII.	Coeficiente de escorrentía	103
XXXIII.	Resumen de presupuesto	109
XXXIV.	Cronograma de ejecución física.....	110

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AF	Agregado fino
AG	Agregado grueso
H	Altura
a	Ancho
A	Área
Ast	Área a sección llena
r	Área de relleno
c	Área de corte
b	Base
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal de diseño
cm	Centímetro
n	Coeficiente de Manning
C	Coeficiente de escorrentía
K	Coeficiente de reacción
Y	Corrección vertical
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
IDF	Curvas de intensidad, duración y frecuencia
Δ	Delta
H	Desnivel del cauce
\emptyset	Diámetro
d	Distancia

d_p	Distancia de paso
d_e	Distancia entre estaciones
E	External
G	Grado de Curvatura
°	Grados
hab	Habitantes
ha	Hectáreas
Hop	Humedad óptima
IP	Índice plástico
I	Índice de lluvia
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/cm³	Kilogramo por centímetro cúbico
Km	Kilometro
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
lb	Libra
lb/pie³	Libra por pie cúbico
lb/plg²	Libra por pulgada cuadrada
LL	Límite líquido
LP	Límite plástico
L/s	Litros por segundo
I	Longitud
L	Longitud del cause
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
m	Metro
m²	Metro al cuadrado
m/s	Metros cúbicos por segundo
m/s	Metros por segundo

msnm	Metros sobre el nivel del mar
ml	Metros lineales
mm	Milímetro
mm/h	Milímetro por hora
min	Minuto
π	Número PI 3,141592
OM	Ordenada media
A, B y n	Parámetros de diseño en intensidad de lluvia
s	Pendiente en porcentaje
r%	Pendiente de entrada en curvas verticales
s%	Pendiente de salida en curvas verticales
e	Peralte
Pm	Perímetro mojado
PV1	Pozo de visita
PV	Peso volumétrico
Pf	Población futura
Po	Población inicial
%	Porcentaje
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangencia
PTV	Principio de tangencia vertical
plg	Pulgada
“	Pulgada
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
R	Radio
d/D	Relación de alturas
a/A	Relación de áreas

q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
Sa	Sobreancho
St	Subtangente
tc	Tiempo de concentración
d	Tirante de agua dentro del tubo
TPDA	Tráfico promedio diario anual
v	Velocidad de diseño
V	Velocidad de diseño a sección llena
Vmax	Velocidad máxima
Vexc	Volumen de excavación
Vrell	Volumen de relleno

GLOSARIO

AASHTO	American Association of Highways and Transportation Officials.
Abrasión	Es el desgaste producido a un material por acción de fricción.
Aforo	Método estadístico que tiene como objetivo determinar el volumen de una fuente de agua o del número de vehículos que transitan en un lugar.
Altimetría	Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel entre puntos. El resultado final son las curvas de nivel.
Agregados	Materiales inertes de determinadas características que conforman el concreto, excluyendo el agua.
Aguas fino	Agregado del concreto que está formado por partículas de diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros (arena).
Agregado grueso	Agregado del concreto, también conocido como grava o piedrín, que sus partículas tienen un diámetro que varía entre 4,77 u 19,10 milímetros.

Asentamiento	Hace referencia al descenso de nivel que presenta una estructura al existir hundimiento del suelo.
Base	Capa de material granular que se localiza por debajo de la capa de rodadura.
Caja de tragante	Estructura de concreto y ladrillo que se coloca por debajo de las rejillas de los tragantes, para recolectar el agua pluvial.
Carril	Superficie de rodamiento que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
Caudal	Volumen por unidad de tiempo.
Caudal de diseño	Relación entre el área, la intensidad de lluvia, el coeficiente de escorrentía y el coeficiente de Manning.
Cuneta	Zanja en cada uno de los lados del camino o carretera, en la cual el agua circula debido a la acción de la gravedad.
Densidad	Relación entre la masa de un material y el volumen.
DGC	Dirección General de Caminos.
Fórmula de	Es la fórmula utilizada para determinar la velocidad

Manning	de un flujo a cielo abierto.
Fraguado del concreto	Es el cambio del estado plástico al estado sólido del concreto.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala.
INFOM	Instituto Nacional de Fomento Municipal.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
Período de diseño	Período durante el cual la obra diseñada presentará un servicio eficiente y satisfactorio.
PSI	Unidad de medida inglés que indica libras sobre pulgadas al cuadrado.
Red de alcantarillado	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y accesorios que sirven para desalojar aguas residuales o pluviales.
Sistema dual	Hace referencia a los sistemas de alcantarillado que recolectan y trasladan el agua residual y pluvial al mismo tiempo.
Sección típica	También conocido como gabarito. Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes del diseño de una carretera.

Socavación	Es la excavación profunda producida por el agua, implica el desprendimiento de los suelos.
Terraplén	Se refiere al relleno de material debidamente compactado que se realiza sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de la subrasante.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la tubería del sistema de alcantarillado.
TPD	Transito promedio diario
TPPA	Tránsito pesado promedio anual
TPPD	Tránsito pesado promedio diario.
Trinchera	Zanja excavada en la tierra.

RESUMEN

Se realizaron dos proyectos de carácter social: el diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la colonia San Jorge y la carretera pavimentada de la aldea Mesillas Bajas hacia finca Belén ambos del municipio de Amatitlán.

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial se trabajó como un canal abierto que trabaja por gravedad formado de pozos de visita, cajas de tragante y tuberías que varían desde 8 hasta 24 pulgadas de diámetro con un período de diseño de 30 años. El objetivo de este proyecto es mejorar las condiciones de vida de los habitantes del lugar, previniendo la socavación e inundación de algunas áreas.

El diseño de la carretera pavimentada de la aldea Mesillas Bajas hacia finca Belén se realizó a través de las características del diseño geométrico descrito en las normas de la Dirección General de Caminos, considerando el tránsito pesado del lugar, realizando el diseño del concreto a través del método simplificado de la Asociación del Cemento Portland. El objetivo de este proyecto es mejorar las condiciones de traslado de las personas y sus cultivos, razón por la que actualmente se ven limitados a mejorar sus condiciones de vida incluyendo la educación superior.

Se realizó el presupuesto, el cronograma de ejecución y el estudio de impacto ambiental para ambos proyectos.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial para la Colonia San Jorge y carretera hacia aldea Mesillas Bajas y Finca Belén para saneamiento y mejora del municipio de Amatitlán.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio.
2. Aplicar las normas de diseño que determina la Dirección General de Caminos, para el diseño de carreteras de pavimento al realizar el diseño de la aldea Mesillas Bajas hacia finca Belén.
3. Aplicar las normas de diseño dadas por el Instituto Nacional de Fomento Municipal para sistemas de alcantarillado pluvial al realizar el diseño en la Colonia San Jorge.
4. Elaborar planos, presupuesto, cronogramas y evaluación ambiental inicial de cada proyecto.

INTRODUCCIÓN

Amatitlán es un municipio del departamento de Guatemala que se encuentra en vías de desarrollo, que ha tenido un crecimiento poblacional de forma exponencial, por lo que la presencia de nuevos caseríos, aldeas y asentamientos es inevitable, en su mayoría con vías de acceso deficientes y difíciles de transitar mayormente en época de invierno.

Los proyectos tienen como propósito satisfacer y brindar solución técnica a las necesidades de los habitantes, por medio de la aplicación de conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, para apoyar el desarrollo de la infraestructura en el municipio de Amatitlán, por medio del apoyo de la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio de la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Los habitantes de la colonia San Jorge no poseen un sistema de alcantarillado pluvial, motivo por el cual, en la presencia de precipitación se producen inundaciones y socavación de algunos muros colindantes. Asimismo, la vía de comunicación que se dirige a la aldea Mesillas Bajas sufre deterioro además, de imposibilitar el paso. La municipalidad facilitará el proceso de ejecución de ambos proyectos mejorando las condiciones de saneamiento y vía de comunicación de los ciudadanos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Mesillas Bajas, finca Belén y colonia San Jorge del municipio de Amatitlán

A continuación se realiza una descripción de la monografía de la aldea Mesillas Bajas, finca Belén y colonia San Jorge del municipio de Amatitlán.

1.1.1. Aspectos generales

Alrededor de 1520 y 1525 el municipio de Amatitlán se reconoce como uno de los primeros asentamientos realizados por la etnia poqomam registrados en la cercanía de la ciudad de Guatemala y que se unificaba con la región de Palín, Chinautla y Petapa.

Años después de la conquista de los españoles el municipio fue afectado por el asentamiento de habitantes indígenas de otros municipios del país ubicados al sur del lago de Amatitlán, cercanos a la actual finca Belén, y colindantes al origen del río Michatoya y al lado este de la actual cabecera municipal.

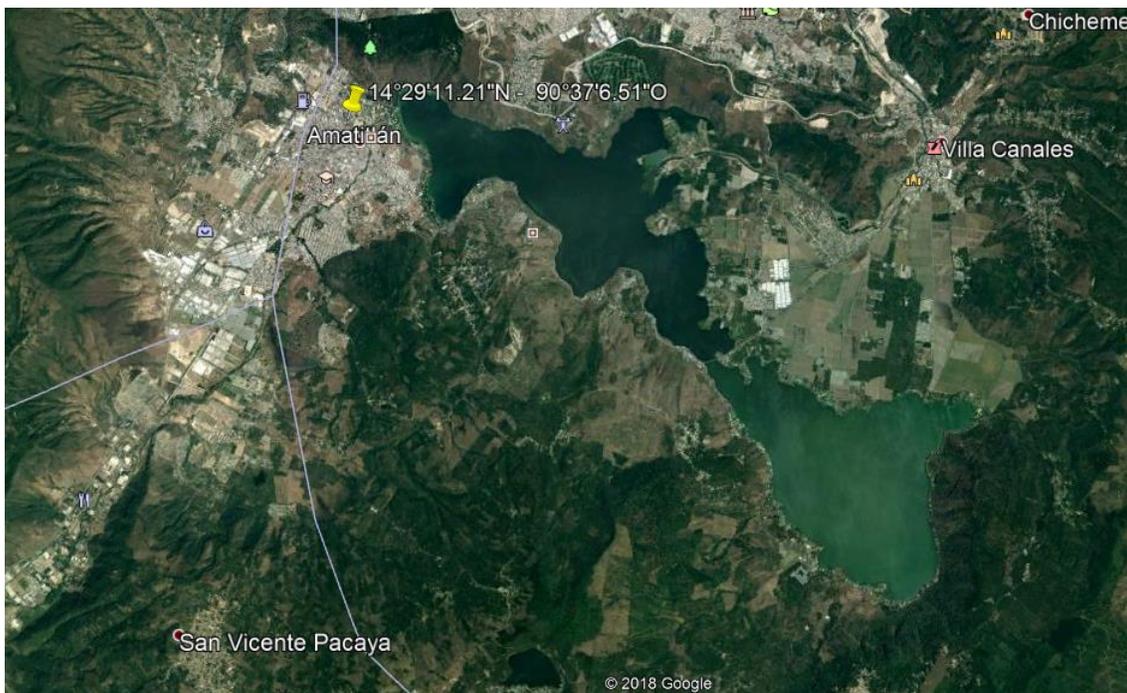
Se estima que la fundación de San Juan Amatitlán fue el 24 de junio de 1549, trasladando a las personas que se encontraban a orillas del lago de Amatitlán hacia la actual cabecera municipal, el veintiocho de agosto de 1835 se le otorgó la categoría de ciudad y hasta 1839 fue la capital del estado de Guatemala.

Actualmente Amatitlán es parte de los diecisiete municipios que forman el departamento de Guatemala, está integrada por catorce aldeas, ciento setenta colonias, un cantón, siete barrios, cuatro asentamientos y varias fincas.

1.1.2. Localización geográfica

Amatitlán está en la latitud $14^{\circ} 28' 42''$ norte y longitud $90^{\circ} 37' 08''$ oeste, con una elevación de 1 189,85 msnm, con referencia al monumento de elevación Banco de Marca del IGN en el parque central.

Figura 1. Localización geográfica del municipio de Amatitlán



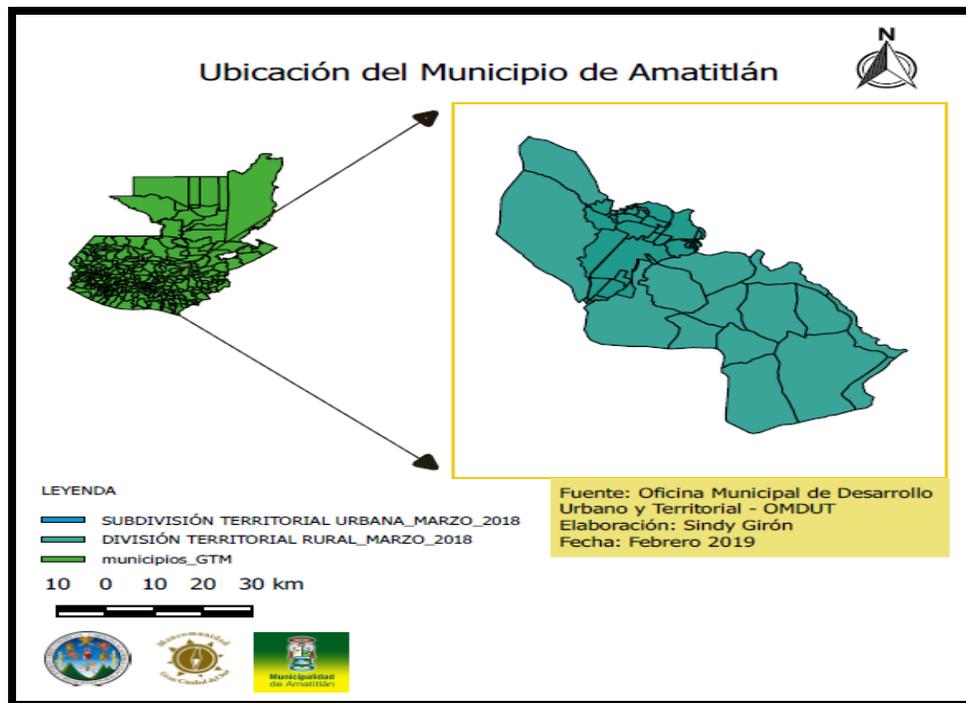
Fuente:Segeplan. *Localización geográfica del municipio de Amatitlán.*
<https://www.youtube.com/watch?v=MEnLpZk23XM>. Consulta: enero de 2019.

El municipio de Amatitlán colinda con tres departamentos, la máxima colindancia territorial se encuentra con el municipio de Guatemala con orientación al Norte los municipios de San Miguel Petapa, Villa Canales y Villa Nueva, con orientación al Sur con los municipios de Palín y San Vicente Pacaya que pertenecen al departamento de Escuintla y en orientación al oeste con el municipio de Santa María de Jesús del departamento de Sacatepéquez.

1.1.3. Ubicación

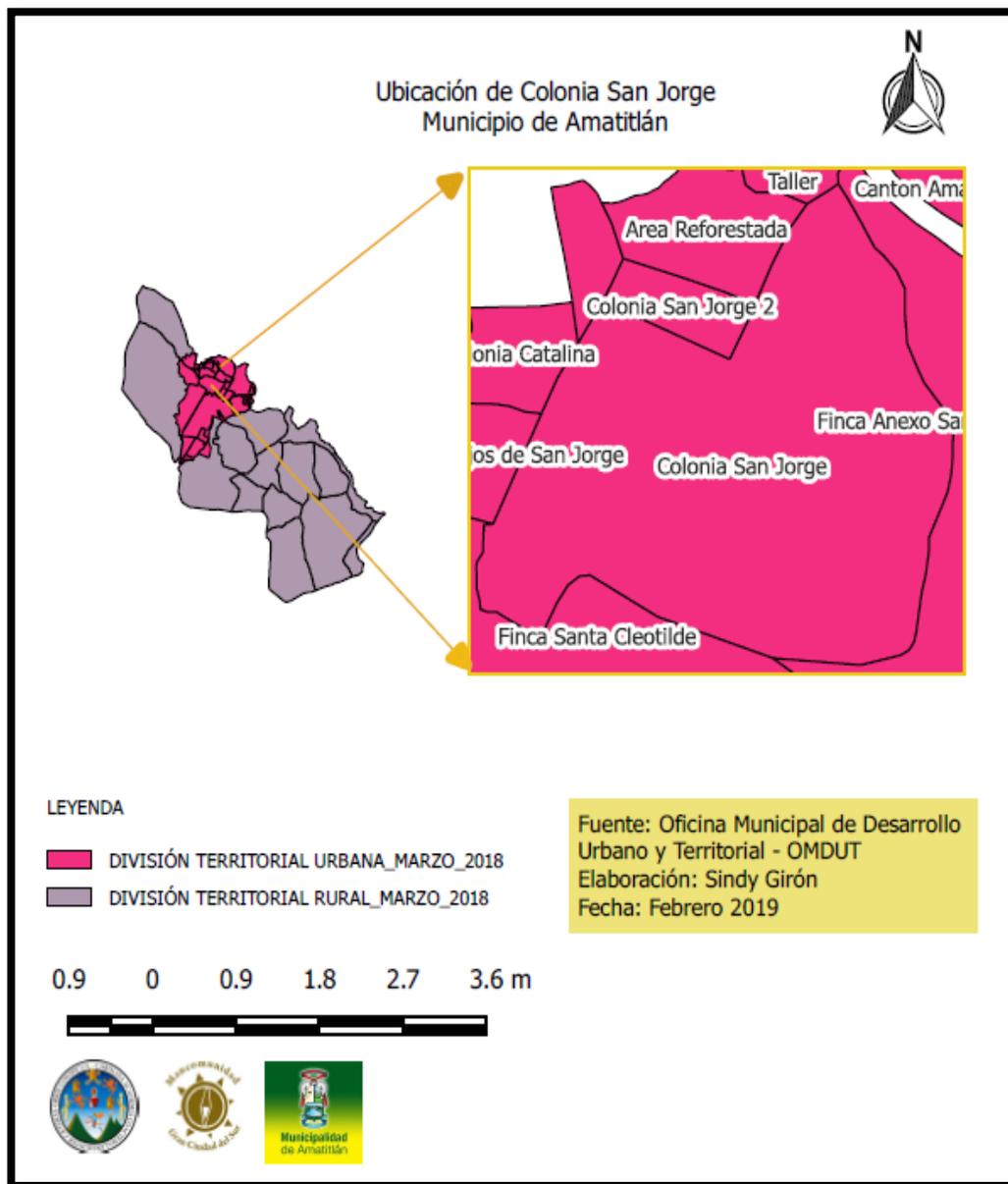
El municipio se encuentra ubicado en el lado sur de la ciudad de Guatemala a una distancia de veinticuatro kilómetros aproximadamente, tiene una extensión territorial de doscientos cuatro kilómetros cuadrados.

Figura 2. Mapa de la ubicación del municipio de Amatitlán



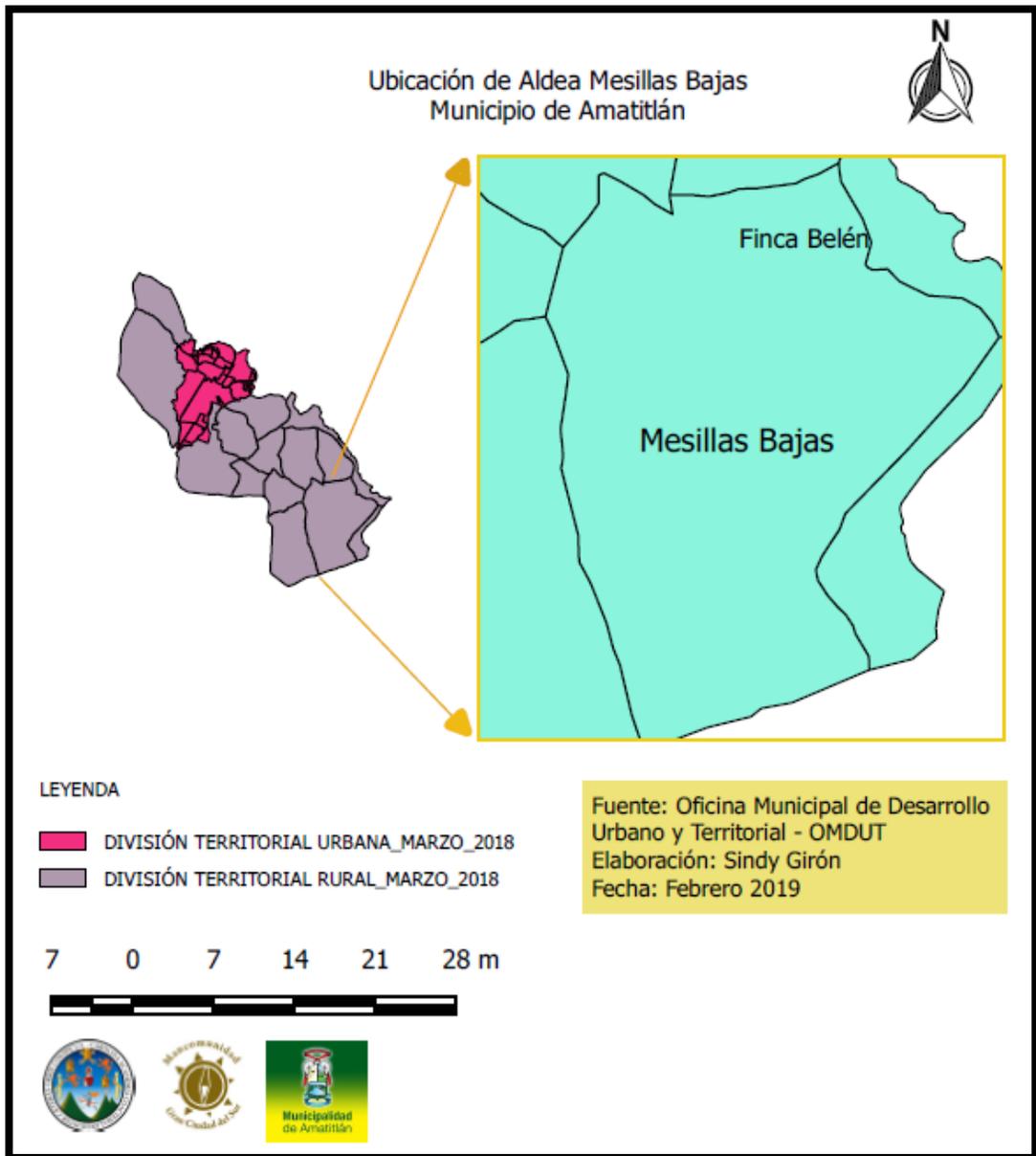
Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

Figura 3. **Mapa de la ubicación de colonia San Jorge**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

Figura 4. **Mapa de la ubicación de aldea Mesillas Bajas**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

1.1.4. Aspectos topográficos

El municipio tiene una topografía irregular, quebrada en un 65 %; formado mayormente por valles pequeños, es importante mencionar que el valle con mayor extensión es en el que se encuentra ubicada la cabecera municipal, la diferencia de alturas van desde 1 150 hasta 2 565 msnm. Los suelos de la cuenca y el lago de Amatitlán corresponden a las categorías taxonómicas III, V y VII, todos de vocación forestal.

La aldea Mesillas Bajas se encuentra a una altura 1 560 snm, la topografía de una de sus vías de acceso está formada en su mayoría por pendientes pronunciadas en ascenso, la finca Belén se encuentra a 1 192 metros snm, la quebrada de la aldea mesillas es de 65 %. La colonia San Jorge se encuentra a 1 330 metros snm, la topografía del lugar es irregular, está formado de planicies y de cambios de nivel bruscos a sus alrededores.

1.1.5. Vías de acceso

El municipio de Amatitlán tiene varias vías de acceso, de terracería y pavimento, que comunican con los municipios de Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel Petapa, Milpas Altas y la ciudad de Guatemala. La ruta CA-9 norte es la vía de comunicación principal porque se dirige hacia la ciudad de Guatemala, previamente atravesando el municipio de Villa Nueva, la ruta CA-9 sur dirige al departamento de Escuintla. La ruta departamental 1 es otra de las vías de comunicación que va desde la ciudad de Guatemala hasta Amatitlán atravesando los municipios de San Miguel Petapa y Villa Canales.

La colonia San Jorge tiene acceso vehicular en el kilómetro 26,4 de la ruta CA-9 y un acceso peatonal en el kilómetro 26 creado por los habitantes del

lugar. Existen dos posibles rutas de acceso a la aldea Mesillas Bajas y Finca Belén, una de ellas es a través de la carretera CA-2 que comunica el municipio de Villa Canales con Amatitlán, es también conocida como circunvalación del lago de Amatitlán, otra de las rutas es a través de la carretera CA-9 que comunica el municipio de Amatitlán con Villa Nueva.

1.1.6. Aspectos climáticos

Según la monografía del municipio de Amatitlán, el municipio se localiza en la zona de bosque subtropical templado húmedo, que varía según las estaciones de invierno y verano, e influye en la dirección e intensidad de las corrientes eólicas. Amatitlán forma parte de los municipios que cuenta con una estación automática, entre las características que brinda son las indicadas en la tabla I.

Tabla I. **Datos de red automática del Municipio de Amatitlán**

DEPARTAMENTO	GUATEMALA
Municipio:	AMATITLÁN
Estación:	AMATITLÁN
Fecha:	25/02/2019
Hora:	20:40:00
Dirección de Viento (°):	39,36
Temperatura (°C):	20,96
Humedad Rel. (%):	53,9
Punto de Rocío (°C):	11,22
Radiación Global (W/m ²):	57,61

Fuente: INSIVUMEH. *Red automática del municipio de Amatitlán.*

<http://www.insivumeh.gob.gt/red-de-estaciones-automaticas/>. Consulta: febrero 2019.

El clima es caluroso y seco cuando es la época de verano y es húmedo en los meses de invierno, la época más lluviosa es en los meses de junio a septiembre. La temperatura promedio es de 25 a 30 grados centígrados.

1.1.7. Actividades económicas

De acuerdo a la monografía de Amatitlán publicada por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, el municipio de Amatitlán tiene dos actividades importantes que colaboran con la economía local, la primera de ellas es la industria manufacturadora ya que es la actividad más común desempeñada por sus habitantes, sin embargo, no genera ingresos locales suficientes debido a que muchos de los empleados son pobladores de otros municipios, la segunda actividad es la administración pública y defensa, en tercer lugar la agricultura.

La mayoría de los habitantes de la aldea Mesillas Bajas tiene como principal aporte económico el cultivo de maíz, frijol, café, tomate y aguacate. La producción agrícola satisface el consumo interno de sus habitantes y algunos excedentes son destinados al comercio con los lugares colindantes.

Los habitantes de la colonia San Jorge viajan a diferentes partes del municipio para obtener recursos económicos, esto debido a que la extensión territorial de la misma es pequeña y en su mayoría con función habitacional. La siguiente proyección está basada en datos publicados por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) en el 2010.

Figura 5. **Proyección gráfica de la población económicamente activa**



Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

1.1.8. Colindancias

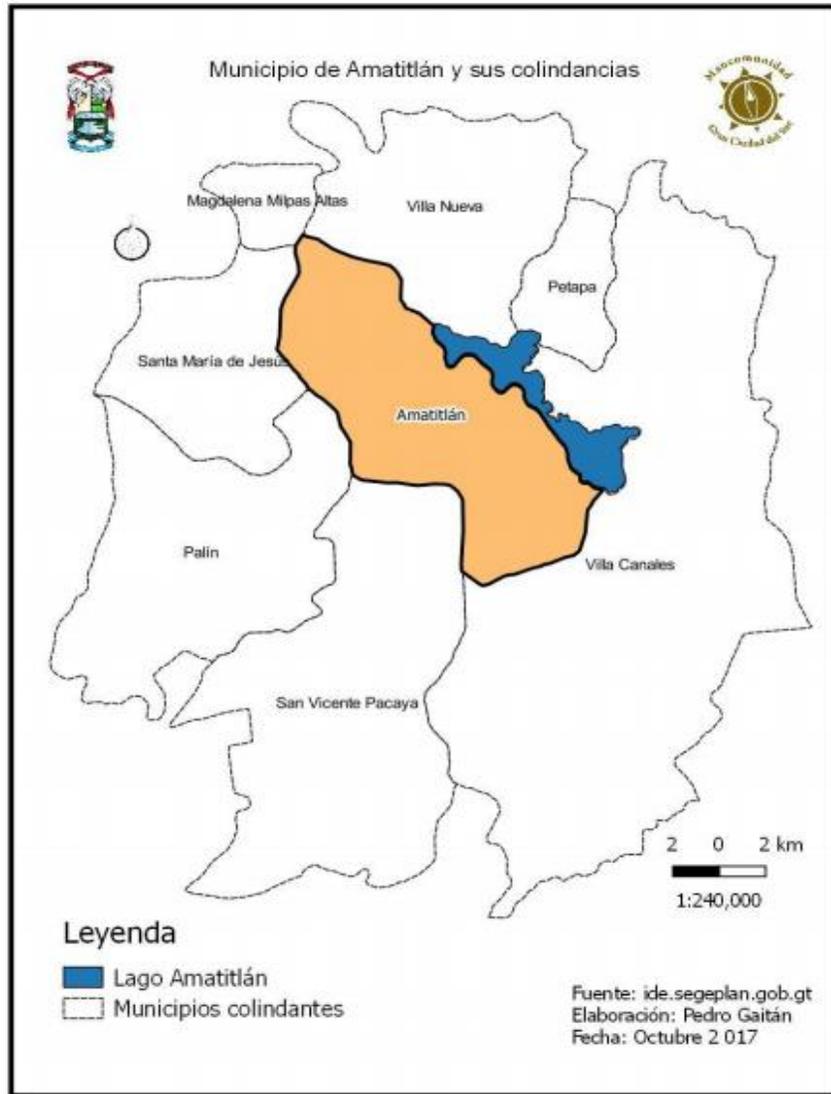
El municipio de Amatitlán pertenece al departamento de Guatemala, colinda con los departamentos de Escuintla y Sacatepéquez, también colinda con los municipios de San Miguel Petapa, Villa Canales, Villa Nueva, Palín, San Vicente Pacaya y por ultimo con el municipio de Santa Maria de Jesús.

La demarcación territorial de la aldea Mesillas Bajas es la siguiente, al norte con finca Belén y el lago de Amatitlán, al sur con caserío Mesillas Bajas y aldea San Carlos, al este con aldea San Carlos y Santa Elena Barillas y al oeste con el caserío San José y finca Belén. La finca Belén se encuentra aproximadamente a 12 kilómetros al sureste de la ciudad de Amatitlán, sobre la ruta asfaltada de circunvación al lago, colindante a las aldeas Tacatón y Mesillas Bajas.

La demarcación territorial de la colonia San Jorge es la siguiente, al norte con la aldea las Trojes, al Sur con autopista CA-9 y finca la Chulada, al este con

la autopista CA-9 y los residenciales Los Ángeles, al oeste con la aldea Agua de las Minas.

Figura 6. **Mapa de colindancias del municipio de Amatitlán**



Fuente: GAITÁN, Pedro Pablo. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío el Chajil, aldea El Durazno y localización predial y uso de suelo del barrio Ingenio, Amatitlán*, Guatemala. p. 3

1.1.9. Demografía

Según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística -INE- del 2002, el municipio de Amatlán, tiene una población de 82 870 habitantes. La población tiene una tasa promedio de crecimiento anual de 2,5 %. El crecimiento poblacional se ha visto influenciado por el surgimiento de diversos proyectos residenciales que incluyen el establecimiento de colonias y lotificaciones así mismo el asentamiento de personas que migran de otras partes del país.

La población en la colonia San Jorge ha ido en aumento, lo cual ha provocado la demanda de una mayor cantidad de viviendas y como consecuencia el cambio en el uso de suelo, menos áreas de infiltración, escorrentías con mayores velocidades provocando la erosión y acumulación de sedimentos en algunas áreas.

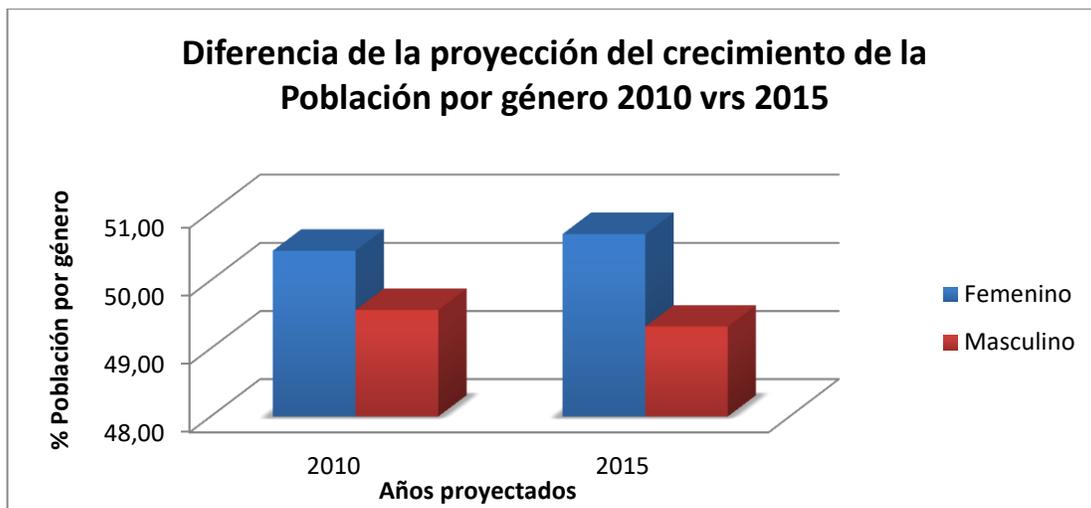
La población en la aldea Mesillas Bajas se ha visto afectada por el crecimiento poblacional debido a los recursos limitados que presentan, entre ellos la educación y servicios de transporte para movilización de los habitantes que no tienen un trabajo en el lugar.

1.1.10. Población

De acuerdo a la información obtenida por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2002, el municipio de Amatlán, tenía una población de 82 870 habitantes. La distribución por género es de la siguiente forma: el 51,17 % (42 408) mujeres y 48,82 % (40 462) hombres, la población del municipio, se encuentra distribuida en: área rural 26,48 % (21 946) y urbano

73,52 % (60 924). La siguiente proyección está basada en datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Figura 7. **Proyección del crecimiento poblacional por género 2010 vrs 2015**



Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatlán*. p. 28.

La aldea Mesillas Bajas inicio con una población de doscientos treinta y siete habitantes que tenían como ocupación el cultivo de los granos necesarios para su consumo, en 1973 se registraron a través del censo poblacional novecientos dieciséis habitantes, entre ellos 167 alfabetos y en el 2009 se registraron dos mil.

La colonia San Jorge inicio con 135 lotes distribuidos en cuadras de medidas irregulares, la venta de los lotes fue rápida debido a la cercanía con el área industrial del municipio, actualmente los lotes fueron vendidos en un 95 %, perteneciendo el sobrante al área destinada para la instalación de un centro de salud del lugar y áreas verdes.

1.1.11. Distribución de viviendas

De acuerdo a datos brindados en el censo 2002, las viviendas se dividen por el tipo de material con el que fueron elaboradas y el tipo de local. El 72,77 % corresponde a muros elaborados con block, el 12,16 % elaborados con concreto y menos al 3 % de otro tipo de materiales. La tabla I y II están basadas por datos publicados por el INE del censo realizado en el 2002.

Tabla II. **Características de locales de habitación, Amatitlán 2002**

Características generales de los locales de habitación particulares (viviendas)						
Total locales de habitación particulares (vivienda)	Tipo de local					
	Casa formal	Apartamento	Cuarto en casa de vecindad (palomar)	Rancho	Casa improvisada	Otro tipo
20762	18 299	682	208	173	798	602
Porcentaje	88,14 %	3,28 %	1,00 %	0,83%	3,84 %	2,90 %

Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 61.

Tabla III. **Material predominante en la construcción de paredes de viviendas, Amatitlán 2002**

Material Predominante en las viviendas									
Total locales de habitación particulares (vivienda)	Material predominante en las paredes exteriores								
	Ladrillo	Block	Concreto	Adobe	Madera	Lámina metálica	Bajareque	Lepa, palo o caña	Otro material
20762	465	15 109	2 524	632	483	742	44	161	602
Porcentaje	2,24 %	72,77 %	12,16 %	3,04 %	2,33 %	3,57 %	0,21 %	0,78 %	2,90 %

Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 62.

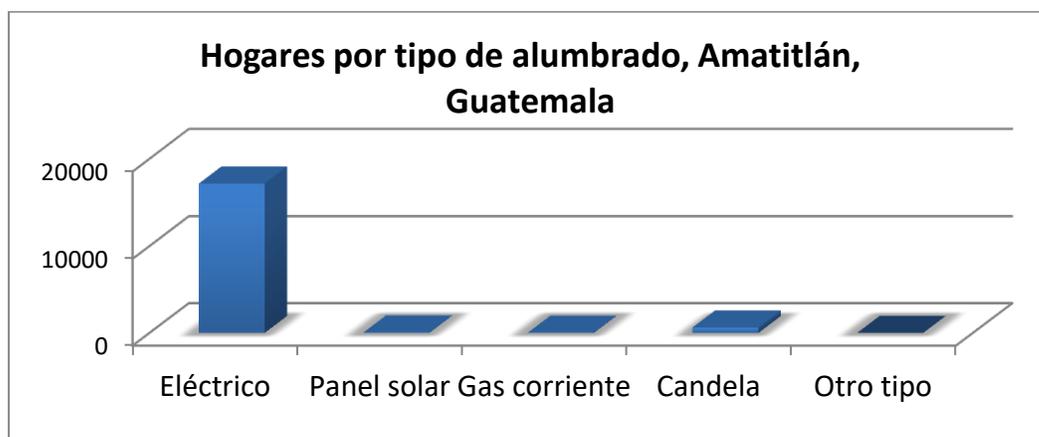
En la colonia San Jorge la mayoría de las viviendas son casas formales de block y terraza, existen viviendas de dos niveles, y por el área en la que se

localiza los propietarios también deciden alquilar habitaciones o sus viviendas completas. En la aldea Mesillas Bajas las casas cumple con las características de ser casas improvisadas, aún existen viviendas elaboradas con adobe, madera y techos de lámina metálica.

1.1.12. Servicios públicos

De acuerdo a la publicación del Ministerio de Energía y Minas (MEM), en los servicios electrificados de Amatitlán se reportó para el 2008 que 22 040 usuarios estaban conectados a la distribución de energía eléctrica, representando aproximadamente una conexión por cada 4,5 habitantes, y se reportó el uso de 44 paneles solares representando un porcentaje mínimo en uso de fuentes alternativas de energía. La siguiente figura está basada por datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística del año 2002.

Figura 8. **Proyección gráfica del tipo de alumbrado en Amatitlán**

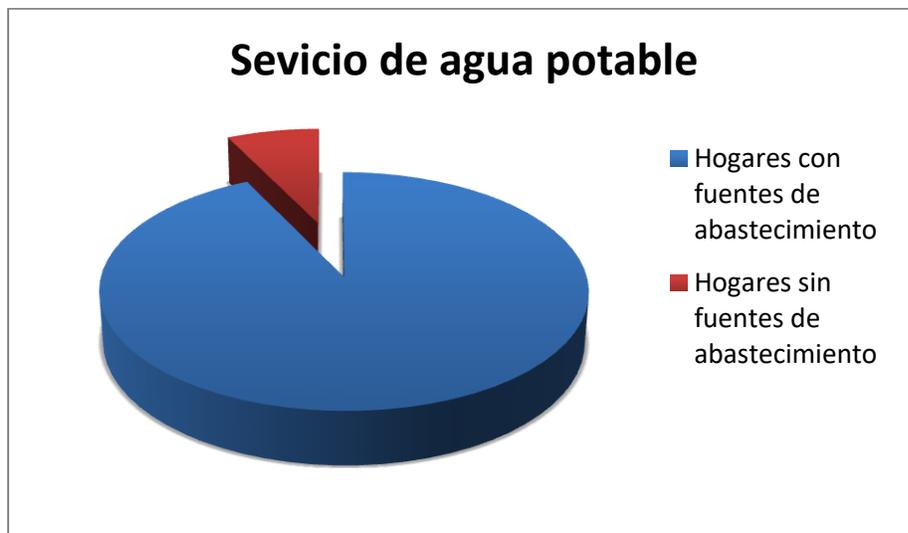


Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 69.

El servicio de agua en los hogares es proporcionado a través de pozos en el área central y áreas colindantes a la cabecera municipal, 11 aldeas y 2

caseríos son beneficiadas por el agua extraída de La Laguna de Calderas. De acuerdo a la monografía de Amatitlán publicada por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, la proporción de hogares con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua es del 92,8 %. Es importante mencionar que el agua que es proporcionada a los habitantes no es potable. La siguiente figura está basada en datos proporcionados por el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) del 2011.

Figura 9. **Proyección gráfica del servicio de agua en el municipio de Amatitlán**



Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 64.

De acuerdo a la monografía de Amatitlán, publicada por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, la proporción de hogares con acceso a servicio de saneamiento mejorados, es de 80,2 %, la población en aldeas y caseríos utiliza letrinas, en el área central y algunos hogares colindantes a una distancia promedio de 500m de distancia de la cabecera municipal utilizan drenajes y

alcantarillados. La siguiente tabla da a conocer datos proporcionados por el censo del 2002 del INE.

Tabla IV. **Disposición de servicio sanitario en Amatitlán**

	Hogares	Porcentajes
Total de hogares que disponen de servicio sanitario	17 377	97,25 %
Total hogares que no disponen de servicio sanitario	491	2,75 %
Total de hogares	17 868	100,00 %

Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 68.

El control de los desechos sólidos en el municipio es a través de un servicio municipal que recolecta por medio de un tren de aseo que utiliza el vertedero de AMSA en el kilómetro 22 de la carretera CA-9, los beneficiados de este servicio son las instalaciones municipales y estatales, escuelas, hospitales, juzgados, estaciones de Policía Nacional Civil y la clínica del IGSS únicamente del área central de la cabecera municipal. El tren de aseo también recolecta en las escuelas de aldeas esto para evitar botaderos clandestinos. Existen servicios privados de recolección de basura que son utilizados por viviendas particulares, en el área central como en aldeas colindantes. La tabla IV da a conocer los datos publicados por el INE en el 2002.

Tabla V. **Forma de eliminar la basura**

Hogares por forma de eliminar basura, 2002 Amatitlán, Guatemala.	
Servicio	No. De Hogares
Servicio municipal	3 108
Servicio privado	10 329
La queman	2 756
La tiran en cualquier lugar	839
la entierran	693
Otra	143
Total de hogares	17 868

Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 66.

La colonia San Jorge tiene servicio de agua pero no es potable, es un servicio comunitario y no tiene un límite de consumo, la distribución del agua es por sectores y cada uno recibe agua por una hora y media diaria a excepción de los días sábados que no hay servicio. Existe drenaje sanitario, y cuentan con dos sistemas de tratamiento de desechos sólidos, una fosa séptica que requiere mantenimiento en época de invierno y una planta de tratamiento aeróbica, la ausencia de un sistema de drenaje pluvial provocado socavamiento en tres áreas diferentes, arriesgando la seguridad de las personas colindantes a los lugares afectados. La colonia tiene servicio de electrificación. La recolección de basura es privada y parte de la población desecha los sólidos en barrancos o en los desfuegos naturales del lugar.

La aldea Mesillas Bajas tiene servicio de alumbrado público, formado por 36 lámparas que contribuyen a la seguridad de las personas en cuanto a su traslado en vehículo o a pie. El servicio de agua potable es reducido y comunitario, proviene de la laguna de Calderas, es distribuida por 5 sectores reciben agua cada 8 días. No existe drenaje sanitario, utilizan letrinas, tampoco cuentan con servicio de drenaje pluvial, razón por la cual el agua pluvial se

acumula en calles y el cauce natural se dirige hacia la carretera que dirige a finca Belén. El servicio de transporte urbano es colectivo y está limitado a tres horarios que se dirigen al casco central de Amatitlán y tienen una duración de 45 minutos aproximadamente. La forma más común de eliminar los desechos sólidos que se producen por los habitantes es quemándola o lanzándola a terrenos colindantes en el lugar.

1.1.13. Servicios existentes

A continuación se describen los diferentes tipos de acceso a la educación:

1.1.13.1. Educación

El municipio de Amatitlán da acceso a la educación a través del establecimiento de varias escuelas públicas e institutos que prestan sus servicios en diferentes áreas. De acuerdo a la monografía del municipio publicado por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, Amatitlán cuenta con 7 escuelas públicas de preprimaria urbana, 24 escuelas públicas de preprimaria rural, 8 escuelas públicas de primaria urbana, 32 escuelas públicas de primaria rural, 2 centros universitarios, 36 colegios privados, 22 academias de computación, mecanografía y costura, 2 centros de capacitación, 3 Institutos Nacionales del ciclo básico urbano, 2 Institutos nacionales del ciclo básico rural, 2 institutos nacionales del ciclo diversificado urbano. La educación primaria y diversificado para los habitantes se ha vuelto importante debido a las oportunidades de trabajo que se encuentran en las industrias y la mejor calidad de vida que les brindan al tener un mejor puesto de trabajo.

Tabla VI. **Tasa neta de escolaridad por nivel escolar, Amatitlán 2009**

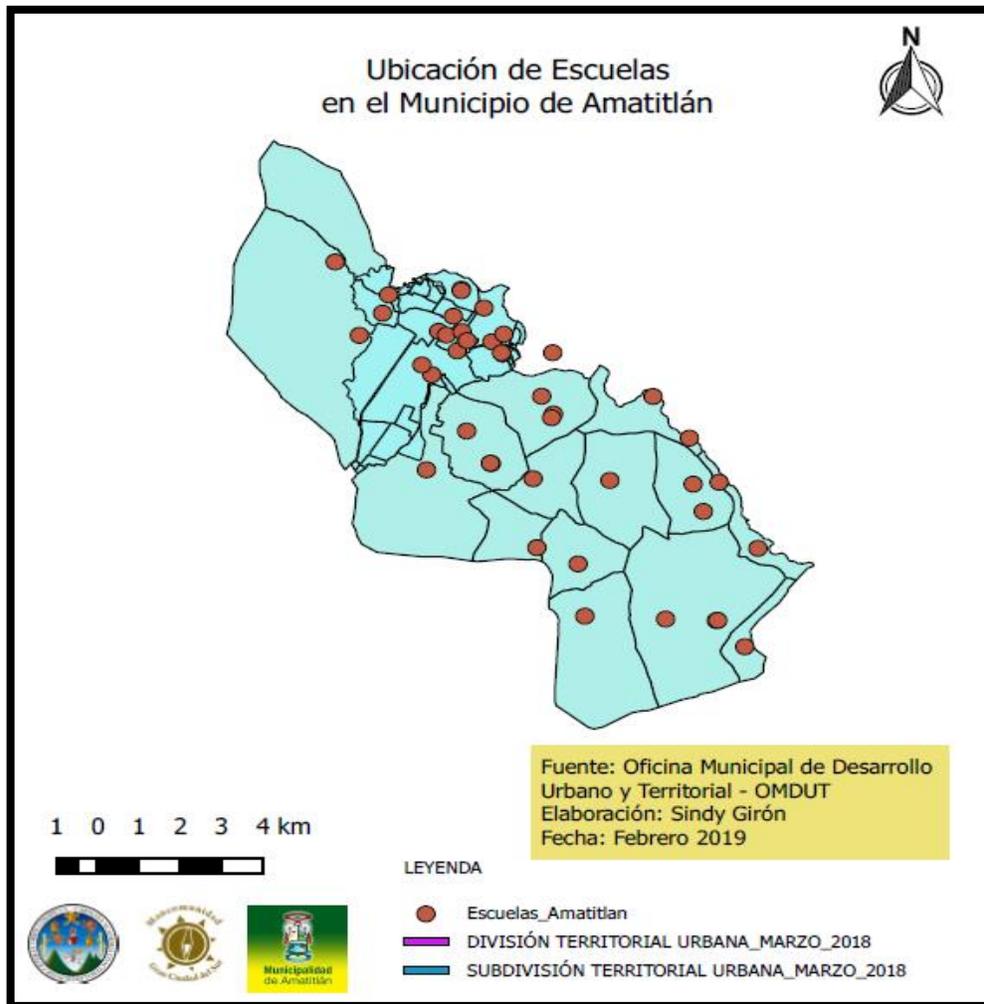
Departamento de Guatemala (2009): Tasa neta de escolaridad según nivel por municipio												
Municipio	Preprimaria			Primaria de niños			Ciclo básico			Ciclo diversificado		
	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M
Amatitlán	83,2	78,6	88,2	131,1	128,7	133,7	76,1	71,7	80,7	41,3	35,9	47

Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur. *Monografía de Amatitlán*. p. 64

La aldea Mesillas bajas cuenta con escuela rural mixta diurna y nocturna, que lleva por nombre Justo Rufino Barrios existe desde el 21 de agosto de 1958. Se realizó la inauguración del Instituto de Educación Básica el 04 de junio de 1998. En el 2010 se realizó la ampliación de la escuela rural mixta diurna y nocturna Justo Rufino Barrios, en el 2014 se realizó la inauguración de tres salones de clases para brindar educación básica por telesecundaria.

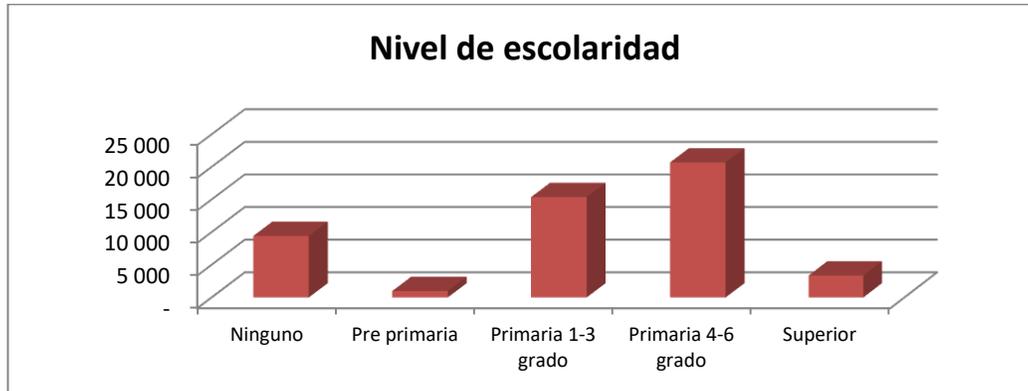
La colonia San Jorge tiene educación pública, la Escuela Oficial Rural Mixta en jornada vespertina y matutina para nivel preprimaria y primario. Así mismo se encuentra el Instituto por Cooperativa San Jorge en jornada vespertina.

Figura 10. **Mapa con la ubicación de las escuelas del municipio**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

Figura 11. **Proyección gráfica de nivel de escolaridad (INE, 2002)**



Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

1.1.13.2. Salud

De acuerdo a datos brindados por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur en el año 2015, los servicios públicos de salud en el municipio de Amatitlán están dados por el Hospital Nacional San Juan de Dios Amatitlán, ubicado en la cabecera municipal y la clínica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). La aldea Mesillas Bajas inauguró su primer puesto de salud el 07 de julio de 1973, con el apoyo profesional de un médico y una enfermera. Existen otros 3 puestos de salud ubicados en las aldeas Calderas, Llano de Ánimas y el Cerrito.

Existen hospitales privados, entre ellos, El Rosario, Villagrán, Corpomedic y Sanatorio del lago. Existen más de 45 farmacias y de acuerdo a los datos recolectados por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur los servicios de salud públicos y privados son usados por personas de municipio vecinos, tanto del departamento de Guatemala como el de Escuintla.

1.1.13.3. Agua potable

Actualmente el agua es un recurso difícil de obtener para algunas aldeas, caseríos y colonias del municipio de Amatitlán. La fuente de abastecimiento más común son los pozos, es importante mencionar que algunos de ellos tienen su origen en venas del volcán de Pacaya que colinda con el municipio y que se encuentran a temperaturas de aproximadamente 87 °C y para su uso es mezclada con agua de lluvia.

Una de las fuentes de abastecimiento más importantes del municipio es la Laguna de Calderas que se localiza en la aldea Calderas y que abastece a 11 aldeas y 2 caseríos. Es importante mencionar que el agua que llega a las viviendas de los habitantes del municipio en su mayoría no es tratada y el tratamiento se limita a ser clorada.

La colonia San Jorge es abastecida por sectores durante una hora y media diaria, a excepción de los días sábados, desde un pozo ubicado en la calzada Asiote, del área central de la cabecera municipal, es un servicio comunitario cada vivienda cancela mensualmente Q55,00 no existen restricciones de consumo. La aldea Mesillas Bajas es abastecida por sectores desde la laguna de Calderas, es un servicio comunitario, cada familia cancela Q10,00 mensuales y la reciben cada 8 días, para compensar la falta de agua recolectan el agua de lluvia o compran por tonel.

1.1.13.4. Drenajes

Actualmente el área central del municipio tiene servicio de drenaje sanitario y que desfoga en el río Michatoya. La situación de los drenajes en aldeas, caseríos y colonias no privadas son parciales o nulos, la invasión y

sobre población del municipio han impedido que la planificación de las mismas incluya muchas veces el espacio para drenar las aguas servidas y pluviales. La pobreza es otra de las situaciones que como parte de la ausencia de una cultura las personas desfoguen las aguas servidas y pluviales frente a sus viviendas y generen zanjas que dirigen el agua a los cuerpos de agua más cercanos o son absorbidas por el terreno que recorre.

La colonia San Jorge tiene únicamente drenaje sanitario que desfoga en dos áreas diferentes, un porcentaje alrededor del 40 % se dirige a una fosa séptica ubicada al sureste de la colina y el 60 % se dirige al suroeste donde se ubica una planta de tratamiento aeróbica.

1.2. Principales necesidades del municipio

De acuerdo a datos brindados por la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, en su informe monografía del municipio de Amatitlán en el 2015, la población de Amatitlán se encuentra debajo de la línea de pobreza general nacional, debido al crecimiento del municipio y la demanda de los servicios. El municipio no refleja la realidad en la demanda de servicios básicos, agua, electricidad, transporte, educación y salud, llevando a la desigualdad en cuanto a la distribución de los mismos, por lo que es considerada una ciudad dormitorio.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El municipio tiene como principal necesidad la seguridad ya que el incremento de ella es alto debido a la presencia de maras y personas migrantes. Seguido de ella es el agua, muchos de los habitantes reciben agua cada 15 o 22 días limitados por algunas horas al día para captación de la misma y en algunas ocasiones no es lo suficiente para suplir todas las

actividades que realizan a través de ella. Otra de las necesidades que presenta el municipio es la ausencia de calles pavimentadas o adoquinadas.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

A pesar de que el municipio de Amatlán cuenta con servicios básicos como hospitales, escuelas, distribución de agua, recolección de desechos sólidos y electricidad la priorización de estos es dada en su mayoría al área central más no a las aldeas, caseríos o colonias a los alrededores.

Entre las principales necesidades de la colonia San Jorge es la seguridad, según el testimonio brindado por el alcalde auxiliar el incremento de esta es por la presencia de maras o personas que se dedican a actividades delincuentes, debido a la falta de empleo en el municipio. La ausencia de drenaje pluvial en la colonia es de preocupación para algunos habitantes debido al desprendimiento de sedimentos en los alrededores, provocando la socavación y por la presencia de desechos sólidos en los desfuegos naturales del lugar.

La aldea Mesillas Bajas tiene como principal problema el traslado de los habitantes hacia áreas de trabajo, centros de salud y acceso a la educación media debido a la ausencia de transporte público limitado por dos horarios diarios dado a las condiciones de las carreteras de acceso a la aldea. De acuerdo al testimonio del alcalde auxiliar las personas se ven en la necesidad de caminar un tramo de aproximadamente 2,5 kilómetros para obtener recursos de necesidades básicas y la delincuencia en la carretera que traslada a la Finca Belén ha incrementado debido a que la velocidad a la que los vehículos se movilizan es lenta. El recurso del agua es otra de las necesidades prioritarias de la aldea, debido a que muchos de los habitantes son de escasos recursos y no cuentan con sistema de recolección de lluvia o capacidad económica para

comprar toneles a los servicios privados que abastecen el lugar ya que la cantidad de agua que obtienen a través del servicio comunitario no es lo suficiente.

1.3. Vulnerabilidad del proyecto

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial en colonia San Jorge, contribuye a los habitantes del lugar para prever accidentes naturales como deslaves o socavación, es importante mencionar que la ubicación de la colonia es sobre la superficie de una montaña que se encuentra a 135 metros sobre el nivel del área central del municipio. El diseño de la carretera pavimentada de la aldea Mesillas Bajas hacia la finca Belén es un aporte que espera permitir el incremento del comercio en la aldea, asimismo, el transporte de los productos agrícolas que las personas cultivan y por último el traslado de los habitantes hacia sus trabajos y mejorar el acceso a la educación superior para los estudiantes.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

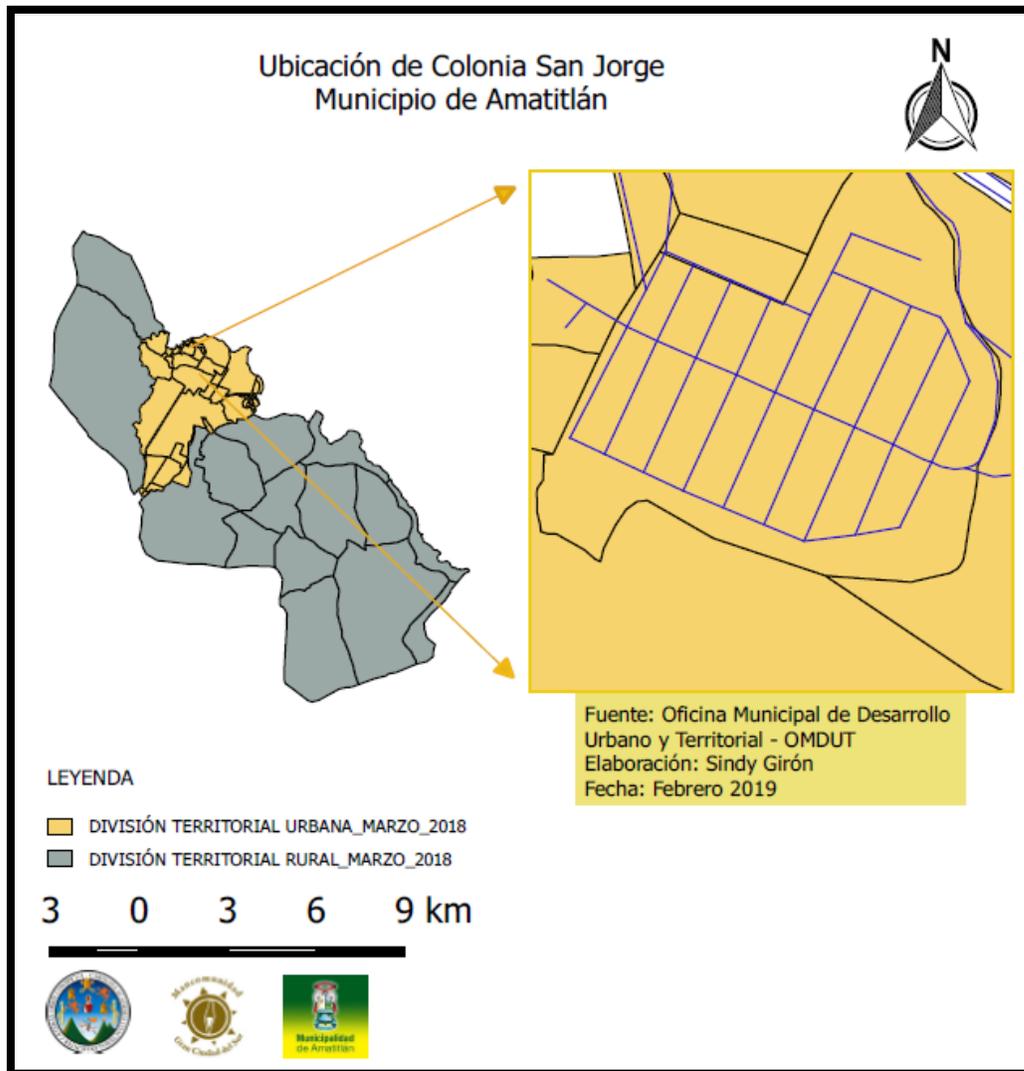
2.1. Diseño de sistema de alcantarillado pluvial en colonia San Jorge, Amatitlán

A continuación se describe el diseño de sistema de alcantarillado pluvial en colonia San Jorge, Amatitlán.

2.1.1. Descripción del proyecto

El sistema tiene una longitud de 4 000 metros aproximadamente, en los cuales se diseñaron 70 pozos de visita, los que se construirán de acuerdo a las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), como alturas mínimas, cotas invert y otras especificaciones. La tubería a utilizar será de PVC marca AMANCO. Las pendientes en el diseño de la tubería se tomaron a favor de la pendiente del terreno, siempre y cuando no provoque que la velocidad y caudales dentro de las alcantarillas no cumplan con las especificaciones. La captación del agua pluvial será a través de tragantes y para el desfogue de las aguas recolectadas en el drenaje se propone dividirlo a la mitad para que se dirija una parte al recolector principal, ya existente, del área central del municipio sobre la calzada Aziote y el otro porcentaje del desfogue en el río Malena a través de una transversal en el kilómetro 26,4 de la ruta CA-9.

Figura 12. **Mapa de la distribución de la colonia San Jorge**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Es el conjunto de operaciones que tienen como objetivo realizar una correcta representación gráfica, de cualquier extensión territorial, considerando las diferencias de cotas o desniveles que presente la extensión. Un

levantamiento topográfico es esencial para realizar correctamente cualquier obra o la ejecución de un proyecto.

Para realizar el levantamiento topográfico de la colonia, se utilizó como parte del equipo, una estación total SOUH, prisma, generando automáticamente la planimetría y altimetría del terreno, se utilizó una brújula magnética marca SOUH.

2.1.2.1. Planimetría

Es el estudio topográfico que a través de diferentes procedimientos fija las posiciones de puntos, proyectados en un plano horizontal, sin importar las elevaciones que se permiten representar a escala los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, de acuerdo a las características de relieve y finalmente se representan en una proyección horizontal de plano.

El levantamiento topográfico de la colonia San Jorge fue a través de un método poligonal, ya que una estación no fue suficiente para obtener los datos de distancias horizontales de la colonia, por lo que se establecieron 35 estaciones y se recolectaron 997 puntos de referencia.

2.1.2.2. Altimetría

Es la parte de la topografía que se dedica a determinar las diferentes alturas de un punto respecto a un punto del terreno a estudiar. Permite representar los relieves (curvas de nivel) de un terreno.

El método utilizado por la estación total es el de nivelación geométrica ya que genera automáticamente los niveles en referencia a un punto inicial y la

altura inicial de la primera estación, estos últimos datos indicados por mi persona al momento de colocar, nivelar e iniciar con el levantamiento topográfico, tomando como referencia al cambiarse de estación, la estación que de mejor visibilidad para el amarre del levantamiento.

2.1.3. Diseño del sistema

Para la elaboración del diseño del sistema se realizarán algunas descripciones que se realizarán a continuación.

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema a utilizar trabaja por gravedad, se debe a las pendientes del terreno en el que se localiza la colonia, siendo favorable para diseñar un proyecto económicamente viable.

2.1.3.2. Probabilidad de ocurrencia

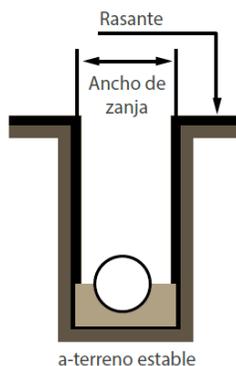
La probabilidad de ocurrencia se refiere a un nivel de certeza que se tiene en cuanto a la aparición de una actividad o suceso, determinado a través del número de veces que ha ocurrido y el tiempo de aparición para generar un sistema preventivo y no correctivo. Debido al cambio climático y datos proporcionados por el INSIVUMEH se consideró una probabilidad de ocurrencia de 30 años, asimismo, es el tiempo sugerido en las normativas del INFOM basado en el uso del suelo, en colonia San Jorge es habitacional.

2.1.3.3. Características del subsuelo

El tipo de suelo en el lugar es permeable y con características de tipo arena limoso, siendo un suelo estable, esto posiblemente por la presencia del volcán de Pacaya que limita con el municipio de Amatitlán. Por lo que se propone utilizar material selecto en proporción a un 50 % del relleno total sobre la tubería del drenaje pluvial.

De acuerdo las características del suelo, el tipo de zanja recomendada para las tuberías es:

Figura 13. **Propuesta de zanja para el diseño**



Fuente: AMANCO. *Manual de Diseño NOVAFORT y NOVALOC*. p. 33.

2.1.3.4. Determinación de lugares de descarga

Los lugares de descarga propuestos en el diseño cumplen con las características propuestas en los normativos. Se propuso que un 50 % del desfogue del agua pluvial se dirija al río Malena, conocido por ser efímero. El otro porcentaje de agua pluvial se diseñó para que descargue en la red principal del drenaje pluvial ya existente, es importante mencionar que previo a proponer

está área se analizó si no afecta el funcionamiento de la red y fue favorable. En la figura 16 se encuentra un mapa que permite visualizar los desfuegos propuestos.

2.1.3.5. Intensidad de lluvia

Representa el espesor de la capa de agua llovida durante cierta cantidad de tiempo suponiendo que toda el agua permanece en el sitio de caída inicial. Para este trabajo, la intensidad de lluvia se determinó a través de los datos proporcionados por el estudio de intensidad de precipitación en las cuencas prioritarias del instituto privado de investigación sobre el cambio climático (ICC) publicado en el 2012, de la estación más cercana al municipio de Amatlán, la estación del INSIVUMEH. Se calculó la intensidad de lluvia por medio de la ecuación:

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

Donde:

i_{Tr} = intensidad de precipitación para un período de retorno (Tr), en mm/h
 A, B y n = son parámetros de ajuste según del período de retorno (tabla VI).

Tabla VII. **Parámetros A, B y N de las ecuaciones IDF generadas por INSIVUMEH, para diferentes períodos de retorno**

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
INSIVUMEH								
A	1970	7997	1345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0.958	1.161	0.791	0.637	0.656	0.65	0.66	0.649
R2	0.989	0.991	0.982	0.981	0.973	0.973	0.981	0.981

Fuente: GIL VILLALBA, Sergio. *Estudio de intensidad de precipitación en las cuencas prioritarias de ICC*. p. 7.

Sustituyendo los datos en la ecuación de la intensidad de lluvia con una probabilidad de ocurrencia de 30 años:

$$i_{Tr} = \frac{815}{(2 + t)^{0.65}}$$

Dado en mm/h.

Tabla VIII. **Valores de precipitación de la lluvia**

CLAVE	ESTACION	AÑO	VARIAB	DIMENS	ANUAL
1523	AMATITLAN	2011	LLUVIA	MM	1515.8
1523	AMATITLAN	2012	LLUVIA	MM	1093.2
1523	AMATITLAN	2013	LLUVIA	MM	1141.8
1523	AMATITLAN	2014	LLUVIA	MM	983.3
1523	AMATITLAN	2015	LLUVIA	MM	1124.9
1523	AMATITLAN	2016	LLUVIA	MM	1028.8
1523	AMATITLAN	2017	LLUVIA	MM	976.0
1523	AMATITLAN	2018	LLUVIA	MM	1029.6

Fuente: INSIVUMEH. *Datos de la precipitación. Consulta: noviembre 2018.*

2.1.3.6. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo dado en minutos que tarda una gota de agua en escurrir desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto en estudio. De acuerdo al informe de intensidades de lluvia Guatemala, publicado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) el tiempo de concentración de la cuenca se calcula con la siguiente ecuación:

$$t_c = \frac{3L^{1,15}}{154H^{0,38}}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración

L = longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria

H = desnivel del cauce

Para el diseño del alcantarillado pluvial de la colonia San Jorge se calculó que la longitud del cauce a analizar es de 1 058,67 m, con un desnivel de 71,91m, estos datos corresponden a la distancia y diferencia de niveles del pozo de visita 1 al pozo de visita 23.

$$t_c = \frac{3(1\,058,67)^{1,15}}{154(71,91)^{0,38}} = 11,547\text{min}$$

En tramos iniciales, el tiempo de concentración se aproximó a 12 minutos. Cuando varios ramales lleguen a un punto se considerará el tiempo de concentración más tardado. En otros tramos, el tiempo de concentración se calculará a través de la siguiente ecuación:

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

Donde:

T_c = tiempo de concentración hasta el tramo considerado

T_1 = tiempo de concentración hasta el tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V_1 = velocidad a sección llena en el tramo anterior

2.1.3.7. Determinación de áreas tributarias

El área tributaria representa una porción de la zona analizada, que contribuye al escurrimiento de la precipitación en la superficie del suelo llegando a un determinado ramal del sistema de drenaje, el área tributaria se calcula en hectáreas. Es considerado un parámetro que depende directamente de la topografía del lugar, la forma más común de calcularla es la triangulación y armando cuadrantes tributarios.

Figura 14. Delimitación de la cuenca



Fuente: Delimitación de la cuenta. <https://es.wikipedia.org/wiki/Amatitl%C3%A1n>. Consulta febrero de 2019.

2.1.3.8. Determinación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía mide el porcentaje del volumen precipitado que circula sobre la superficie analizada. Difiere a partir de tres características: la cobertura, la pendiente del terreno y el tipo de suelo, a mayor permeabilidad mayor es el coeficiente, para calcularlo se utiliza la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\sum c * a}{\sum a}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía en un área parcial

a = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

En la tabla XXXIII se dan a conocer los valores que el coeficiente de escorrentía basado en las características del suelo.

2.1.3.9. Pendiente de tubería

La pendiente del terreno está dada por la diferencia de alturas del terreno dividida entre la distancia del tramo y el resultado multiplicado por 100, la ecuación es:

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

2.1.3.10. Diámetro de tubería

El diámetro mínimo a utilizar en los sistemas de alcantarillado pluvial es de 8" en PVC y 10" en concreto. Para el diseño del proyecto se utilizó tubería de

PVC iniciando con un diámetro de 8" y finalizando con tubería de 24" de diámetro.

2.1.3.11. Velocidades y caudales a sección llena

Los criterios empleados para las velocidades mínimas y máximas, son de acuerdo a las especificaciones técnicas del proveedor y pueden ser velocidades desde 0,4 m/s a 5 m/s. La ecuación de Manning se utiliza para calcular la velocidad del flujo en cada sección:

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

Donde:

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico (m)

S = pendiente de la tubería (m/m)

V = velocidad del flujo (m/s)

. La velocidad de flujo a sección llena se calculó con el despeje de la ecuación de Manning:

$$V = \frac{0,03429 * \bar{\phi}^{\frac{2}{3}} * \bar{S}}{n}$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena en m/s

D = diámetro de la sección circular en pulgadas

S = pendiente de la gradiente hidráulica en m/m

n = coeficiente de rugosidad de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning para tuberías de 24" y menores es de 0,010 y para tubería mayor de 24", es de 0,009 según especificaciones para tubería de alcantarillado pluvial.

Para la determinación del caudal pluvial se usará el Método Racional cuya ecuación general es:

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

Donde:

Q = caudal en m^3/s

C = relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída

I = intensidad de lluvia en mm/hora

A = área en hectáreas

Para calcular el caudal de la tubería a sección llena, se debe calcular el área de tubería a sección llena:

$$A_{ST} = 0,0005067 * \phi^2$$

Para luego obtener el caudal de la tubería a sección llena:

$$Q_{ST} = (A_{ST} * V_{ST}) * 1\ 000$$

2.1.3.12. Revisión de relaciones

Las relaciones hidráulicas tomadas en cuenta para realizar el diseño fueron:

La relación de caudales q/Q ,

Donde:

q = caudal de diseño

Q = caudal a sección llena

La relación de velocidades v/V

Donde:

v = velocidad de diseño

V = velocidad a sección llena

Y la relación de diámetros d/D

Donde:

d = diámetro de diseño

D = diámetro a sección llena

Los valores calculados se buscan en las tablas y si no se encuentra el valor exacto se utiliza uno aproximado. Estas relaciones son importantes para proveer el correcto funcionamiento del sistema.

Tabla IX. **Segmento inicial de la tabla de relaciones hidráulicas para sección circular**

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,000001	0,001000	0,019224	0,000054
0,000005	0,002000	0,030507	0,000152
0,000011	0,003000	0,039963	0,000279
0,000021	0,004000	0,048396	0,000429
0,000034	0,005000	0,056141	0,000599
0,000050	0,006000	0,063370	0,000788
0,000070	0,007000	0,070215	0,000992
0,000093	0,008000	0,076728	0,001212
0,000120	0,009000	0,082970	0,001446
0,000151	0,010000	0,088980	0,001693
0,000185	0,011000	0,094787	0,001952
0,000223	0,012000	0,100417	0,002224
0,000265	0,013000	0,105887	0,002506
0,000311	0,014000	0,111215	0,002800
0,000361	0,015000	0,116413	0,003105
0,000415	0,016000	0,121493	0,003419
0,000473	0,017000	0,126464	0,003744
0,000536	0,018000	0,131335	0,004078
0,000602	0,019000	0,136112	0,004421
0,000672	0,020000	0,140803	0,004773
0,000746	0,021000	0,145412	0,005134
0,000825	0,022000	0,149945	0,005503

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.13. Cotas invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante y el nivel inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas invert se calculan con base en la

pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Se deben seguir las siguientes reglas para el cálculo de cotas invert:

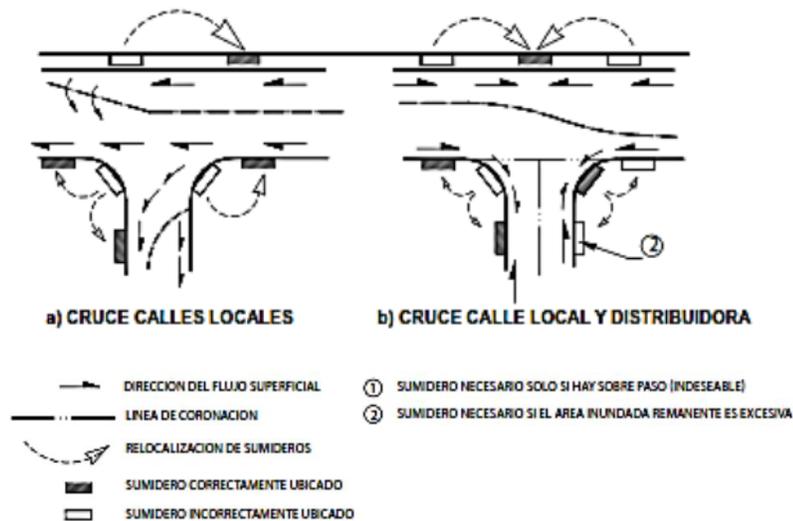
- La cota invert de salida de un pozo se coloca, al menos, tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja.
- Para tubería de salida con mayor diámetro que la tubería de entrada, la cota invert de la tubería de salida estará por lo menos debajo de la cota invert de entrada, igual a la diferencia de diámetros.
- El diámetro inicial de la tubería para el proyecto es de 8" de PVC y terminó con tubería de PVC de 24" siendo el proveedor la empresa AMANCO.
- Los pozos de visita pueden ser elaborados de diferente tipo de materiales, desde ladrillos hasta concreto fundido, dependiendo la profundidad que tenga se debe considerar el material con el que se elaborarán.

Para el diseño de la red de alcantarillado se escogió para pozos con profundidades menores a 2 metros de longitud ladrillo, las especificaciones del mismo se encuentran en el plano 21 de anexos. Para los pozos de visita mayores a dos metros se propone colocar una solera intermedia a cada 2 metros y cuatro columnas de refuerzo que tengan la misma altura que el pozo, las especificaciones y detalles de estos pozos se encuentra en el plano 22 de anexos.

- Para la captación de la precipitación se propone utilizar tragantes formados por rejillas de un tamaño regular y elaborado de metal, el uso de ellas son parte de la solicitud de las autoridades de la Dirección de Planificación Municipal (DMP) de la municipalidad de Amatitlán.

Los tragantes se colocarán en puntos estratégicos, por ejemplo en lugares bajos donde finaliza una calle o avenida, a los costados de las calles para asegurar un porcentaje adecuado para el agua que se presentara en el lugar.

Figura 15. **Posición de tragantes**



Fuente: BOLINAGA, Juan José. *Drenaje urbano*. p. 91.

Para verificar que el tamaño propuesto por la municipalidad cumple con las características de un tragante, se analizó si tiene la capacidad de captación.

Inicialmente se calcula el tiempo de concentración y la intensidad de lluvia por la que se verá afectada la zona a analizar, ambas fórmulas descritas en la sección 2.1.3.5 y 2.1.3.6 del presente informe.

$$t_c = \frac{3L^{1,15}}{154H^{0,38}} = \frac{3(1\ 058,67)^{1,15}}{154(71,91)^{0,38}} = 11,547min$$

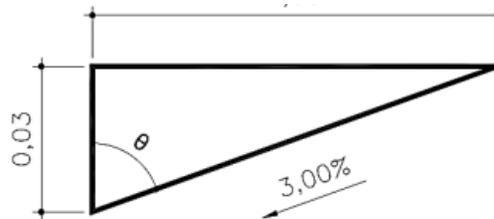
Como en este caso ya existió un recorrido se calcula el tiempo de escorrentía a través de la fórmula descrita en la sección 2.1.3.6.

$$T_c = T_1 + \frac{L}{60 * V_1} = 12 + \frac{78,36}{60 * 2,77} = 12,47min$$

Se procede a calcular la intensidad de lluvia:

$$i_{Tr} = \frac{A}{(B + t)^n} = \frac{815}{(2 + 12,47)^{0,65}} = 143,50 \text{ mm/h}$$

La longitud de la base propuesta por la municipalidad es de 0.60m. Se considera un tirante de 3 cm.



Se calcula la capacidad de captación de la entrada del tragante o sea el flujo interceptado por una entrada bajo un conjunto determinado de condiciones. Se procede a calcular el flujo que no es interceptado por la entrada del tragante, de la siguiente manera:

$$Q_a = Q - Q_i$$

Donde:

Q_i = es el caudal interceptado por la entrada del tragante en m^3/s

Q = es el caudal superficial en m^3/s

Se procede a calcular el caudal superficial a través de:

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

$$Q = \frac{0,5 * 143,50 * 0,171}{360} * 1\ 000 = 38,28 \text{ L/s}$$

Se calcula la eficiencia del tragante, los 60 cm de la entrada propuesta por la municipalidad y 1 m por las características del suelo y topográficas del lugar:

$$\frac{0,60}{1} * 100 \% = 60 \%$$

La eficiencia del tragante es de 60 %.

Se procede a calcular el flujo de arrastre considerando la formula general de la eficiencia de un tragante:

$$E = \frac{Q_i}{Q} * 100 \% ; \quad Q_i = \frac{E * Q}{100 \%} = \frac{60 \% * 0,038}{100 \%}$$

$$Q_i = 0,0228 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se calcula el caudal de arrastre, provocado por el caudal no captado por el tragante:

$$Q_a = Q - Q_i$$

$$Q_a = 0,038 - 0,0228 = 0,0152 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se toman los datos de la sección más crítica, en este caso del pozo de visita 1.1 al 1.2. La pendiente transversal es de 6,80 %, la pendiente longitudinal

3 %, el caudal es de 38,21 L/s equivalente a $0,03821\text{m}^3/\text{s}$, el coeficiente de escorrentía es equivalente a 0,50, se considera un bordillo con 15 cm de altura, de acuerdo a la información brindada en la tesis de Sánchez Alfredo el tirante máximo puede ser equivalente a esta altura o 0,75 en estado crítico. El ancho de inundación es como máximo 3,00m. El ancho de la calle es de 3,25m y 64,88m de longitud. Luego se calcula la capacidad de captación del tragante:

$$Q = 2,96A_0Y + d_e^{1/2}$$

Donde:

Q = es el caudal en el tramo, expresado en m^3/s

A_0 = es el área efectiva de captación de la rejilla en m^2

Y = es el tirante máximo permitido en el borde de la acera en m

d_e = es la depresión de la cuneta expresada en m

Debido a la presencia de basura se colocará un factor de seguridad alrededor de 0,75. Se considera también el cálculo de la longitud de la rejilla con la siguiente fórmula:

$$L_F = 0,94 VH^{1/2}$$

L_F = es la longitud necesaria de la rejilla en sentido del flujo.

V = es la velocidad media de la escorrentía en cuneta en m/s

H = es el tirante máximo permitido al borde más el espesor de la rejilla.

Se calcula el área efectiva:

$$0,03821 = 2,96A_0(0,75) + 0^{1/2}$$

$$A_0 = 0,01721\text{m}^2$$

Se multiplica por el factor de seguridad:

$$A_0 = 0,01721m^2 * \frac{1}{0,75} = 0,02295m^2$$

Se procede a calcular la velocidad del flujo, considerando un ancho de inundación de 0,80m, un tirante máximo de 0,015m equivalente al alto del bordillo:

$$Q = V * A$$

$$0,03821 = V * \frac{1}{2} 0,015 * 0,80$$

$$V = 6,36m/s$$

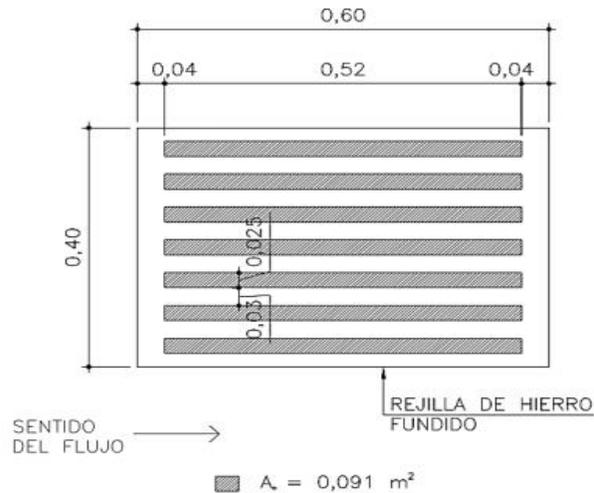
Se procede a calcular la longitud de la rejilla, proponiendo un espesor de 0,017m.

$$L_F = 0,94 V H^{1/2}$$

$$L_F = 0,94 (6,36)(0,015 + 0,017)^{\frac{1}{2}} = 1,06m$$

Debido a la longitud calculada se colocarán 2 rejillas en diferentes extremos para que la capacidad de captación de las rejillas cumpla con la cantidad de escorrentía en el lugar. Por lo tanto, la propuesta de rejilla para los tragantes dada por la municipalidad del municipio de Amatitlán cumple con su propósito de captación del agua de escorrentía.

Figura 16. Dimensiones de tragante



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad Civil 3D 2015.

Los detalles y especificaciones de la caja de tragante se encuentran en el plano 22 de anexos, así como las especificaciones de las rejillas de tragante.

2.1.3.14. Profundidad de pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado, tienen la función de facilitar el acceso necesario para realizar inspección, mantenimiento y limpieza del sistema. Es recomendable colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- Cambio de diámetro
- Cambio de pendiente
- Intersección de tuberías colectoras
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros hasta de 24".

Para el presente proyecto los pozos de visita se fabricarán con ladrillo de un diámetro interno de 0,90 m, un brocal de concreto en la parte superior y tapadera reforzada, dichas especificaciones se encuentran en el anexo de los planos.

Tabla X. **Altura de pozos**

Altura pozo	Núm. pozos
1,20 a 2m	43
2 a 3,50	14
3,50 a 5m	13

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.15. **Ejemplo de diseño de un tramo**

Pozo de visita 1 a pozo de visita 2

Parámetros de diseño:

Tipo de sistema	alcantarillado pluvial
Período de diseño	30 años
Coefficiente de escorrentía	0,5
Tubería a utilizar	PVC
Velocidad mínima	0,4 m/s
Velocidad máxima	5 m/s

Cotas: pozo de visita 1: 113,97m

pozo de visita 2: 111,21

Distancia horizontal entre pozos: 46,56 m

Área parcial (total): 1 069,00 m² 0,107 ha

- Pendiente del terreno

Ecuación

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

$$S\% = \frac{111,21 - 113,97}{46,56} * 100 = 5,93 \%$$

- Tiempo de concentración

Por ser un tramo inicial, se considera igual a 12.

- Intensidad de lluvia mm/h

Ecuación:

$$i_{Tr} = \frac{815}{(2 + t)^{0,65}}$$

$$i_{Tr} = \frac{815}{(2 + 12)^{0,65}} = 146,614\ mm/h$$

- Caudal de diseño

Ecuación

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

$$Q = \frac{0,5 * 146,614 * 0,107}{360} * 1\ 000 = 21,789\ L/s$$

Multiplicado por 1 000 para convertirlo en L/s.

- Asumo diámetro

Para este tramo 8 pulg.

- Velocidad a sección llena

De acuerdo a las especificaciones dadas anteriormente, el coeficiente de rugosidad en la tubería es de 0,01, por tener un diámetro menor a 24”.

$$V_{ST} = \frac{0,03429 * \phi^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

$$V_{ST} = \frac{0,03429 * (8)^{\frac{2}{3}} * (\frac{5,65}{100})^{1/2}}{0,01} = 3,26 m/s$$

- Área de tubería a sección llena

$$A_{ST} = 0,0005067 * 8^2 = 0,03243 m^2$$

- Caudal de tubería a sección llena

$$Q_{ST} = (A_{ST} * V_{ST}) * 1000$$

$$Q_{ST} = (0,03243 * 3,26) * 1000 = 105,71 L/s$$

- Relaciones hidráulicas

Caudal:

$$\frac{q}{Q} = \frac{21,789}{105,71} = 0,2061$$

Velocidad

$$\frac{v}{V} = 0,80$$

$$V_{Diseño} = V_{ST} * \frac{v}{V} = 0,80 * 3,26 = 2,61 m/s$$

De acuerdo a las especificaciones de la tubería de AMANCO, las velocidades permisibles en el drenaje de alcantarillado pluvial cumplen con el rango $[0,4, 5]m/s$.

Relación de diámetro:

$$\frac{d}{D} = 0,300$$

Asimismo, se verifica en las tablas de relaciones hidráulicas el cumplimiento de la relación $\frac{d}{D}$ cumpla con el rango $[0,1, 0,75]$.

- Altura de pozos

Estás se consideran iniciando con la altura mínima de un pozo de visita, determinado por el INFOM, equivalente a 1,20m.

H. pozo salida: 1,43

H. pozo entrada: 1,30

- Cotas Invert

De salida:

$$Cota\ del\ terreno - H_{pozo} = 113,97 - 1,43 = 112,54m$$

De entrada:

$$Cota\ del\ terreno - H_{pozo} = 111,21 - 1,43 = 109,91m$$

- Volumen de excavación

$$V_{exc} = \frac{H_{pozo\ salida} - H_{pozo\ entrada}}{2} * Ancho\ zanja * DH$$

$$V_{exc} = \frac{1,43 - 1,30}{2} * 0,65 * 46,56 = 41,41\ m^3$$

- Volumen de relleno

$$V_{Relleno} = V_{exc} - \left(\left(\frac{\pi * \phi^2}{4} \right) * DH \right)$$

$$V_{Relleno} = 41.41m^3 - \left(\left(\frac{\pi * (8 * 0,0254m)^2}{4} \right) * 46,56m \right) = 39,90m^3$$

Estos cálculos y chequeos se realizan con cada tramo, considerando el caudal acumulado y el tiempo de concentración correspondiente.

2.1.3.16. Ubicación de desfogues

Son dos desfogues finales que corresponden al río Malena y a la red principal del alcantarillado pluvial ya existente.

Figura 17. Ubicación de desfogues



Fuente: GoogleEarth

https://satellites.pro/mapa_de_Villa_Nueva.Region_de_Guatemala.Guatemala Consulta: febrero 2019.

2.1.4. Planos

Los planos se encuentran en anexos, incluyendo perfiles y plantas de cada tramo, dando a conocer las alturas de los pozos, cotas invert de entrada y salida, pendiente de la tubería y la distancia horizontal entre cada pozo.

El proyecto está formado por 22 planos.

- Planta general
- Planta y perfil
- Plano de detalle de pozos de visita y tragantes

2.1.5. Presupuesto

Para realizar el presupuesto se dividieron en 5 fases las siguientes actividades: el trazo y nivelación, la excavación, el relleno y la instalación de la de la tubería. Cada fase cuenta con diferentes tramos o cuadras, que forman la colonia, tomando como ejemplo que mientras se realiza la excavación de una fase se realiza el trazo y nivel de otra, para que el tiempo de ejecución sea el acorde al cronograma de actividades.

El cuadro de resumen se encuentra en el apéndice 1.

2.1.6. Estudio de impacto ambiental (inicial)

Se realizó la evaluación ambiental inicial de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales con el formato DVGA-GA-002. Los resultados se encuentran en el apéndice 2.

2.1.6.1. Definición

Es el instrumento ambiental predictivo que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o actividad. Permite además la toma de decisiones y de planificación, que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta.

2.1.6.2. Cronograma

A continuación se describe el cronograma para la ejecución física del proyecto.

Tabla XI. Cronograma de ejecución física

Renglón	Ponderación (%)	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1	2	Replanteo topográfico	■					
2	2	Remoción de pavimento rígido				■	■	
3	2	Remoción de adoquín		■	■			
3	12	Excavación		■	■	■	■	
4	12	Relleno			■	■	■	■
5	20	Instalación tubería		■	■	■	■	■
6	8	Cajas de tragante			■	■	■	
7	14	Pozo de visita 1,20 a 2m				■	■	■
8	14	Pozo de visita 2 a 3,50m				■	■	■
9	14	Pozo de visita 3,50 a 4,50m					■	■
Avance del Proyecto (%)			5,00	12,90	17,80	30,20	25,80	8,30

Fuente: elaboración propia.

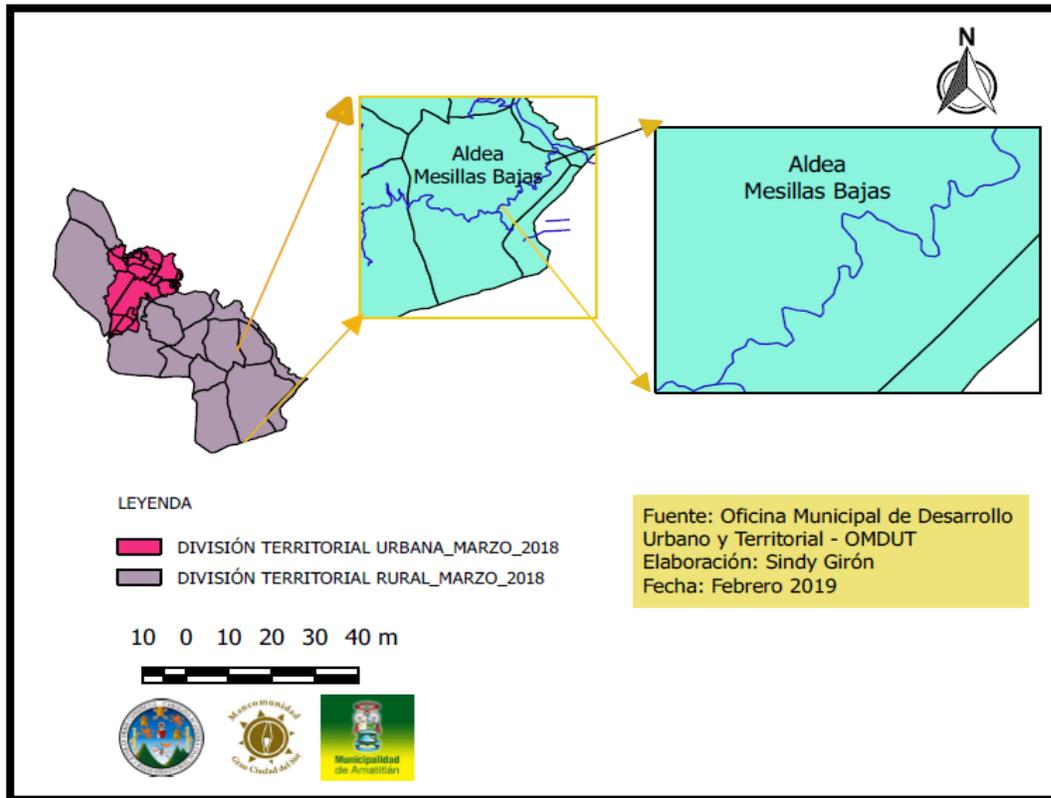
2.2. Diseño de la carretera pavimentada de la aldea Mesillas Bajas hacia finca Belén, Amatitlán

Para realizar el diseño de la carretera de la aldea Mesillas Bajas hacia Finca Belén en Amatitlán, se debe realizar una memoria descriptiva del proyecto, una investigación preliminar, una topografía del terreno, entre otros.

2.2.1. Memoria descriptiva del proyecto

El proyecto consta del diseño para la construcción de la carretera que comunica la Finca Belén con la aldea Mesillas bajas, consta de un tramo total de 1 714 km, ubicados en una zona montañosa y poco concurrida por la situación actual de la carretera de terracería. El diseño se basa en una capa de rodadura pavimentada con un ancho total de 5,50m, y una pendiente máxima de 10 % debido a la presencia de tráfico pesado, por el comercio en la zona. Se diseñó con sus respectivas transversales debido a la presencia de lluvias y pendientes que provocan el desprendimiento de las partículas de suelo.

Figura 18. **Mapa de ubicación del tramo a diseñar**



Fuente: elaboración propia, empleando QGIS 2.18.11

2.2.2. Investigación preliminar

Es necesario realizar una investigación previo al diseño del proyecto, para establecer sus medidas de anchos, dimensiones, área en metros cuadrados, entre otros.

2.2.2.1. Dimensiones y área del terreno

La longitud total del tramo a diseñar es de 1 734 m, tomando en cuenta los 5,50 m del ancho de calzada, haciendo un total de alcance aproximado de 9 427 metros cuadrado.

2.2.2.2. Normas para el diseño de carreteras

Para el diseño de la carretera se utilizaron las normas dadas por la Dirección General de Caminos, las especificaciones generales para construcción de carretera y puentes (libro azul) y las especificaciones técnicas para la construcción de caminos rurales en Guatemala, caminos ambientalmente compatibles publicado en el 2002.

Carretera tipo F, con la presencia de 10 a 100 vehículos al día. De acuerdo a las tablas establecidas en el libro azul: el ancho de calzada es de 5,50m, la velocidad de diseño puede ser de 20 o 30 km por hora por ser una región montañosa, un radio mínimo de 18 m. y una pendiente máxima de 12 %.

2.2.3. Topografía del terreno

Para establecer la topografía del terreno es necesario realizar una Planimetría, Altimetría entre otros.

2.2.3.1. Planimetría

Es el estudio topográfico que a través de diferentes procedimientos fija las posiciones de puntos, proyectados en un plano horizontal, sin importar las elevaciones que se permiten representar a escala los detalles interesantes del

terreno sobre una superficie plana, de acuerdo a las características de relieve y finalmente se representan en una proyección horizontal de plano.

El levantamiento topográfico de la carretera se realizó a través de un método poligonal, ya que una estación no fue suficiente para obtener los datos de distancias horizontales de la colonia, por lo que se establecieron 35 estaciones y se recolectaron aproximadamente 1 600 puntos de referencia, definiendo las colindancias del tramo, el área disponible para colocar los carriles, definir la ubicación de postes y área vegetal.

2.2.3.2. Altimetría

Es la parte de la topografía que permiten general las curvas de nivel. A través de la altimetría se determinarán las diferentes alturas entre cada uno de los puntos que se tomarán en cuenta para la realización de las curvas verticales generando el corte y relleno necesario para cumplir con las especificaciones de los normativos a utilizar.

El método utilizado por la estación total es el de nivelación geométrica ya que genera automáticamente los niveles en referencia a un punto inicial y la altura inicial de la primera estación, estos últimos datos indicados por mi persona al momento de colocar, nivelar e iniciar con el levantamiento topográfico, tomando como referencia al cambiarse de estación, la estación que de mejor visibilidad para el amarre del levantamiento.

2.2.4. Definición de pavimentos

Los pavimentos se dividen en dos áreas: flexibles y rígidos.

2.2.4.1. Flexibles

El pavimento flexible es aquel que está constituido por una mezcla asfáltica que soporta directamente las cargas del tránsito y aporta características funcionales, estructuralmente absorbe los esfuerzos horizontales y algunos verticales distribuyéndolas a las capas inferiores que la forman. Las capas que forman el pavimento flexible son la subbase, base y la carpeta asfáltica.

2.2.4.2. Rígidos

La capa de rodadura de un pavimento rígido está formada por losas de hormigón hidráulico, contribuyendo a que las cargas dadas por los vehículos sean distribuidas por toda la superficies trabajando en conjunto, y se reduzca la presión evitando así la presencia de fallas.

2.2.5. Estudio de suelos

Para realizar un estudio de suelos es necesario establecer sus límites como se detalla a continuación.

2.2.5.1. Límites de atterberg

Son utilizados principalmente con el objetivo de identificar y clasificar los suelos que son sometidos al estudio del suelo. En algunos casos el límite líquido y plástico es utilizado para predecir la máxima densidad en estudios de compactación. De acuerdo a los resultados en el estudio de suelos elaborado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala, el tipo de suelo en el tramo carretera corresponde a una arena

limosa color café, para el sistema unificado de clasificación es un suelo SM-arena limoso.

Tabla XII. **Sistema Unificado de Clasificación, símbolos de grupos para suelos arenosos**

Símbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla No. 200; $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor que o igual a 6; $C_z = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla No. 200; no cumple ambos criterios para SW
SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican debajo de la línea A (figura 2.12); o índice de plasticidad menor que 4
SC	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg se grafican arriba de la línea A (figura 2.12); índice de plasticidad mayor que 7
SC-SM	Más de 12% pasa la malla No. 200; los límites de Atterberg caen en el área sombreada marcada CL-ML en la figura 2.12
SW-SM	Porcentaje que pasa la malla No. 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM

Fuente: DAS, Braja. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. p. 40.

2.2.5.1.1. Límite líquido

A través del límite líquido se define el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico, a este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso. En algunos casos también se utiliza para estimar asentamientos en problemas de consolidación.

Este límite define el estado del suelo, cuando el comportamiento del mismo es el de una pasta fluida, está definido por el comportamiento que el

suelo tiene al agregarle agua para que al aplicar 25 golpes, en la copa de Casa Grande, se cierre.

2.2.5.1.2. Límite plástico

Esté límite está definido como el contenido de humedad, en el cual una masa de suelo se encuentra entre el estado semisólido y el estado plástico. También es definido como el contenido de humedad del suelo que permite la manipulación del mismo con la palma de la mano sobre una superficie, formando un cilindro se rompe o se agrieta, cuando se enrolla a un diámetro aproximado de tres milímetro.

2.2.5.1.3. Límite de plasticidad

La plasticidad es una propiedad de los suelos que da a conocer el soporte a deformaciones rápidas, agrietamiento y cambios de volumen apreciables, los suelos que tienen esta propiedad en su mayoría tienen una alta cantidad de material fino. El límite de plasticidad también es conocido como índice de plasticidad, representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico, numéricamente es la diferencia entre el límite plástico y Líquido del suelo. El índice de plasticidad (IP) depende generalmente de la cantidad de arcilla en el suelo. Cuando el valor del IP es menor a 1 indica que el suelo es quebradizo, cuando esta entre 1 y 7 indica que es débilmente plástico, cuando está en el rango de 7 a 15 indica que es medianamente plástico y cuando es mayor a 15 es altamente plástico.

2.2.5.2. Granulometría

El análisis granulométrico permite determinar las proporciones de los diferentes tamaños de suelo que están presentes en una muestra analizada. Este análisis es necesario para el diseño de carreteras para conocer la distribución granulométrica del suelo natural del lugar, menores al tamiz número 200, donde se ejecutará un proyecto vial, ya que si el suelo no cumple con las características necesarias se planifica el uso de materiales con mejores propiedades.

Tabla XIII. Límites de tamaño de suelos separados

Nombre de la organización	Tamaño del grano (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)	> 2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	< 0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	> 2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	< 0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	< 0.002
Sistema unificado de clasificación de suelos (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (es decir, limos y arcillas) < 0.075	

Fuente: DAS, Braja. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. p. 3.

El laboratorio de suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería aplica la clasificación del suelo de acuerdo a la Norma AASHTO y por medio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

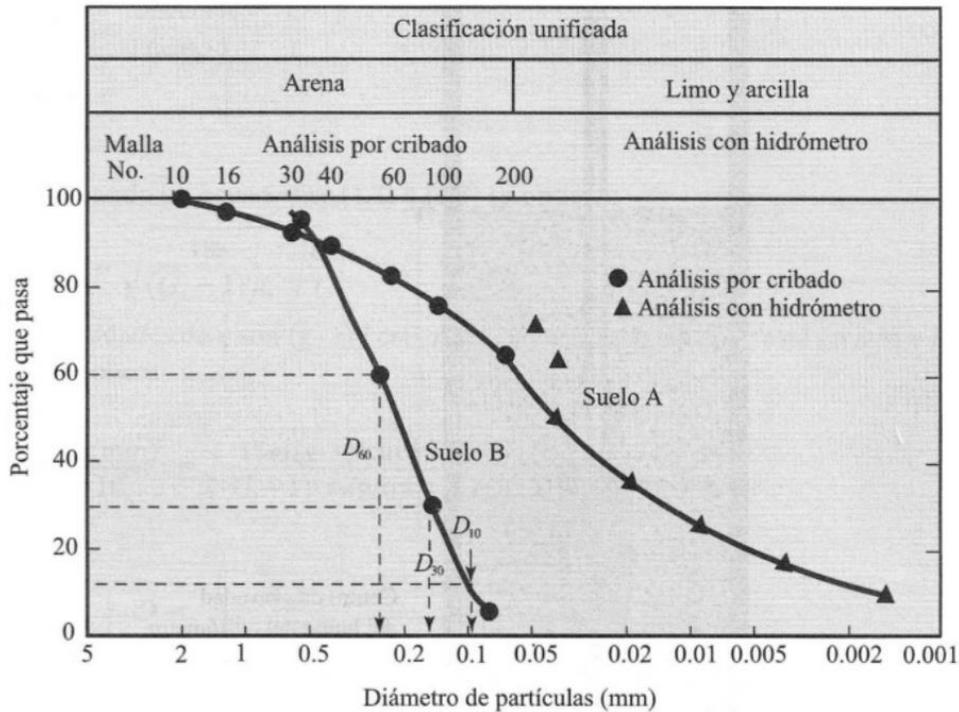
Tabla XIV. Clasificación de suelos Método AASHTO

Clasificación general	Material limo- arcilloso (más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo de clasificación				A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Limite liquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, IP < LL - 30				
(b) Para A-7-6, IP > LL - 30				

Fuente: DAS, Braja. *Principles of Geotechnical Engineering 1998.*

De acuerdo a la clasificación de suelos por el método de la AASHTO el suelo entra en el grupo de clasificación general A-4, un suelo con presencia de limos. Para determinar la cantidad de limos, arcillas y arenas que un suelo posee, se utiliza la curva granulométrica.

Figura 19. **Curva granulométrica**



Fuente: DAS, Braja. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. p 12.

2.2.5.3. Compactación de proctor

El ensayo permite conocer las características de compactación de un suelo que son la humedad óptima y la densidad máxima. Existen dos tipos de ensayos de Proctor y son el estándar y el modificado, para el suelo extraído del tramo a diseñar el análisis utilizado es el proctor modificado de acuerdo a la Norma AASHTO T-180.

El ensayo de proctor tiene como objetivo definir la estabilización a través de la humedad óptima de compactación en el suelo ensayado, este ensayo es

necesario pues la compactación de suelos en general es el método más barato para la estabilización de suelos, a través de la transferencia de energía.

2.2.5.4. CBR

El ensayo de CBR tiene como objetivo determinar la resistencia de un suelo al aplicarle esfuerzos cortantes en condiciones de compactación y humedad. Los resultados del ensayo están expresados como un porcentaje que define el esfuerzo para hacer penetrar un pistón a 0,1 y 0,2 pulgadas en una muestra de piedra triturada. El ensayo está definido y regido por la Norma AASHTO STANDARD T-193.

Tabla XV. **Calidad de subrasante en función del ensayo CBR**

CBR (%)	Clasificación General	Usos
0 - 3	Muy pobre	Subrasante
3 - 7	Pobre a regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Sub – Base
20 – 50	Buena	Base, Sub Base
≥ 50	Excelente	Base

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

2.2.5.5. Análisis de resultados de laboratorio

Los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos mencionados anteriormente se encuentran en el apéndice 2 de anexos. Se presenta un resumen de resultados:

- Clasificación P.R.A: A-4
- Clasificación S.C.U: SM (arena limosa)
- Descripción del suelo: Arena limosa color café
- Límite líquido: No presenta.
- Límite plástico: No presenta.
- Densidad seca máxima: 1 277.60 Kg/m³
- Humedad óptima: 33,80 %
- CBR crítico: 2,5 % a 7 %

A través de la curva granulométrica generada por el ensayo de granulometría en el suelo natural del tramo a diseñar se determinó que el suelo está formado por el 47,82 % con partículas de arena, siendo un suelo suelto y fácil de trabajar por la poca presencia de material orgánico, asimismo la presencia de finos es de 37,32 %, siendo casi la mitad del porcentaje presente en el suelo volviéndolo un suelo fácil de tratar cuando está seco.

De acuerdo al resultado del ensayo de límite plástico el suelo es muy duro. Asimismo, el índice de plasticidad indico que no es cohesivo, es un suelo muy duro, con ausencia de arcilla y con una humedad óptima baja. Por lo que se recomienda aplicar un proctor mínimo de 85 % o utilizar una base con capacidades de soporte mayores. De acuerdo a los datos del ensayo CBR el suelo natural indico un rango de resultados de 3 % a 7 %. A través de la tabla XIV se define que tiene una clasificación pobre a regular pero puede ser usado como subrasante.

2.2.6. Diseño geométrico

Los parámetros del diseño geométrico de la carretera se rigen de las normativas de la DGC, de la tabla XVI de diseño geométrico de carreteras. Estos valores se dan a partir del tránsito promedio diario calculado en campo.

Tabla XVI. **Características del diseño geométrico**

Aspecto de diseño	Características
Velocidad de diseño	20km/h - 30km/h
Pendiente promedio	9 %
Radio mínimo	18m
Ancho de capa de rodadura	5,50m
Bombeo	3 %
Tipo de drenaje	Drenajes transversales
Capa de rodadura	Concreto
Tránsito promedio diario	100 vehículos/día

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.1. Alineamiento horizontal

Es una proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal y está formado por rectas y curvas horizontales.

2.2.6.1.1. Diseño de localización

Este diseño conlleva al proceso de determinar la línea final en la cual se realizará el proyecto, es necesario tener las coordenadas iniciales y finales del tramo, definiendo puntos de intersección. El diseño de localización depende de

la línea preliminar, aunque no coincidan en su totalidad contribuye en conocer las posibles opciones del eje central.

La localización del tramo carretero fue acorde a lo existente, debido a las propiedades colindantes a la misma, son privadas y en su mayoría cafetales. Debido a esto se cumplió con la posición actual del tramo a diseñar. El diseño geométrico de la carretera está formado por 40 curvas horizontales y 9 verticales. Las características del diseño geométrico se calcularon y definieron a través de las especificaciones dadas por la Dirección General de Caminos en la tabla de características geométricas de las carreteras en estado final, se encuentra en sección del apéndice 2 de anexos.

2.2.6.1.2. Curvas horizontales

Son conocidas como la proyección sobre un plano horizontal del eje de un proyecto de carretera, está formado por curvas circulares y tangentes horizontales. Las tangentes tienen un límite mínimo más no en límite máximo, pero se recomienda que no sea muy prolongado por la somnolencia que genera a los conductores. Contrario a las curvas circulares se restringen por un radio mínimo y máximo y un grado de curvatura recomendado por normas.

Las partes de una curva horizontal son:

- El principio de curva (PC): comprende el punto (dado en kilómetros) donde inicia la curva horizontal.

$$PC = PT + Tg$$

- Longitud de curva (LC): es la distancia que completa la curva, desde el PC hasta el PT.

$$LC = \frac{2\pi R}{360} \quad \text{ó} \quad LC = \frac{20\Delta}{G}$$

- Deflexión (Δ): es el ángulo que define el cambio de dirección de la subtangente.
- Grado de curvatura (G): es el ángulo que subtiende un arco de 20 metros.

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

- Subtangente (St): es la distancia que existe entre el PC y el PI, y del Pi al PT, se mide como la prolongación de las tangentes.

$$St = R(\operatorname{tg} \Delta/2)$$

- Punto de intersección (PI): es el punto donde ocurre el cambio de dirección de una tangente por lo tanto generando la dirección de la curva.
- Ordenada media (OM): es la distancia entre el punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

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

- Cuerda Máxima (CM): es la distancia en línea recta desde el PC al PT.

$$CM = 2R(\operatorname{sen} \Delta/2)$$

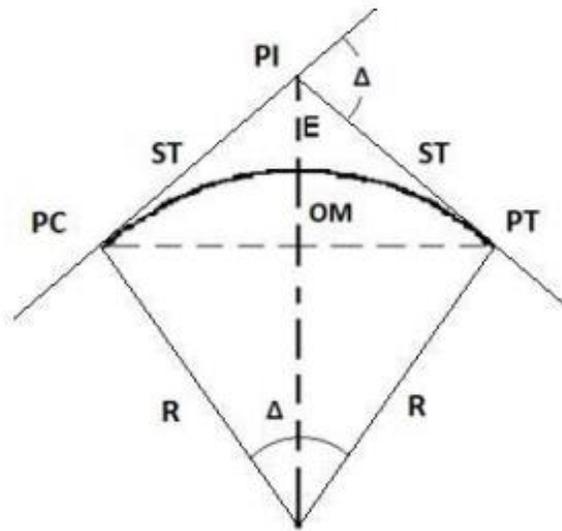
- External (E): es la distancia desde el PI al punto medio de la curva.

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

- Principio de Tangencia (PT): es el punto donde termina una curva y dónde inicia la tangencia de la recta.

$$PT = PC + LC$$

Figura 20. **Curva horizontal y sus partes vista en planta**



Fuente: elaboración propia, empleando CivilCAD 2014.

Ejemplo: Para el tramo 1 + 300,61

Datos: $Radio_{propuesto} = 30,843$ - $G_{propuesto} = 37$

$$\Delta = 32^{\circ} 44' 54,96''$$

- Radio calculado:

Fórmula
$$R = \frac{1\ 145,9156}{37} = 30,971m$$

- Longitud de curva

Formula:
$$LC = \frac{20(32^\circ 44' 54.96'')}{37} = 17,702m$$

- Principio de tangencia:

$$PT = 1 + 300,61 + (17,702) = 1 + 318,23$$

- External:

$$E = \frac{30,971 \left(1 - \cos \frac{32^\circ 44' 54,96''}{2} \right)}{\cos \frac{32^\circ 44' 54,96''}{2}} = 1,304$$

- Ordenada Máxima:

$$OM = R \left(1 - \cos \frac{32^\circ 44' 54,96''}{2} \right) = 1,251$$

2.2.6.1.3. Curvas transversales

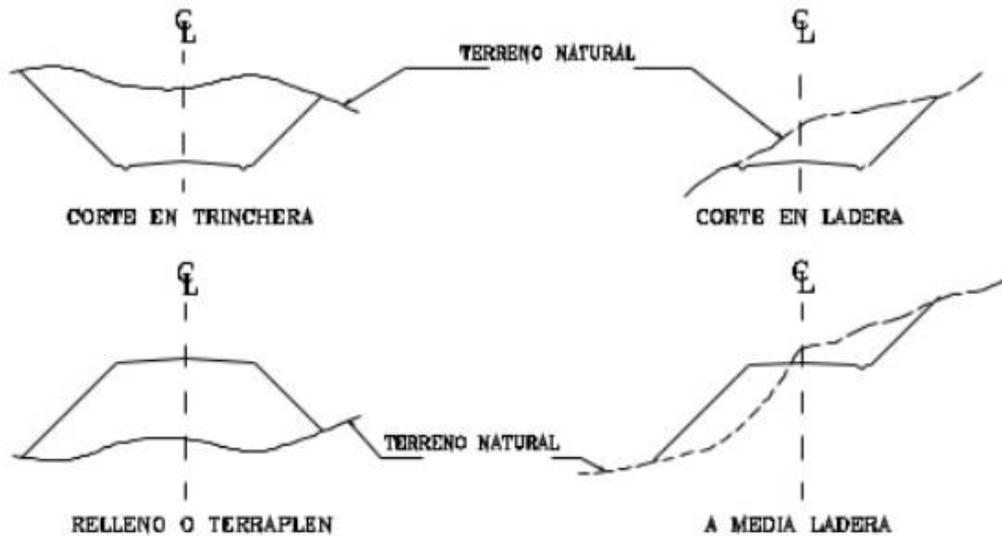
También conocidas como secciones transversales, se utilizan para calcular el área de sección en corte, en relleno o mixta.

A partir de la topografía y al alineamiento vertical existen diferentes tipos de secciones a lo largo de una vía, entre ellas:

- Sección mixta
- Sección en relleno o terraplén
- Sección en corte o excavación

Sección a corte en media ladera

Figura 21. Tipos de secciones transversales



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

Las secciones transversales obtenidas en el diseño se encuentran los planos 6, 7, 8 y 9 en la sección del apéndice 2 de anexos.

2.2.6.1.4. Peralte

Cuando los vehículos ingresan a una curva horizontal tienden a sentir una atracción de desvío de la línea central, el peralte es la inclinación transversal en la calzada que contrarresta esa atracción llamada fuerza centrífuga. La inclinación transversal gira alrededor del eje carretero porque forma cambios de elevación en los bordes produciendo mejor transición al ingresar a la curva horizontal.

Para el diseño del proyecto el peralte fue calculado de acuerdo al grado de curvatura, tomando en cuenta la velocidad a través de la tabla de especificaciones para caminos de penetración sección típica E-1 y la tabla de peraltes recomendado, mínimas longitudes de transición y deltas mínimos, proporcionada por la empresa LEISCOD. Ambas tablas se encuentran en el apéndice 2 de anexos.

2.2.6.1.5. Sobreancho

Corresponde al exceso de ancho requerido en tramos curvos, debido a que cuando un vehículo circula sobre una curva horizontal sus ruedas traseras trazan una dirección diferente al de las ruedas delanteras, generando un radio menor al de la curva horizontal. Para el diseño del proyecto el sobreancho fue calculado a partir del grado de curvatura, tomando en cuenta la velocidad a través de la tabla de especificaciones para caminos de penetración sección típica E-1. La tabla se encuentra en el apéndice 2 de anexos.

2.2.6.2. Alineamiento vertical

Es la proyección del eje de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo, dicho eje recibe el nombre de rasante.

2.2.6.2.1. Diseño rasante

La rasante está formada por curvas y tangentes, las tangentes son longitudes tomadas desde una proyección horizontal y tienen una pendiente que se expresa en porcentaje. La rasante de un diseño geométrico se limita a pendientes basado en la velocidad y el tipo de terreno en el que se localiza la carretera, esto para proporcionar comodidad y seguridad en el traslado de los

vehículos, un drenaje apropiado y el cambio gradual de la tangente vertical a la curva vertical no brusca.

2.2.6.2.2. Pendientes

En los siguientes subtítulos se realiza la descripción de las pendientes.

Tabla XVII. **Curvatura de caminos rurales**

Tipo de Región	Velocidad	Pendiente	Radio Mínimo
Llana	40 km/hora	6 %	47 metros
Ondulada	30 km/hora	8 %	30 metros
Montañosa	20 km/hora	12 %	18 metros

Fuente: Especificaciones Técnicas para la Construcción de Caminos Rurales en Guatemala
Caminos Ambientalmente Compatible. p. 3.

Para el diseño del proyecto se determinó que la carretera será diseñada para una velocidad de 20 – 30 km/hora, siendo una región montañosa, con una pendiente máxima del 12 % y un radio mínimo de 18 metros. De acuerdo al tránsito promedio diario la carretera es una tipo F.

2.2.6.2.3. Curvas verticales

Es la proyección sobre un plano vertical, que permite la suavidad en el cambio de pendientes. Las curvas verticales pueden ser cóncavas y convexas y esto depende de la pendiente de entrada y la pendiente de salida. Para calcular la longitud de las curvas verticales, existen cuatro criterios que deben cumplir al momento de tener realizados los cálculos, son los siguientes:

- Criterio de comodidad: se aplica para curvas cóncavas, para evitar que la fuerza centrífuga percibida por los vehículos provoque el cambio de dirección del mismo.

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

- Criterio de apariencia: se aplica a curvas cóncavas, para prevenir que el usuario perciba un cambio súbito de pendiente, se calcula a través de la siguiente restricción:

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

- Criterio de Drenaje: se aplica para curvas convexas y cóncavas, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente, el chequeo es acorde a la siguiente fórmula:

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

- Criterio de seguridad: se aplica en curvas cóncavas y convexas, para cumplir con este criterio la longitud de las curvas debe tener una distancia de visibilidad mayor o igual a la de parada.

$$LCV = K * A$$

Tabla XVIII. **Valores de K, respecto a la velocidad**

Velocidad en KPH	Curva Cóncava	Curva Convexa
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12

Fuente: Especificaciones Técnicas para la construcción de Caminos Rurales (2002). Cuadro 2, p. 10.

Las partes de una curva vertical son:

- Principio de curva vertical (PCV): es el inicio de curva vertical.
- Punto de intersección vertical (PIV): es el cambio de dirección vertical.
- Principio de tangente vertical (PTV): da a conocer el final de la curva vertical.
- Longitud de curva vertical (LCV o Lv)
- External (E): distancia vertical entre el PI y la curva.
- Ordenada máxima (OM):
-

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

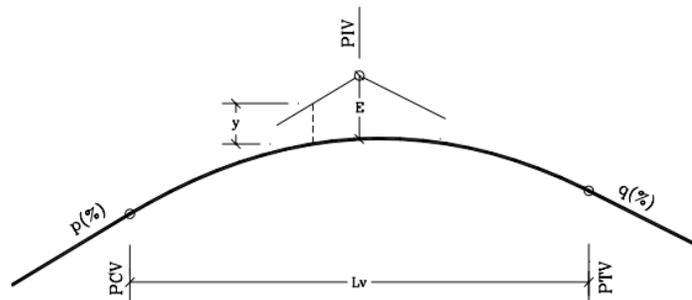
- r (%): Pendiente de inicio o de entrada.
- s (%): pendiente final o de salida.
- A: Diferencia algebraica de pendientes = r - s
- Corrección vertical (y)

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

Donde:

$D =$ es la diferencia entre las distancias de la estación actual con la estación a analizar.

Figura 22. Partes de una curva vertical



Fuente: AGUDELO OSPINA, John Jairo. *Diseño geométrico de vías*. p. 402.

Ejemplo: para el estacionamiento 1 + 000,00

Datos:

$p = 7,84 \%$, $q = 8,58 \%$, $LCV = 31$, *curva vertical convexa*

- Diferencia de Pendientes:

$$A = |8,58 - 7,84| = 0,74 \%$$

- $K = 2$

De acuerdo a la tabla XVII, la velocidad de diseño es 30km/hora.

- Chequeo de criterios a curva convexa:

Comodidad:

$$\frac{LCV}{\Delta} \geq \frac{V^2}{395} \quad \gg \quad \frac{31}{0,74} \geq \frac{30^2}{395}$$
$$41,892 \geq 1,0127$$

Si cumple

Drenaje:

$$\frac{LCV}{\Delta} \leq 43 \quad \gg \quad 41,892 \leq 43$$

Si cumple

- Ordenada media

$$OM = 0,74 * \frac{31}{800} = 0,029$$

2.2.6.2.4. Correcciones

Las correcciones se realizan en tramo de la curva vertical para asegurar la curvatura adecuada. Depende de la diferencia de pendientes, de la longitud de curva verticales y de la distancia entre los tramos a analizar.

Como ejemplo se concluye con el ejemplo de la corrección de la EST 0+984,50 a la EST 1+015,50 anteriormente resuelto:

$$Y = 0.74 * \frac{(0 + 984,50 - 1 + 015,50)^2}{200 * 31} = 0,115$$

2.2.7. Movimiento de tierras

Con movimiento de tierras se hace referencia al corte, relleno, remoción o disposición de los materiales extraídos del terreno donde se realiza un proyecto

vial, incluyendo las actividades de préstamo o desperdicio. Con el movimiento de tierras se pueden construir terraplenes, conformar nuevos tramos, la compactación y el acabado del trabajo de terracería.

Los movimientos de tierra se evalúan a partir del perfil longitudinal y las secciones transversales obtenidas de la topografía. De acuerdo a la DGC al presentar un presupuesto deben de indicarse los movimientos de tierra como:

- Excavación no clasificada: hace referencia al corte del terreno natural, que puede ser usado para rellenos.
- Excavación no clasificada de desperdicio: hace referencia al material sobrante del corte en el terreno natural.
- Excavación no clasificada de préstamo: hace referencia al material que hace falta en el diseño para realizar el tramo carretero.

De acuerdo a la DGC en el Manual de especificaciones para la construcción de carreteras y puentes, el movimiento de tierras se clasifica por la cantidad de metros recorrido por la maquinaria para ser colocada en obra (cuando es por préstamo) o en el caso del material sobrante (desperdicio) hacia los bancos de tierra; cuando la distancia recorrida es menor o igual a 500 metros se nombra acarreo libre, cuando la distancia se encuentra entre 500 y 1 000 se nombra sobre acarreo y cuando es mayor o igual a 1 000 metros recorridos se nombra acarreo.

2.2.7.1. Secciones típicas

De acuerdo al libro azul de caminos la sección típica es una representación transversal gráfica acotada, que tiene como objetivo mostrar las partes componentes de una carretera. También son conocidas como garabitos.

Las secciones típicas en el proyecto se realizaran a cada 20 metros en tramos lineales y en tramos circulares a cada 10 metros, para que la visibilidad de las características sea comprensible.

2.2.7.2. Cálculo de áreas

Existen dos métodos comunes para calcular el área, el método gráfico y el método de determinantes. El método gráfico calcula las áreas por medio de un planímetro graduado (papel milimetrado), el método de determinantes utiliza las coordenadas de los puntos que delimitan el área de relleno y corte y es a través de matrices matemáticas. Las dimensionales y presentación de los resultados de áreas están normados en la sección 205.18 del libro Azul de la DGC.

2.2.7.3. Cálculo de volúmenes

Es común calcularlo a través de las secciones transversales tomadas perpendicularmente a lo largo de la línea central cada 10 o 20 metros. Los volúmenes pueden ser de corte o relleno. De acuerdo a Leonardo Casanova los métodos más utilizados para el cálculo de volúmenes correspondientes al movimiento de tierra, son el método de las áreas medias y el método del prismoide. Las dimensionales y presentación de los resultados de volúmenes están normados en la sección 205,18 del libro Azul de la DGC.

El método más común cuando el tipo de volumen a calcular es el de una sección transversal, ya sea de corte o relleno, es el de áreas medias, que consiste en tomar el promedio de las áreas de dichas secciones y multiplicándolo por la distancia entre ellas.

$$V = \frac{(A_1 + A_2)L}{2}$$

Donde:

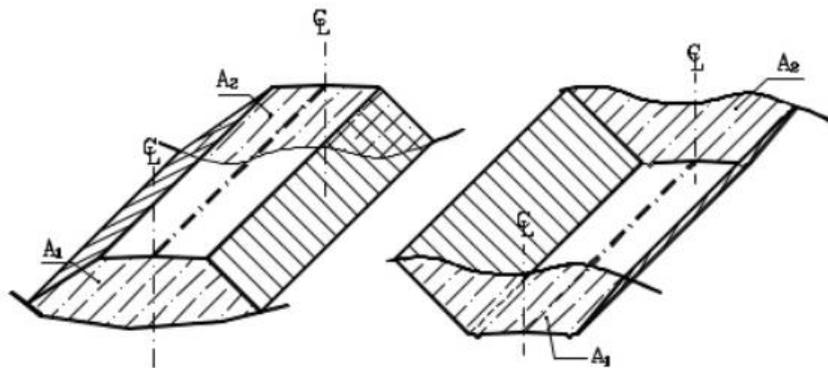
V = volumen

L = distancia entre las dos estaciones

A_1 = área de corte/relleno 1

A_2 = área de corte/relleno 2

Figura 23. **Volumen entre secciones del mismo tipo**



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

Para realizar el cálculo de volúmenes con secciones mixtas, es decir cuando hay dos secciones transversales consecutivas con cambios de relleno a corte o viceversa, se debe establecer una distancia de paso, que se localice a lo largo del terreno coincidiendo con la cota de la subrasante.

Primero se calcula la distancia de paso:

$$d_p = \frac{c}{r+c} * (d_e) \quad \text{ó} \quad d_p = \frac{r}{r+c} * (d_e)$$

Donde:

d_p = distancia de paso de corte o relleno, dependiendo el tramo a analizar

c = área de Corte

r = área de Relleno

d_e = distancia entre estaciones

Luego de calcular la distancia de relleno, se procede al cálculo del volumen de corte o relleno, dependiendo del tramo a analizar.

$$V_c = \frac{c * d_c}{2} \quad \text{ó} \quad V_r = \frac{r * d_r}{2}$$

Donde:

V_c = volumen de corte

V_r = volumen de relleno

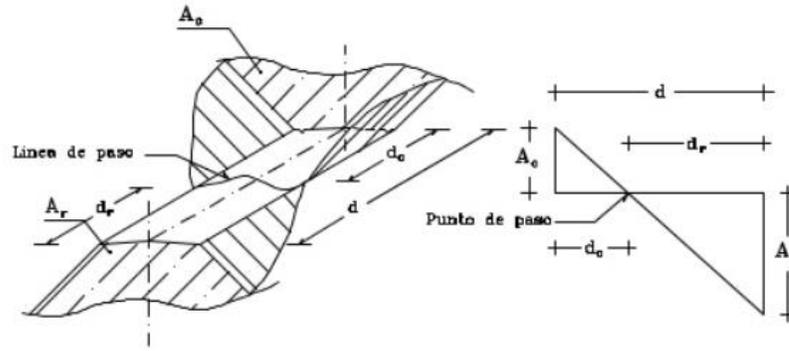
c = área de corte

r = área de relleno

d_c = distancia de corte

d_r = distancia de relleno

Figura 24. **Volumen entre secciones de diferente tipo**



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1 – 26.

2.2.7.4. Diagrama de masas

También conocida como curva de masa, su objetivo es encontrar el equilibrio de los volúmenes entre el relleno y el corte del suelo, para la economía de los movimientos de tierra, este método indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno de ellos, en las secciones transversales.

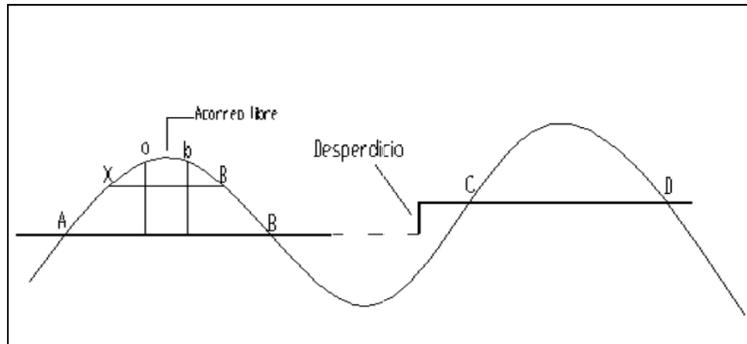
Se representa gráficamente, a través de un eje de abscisas y uno de ordenadas. En las ordenadas de la representación gráfica se colocan los valores del valor del volumen de corte, en las coordenadas de la abscisa se coloca el alineamiento de la carretera.

2.2.7.5. Balance

Para realizar el balance se determina el volumen total desperdicio y el de préstamos. De forma que se verifique cuanto material de corte puede ser usado

en áreas de relleno, al finalizar ese cálculo se determina la cantidad de material de desperdicio que necesita ser acarreado al banco de material más cercano.

Figura 25. **Acarreo libre y desperdicio**

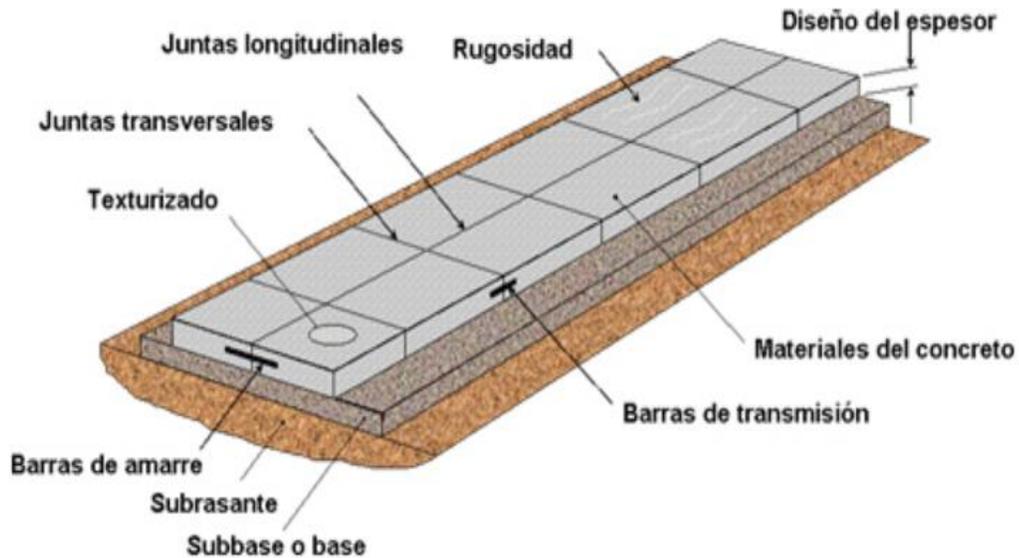


Fuente: MORAN GALLARDO, Julio Higinio. *Diseño geométrico y estructural de pavimento rígido para el camino caserío Vasconcelos*. p. 51.

2.2.8. Elementos estructurales del pavimento rígido

A continuación se da a conocer de forma gráfica los elementos estructurales del pavimento rígido, formado por la base, subrasante, barras de amarre, barras de transmisión, materiales de concreto, juntas longitudinales y transversales.

Figura 26. **Elementos estructurales del pavimento rígido**



Fuente: PIQUERAS, Victor. *Juntas en pavimentos de hormigón*.

<https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/01/11/juntas-en-pavimentos-de-hormigon/>. Consulta: febrero 2019.

2.2.8.1. Subrasante

Es la capa que se coloca por debajo de la subbase, su función es resistir los esfuerzos transmitidos por el pavimento. La capacidad de soporte de la subrasante determina el espesor de la capa de pavimento influyendo en el comportamiento del mismo. La subrasante también funciona como apoyo para las capas superiores.

Al escoger el material que formara la sub rasante debe considerarse que tenga la capacidad de compactación requerida en el estudio de suelo, así como la resistencia ante altos índices de humedad en la superficie del pavimento.

2.2.8.2. Base

Es la capa que se localiza debajo del pavimento, su función es resistir las cargas del tráfico, a través de la absorción de la mayor parte de esfuerzos verticales. La colocación de la base está formada por la confección del material, la colocación, generar la humedad óptima en el material a colocar, la compactación del mismo y la terminación que requiere de la supervisión del encargado del proyecto. Debe ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión provocadas por el tráfico.

El espesor de la base debe ser no mayor de 35 centímetros, ni menor a 10 centímetros. Por el tipo de diseño se propone un espesor de 15 centímetros.

2.2.8.3. Capa de rodadura

Es la capa de concreto hidráulico o asfalto que recibe directamente las cargas verticales y horizontales producidas por el tráfico que la transita. Tiene como objetivo dar soporte y protección a las estructuras o capas inferiores evitando de esta manera el deterioro de la carretera.

2.2.8.4. Juntas

Se colocan en el pavimento rígido porque permiten la contracción y expansión del pavimento, contribuyendo a la liberación de tensiones en la losa. Su diseño determina la capacidad de transferencia de carga generada por el tráfico de losa a losa. Para el proyecto se sugiere que las juntas transversales se coloquen cada tres metros o conforme a la necesidad del terreno. Entre cada conjunto de juntas se deberá llenar con material adecuado como el sello elastómero para evitar la filtración del agua a la subrasante.

2.2.8.4.1. Juntas longitudinales

Estas juntas se construyen de forma paralela al eje del camino, teniendo como objetivo permitir los movimientos relativos de las diversas losas. La cantidad de juntas longitudinales en las carreteras depende del ancho de calzada, siendo común escoger que la colocación de ellas dividan la calzada en el número de vías, definido con el tipo de carretera que es. Para el diseño de este proyecto el ancho de cada una de ellas es de 2,75m.

Es importante mencionar que las juntas longitudinales evitan los agrietamientos longitudinales causados por los vehículos que transitan debido a los efectos de carga o por el pandeo causado por los cambios de humedad y temperatura.

2.2.8.4.2. Juntas transversales

También conocidas como juntas de contracción, su objetivo es controlar el agrietamiento transversal que se produce como efecto de la contracción del concreto debido al secado del mismo. Para su correcto funcionamiento se debe dejar una ranura que tenga la profundidad de un cuarto del espesor de la losa, se construyen perpendicularmente a la dirección de los vehículos. Por otro lado deben separarse a una distancia no mayor a 15 pies. Para este proyecto se separará cada 3m.

2.2.8.4.3. Juntas de expansión

La función de estas juntas es disminuir las tensiones que se generan en el concreto al expandirse, razón por la cual se colocan cuando las estructuras que estén sobre ella sean fijas como en el caso de la existencia de puentes, aceras,

alcantarillas, entre otras. Se colocan también frente a estructuras existentes o en intersecciones irregulares, no son necesarias cuando el análisis estructural indica que las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal. El ancho de las juntas debe ser de doce a veinticinco milímetros, dejando una abertura de dos centímetros en donde sea necesario, relleno con un material no absorbente ni reactivo.

2.2.8.4.4. Juntas transversales de construcción

Estas juntas conllevan a la colocación de barras de traspaso de cargas ubicadas en el centro del espesor de la losa colocada en posición horizontal. Esta junta controla principalmente el agrietamiento natural de las juntas transversales. Se coloca siempre de forma perpendicular a la línea central del tramo carretero. Una incorrecta instalación en estas juntas produce la transferencia discontinua de cargas, generando que un punto de la losa este sometido a más carga que la otra. Para el proyecto se recomienda colocar varillas núm. 8 de 70 centímetros de longitud, a cada 60 centímetros.

Figura 27. **Junta transversal de construcción en campo**



Fuente: ADASME CARTES, Rodrigo Esteban. *Juntas longitudinales de construcción en pav.*
<https://prezi.com/pqvellfzzvec/juntas-tramsversales-y-longitudinales-de-construccion-en-pav/>.

Consulta: febrero 2019.

2.2.8.4.5. Juntas longitudinales de construcción

Estas juntas conllevan a la colocación de barras de traspaso de cargas ubicadas en el centro del espesor de la losa colocadas en posición horizontal, es necesario colocarlas al existir una interrupción no mayor de treinta minutos al momento de realizar la colocación del concreto. Su objetivo es controlar el agrietamiento natural del pavimento. Siempre están orientadas paralelamente a la línea central. Para el diseño se proponen varillas núm. 4 con longitud de un metro a cada 80 centímetros.

Figura 28. **Junta longitudinal de construcción en campo**



Fuente: ADASME CARTES, Rodrigo Esteban. *Juntas longitudinales de construcción en pav.*
<https://prezi.com/pqvellfzzvec/juntas-transversales-y-longitudinales-de-construccion-en-pav/>.

Consulta: febrero 2019.

2.2.8.5. Sellantes

El sellado de juntas tiene como objetivo evitar el paso del agua a la base o estructura de soporte de las losas, previniendo el asentamiento, el agrietamiento o ruptura de las mismas.

El sellado de juntas se debe realizar con el menor tiempo posible de diferencia entre la hechura del pavimento rígido y el funcionamiento de las mismas, evitando así la abertura del pavimento al actuar las cargas vehiculares sobre ella. Los sellantes más comunes son el cemento asfáltico, emulsión asfáltica viscosa o productos de fraguado térmico.

2.2.8.6. Tiras de respaldo

Son cintas que se utilizan como respaldo en el sellado de juntas transversales y longitudinales, están hechas de poliestireno expandido con celdas cerradas que tienen características deformables para cumplir su objetivo. Algunas de las ventajas de uso es que controla la profundidad del sellado y permite que la aplicación de este sea rápida, no absorbe agua ni se degrada, evitando el traslado de partículas que pueden dañar la base.

2.2.9. Diseño de pavimento rígido bajo Normas PCA

Existen dos métodos para calcular el espesor adecuado para pavimentos rígidos: el método simplificado (Portland Cement Association-PCA) y el método de capacidad.

El método de capacidad se utiliza cuando se tienen datos de carga eje de los vehículos que transitan en la carretera a diseñar, debido a la ausencia de estos datos el método a utilizar para el diseño del proyecto es el método simplificado que se utiliza para periodos de diseño de 20 años, proporciona tablas con rangos de tránsito, así como tablas de distribución de cargas tomando en cuenta diferentes categorías de calles y carretera.

El periodo de diseño (análisis) se determinó a través de dos características descritas en el capítulo 1 del diseño de pavimentos de la AASHTO 93, la primera razón es para que el proyecto sea económicamente viable y segundo basándose en las características del tránsito en el lugar.

Tabla XIX. **Periodo de diseño**

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
 Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

Fuente: Guía AASHTO. *Diseño de estructuras de pavimento 1993*. p. 12.

Para utilizar el método simplificado se necesita calcular lo siguiente:

- Primero: clasificar la vía a pavimentar según su tráfico en función de las cargas por eje y determinar el tránsito pesado promedio anual (TPDA).
- Segundo: determinar el módulo de reacción K de la subrasante para determinar la condición de apoyo y espesor de base.
- Tercero: 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.

Tránsito pesado promedio anual:

Se calcula el tránsito pesado promedio anual a través de la siguiente tabla:

Tabla XX. **Clasificación funcional de las carreteras regionales**

TPDA	> 20,000		20,000 - 10,000		10,000 - 3,000		3,000 - 500	
	C	S	C	S	C	S	C	S
AR - Autopistas Regionales	6 - 8	Pav.	4 - 6	Pav.				
TS - Troncales Suburbanas	4	Pav.	2 - 4	Pav.	2	Pav.		
TR - Troncales Rurales	4	Pav.	2 - 4	Pav.	2	Pav.		
CS - Colectoras Suburbanas			2 - 4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
CR - Colectoras Rurales					2	Pav.	2	Pav.

Fuente: CORONADO ITURBUDE, Jorge. *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.
p. 36.

Donde C hace referencia al número de carriles y S al tipo de material que se utilizará en el diseño. Por lo que se considera con un TPDA de colectoras rurales (CR), porque el tráfico pesado que circula en la zona es debido a que los habitantes del lugar transportan sus cosechas al área central y colindante, se considera un valor de 500 vehículos anuales.

El proyecto a diseñar se encuentra en una zona rural, por lo tanto es un camino rural, de acuerdo a la tabla XXI, las características del proyecto a diseñar cumplen con la clasificación de la categoría 1, con un porcentaje del 1 % al 3 %. Como el TPDA es 500, interpolando el rango de porcentaje que me da 2,5 %, entonces se calcula que el tránsito pesado promedio diario es 13 camiones al día.

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

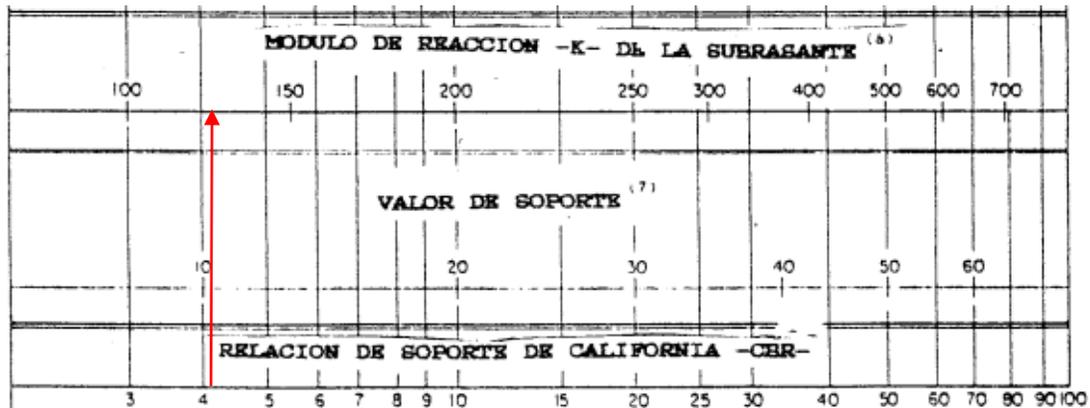
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	TRÁNSITO			MÁXIMA CARGA POR EJE, KN	
		TPD	TPDC		EJE SENCILLO	EJE TANDEM
			%	POR DÍA		
 1	Calles residenciales. Carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1-3	Arriba de 25	98	160
2	Calles colectoras. Carreteras rurales y secundarias (altas). Carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5 000	5-18	De 40 a 1 000	115	195
3	Calles arteriales y carreteras primarias (bajo). Súper carreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio).	3 000 a 12 000 2 carriles 3 000 a 50 000 4 carriles	8-30	De 500 a 5 000	133	230
4	Calles arteriales, carreteras primarias, súper carreteras (alto). Interestatales urbanas y rurales (media alto).	3 000 a 20 000 2 carriles 3 000 a 150 000 4 carriles	8-30	De 1 500 a 8 000	151	267

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 147.

Cálculo del módulo de reacción K:

Para calcular este valor, se consideran los datos de la tabla XXIII. Considerando que el valor del ensayo CBR al 95 % de compactación es de 4,11 %, se prolonga una línea que indique el valor de K. Siendo un valor equivalente a un rango de valores de 125 a 130. Para verificar los datos se utiliza la tabla XXIV, basado en los resultados de límites de atterberg se tiene como suelo una arena limosa color café, por lo tanto la clasificación subrasante-base por soporte está en el rango 130 – 170, siendo un soporte medio. Se propone un valor de 130. Los valores de K están dados en $\frac{lb}{pl^2}$.

Tabla XXII. **Relación aproximada entre los valores k y otras propiedades del suelo**



Fuente: Diseño de Pavimentos AASHTO 93. p. 19.

Tabla XXIII. **Esfuerzos combinados de la subrasante**

TIPO DE SUELO	RANGO DE VALORES DE "K"	SOPORTE
Suelos de grano fino, en el cual el tamaño predominante son partículas de limo arcilla.	75-120	BAJO
Arenas y mezclas de arena con grava conteniendo una cantidad considerable de limo y arcilla.	130-170	MEDIO
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	180-220	ALTO
Bases tratadas con cemento.	250-400	MUY ALTO

Fuente: MORAN GALLARDO, Julio Higinio. *Diseño geométrico y estructural de pavimento rígido para el camino caserío Vasconcelos*. p. 111.

Espesor de la capa de rodadura:

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas para la construcción de Caminos Rurales ambientalmente compatible el diseño no lleva hombros. De acuerdo a la DGC el concreto a recomendado para utilizar tiene una resistencia de 4 000 psi. El módulo de ruptura (MR) se estimó como el 15 % de la resistencia a compresión estimada del concreto a los 28 días de curado, por lo que su valor equivale a 400 psi ($0,15 \times 4\,000\text{psi} = 600\text{psi}$). Tomando en cuenta el valor soporte medio que indico la tabla XXIV de esfuerzos combinados y un módulo de ruptura de 42 kg/cm² (600 psi) se define por medio de la tabla XXV que el espesor de la losa es de 15 cm equivalente a 6 pulgadas.

Tabla XXIV. **Espesor óptimo de carpeta de rodadura en función de K y el MR**

Espesor de losa cm		Sin acotamiento ni quarnición			Acotamiento o quarnición			
		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
MR = 46 kg/cm ²	11.5			0.1	10.0		0.2	0.9
	12.5	0.1	0.8	3	11.5	2	8	25
	14.0	3	15	45	12.5	30	130	330
	15.0	40	160	430	14.5	320		
	16.5	330						
MR=42 kg/cm ²	12.5		0.1	0.4	10.0			0.1
	14.0	0.5	3	9	11.5	0.2	1	5
	15.0	8	36	99	12.5	6	27	75
	15.5	75	300	760	14.5	73	290	730
	17.8	520			15.0	610		
MR=39 kg/cm ²	14.0	0.1	0.3	1	11.5		0.2	0.6
	15.0	1	6	18	12.5	0.8	4	13
	16.5	13	60	160	14.0	13	57	150
	17.8	110	400		15.0	130	480	
	19.0	620						

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

2.2.10. Diseño de mezcla

A partir del diseño de pavimento se determinó que la resistencia a la compresión del mismo será de 4 000 psi. De acuerdo a la tabla XXI del manual de supervisión de obras de concreto, la prueba de asentamiento (revenimiento) para pavimentos es de 8cm como máximo.

Tabla XXV. **Revenimientos según el tipo de construcción**

Tipos de construcción	Revenimientos, en cm	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación reforzadas	8 (10)	2 (4)
Zapatas simples y muros para subestructuras no reforzados	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2 (4)
Columnas para edificios	10	2 (6)
Pavimentos y losas**	8	2
Concreto masivo	5 (6)	2 (0)

Fuente: GONZÁLEZ SANDOVAL, Federico. *Manual de supervisión de obras de concreto.*

Tabla 14.

A partir de la resistencia del pavimento y la guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos la relación de agua-cemento de 0,48.

Tabla XXVI. **Relación agua-cemento**

Resistencia a la compresión a los 28 días (PSI)	Relación agua-cemento	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
6 000 psi (420kg/cm ²)	0,41	
5 000 psi (350kg/cm ²)	0,48	0,4
4 000 psi (281kg/cm ²)	0,57	0,48
3 000 psi (210kg/cm ²)	0,68	0,59
2 000 psi (140kg/cm ²)	0,82	0,74

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.* p. 154.

Al conocer el revenimiento máximo de la mezcla y la relación agua-cemento se determina que la cantidad de agua por metro cúbico de concreto es de 195 l/m^3 , y por recomendación en diferentes normas de diseño se utiliza un tamaño máximo del agregado grueso equivalente a una pulgada.

Tabla XXVII. **Cantidad de agua para diferentes revenimientos**

Asentamientos	Cantidad de agua litros/metro cúbico				
	3/8 Plg	1/2 Plg	3/4 Plg	1 Plg	1 1/2 Plg
3 a 5	205	200	185	180	175
8 a 10	225	215	200	195	180
15 a 18	240	230	210	205	200

Fuente: LIMA ESPAÑA, Katherine. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua de las Minas y de la carretera y pavimento de la aldea Mesillas Bajas hacia aldea de Caldera, Amatitlán, Guatemala.* p. 128.

Se calculó el diseño de la mezcla del concreto a partir de los apuntes del laboratorio de Materiales de Construcción segundo semestre 2016.

- **Cemento**

De acuerdo a los apuntes del laboratorio de materiales de construcción, un litro de agua equivale a un kilogramo, para calcular la cantidad de cemento se divide la cantidad de agua por metro cúbico según la relación agua-cemento.

$$\text{Cemento} = \frac{195 \text{ l/m}^3}{0,49} = 397,96 \text{ l/m}^3$$

Aplicando la equivalencia $1 \text{ lt} = 1\text{kg}$ la cantidad de cemento es de $397,96 \text{ kg/m}^3$ y el agua 195 kg/m^3 .

Conociendo la cantidad de agua y de cemento, se calcula la cantidad de los agregados. De acuerdo a los apuntes el peso volumétrico equivale a 2 400 kg/m³.

$$PV = \text{cemento} + \text{agregado} + \text{agua}$$

$$\text{agregado}_{total} = PV - \text{cemento} - \text{agua}$$

$$\text{agregado}_{total} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 397,96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 195 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{agregado}_{Total} = 1\,807,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

De acuerdo a los apuntes, para calcular la cantidad de arena se debe determinar el porcentaje a partir del tamaño máximo de agregado grueso para luego multiplicarlo sobre la cantidad de agregado total.

Tabla XXVIII. **Porcentaje de arena a partir del tamaño del agregado grueso**

Tamaño Máximo Agregado Grueso	Porcentaje de Arena sobre Agregado Total
3/8 pulgadas	48
1/2 pulgadas	46
3/4 pulgadas	44
1 pulgada	42
1 1/2 pulgadas	40

Fuente: elaboración propia. *Apuntes del laboratorio de materiales de construcción segundo semestre 2016.*

$$\text{Arena} = 42 \% * \text{agregado}_{total}$$

$$\text{Arena} = 42 \% * 1\,807,04 = 758,96 \text{ kg/m}^3$$

Para calcular la cantidad de grava (piedrín) es a partir del porcentaje de arena, definiendo que el cien por ciento equivale al total del agregado.

$$\% Grava = 100 \% - 42 \% = 58 \%$$

$$Grava = 58 \% * agregado_{total} = 58 \% * 1\,807,04 \frac{kg}{m^3} = 1\,048,08 \frac{kg}{m^3}$$

Se calcula la proporción final de la mezcla

$$\frac{397,96}{397,96} : \frac{1\,048,08}{397,96} : \frac{758,96}{397,96} : \frac{195}{397,96}$$

Tabla XXIX. **Proporción final**

Relación Final			
Cemento	Grava	Arena	Agua
1	4,54	1,90	0,48

Fuente: elaboración propia.

Se calcula la relación de volumen para un metro cúbico, equivalente a un saco de cemento, para la arena y la grava se multiplica por su peso específico y para el agua la relación de 1kg = 1m3.

Tabla XXX. **Equivalencias**

Cemento	Peso específico Grava	Peso específico Arena	Agua
1 saco = 42.5kg	1 600 kg/m3	1 400 kg/m3	0,48

Fuente: elaboración propia.

- **Cemento**

$$397,96 \frac{kg}{m^3} * 1m^3 = 397,96kg * \frac{1\,saco}{42,5kg} = 9,36\,sacos$$

- Grava

$$\left(1\,048,08 \frac{kg}{m^3} * 1m^3\right) \div 1\,600 \frac{kg}{m^3} = 0,66m^3$$

- Arena

$$\left(758,96 \frac{kg}{m^3} * 1m^3\right) \div 1\,400 \frac{kg}{m^3} = 0,54m^3$$

- Agua

$$\left(195 \frac{l}{m^3} * 1m^3\right) \div 3\,785 \frac{l}{galón} = 52 \text{ galones}$$

Se convierten el número de sacos a pie cúbico y se determina la proporción de volumen.

$$1 \text{ pie}^3 * \left(\frac{1m}{3,28 \text{ pie}}\right)^3 * 10 = 0,28 m^3$$

$$\frac{0,28}{0,28} : \frac{0,66}{0,28} : \frac{0,54}{0,28}$$

Tabla XXXI. **Relación final**

Cemento	Grava	Arena
1	2,4	1,93

Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Diseño de Juntas

Los detalles se encuentran en el plano 10 de los anexos de la carretera.

2.2.12. Drenajes

Se deben contemplar los drenajes en uno o dos lados de la carretera o también llamados cunetas.

2.2.12.1. Drenaje longitudinal

Para este tipo de drenaje se diseñan cunetas, que son los canales situados en uno o ambos lados de la carretera, recubiertos de piedra ligada con mortero, concreto simple fundido en sitio, concreto simple prefundido o mezclas asfálticas. Estas sirven para evacuar el agua de lluvia que cae en la sección de corte de la carretera, cuando existen pendientes fuertes se protegen del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía.

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

Donde:

Q = caudal en m^3/s

A = área m^2

n = coeficiente de rugosidad de manning

R = radio hidráulico (área de la sección entre el perímetro mojado) (m)

S = pendiente del canal (%)

Para el diseño de la carretera Mesillas Bajas hacia Finca Belén se propone una cuneta en ambos lados con un ancho de 40 centímetros considerando que la finalización de esa carretera se intercepta con la carretera que lleva hacia la circunvalación del lago de Amatitlán, y cuenta con cuneta en ambos lados con la misma dimensión. El material propuesto para elaborar las cunetas es la mampostería de piedra.

Para el diseño de la cuneta se realizará el procedimiento para el tramo más crítico que corresponde de la estación 1+260 a la estación 1+380, con la finalidad de definir que las dimensiones de la cuneta propuesta cumplen con el caudal a drenar del proyecto.

Datos:

Pendiente = 9,97 %

Área a drenar = 0,88 ha

Elevación = 10m

Longitud = 0,120 km

Figura 29. **Área a Drenar**



Fuente: elaboración propia. empleando Google Earth Pro. Consulta febrero 2019.

Para determinar el valor del coeficiente de escorrentía se utilizó la tabla de valores de escorrentía (tabla XXX), se consideró el área del proyecto como bosque y tierra de cultivos, por la presencia de cafetales colindantes al tramo, siendo 0,20 para el área a analizar.

Tabla XXXII. **Coefficiente de escorrentía**

Características de superficie	Coefficiente de escorrentía
Techos	0,70 - 0,90
Pavimentos	0,85 - 0,90
Concreto y asfalto	
Piedra o ladrillo (buenas condiciones)	0,75 - 0,85
Concreto y asfalto	
Piedra o ladrillo (malas condiciones)	0,40 - 0,70
Calles	
Terracería	0,25 - 0,60
De arena	0,15 - 0,30
Parques, jardines, prados, entre otros	0,05 - 0,25
Bosques y tierras cultivadas	0,01 - 0,20

Fuente: Material de apoyo de sanitaria II, primer semestre 2017.

La intensidad de lluvia, se calculó con un período de diseño de 30 años, siendo la ciudad de Guatemala el lugar más cercano al municipio. Se calcula el tiempo de concentración.

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

$$t = \left(\frac{0,886 * 0,120^3}{10} \right)^{0,385} * 60 = 13,08 \text{ min}$$

De acuerdo a datos proporcionados por el ICC, para obtener la intensidad de lluvia para un periodo de diseño de 30 años se utiliza la fórmula:

$$i_{Tr} = \frac{815}{2 + t^{0,65}}$$

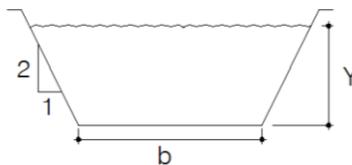
$$i_{Tr} = \frac{815}{2 + t^{0,65}} = 111,36 \text{ mm/h}$$

Luego de calcular la intensidad de lluvia se calculó el caudal a drenar con el método racional.

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

$$Q = \frac{0,52 * 111,36 * 0,88}{360} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

Figura 30. **Predimensionamiento de la cuneta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3d versión 2014.

Considerando que la carretera tendrá cuneta en ambos lados, se toma la mitad del área de la carretera.

Condiciones de diseño:

Pendiente = 8,82 %

Sección llena = 75 %

Coefficiente de rugosidad para mampostería de piedra (n) = 0,025

Relación de talud = 1:2

- Área hidráulica:

$$A = \frac{1}{2} * Y^2 + bY$$

- Perímetro mojado:

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

Se iguala P_m a $\frac{Y}{2}$ y se despeja teniendo como resultado $b = 1,236Y$

Se despeja para obtener el área

$$A = \frac{1}{2} * Y^2 + bY \gg \frac{1}{2} Y^2 + (1,236Y) * Y \gg A = 1,736 Y^2$$

Utilizando la ecuación de manning se despeja el valor de Y, para conocer la altura necesaria para drenar el caudal.

$$Q = \frac{A}{n} * r^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

n = 0,025 para concreto revestido

Q = caudal en m^3/s

A = área de la sección transversal del flujo en m^2

Se sustituyen valores

$$0,14 = \frac{1,736Y^2}{0,025} * \left(\frac{Y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * 0,0882^{1/2}$$

$$0,084 = 1,736 Y^{\frac{4}{3}}$$

$$Y = 0,10m$$

$$b = 1,236 * 0,10 = 0,11m$$

La base se aproximará a 0,15m.

2.2.12.2. Drenaje transversal

El objetivo de este drenaje es evitar que el agua de lluvia pase por la estructura inferior de la carpeta de rodadura, ya que la debilita y produce hundimientos inesperados. Para este diseño se utilizó el método racional con el propósito de determinar el caudal de lluvia y se propone la colocación de los drenajes transversales en los puntos más bajos del tramo, o en puntos intermedios donde el tramo generaba caudales muy altos debido a la longitud de los mismos.

Figura 31. **Ubicación del cauce crítico de la cuenca**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth Pro. Consulta febrero 2019.

Área a drenar = 1,89 ha

Longitud de cauce = 0,250 km

Pendiente promedio = 8,82%

Coefficiente de escorrentía = 0,52

Elevación entre cauce = 12 m

Factor rugosidad = 0,013

Se calculó el tiempo de concentración de la cuenca

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

$$t = \left(\frac{0,886 * 0,120^3}{12} \right)^{0,385} * 60 = 4,44 \text{ min}$$

De acuerdo a datos proporcionados por el INSIVUMEH, para obtener la intensidad de lluvia para un periodo de diseño de 30 años se utilizó la fórmula:

$$i_{Tr} = \frac{815}{2 + t^{0,65}}$$

$$i_{Tr} = \frac{815}{2 + t^{0,65}} = 154,64 \text{ mm/h}$$

Luego de encontrar la intensidad de lluvia se procedió a calcular el caudal a drenar, por medio del método racional.

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

$$Q = \frac{0,52 * 154,64 * 1,89}{360} = 0,422 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego se calculó el diámetro hidráulico con el caudal anteriormente encontrado mediante la fórmula de manning, el valor del coeficiente de rugosidad para la superficie es de 0,013.

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

$$D = \left(\frac{0,422 * 0,013 * 4^{5/3}}{0,0882^{1/2} * \pi} \right)^{3/8} = 0,38\text{m} \approx 0,40\text{m}$$

Posteriormente se encontró el área hidráulica.

$$A = \frac{\pi * D^4}{4}$$
$$A = \frac{\pi * 0,40^4}{4} = 0,020m^2$$

El diámetro calculado equivale a 18 pulgadas, pero de acuerdo a las normas de diseño el diámetro mínimo de la tubería del drenaje transversal debe ser de 30 pulgadas, colocado cada 100m.

2.2.13. Elaboración de planos del proyecto

El proyecto está formado por 12 planos.

- Planta general
- Planta de curvas horizontales con perfil de curvas verticales
- Secciones transversales
- Tabla de volúmenes
- Diagrama de masas
- Plano de detalle de drenaje transversal y cunetas.

2.2.14. Presupuesto

A continuación se realiza una descripción del presupuesto que se utilizará para el proyecto.

2.2.14.1. Precios unitarios

Para definir los valores que corresponden a las actividades que se realizaran en la construcción de la carretera se consideraron los valores

proporcionados por la facultad de arquitectura de la universidad de San Carlos de Guatemala en su proyecto remoto, publicado en el mes de febrero del año 2019. Asimismo, los rendimientos de las actividades.

2.2.14.2. Resumen de presupuesto

En la tabla XXXIII se describe el resumen de presupuesto.

Tabla XXXIII. Resumen de presupuesto

No.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	COSTO TOTAL
1	Limpia, chapeo y destronque	ha	1	Q 19 467,07	Q 19 467,07
2	Trazo y estaqueado	ml	3 453	Q 209,88	Q 724 715,64
3	Replanteo topográfico	global	1	Q 5 500,00	Q 5 500,00
4	Excavación no clasificada	m3	2 846,07	Q 30,73	Q 87 459,73
5	Excavación no clasificada de desperdicio	m3	33 554,37	Q 19,40	Q 650 954,78
6	Conformación de base	ml	1 430,55	Q 367,32	Q 525 469,63
7	Pavimento	m3	1430.55	Q 1 190,36	Q 1 702 869,50
8	Juntas constructivas	unidad	578	Q 127,50	Q 73 695,00
9	Cuneta revestida	m3	173,4	Q 784,27	Q 135 992,42
10	Bordillos	ml	612,5	Q 371,62	Q 227 617,25
11	Transversal	unidad	17	Q 26 415,74	Q 449 067,58
Total					Q 4 602 808,59

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Cronograma de ejecución física y financiera

En la tabla XXXIV se describe el cronograma de ejecución física.

Tabla XXXIV. Cronograma de ejecución física

Renglón	Ponderación (%)	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1	2	Replanteo Topografico	■					
2	10	Excavación no clasificada		■	■	■	■	
3	13	Excavación no clasificada de desperdicio			■	■	■	
4	6	Excavación para drenaje			■	■	■	
5	9	Tubería				■	■	■
6	14	Conformación de la subrasante				■	■	■
7	14	Subbase				■	■	■
8	22	Pavimento					■	■
9	10	Cunetas					■	■
Avance del Proyecto (%)			3.60	5.80	12.60	33.26	31.64	12.80

Fuente: elaboración propia.

2.2.16. Evaluación de impacto ambiental (Inicial)

Se realizó la evaluación ambiental inicial de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales con el formato DVGA-GA-002. Los resultados se encuentran en el apéndice 1.

CONCLUSIONES

1. Se definieron las principales actividades para sustento económico del municipio, las principales fuentes de trabajo, la educación y la seguridad. Concluyendo con que las necesidades que requieren mayor atención son la seguridad, la elaboración de nuevos proyectos para abastecimiento de agua potable y la creación de nuevos sistemas de alcantarillado para mejorar las condiciones de saneamiento de los lugares que aún no tienen este servicio.
2. Al aplicar las normas de la Dirección General de Caminos, se realizó el diseño de la carretera de aldea Mesillas Bajas hacia finca Belén, se determinó que es una carretera tipo F ubicada en un terreno montañoso, formada por 42 curvas y con una pendiente promedio de 9 %. El presupuesto para realizar el proyecto es de Q 4 602 808, 59. Con una duración de ejecución aproximada de 6 meses.
3. Al realizar el diseño del alcantarillado pluvial de la colonia San Jorge se utilizaron varias normas publicadas por el INFOM, está formado por 70 pozos que varían en altura de 1,20 a 4,25 metros, elaborados con ladrillo y aquellos mayores a 2 metros reforzados con soleras y columnas. El presupuesto para el proyecto es de Q7 246 195,31. Con una duración de ejecución aproximada de 6 meses.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Amatitlán crear un programa de educación sanitaria para la población en general, con la finalidad de reducir problemas como el taponamiento del sistema de alcantarillado y la socavación de algunos barrancos colindantes en el lugar, razón por la cual se producen inundaciones en diferentes áreas del municipio al ser época de invierno y debido al uso indebido en cuanto a la creación de basureros clandestinos en los desfogues naturales.
2. Implementar un plan de vigilancia y limpieza periódica en los pozos de visita de los alcantarillados sanitarios y pluviales del lugar, creando planes de mantenimiento preventivo y no correctivo que tienden a generar en muchas ocasiones costos superiores e innecesarios.
3. Implementar un plan de supervisión y mantenimiento preventivo de la superficie de rodadura en la carretera, con mayor énfasis en la época de invierno, previendo de esta manera que se produzcan fallas que pongan en riesgo la seguridad de los usuarios debido a la colindancia de la misma con algunos barrancos.
4. Los presupuestos propuestos son una referencia calculada en el mes de febrero del 2019, por lo que están sujetos a variaciones como costos de materiales y trabajos posiblemente no considerados en cuanto a los métodos construcción del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

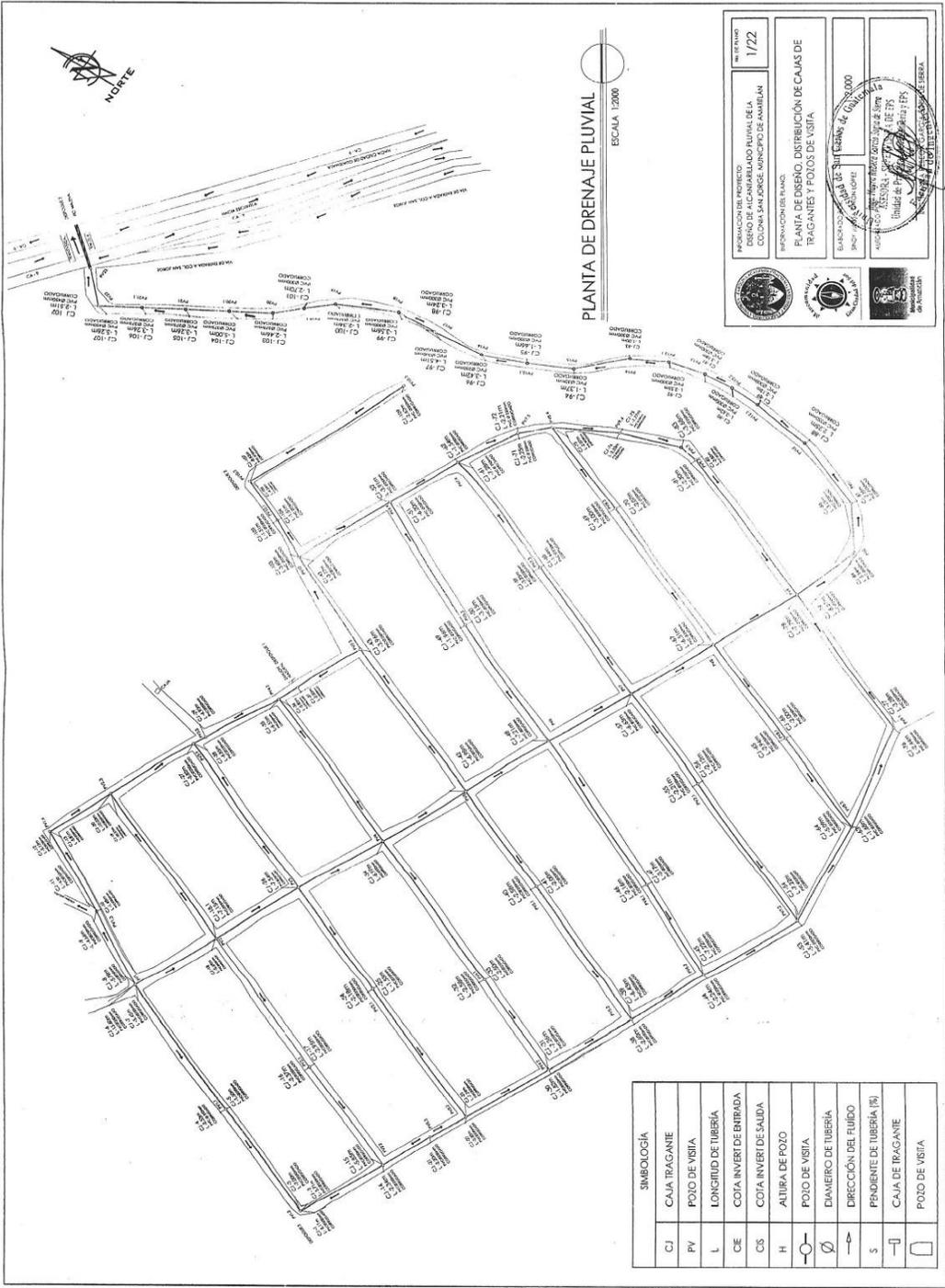
1. Dirección General de Caminos (DGC). *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala, 2000. 361 p.
2. ———. *Especificaciones técnicas para la construcción de caminos rurales en Guatemala caminos ambientalmente compatibles*. Guatemala 2002. 81 p.
3. FAJARDO GIL, Oscar. *La Tierra del Amatlé, Monografía Municipio de Amatitlán Guatemala, C.A.* Guatemala: Municipalidad de Amatitlán, 2010. 276 p.
4. GAITÁN, Pedro Pablo. *Diseño del Alcantarillado sanitario para el caserío El Chajil, aldea el Durazno y localización predial y uso de suelo del barrio Ingenio, Amatitlán, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. 136 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para diseño de alcantarillado*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
6. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). *Informe de intensidades de Lluvia Guatemala*. s.f. 12 p.

7. LIMA ESPAÑA, Katherin Paola. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua de las Minas y de la carretera y pavimento de la aldea Mesillas Bajas hacia la aldea de Calderas, Amatitlán, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2015. 217 p.
8. Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS). *Monografía del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, República de Guatemala. Historia, descripción, población, limitaciones y potencialidad del municipio*. Guatemala, 2015. 91 p.
9. SALAZAR ROGRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. México, 2015. 217 p.
10. SÁNCHEZ HERRERA, Alfredo Alejandro. *Procedimiento General de diseño hidráulico de tragantes para alcantarillado pluvial*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 155 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos**

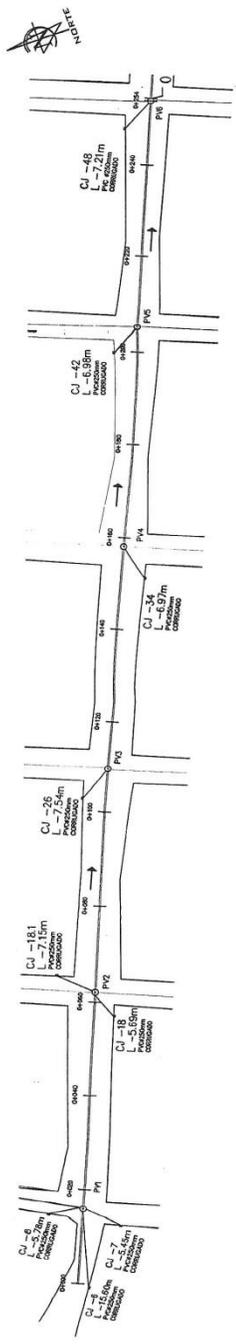
Fuente: elaboración propia.



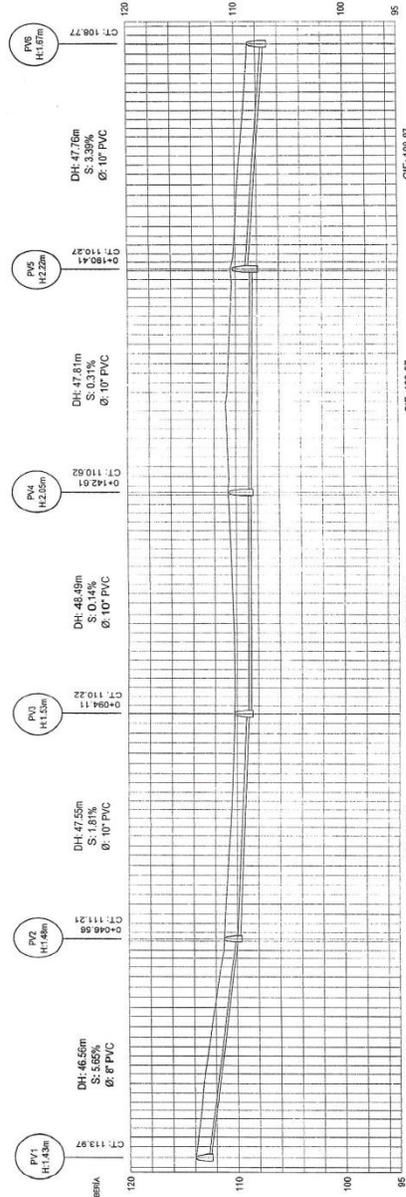
PLANTA DE DRENAJE PLUVIAL
ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA	
CJ	CAJA TRAGANIE
PV	POZO DE VISIA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CE	COTA INVERTE DE ENTRADA
CIS	COTA INVERTE DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
⊙	POZO DE VISIA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
S	DIRECCIÓN DEL FLUIDO
⊥	CAJA DE TRAGANIE
□	POZO DE VISIA

	MUNICIPALIDAD DE AMAMBAY DISEÑO DE ALCANTARILLO PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE, MUNICIPIO DE AMAMBAY	FECHA DEL DISEÑO 1/22
	INFORMACION DEL PROYECTO PLANTA DE DISEÑO, DISTRIBUCIÓN DE CAJAS DE TRAGANIE Y POZOS DE VISIA	ESCALA: 1:2000
	AUTORIZACION DEL PROYECTO No. 1000	AUTORIZACION DEL PROYECTO No. 1000
	AUTORIZACION DEL PROYECTO No. 1000	AUTORIZACION DEL PROYECTO No. 1000



PLANTA DE PVI A PV6
ESCALA 1:750



PERFIL DE PVI A PV6
ESCALA H. 1:500, V. 1:750

SIMBOLOGIA	
CJ	CAJA TRANCANTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CE	COTA INVENT DE ENTRADA
CS	COTA INVENT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	POZO DE VISTA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUIDO
S	PENDIENTE DE TUBERIA (‰)
□	POZO DE VISTA

CIE: 112.54
CIS: 109.91

CIE: 108.73
CIS: 108.87

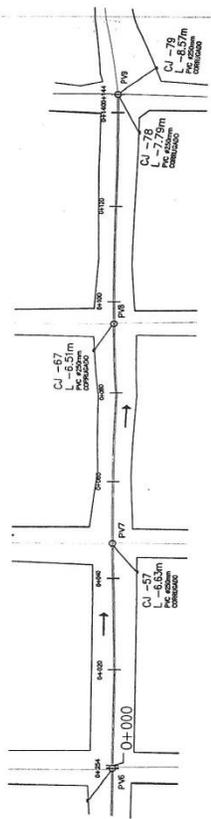
CIE: 108.69
CIS: 108.62

CIE: 108.57
CIS: 108.42

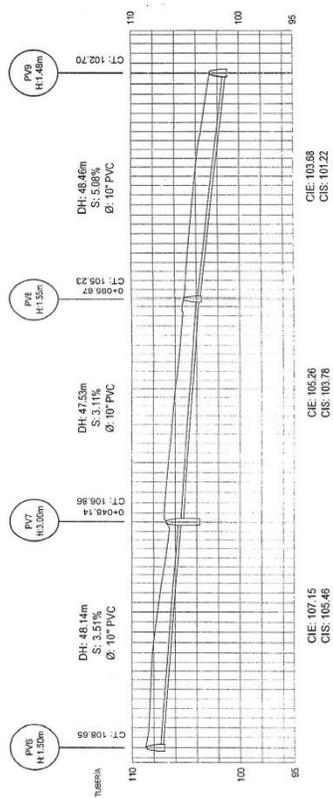
CIE: 108.87
CIS: 107.25

INFORMACION DEL PROYECTO	NO. DE PLANOS
DISÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA COLONIA SAN JORGE, MUNICIPIO DE SANTEPE	2/22
INFORMACION DEL PAIS	
PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISTA A 6	
ELABORADO POR	FECHA
DR. JUAN CARLOS GONZALEZ	17/02/2010
ASISTENTE	
ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA	
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
INSTITUTO VEC	





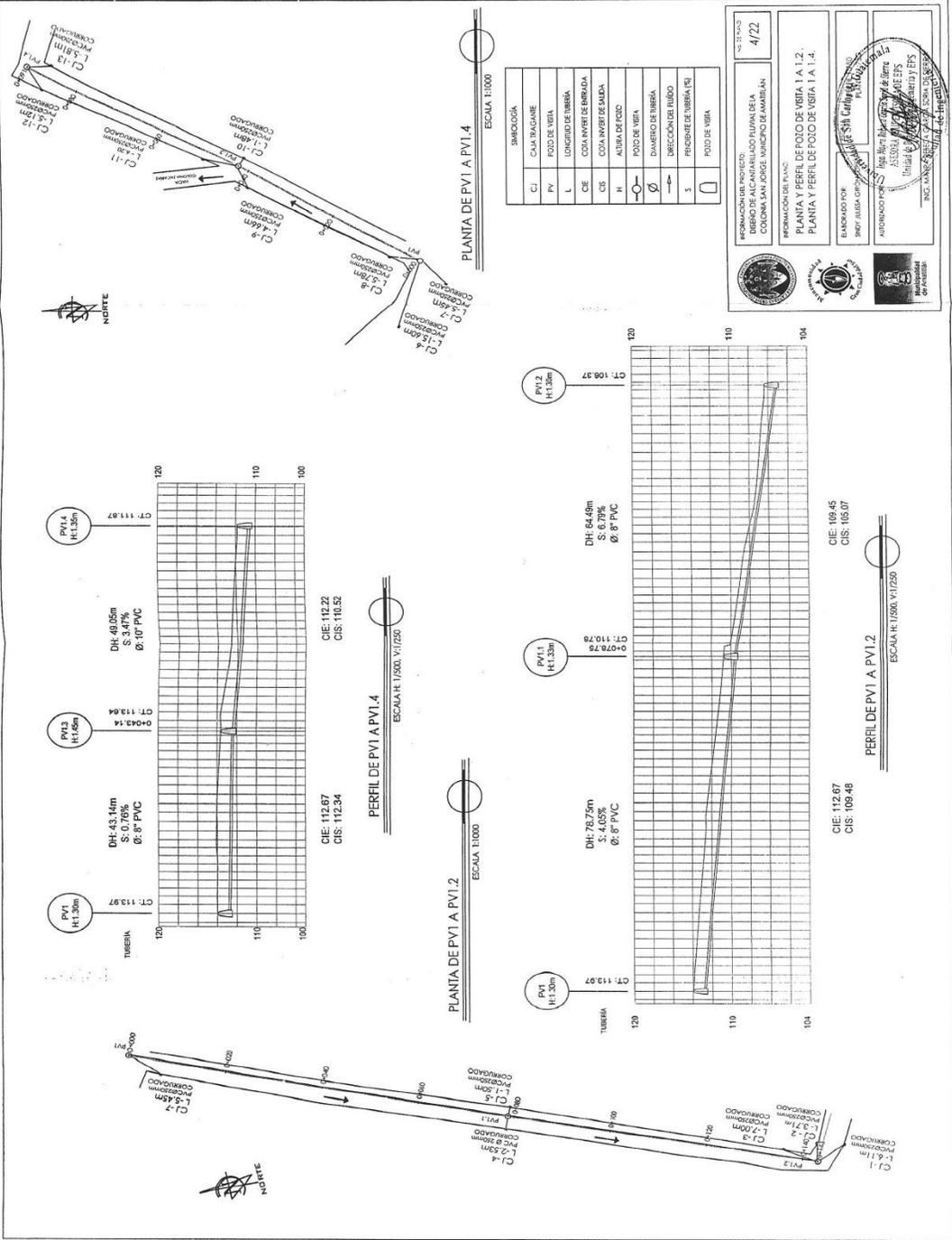
PLANTA DE PV6 A PV9
ESCALA 1:1250



PERFIL DE PV6 A PV9
ESCALA H: 1/500, V: 1/250

SIMBOLOGÍA	
CJ	CAMA TRAGANTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
DE	COTA INVERT DE ENTRADA
DS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	POZO DE VISTA
→	DIAMETRO DE TUBERÍA
→	DIRECCION DEL FLUJO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
□	POZO DE VISTA

	INFORMACION DE PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JORGE COLOMBIA	No. de Hoja: 3/72
	INFORMACION DE EMPRESA: INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.S.	PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISITA 6 A 9
INGENIERO EN CARREGA: [Firma]	INGENIERO EN CARREGA: [Firma]	INGENIERO EN CARREGA: [Firma]
INGENIERO EN CARREGA: [Firma]	INGENIERO EN CARREGA: [Firma]	INGENIERO EN CARREGA: [Firma]



LEGENDA

CI	CAM TRAYAGNE
PV	POZOS DE VERBA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CIE	COA INVERT DE ENTRADA
CIS	COA INVERT DE SALIDA
H	ALTIMETRIA DE FOCOS
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	DIRECCION DE TUBERIA (%)
□	POZOS DE VERBA

INFORMACION DEL PROYECTO:
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA
 EL DISTRITO DE SAN JOSE TUPAC KATIPAN

INFORMACION DE PLAN:
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VERBA I A I.1.2.
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VERBA I A I.1.4.

ELABORADO POR:
 ING. JHONATAN GARCIA

APROBADO POR:
 ING. JHONATAN GARCIA

ING. WALTER GARCIA

NO. DE PLANOS: 4/22

PLANTA DE PVI.1 A PVI.2
 ESCALA 1:1000

PERFIL DE PVI.1 A PVI.2
 ESCALA H: 1/200, V: 1/250

PLANTA DE PVI.3 A PVI.4
 ESCALA 1:1000

PERFIL DE PVI.3 A PVI.4
 ESCALA H: 1/200, V: 1/250

PVI.1
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.2
 H: 113.94
 CT: 113.94

PVI.3
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.4
 H: 113.97
 CT: 113.97

DIAMETRO: Ø: 8" PVC

LONGITUD: L: 43.14m

COA INVERT DE ENTRADA: CIE: 112.67

COA INVERT DE SALIDA: CIS: 112.34

PENDIENTE: S: 0.76%

PVI.1
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.2
 H: 113.94
 CT: 113.94

PVI.3
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.4
 H: 113.97
 CT: 113.97

DIAMETRO: Ø: 8" PVC

LONGITUD: L: 78.75m

COA INVERT DE ENTRADA: CIE: 112.22

COA INVERT DE SALIDA: CIS: 110.52

PENDIENTE: S: 3.47%

PVI.1
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.2
 H: 113.94
 CT: 113.94

PVI.3
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.4
 H: 113.97
 CT: 113.97

DIAMETRO: Ø: 8" PVC

LONGITUD: L: 64.8m

COA INVERT DE ENTRADA: CIE: 109.45

COA INVERT DE SALIDA: CIS: 105.07

PENDIENTE: S: 6.75%

PVI.1
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.2
 H: 113.94
 CT: 113.94

PVI.3
 H: 113.97
 CT: 113.97

PVI.4
 H: 113.97
 CT: 113.97

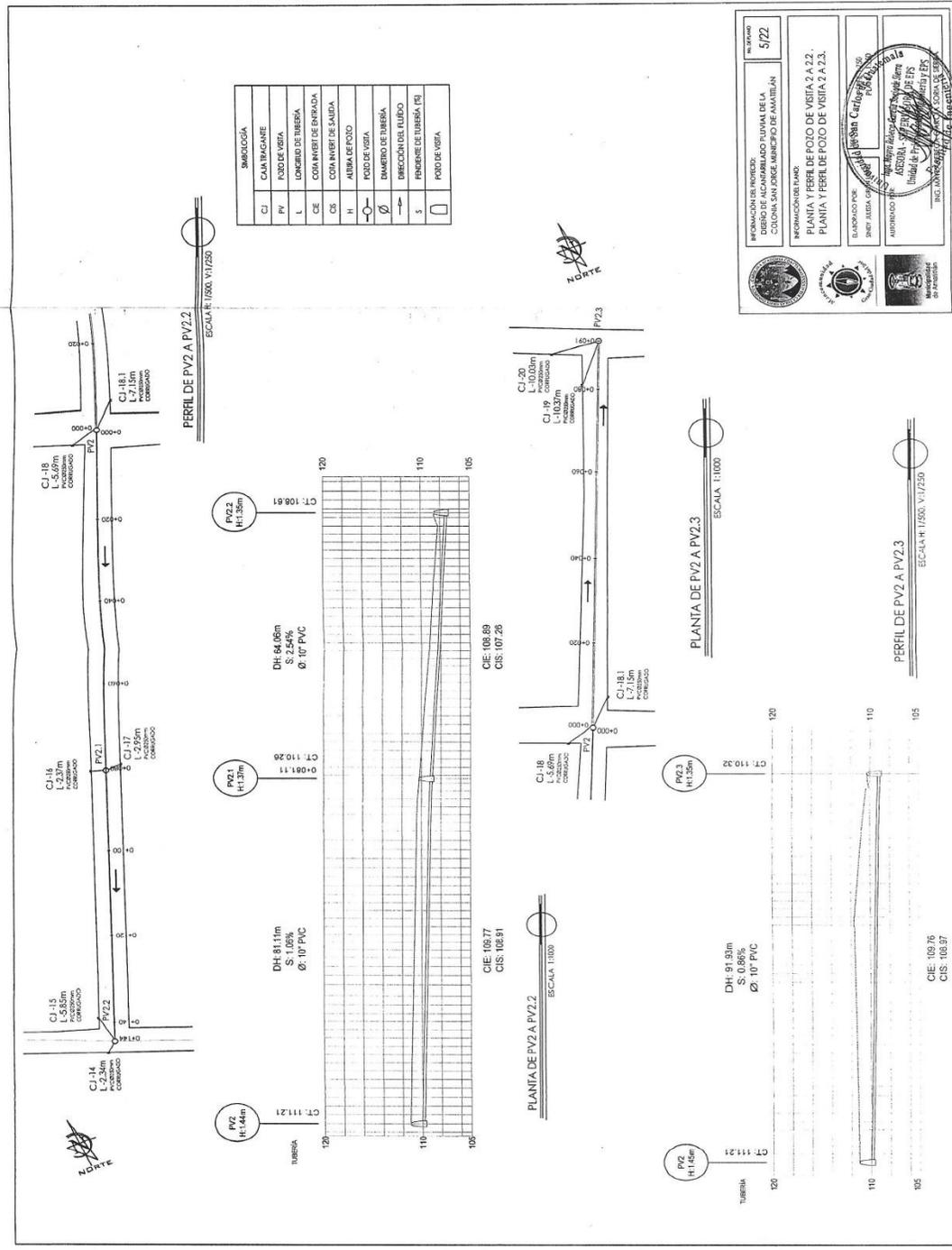
DIAMETRO: Ø: 8" PVC

LONGITUD: L: 4.1m

COA INVERT DE ENTRADA: CIE: 112.67

COA INVERT DE SALIDA: CIS: 109.46

PENDIENTE: S: 4.05%



SIMBOLOGIA	
CJ	CAJA BAGANARE
PV	POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CE	CON INVENT DE ENTRADA
CS	CON INVENT DE SALIDA
H	ALUBIA DE POZO
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA [%]
□	POZO DE VISITA

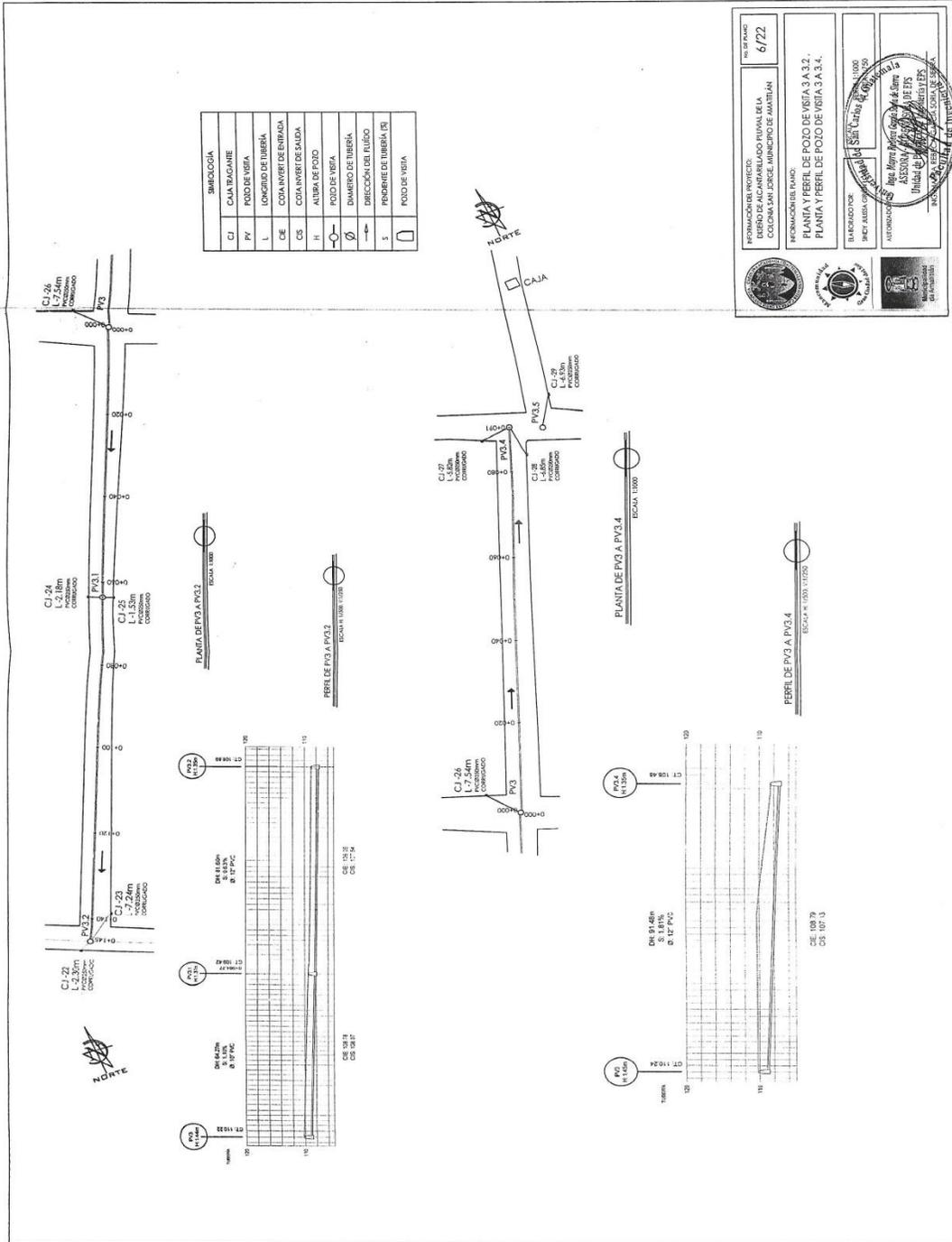
INFORMACION DEL PROYECTO:
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DELA
 CIUDAD SAN JORGE MUNICIPIO DE AMATILAN

INFORMACION DEL PAIS:
 PLANTA Y FERRELL DE POZO DE VISITA 2 A 2.2.
 PLANTA Y FERRELL DE POZO DE VISITA 2 A 2.3.

ELABORADO POR:
 INGENIERO ALEJANDRO GARCIA

AUTORIZADO POR:
 INGENIERO EN SISTEMAS CIVILES Y URBANOS
 INGENIERO EN SISTEMAS CIVILES Y URBANOS

INSTITUCION:
 INC. INGENIERIA CIVIL Y URBANOS



SIMBOLOGÍA	
CJ	CAJA TRAGANTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
CE	COEFICIENTE DE ENFRIAMIENTO
CS	COEFICIENTE DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	POZO DE VISTA
→	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	DIRECCIÓN DEL FLUJO
□	PENDIENTE DE TUBERÍA (R)
□	POZO DE VISTA

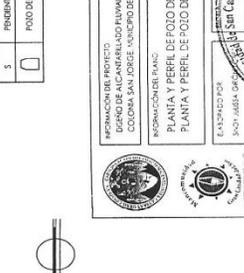
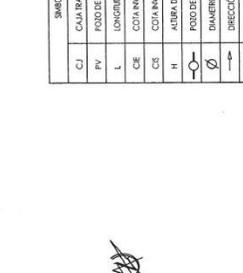
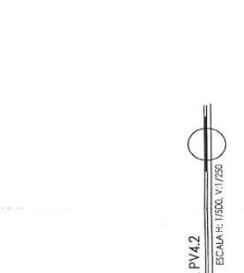
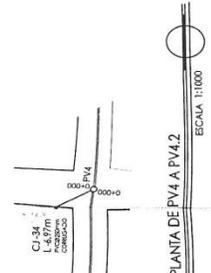
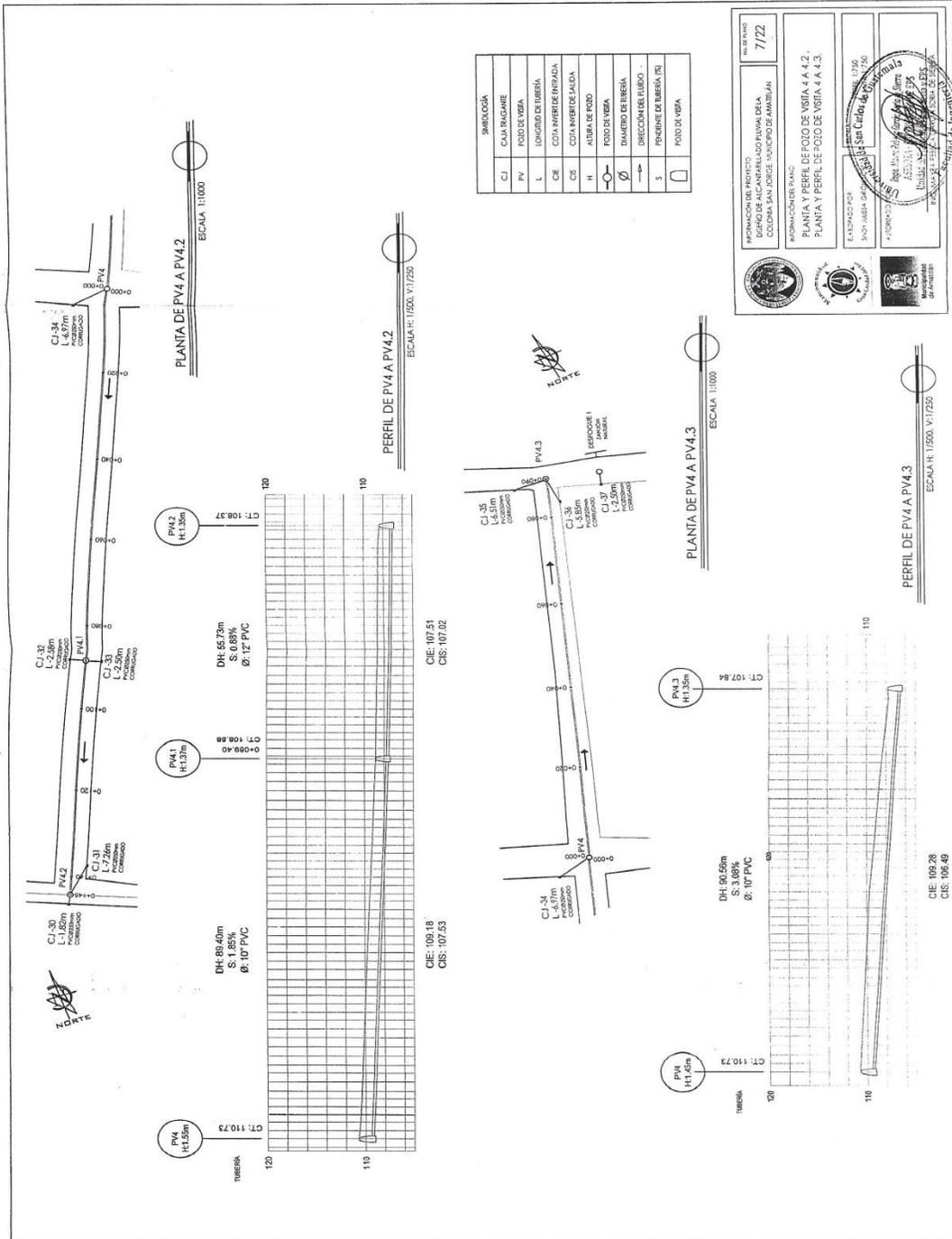
INFORMACION PROYECTO:
 MUNICIPIO DE SAN CARLOS
 MUNICIPIO DE SAN CARLOS

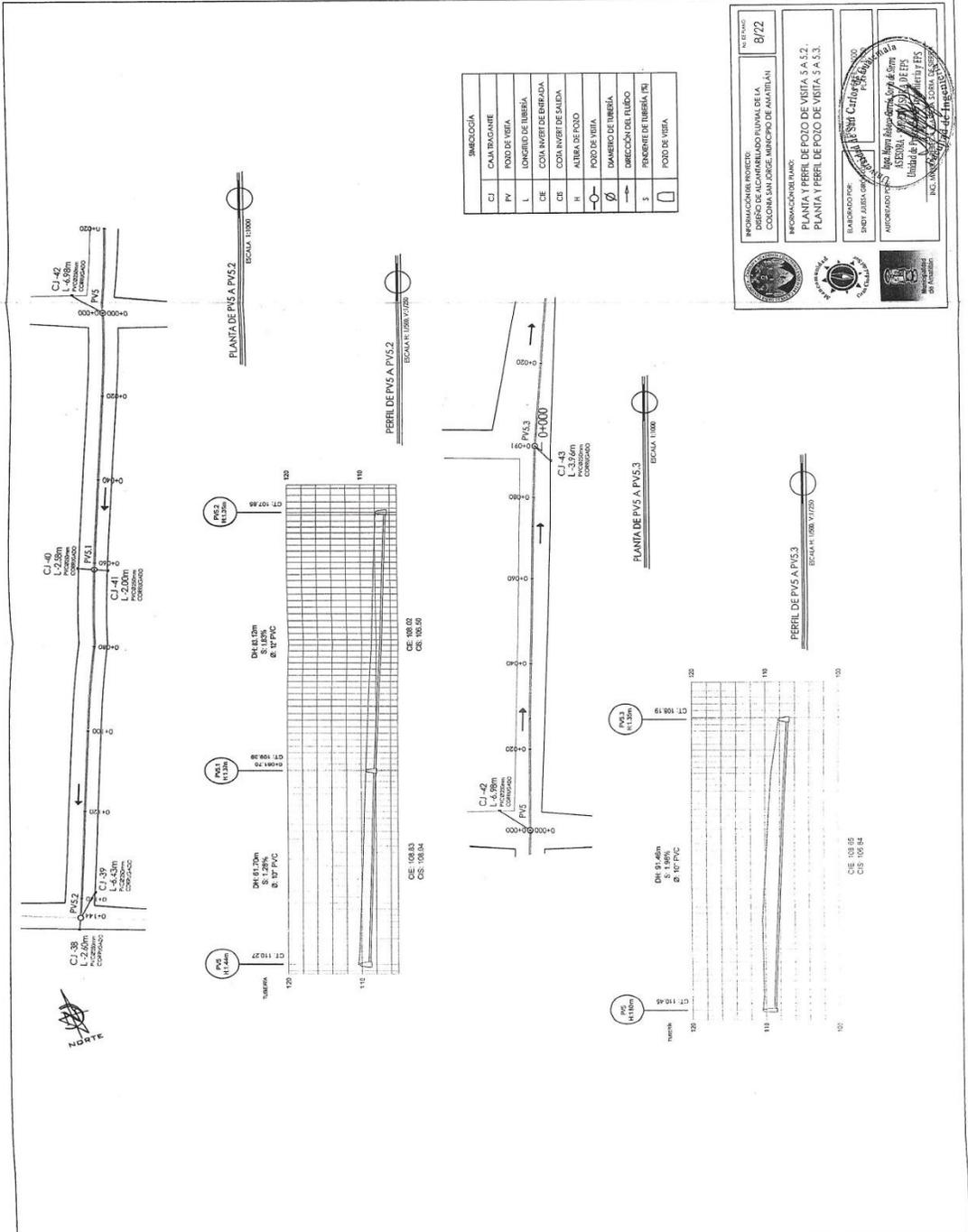
INFORMACION PLANO:
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISTA 3 A 3.2.
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISTA 3 A 3.4.

ESCALA: 1:1000
 6/22

ASESOR: [Firma]
 INGENIERO EN SISTEMAS DE SANEAMIENTO BÁSICO

INSTITUCIÓN: [Logo]
 INSTITUCIÓN DE ACUEDUCTOS Y ASESORIA TECNICA



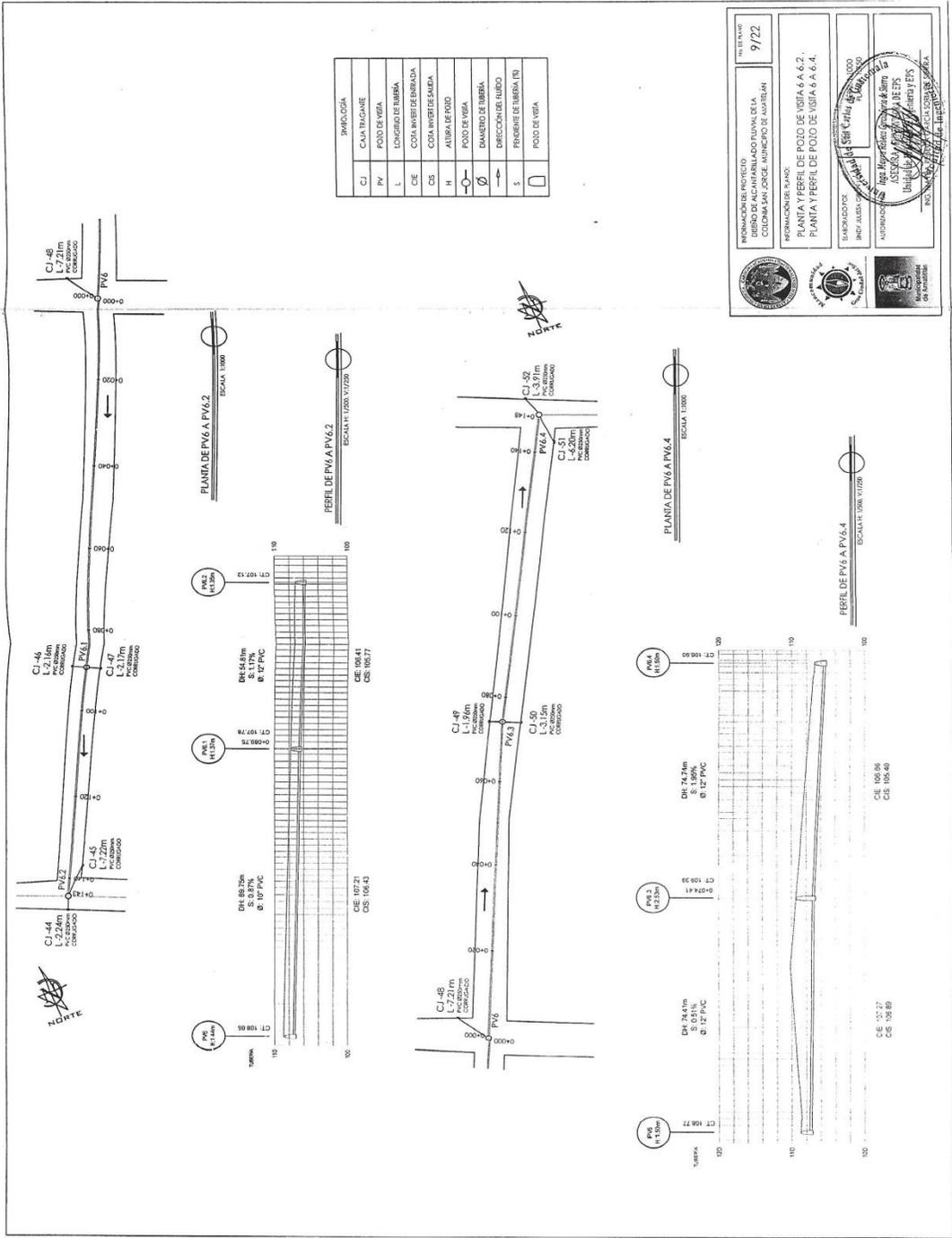


INFORMACION DEL PROYECTO:
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO FLUVIAL DE LA
 COLOMIA SAN JORGE, MUNICIPIO DE AMATILAN
 NO. ESTUDIO: 8/22

INFORMACION DEL DISEÑO:
 PLANTA Y PERIL DE POZO DE VISITA 2 A 5.2.
 PLANTA Y PERIL DE POZO DE VISITA 3 A 5.3.

ELABORADO POR:
 ING. JESUS GONZALEZ

APROBADO POR:
 ING. ALVARO BARRERA
 ING. ALVARO BARRERA
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (IVIC)



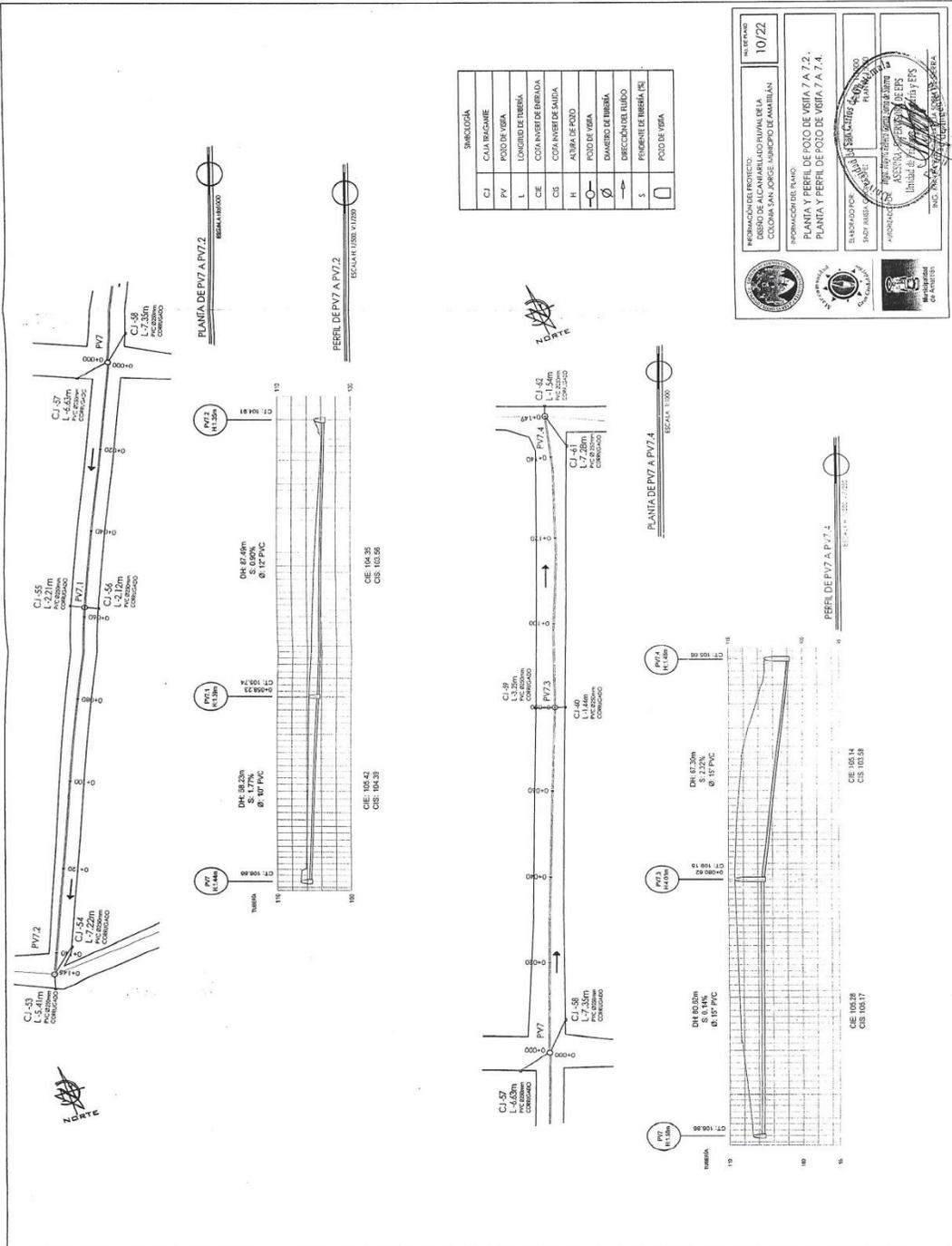
SIMBOLOGIA	
CJ	CUAL TIENGA
PV	POZO DE VISIA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CE	COTA INICIO DE ENBAJADA
CS	COTA INICIO DE SALIDA
H	ALTEZA DE FONDO
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DE RUIDO
S	PROFUNDIDAD DE TUBERIA (T)
□	POZO DE VISIA

INFORMACION DEL PROYECTO
 MUNICIPIO DE ALHARRABALLO PUENTE DELA
 COLOMBIA SAN JOSE MUNICIPIO DE MONTIELAN
 9/22

INFORMACION DEL PLANO
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISIA A A.6.2
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISIA A A.6.4.

ELABORADO POR: [Firma]
 REVISADO POR: [Firma]
 APROBADO POR: [Firma]
 INGENIERIA CIVIL

INGENIERIA CIVIL
 ASOCIACION DE INGENIEROS DE BOGOTA
 UNIFICADA DE INGENIEROS DE BOGOTA Y EPS
 INGENIERIA CIVIL
 INGENIERIA CIVIL



SIMBOLOGÍA	
CJ	CALA BOMBEO
PV	POZO DE YERBA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
CE	COTA INVERT DE BARRIDA
CS	COTA INVERT DE BAUDA
H	ALTIMETRA DE POZO
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
□	POZO DE YERBA

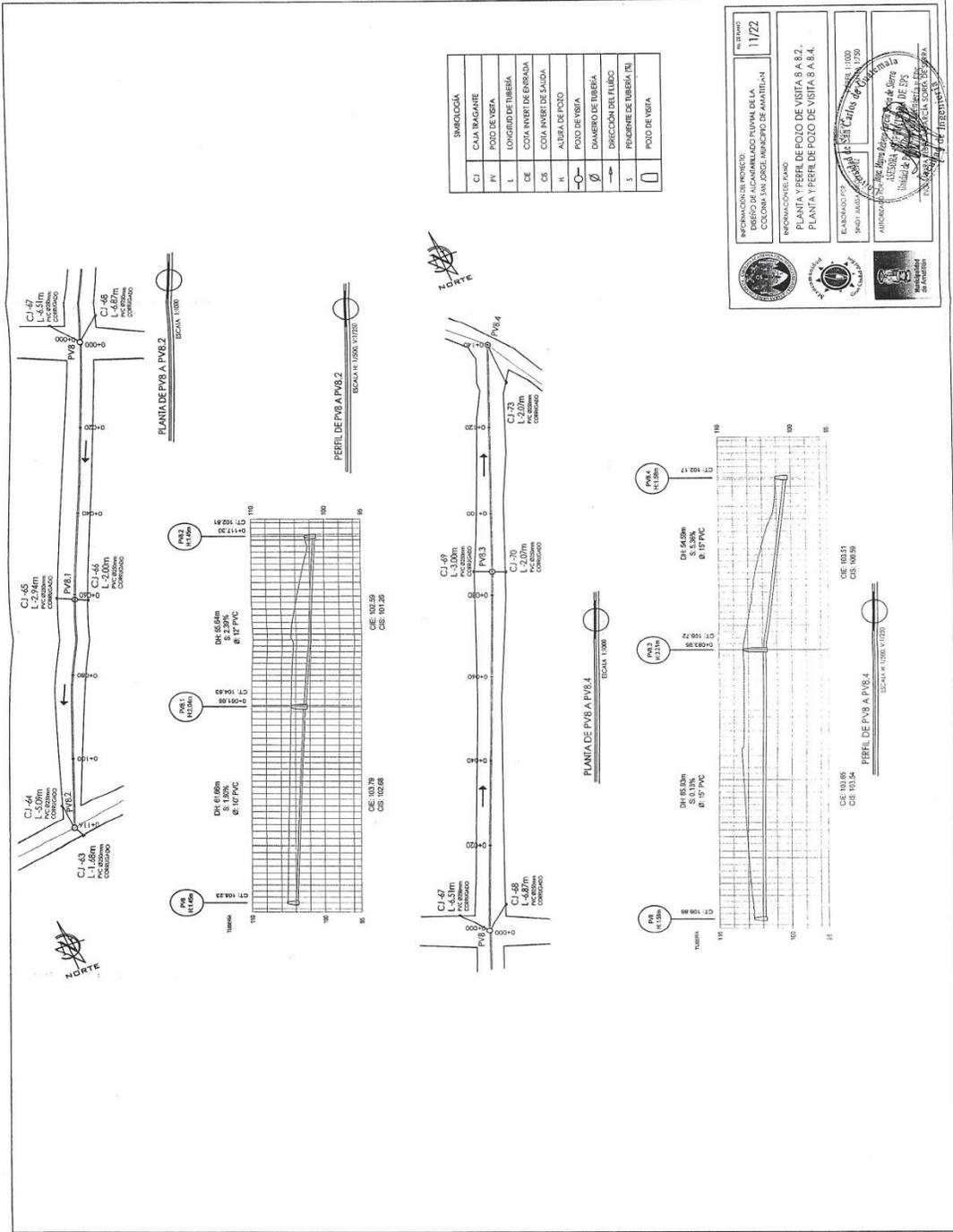
INFORMACIÓN DEL PROYECTO:
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO RURAL DE LA
 COLONIA SAN JORGE MUNICIPIO DE AMBITIÁN
 10/22

INFORMACIONES FINALES:
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE YERBA 7 A 7.2
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE YERBA 7 A 7.4

ELABORADO POR:
 PAUL HERRERA

APROBADO POR:
 ING. JOSÉ RAFAEL GARCÍA
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 PLANIFICADOR
 ASISTENTE TÉCNICO DE ERS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS

ESCALA: 1:1000
 ESCALA: 1:1000



SIMBOLOGIA	
CJ	CAJA TRAGANTE
PV	POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
CE	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALBURA DE POZO
⊙	POZO DE VISITA
⊙	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUIDO
J	POZONETE DE TUBERIA (PI)
□	POZO DE VISITA

INFORMACION DEL PROYECTO:
 DISEÑO DE ALCANALILLADO TUBAL DE LA
 COLONIA SAN JOSE, MUNICIPIO DE AMATILAN

FECHA: 11/22

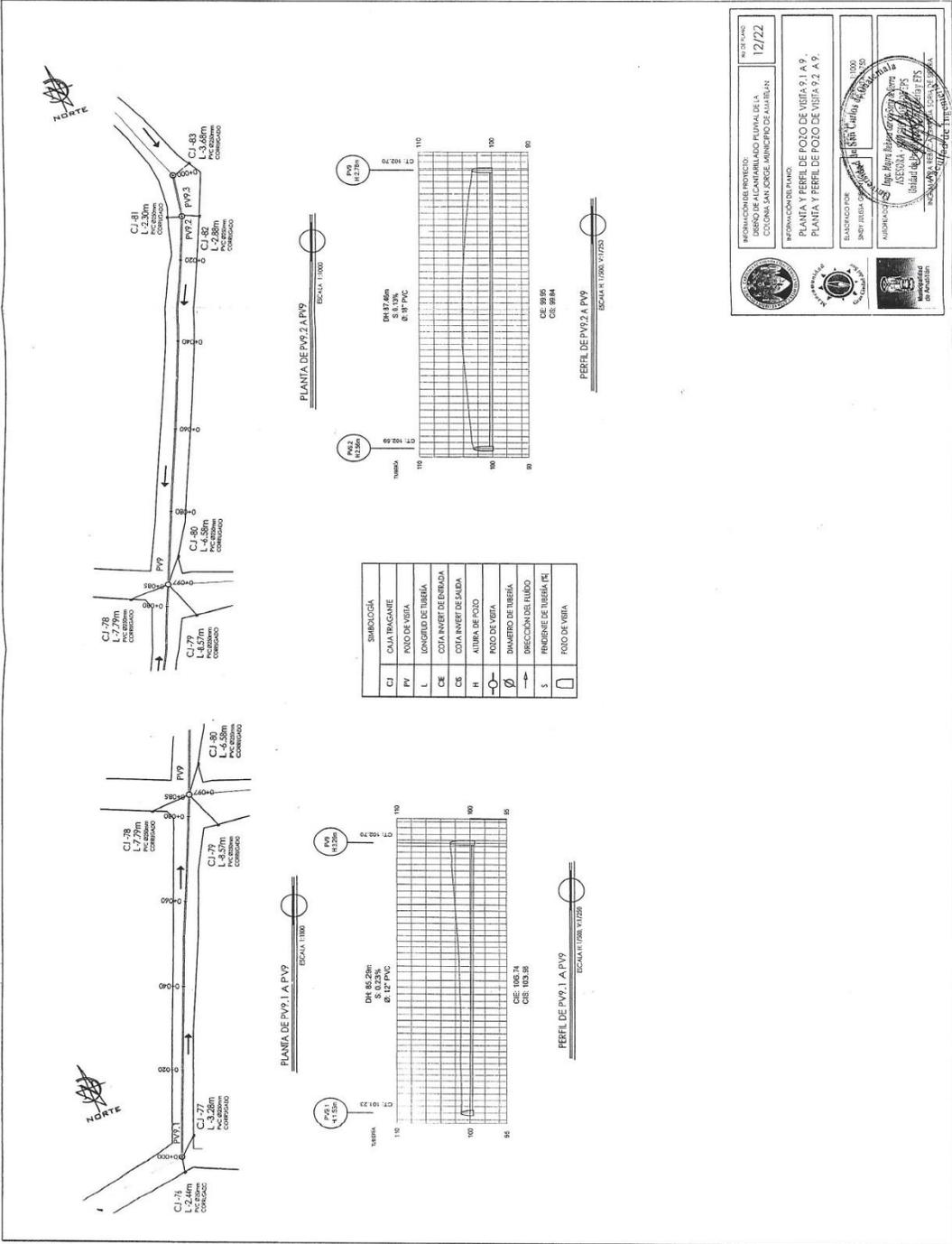
INFORMACIONES ADICIONALES:
 PLANTA Y PERIL DE POZO DE VISITA S A 8.2
 PLANTA Y PERIL DE POZO DE VISITA S A 8.4

ELABORADO POR:
 ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

REVISADO POR:
 ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

APROBADO POR:
 ING. JUAN CARLOS GONZALEZ

INSTITUCION:
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



SIMBOLOGÍA	
CJ	CAJA TRANCANTE
PV	POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
CE	COTA INFERIOR DE ENTRADA
CE	COTA INFERIOR DE SALIDA
H	TUBERÍA DE POZO
Ø	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
S	INDICADOR DE TUBERÍA EN FLOTACIÓN
□	POZO DE VISITA

NO DE PLANO: 12/22

INFORMACIÓN PRELIMINAR: DISEÑO DE ALCANTARILLADO PERIFERAL DE LA CIUDAD DE SAN JERÓNIMO, MUNICIPIO DE AMBULÉN

INFORMACIÓN DEL PROYECTO: PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISITA 9.1 A 9.2, PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISITA 9.2 A 9.

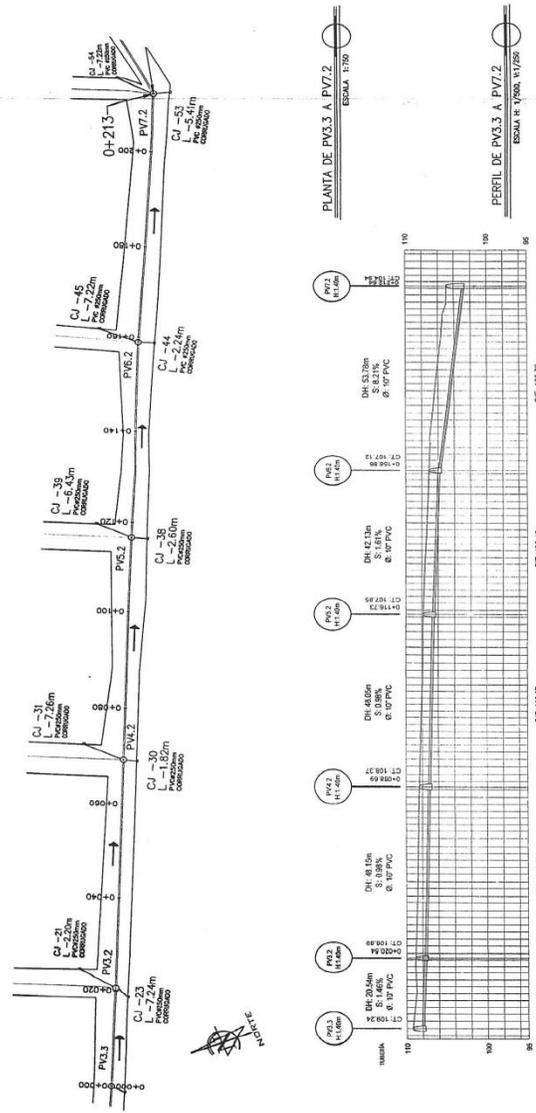
ELABORADO POR: [Firma]

APROBADO POR: [Firma]

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE COLOMBIA

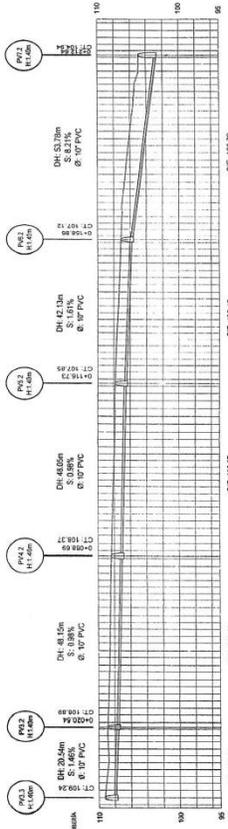
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

SIMBOLÓGICA	
CJ	CAJA TRAMANTE
PV	POZO DE VENTA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
DE	COTA INVERT DE ENTRADA
CS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
→	DIRECCION DEL FLUJO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
□	POZO DE VENTA



PLANTA DE PV3.3 A PV7.2
ESCALA 1:750

PERFIL DE PV3.3 A PV7.2
ESCALA H: 1/500, V: 1/250



INFORMACIÓN DEL PROYECTO:
 MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ
 DISTRITO DE ALCANTARILLADO PUNTA REJA
 COLOMBIA SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE AMATILÁN

FECHA: 13/22

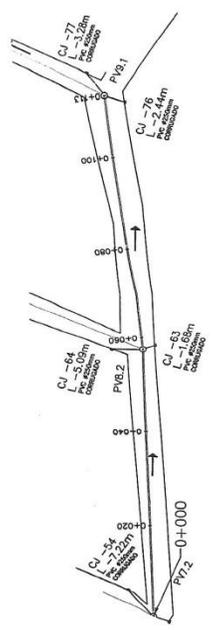
INFORMACIÓN DEL POZO:
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VENTA 3.3 A 1.2.
 PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VENTA 3.3 A 7.2.

ELABORADO POR:
 ING. FRANCISCO GONZÁLEZ

APROBADO POR:
 ING. FRANCISCO GONZÁLEZ

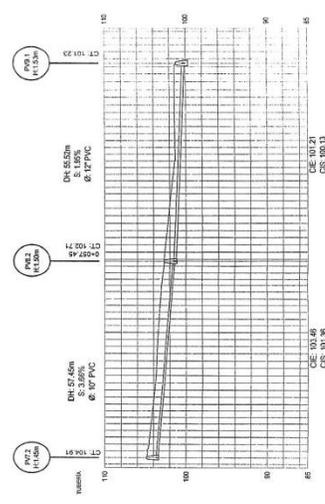
ASISTENTE: JUAN CARLOS DE JESÚS
 Unidad de Ingeniería y EPS
 INGENIERÍA DE TUBERÍAS DE VENTA

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y GESTIÓN DE OBRAS PÚBLICAS



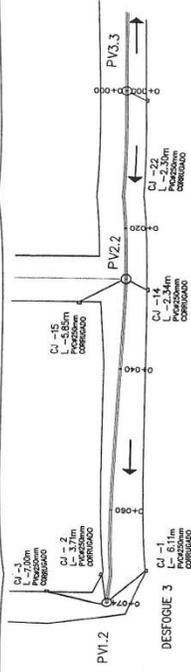
PLANTA DE PV.2 A PV.1
ESCALA 1:100

SIMBOLOGIA	
CJ	CAJA TRAGANTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA
DE	COTA INVERT DE ENTRADA
DS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	POZO DE VISTA
→	DIAMETRO DE TUBERIA
S	DIRECCION DEL FLUIDO
□	FORNIENTE DE TUBERIA (C)
□	POZO DE VISTA

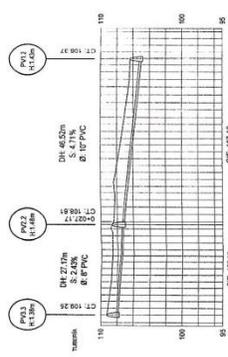


PERFIL DE PV.2 A PV.1
ESCALA 1:100 (V.M. 1:200)

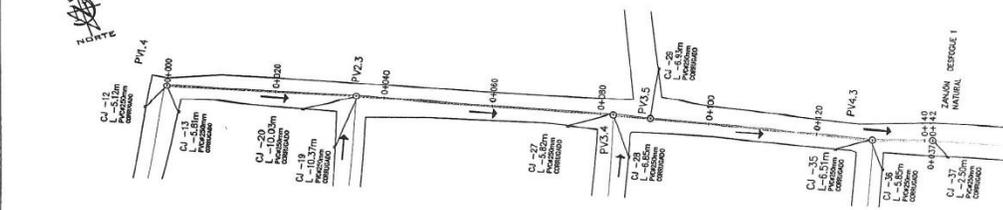
	INFORMACION DEL PROYECTO	FECHA DEL DISEÑO
	DISEÑO DE ALCANTARILLADO PUNTA DE LA COCHIMAN LITORAL MUNICIPIO DE AMATLÁN	14/22
INFORMACION DEL PAIS		
PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISIA. 7.2 A. 9.1		
AUTORIDAD DE SANITARIA Y SALUD PUBLICA INSTITUTO OAXAQUEÑO DE SALUD PUBLICA Y EPIDEMIOLOGIA TALLERES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE OBRAS DE SANITARIA Y SALUD PUBLICA		



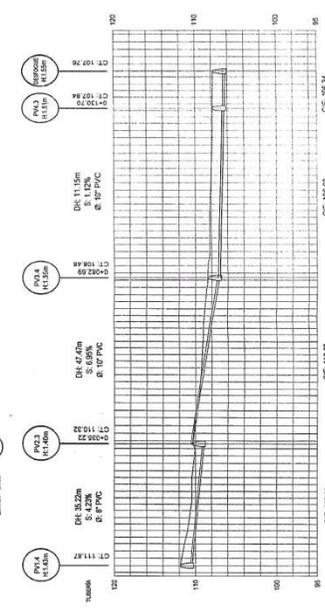
PLANTA DE PV3.3 A PVI.2
ESCALA N° 1/200



PERFIL DE PV3.3 A PVI.2
ESCALA N° 1/200



PLANTA DE PVI.4 A DESFOGUE
ESCALA N° 1/200



PERFIL DE PVI.4 A DESFOGUE
ESCALA N° 1/200

SIMBOLOGIA	
CJ	CAJA TRAMANTE
PVI	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA
OE	COTA INVERT DE ENTRADA
OS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA (%)
□	POZO DE VISTA

REVISION 15/22

PROYECTO DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE TUBERIA DE LA COLOMBA SAN JOSE MUNICIPIO DE MADRIDAN

INSTRUMENTACION DE PLANO

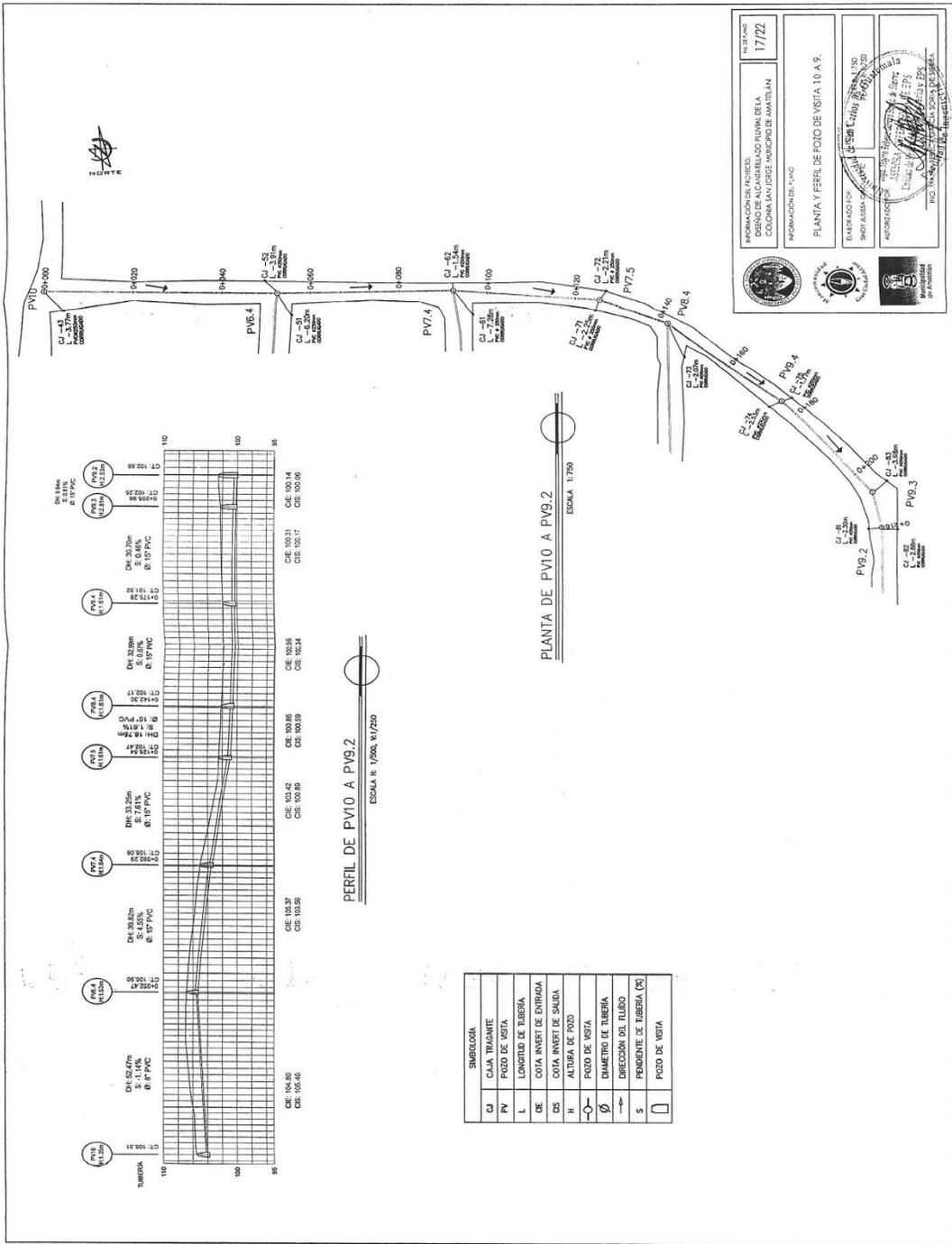
PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISTA 7.2 A 9.1

ELABORADO POR: [Signature]

REVISADO POR: [Signature]

APROBADO POR: [Signature]

ING. PATRICIA GONZALEZ



INFORMACIÓN DEL PROYECTO:
 MUNICIPIO DE AMATILÁN
 COLONIA SAN JORGE MUNICIPIO DE AMATILÁN
 INFORMACIÓN DEL LÍNEA:
 PLANTA Y PERFIL DE FODO DE VISITA 10 A 9.

ESCALA: 1:750
 1772

ELABORADO POR:
 SANTI ALBARRACÍN
 INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS

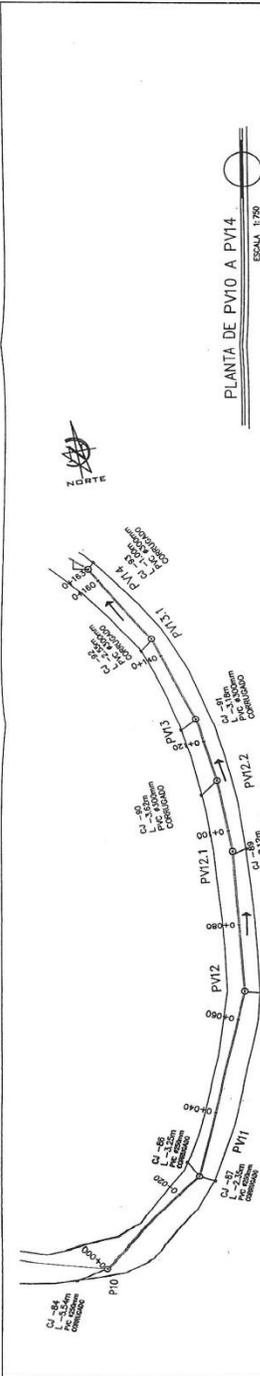
APROBADO POR:
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS

INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS

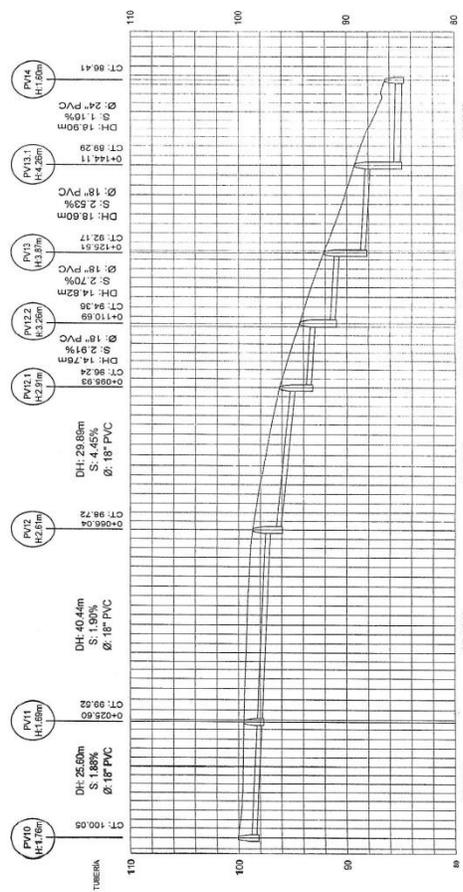
SIMBOLOGÍA	
CJ	CAJA TRIANGULAR
PV	POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
DE	COTA INVERT DE ENTRADA
DS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE FODO
Ø	POZO DE VISITA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
S	DIRECCIÓN DEL FLUJO
S	FERROENTE DE TUBERÍA (S)
□	POZO DE VISITA

PERFIL DE PV10 A PV9.2
 ESCALA: H. 1/500, H. 1/250

PLANTA DE PV10 A PV9.2
 ESCALA: 1:750



PLANTA DE PVI0 A PVI4
ESCALA: 1:750



PERFIL DE PVI0 A PVI4
ESCALA: H. 1/200, H. 1/250

SMBROZGA	
CJ	CAJA TANGENTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA
DE	COTA INVERT DE ENTRADA
DI	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	POZO DE VISTA
→	DIRECCION DEL FLUIDO
S	PENDIENTE DE TUBERIA (%)
□	POZO DE VISTA

PROYECTO DE INGENIERIA:
PERFIL DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DELA
COLOMIA SAN JOSE MUNICIPIO DE AMAMBAY

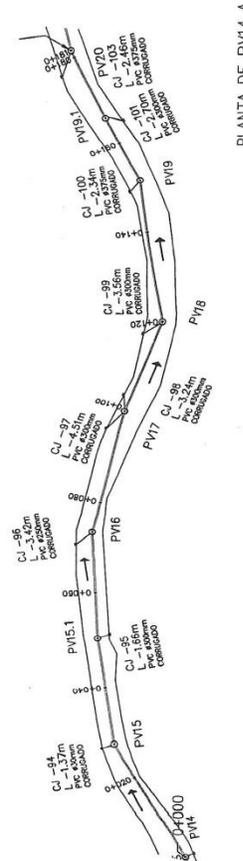
INFORMACION DEL PLANO:
PLANTA Y PERIL DE POZO DE VISTA 10 A 14

FECHA: 15/05/2018
LINDA: 15/05/2018

PROYECTADO POR:
Ing. Nelson Maldonado
ASOCIADA - 1790
Ingeniero de Edificación
Ingeniero de Estructuras

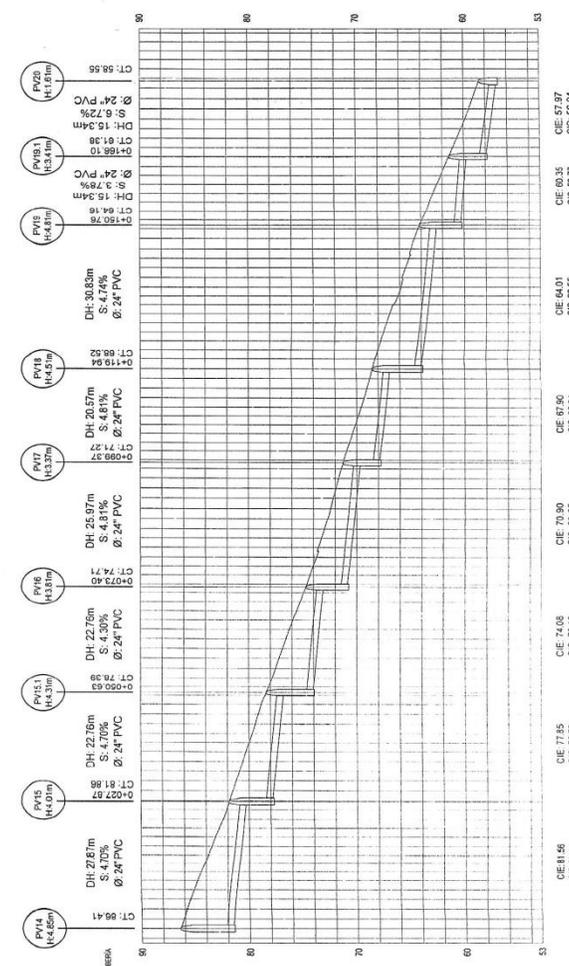
PROYECTO DE INGENIERIA
PERFIL DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DELA
COLOMIA SAN JOSE MUNICIPIO DE AMAMBAY

NO. PLANOS
18/22



PLANTA DE PVI4 A PVI8
ESCALA 1:750

SMBOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
CJ	CALZ. TRACANTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERÍA
DE	COTA INVERT DE ENTRADA
DS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA (%)
□	POZO DE VISTA



PERFIL DE PVI4 A PVI8
ESCALA H: 1/500, P: 1/750

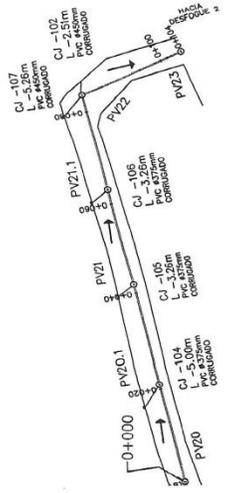
19/22

PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE SAN JORGE, COLOMBIA
INFORMACIÓN DEL PLANO:

PLANTA Y PERFIL DE FODO DE VISTA 14 A 20

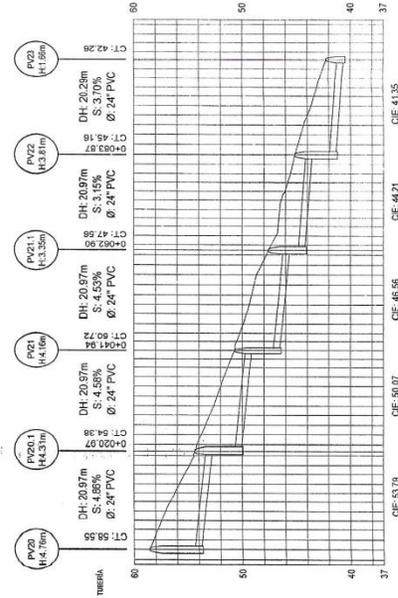
ELABORADO POR: ING. DIEGO ALBERTO GONZÁLEZ
DISEÑADO POR: ING. DIEGO ALBERTO GONZÁLEZ

ASESORIA: **ING. DIEGO ALBERTO GONZÁLEZ**
Unidad de Ingeniería y Diseño
ING. DIEGO ALBERTO GONZÁLEZ



PLANTA DE PV20 A PV23
ESCALA 1:750

SIMBOLOGIA	
CJ	CAJA TRAGANTE
PV	POZO DE VISTA
L	LONGITUD DE TUBERIA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
CS	COTA INVERT DE SALIDA
H	ALTURA DE POZO
—○—	POZO DE VISTA
—○—	DIAMETRO DE TUBERIA
—→—	DIRECCION DEL FLUIDO
S	PONDBENTE DE TUBERIA (%)
□	POZO DE VISTA



PERFIL DE PV20 A PV23
ESCALA H: 1/500, H: 1/250

INFORMACION DEL PROYECTO:
DISEÑO DE ALCANTARILLADO RURAL I.E.L.A.
COLONIA SAN CRISTO MUNICIPIO DE AMATLÁN

FECHA: 20/22

INFORMACION DEL TITULO:
PLANTA Y PERFIL DE POZO DE VISTA 20 A 23

ESCALA: H: 1/500, H: 1/250

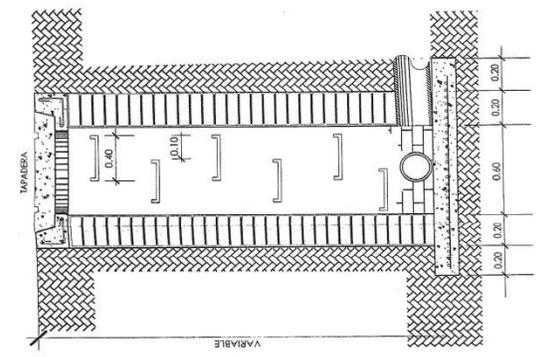
AUTORIZACION:

INGENIERO:

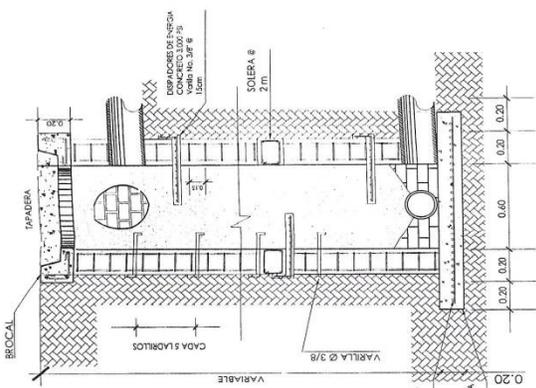
PROFESION: INGENIERIA CIVIL

NO. DE CREDITOS: 125

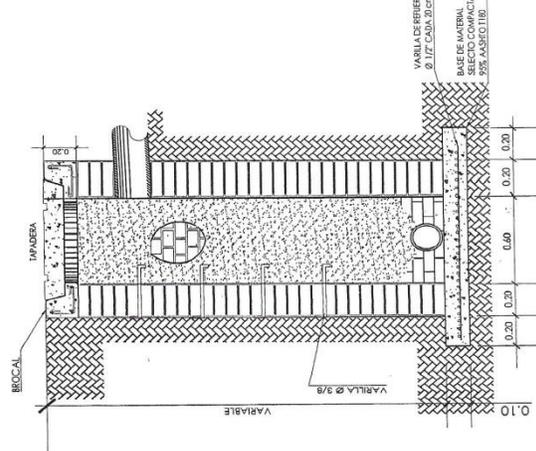
FECHA: 20/22



CORTE B-B DE POZOS DE VISITA
CON PROFUNDIDAD DE 1.20 A 2.00M
ESCALA 1:25

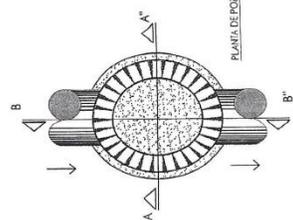


CORTE A-A DE POZOS DE VISITA
CON PROFUNDIDAD 2.00M A 5.00M
ESCALA 1:25



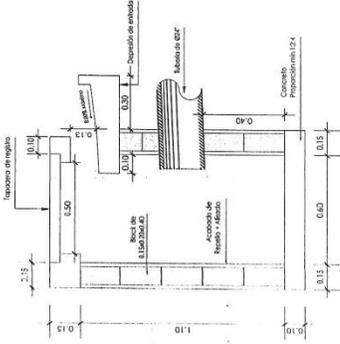
CORTE A-A DE POZOS DE VISITA
CON PROFUNDIDAD DE 1.20 A 2.00M
ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES:
 - LOS LADRILLOS DE BARRO COCIDO DEBERÁN UNIRSE CON MORTERO DE CEMENTO Y ARENA DE LA PROPORCIÓN 1:4 Y SER REVESTIDOS EN SU INTERIOR CON UN ENLUCIDO DE MASO MORTERO CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 2CM.
 - EL FONDO DE LOS POZOS DE VISITA Y TRAGANTES SE DEBERÁN CONSTRUIR DE CONCRETO, DEBIENDO SER LA MEZCLA DE UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE 1:2:4.

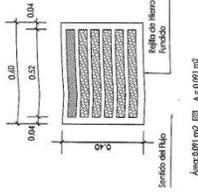


PLANTA DE POZO DE VISITA
ESCALA 1:25

	INSTITUCIÓN EJECUTORA: DIBO DE ALCALDÍA MUNICIPIO DE SAN JOSÉ	NO. DE PLANO: 21/22
	INSTITUCIÓN FINANCIADORA: PLANEA Y REBEL DE POZO DE VISITA DE PROFUNDIDAD 1.50 A 2.00 m 17.00 A 5.00m.	ESCALA: INDICADA
	BENEFICIARIO: IND. JUAN VARGAS	AUTORIZADO POR:
ING. MAYRA BRIZO, INGENIERA DE SERVICIOS		

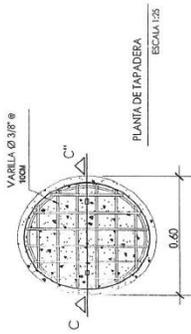


PERFIL CAJA DE TRAGANTE
ESCALA 1:20

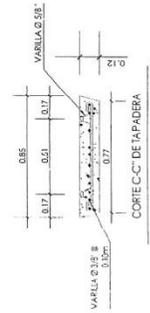


PLANTA DE REILLAS
ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES:
 - LOS BARRILLOS DE BROCAL DEBERÁN USARSE CON MORTERO EN SU INTERIOR CON UN RENDIDO DE LA PROPORCIÓN 1:4:8 REFORZADOS EN SU INTERIOR CON UN RENDIDO DEL MISMO MORTERO CON UN ESPESOR MÍNIMO DE 20MM.
 - LAS COLUMNAS DEBERÁN SER COLUCAS COMO REFORZO AL MORTERO CON UN RENDIDO DE LA PROPORCIÓN 1:4:8 REFORZADAS EN EL FONDO DE LOS PÓDOS DE VIBRA Y TRAGANTES SE DEBERÁN CONSTRUIR DE CONCRETO, DIBIENDO SER LA MITAD DE UNA PROPORCIÓN MÍNIMA DE 1:2:4.
 - LAS SOLERAS DEBERÁN SER COLUCAS COMO REFORZO AL MORTERO CON UN RENDIDO DE LA PROPORCIÓN 1:4:8 REFORZADAS EN EL FONDO DE LOS PÓDOS DE VIBRA Y TRAGANTES DEBERÁN SER DE ACIERO AL CARBÓN AL CORRELATIVO DE LA PLANTA DEL DISEÑO.



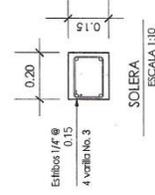
PLANTA DE TAPADERA
ESCALA 1:25



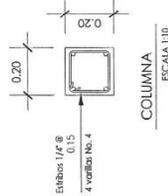
CORTE C-C' DE TAPADERA
ESCALA 1:25



DETALLE DE BROCAL
ESCALA 1:25

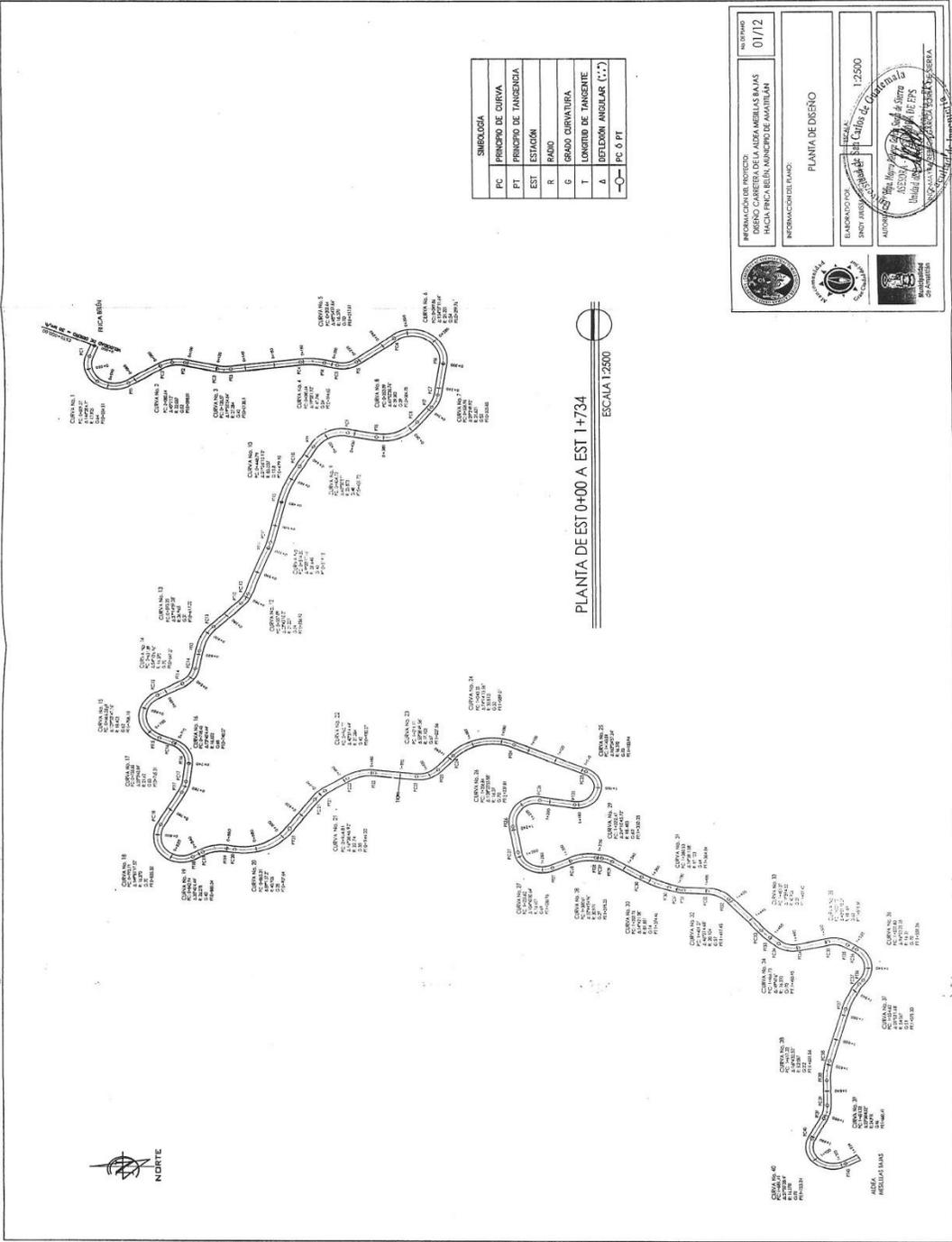


SOLERA
ESCALA 1:10



COLUMNA
ESCALA 1:10

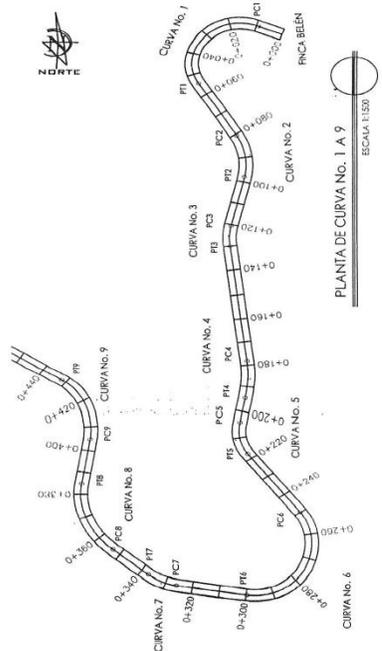
	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL MANANTIAL COMUNAL DE LA COMUNA SAN JORGE MUNICIPIO DE AMATLÁN	N.º DE PLANOS 22/22
	INFORMACION DE FONDO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL MANANTIAL COMUNAL DE LA COMUNA SAN JORGE MUNICIPIO DE AMATLÁN	INFORMACION DE FONDO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL MANANTIAL COMUNAL DE LA COMUNA SAN JORGE MUNICIPIO DE AMATLÁN
VIBRA, DETALLE DE BROCAL Y TRAGANTE PARA PÓDOS DE VIBRA, DETALLE DE BROCAL Y TRAGANTE PARA PÓDOS DE VIBRA, DETALLE DE BROCAL Y TRAGANTE PARA PÓDOS DE VIBRA		BARRIDO POR DIBUJO POR DIBUJO POR
DISEÑADO POR: ING. JOSÉ LUIS GARCÍA GARCÍA		APROBADO POR: ING. JOSÉ LUIS GARCÍA GARCÍA
INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DE AMATLÁN		INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DE AMATLÁN



SINBOLOGIA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA
EST	ESTACION
R	RADIO
G	GRADO CURVATURA
T	LONGITUD DE TANGENTE
Δ	DEFLECCION ANGULAR (°)
—○—	Pc. 0 PT

PLANTA DE EST 0+00 A EST 1+734
ESCALA 1:2500

	NO. PLAN 01/72
	INFORMACION DEL DISEÑO: PLANTA DE DISEÑO
ESTADADO DE DISEÑO: DISEÑO	ESCALA: 1:2500
AUTORES: Ing. <i>[Signature]</i> Ing. <i>[Signature]</i> Ing. <i>[Signature]</i> Ing. <i>[Signature]</i>	Aprobado por:

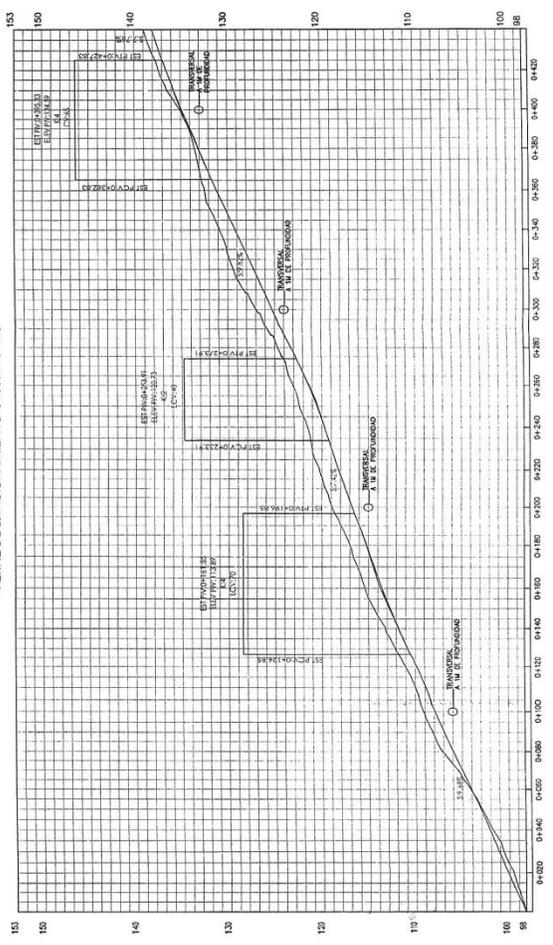


No. de Curvas	PC	PT	PVI	PIV	PC	PT	PVI	PIV
1	0+000.00	0+050.00	0+025.00	0+025.00	0+050.00	0+100.00	0+075.00	0+075.00
2	0+100.00	0+150.00	0+125.00	0+125.00	0+150.00	0+200.00	0+175.00	0+175.00
3	0+200.00	0+250.00	0+225.00	0+225.00	0+250.00	0+300.00	0+275.00	0+275.00
4	0+300.00	0+350.00	0+325.00	0+325.00	0+350.00	0+400.00	0+375.00	0+375.00
5	0+400.00	0+450.00	0+425.00	0+425.00	0+450.00	0+500.00	0+475.00	0+475.00
6	0+500.00	0+550.00	0+525.00	0+525.00	0+550.00	0+600.00	0+575.00	0+575.00
7	0+600.00	0+650.00	0+625.00	0+625.00	0+650.00	0+700.00	0+675.00	0+675.00
8	0+700.00	0+750.00	0+725.00	0+725.00	0+750.00	0+800.00	0+775.00	0+775.00
9	0+800.00	0+850.00	0+825.00	0+825.00	0+850.00	0+900.00	0+875.00	0+875.00

PLANTA DE CURVA No. 1 A 9
ESCALA 1:150

ABRIGADO	ABRIGADO
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA HORIZONTAL
EST	ESTACION
ELEV	ELEVACION
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PV	PRINCIPIO DE TANGENCIA VERTICAL
LCV	LIMITO DE CURVA VERTICAL
PVI	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
S	PENDIENTE (%)
K	PARAMETRO DE LA CURVA
Δ	DEFLEXION ANGULAR (°)

PÉRFIL DE ESTACIONAMIENTO 0+000 A 0+440



ESCALA 1:1750

INFORMACION DEL PROYECTO:
DISEÑO CARRETERA DE LA ALDEA MUELITAS BAJAS
HACIA FINCA MIELBA, MUNICIPIO DE AMARILU

INFORMACION DEL PLANO:
PLANTA DE CURVAS HORIZONTALES Y PERFIL DE CURVAS VERTICALES DE EST 0+00 A 0+440.

NO. DE PLANO: 2/12

ELABORADO POR: [Firma]

REVISADO POR: [Firma]

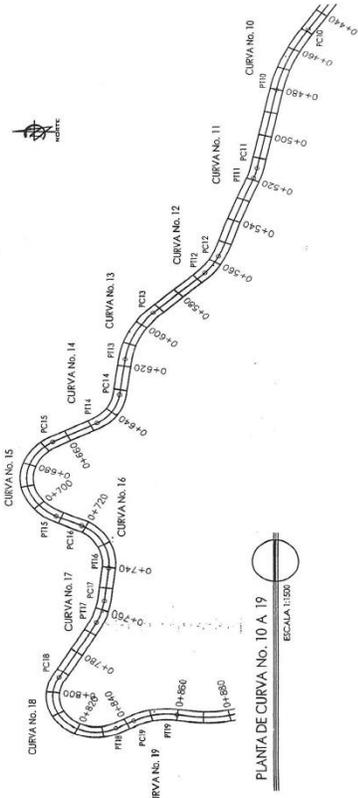
ESCALA: PLANTA 1:1500
PERFIL 1:1750

PROYECTO: [Firma]

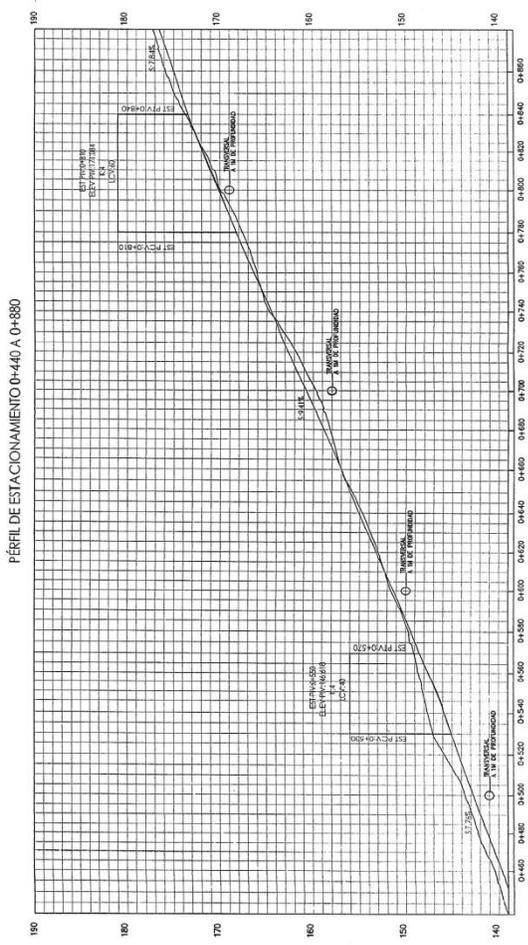
INSTITUCION: [Firma]

PROYECTO: [Firma]

No. de Curva	EST Principio de Curva	EST Fin de Curva	Longitud de Curva	Deflexión	Grado de Curvatura	Radio	Longitud de Tangente
10	0+442.79	0+479.75	36.96	21.72	13.8	217.91	21.72
11	0+479.75	0+520.00	40.25	23.12	15.2	203.36	23.12
12	0+520.00	0+565.03	45.03	25.44	13.4	186.10	25.44
13	0+565.03	0+617.02	51.99	27.14	12.2	171.32	27.14
14	0+617.02	0+672.70	55.68	28.18	11.2	158.85	28.18
15	0+672.70	0+731.28	58.58	28.58	10.4	148.12	28.58
16	0+731.28	0+792.71	61.43	28.64	9.8	138.84	28.64
17	0+792.71	0+855.32	62.61	27.74	10.5	132.37	27.74
18	0+855.32	0+920.00	64.68	26.81	11.2	126.71	26.81
19	0+920.00	0+986.04	66.04	25.81	12.0	121.64	25.81



SIMBOLOGIA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA HORIZONTAL
EST	ESTACION
ELEV	ELEVACION
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENCIA VERTICAL
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PVI	PONTO DE INTERSECCAO VERTICAL
S	POENTE (°)
K	PARAMETRO DE LA CURVA
Δ	DEFLEXAO ANGULAR (°)



INDICACION DE LAS CURVAS VERTICALES Y PERFL DE ESTACIONAMIENTO PARA LA OBRERA DE LA ALDEA VIEJAS DE LA RUA FRENTE A LA ESCUELA DE LA COMUNIDAD DE AMATELAN

INDICACION DEL P.V.C. 3/12

PLANTA DE CURVAS HORIZONIALES Y PERFL DE CURVAS VERTICALES DE EST 0+440 A 0+880.

ELABORADO POR: [Signature]

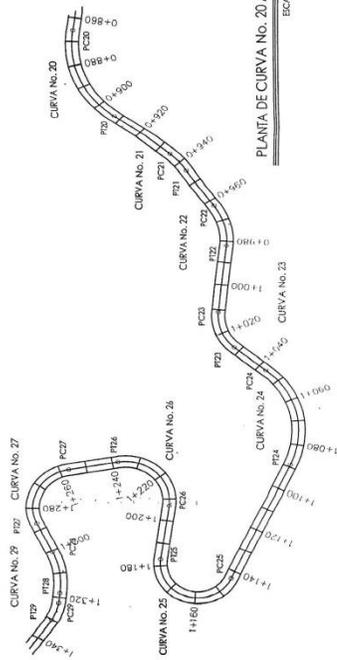
REVISADO POR: [Signature]

ESCALA PLANTA 1:1500
ESCALA PERFL 1:1750

PROYECTO DE OBRAS DE CONSTRUCCION DE LA OBRERA DE LA ALDEA VIEJAS DE LA RUA FRENTE A LA ESCUELA DE LA COMUNIDAD DE AMATELAN

PROYECTO DE OBRAS DE CONSTRUCCION DE LA OBRERA DE LA ALDEA VIEJAS DE LA RUA FRENTE A LA ESCUELA DE LA COMUNIDAD DE AMATELAN

PROYECTO DE OBRAS DE CONSTRUCCION DE LA OBRERA DE LA ALDEA VIEJAS DE LA RUA FRENTE A LA ESCUELA DE LA COMUNIDAD DE AMATELAN

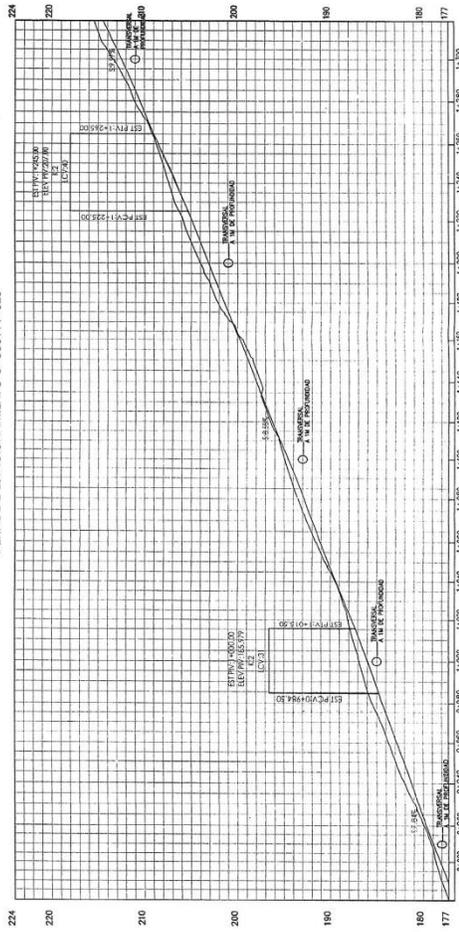


PLANTA DE CURVA No. 20 A 28
 ESCALA 1:1500

No. de Curva	EST. INICIAL de Curva	EST. FINAL de Curva	Radio	Grado de Curvatura	Longitud de Curva
20	0+880.31	0+907.44	40.025	28	271.13
21	0+907.44	0+953.53	27.50	35	460.09
22	0+953.53	1+022.56	17.105	47	668.03
23	1+022.56	1+092.01	15.830	50	696.45
24	1+092.01	1+161.54	16.530	48	696.53
25	1+161.54	1+231.07	16.530	48	696.53
26	1+231.07	1+300.60	16.530	48	696.53
27	1+300.60	1+370.13	16.530	48	696.53
28	1+370.13	1+439.66	16.530	48	696.53

SINBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA HORIZONTAL
EST	ESTACION
ELEV	ELEVACION
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENCIA VERTICAL
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PVI	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
S	PENDIENTE (%)
K	PARAMETRO DE LA CURVA
A	DEFLEXION ANGULAR (°)

PÉRFIL DE ESTACIONAMIENTO 0+880 A 1+320



ESCALA 1:1750

NO. ESTUDIO
4/12

PROYECTO DE INGENIERIA
 DISEÑO CARRETERA DE LA AUSEMELAS MAS
 HACIA PICA BELEN, MUNICIPIO DE AMABILAN

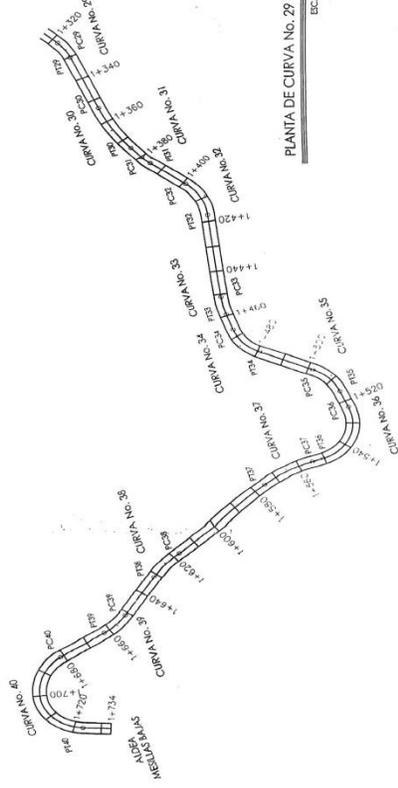
PROYECTO DE INGENIERIA
 PLANTA DE CURVAS HORIZONTALES Y PÉRFIL DE
 CURVAS VERTICALES DE EST 0+880 A EST 1+320.

ELABORADOR
 ING. JUAN CARLOS RIVERA

REVISOR
 ING. JUAN CARLOS RIVERA

APROBADO POR
 ING. JUAN CARLOS RIVERA

INSTITUCION DE INGENIERIA
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

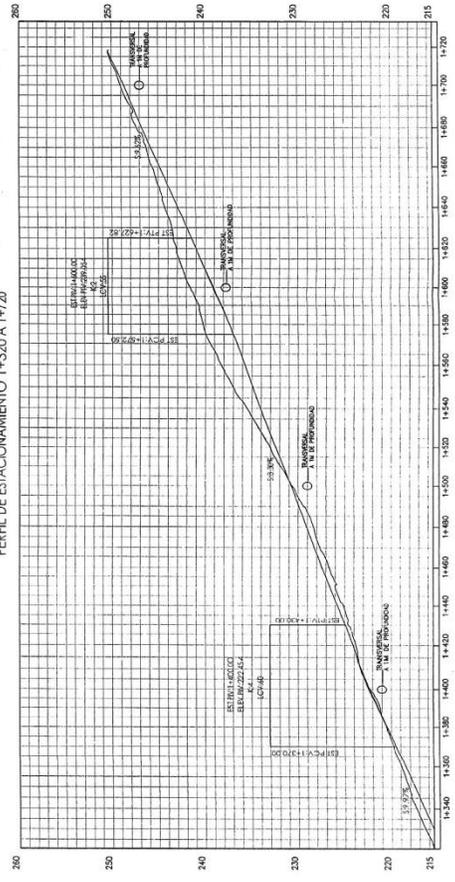


PLANTA DE CURVA NO. 29 A 40
 ESCALA 1:1000

No. Curva	Est. Principio de Curva	Est. Principio de Tangencia	Est. Estación	Radio	Grado de Curvatura	Deflexión	Longitud
29	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
30	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
31	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
32	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
33	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
34	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
35	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
36	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
37	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
38	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
39	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907
40	1+552.07	1+524.46	1+524.46	81.653	14	147°14'57"	7.907

SIMBOLOGÍA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENCIA HORIZONTAL
EST	ESTACIÓN
ELEV	ELEVACIÓN
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENCIA VERTICAL
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PVI	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
S	PENDIENTE (%)
K	PARAMETRO DE LA CURVA
A	DEFLEXION ANGULAR (°)

PÉRFIL DE ESTACIONAMIENTO 1+320 A 1+720
 ESCALA 1:1750



INSTITUCIÓN DE PROYECTOS
 DISEÑO CARRETERA DE LA ALDEA AMBULABAS
 HACIA FINCA BIEN, MUNICIPIO DE NATALÁN

PROYECTO: PLANTA DE CURVAS HORIZONTALES Y ELEVACIONES DE CURVAS VERTICALES DE EST 1+320 A EST 1+720.

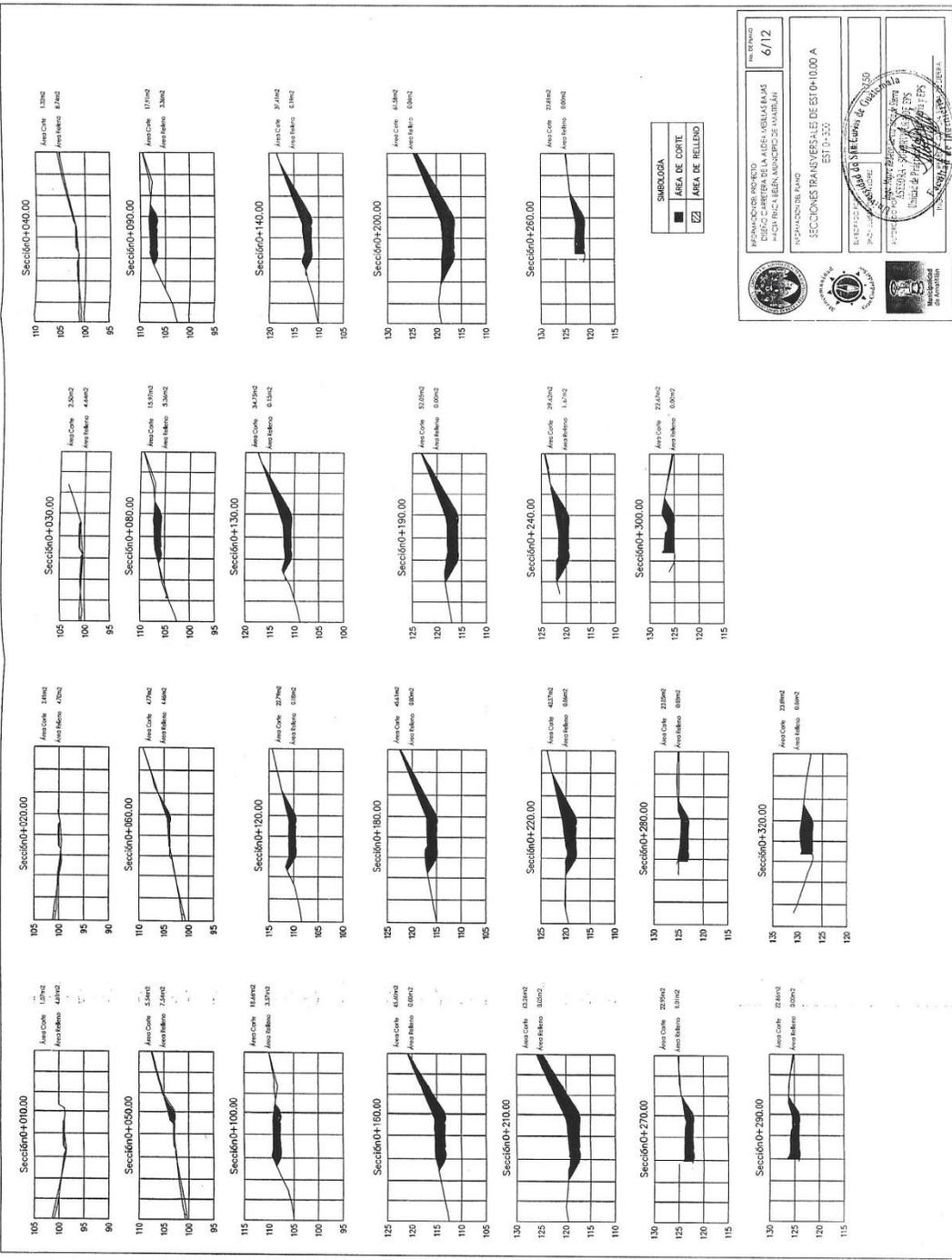
ELABORADO POR: [Firma]
 INGENIERO CIVIL

APROBADO POR: [Firma]
 INGENIERO CIVIL

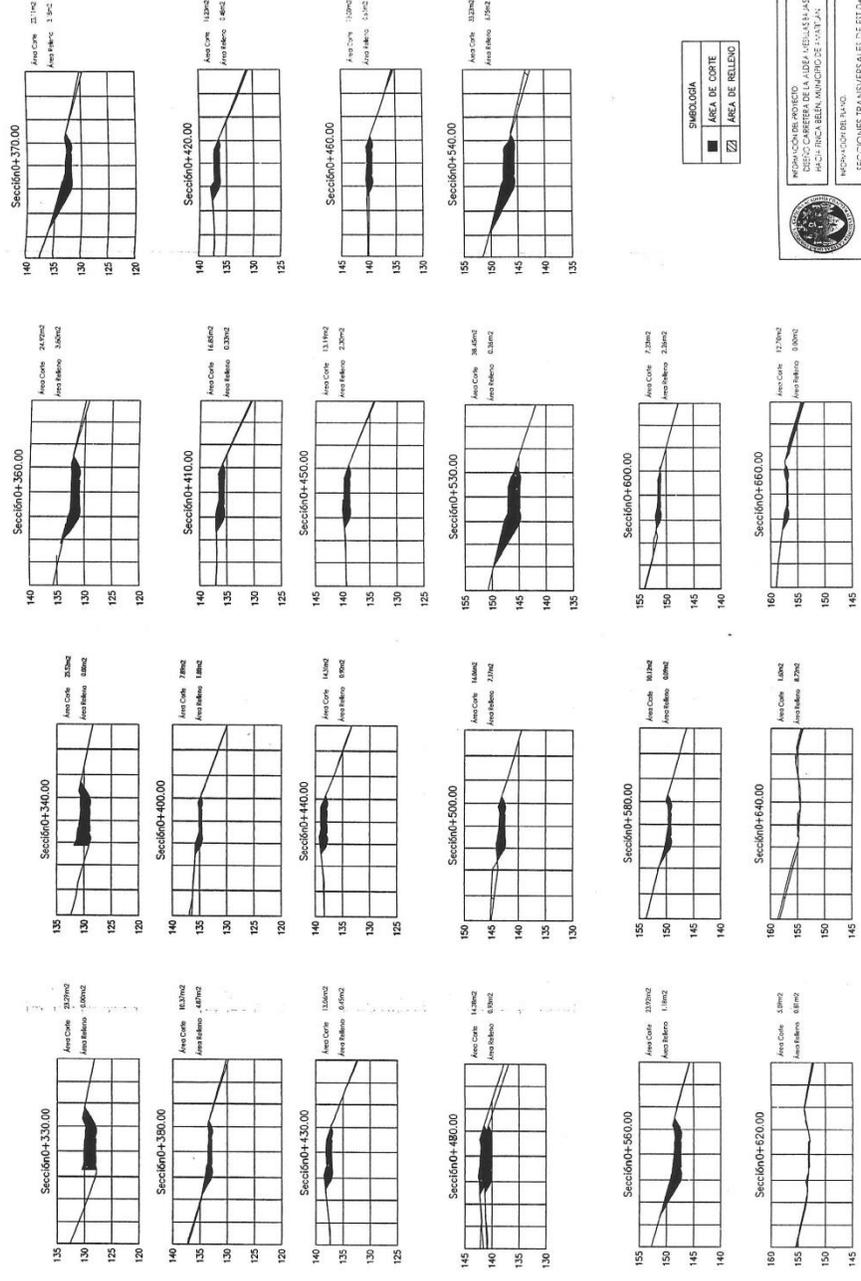
NO. OFICIO: 5/12

PLANTA 1:1500

INSTITUCIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL



No. SEÑALADO: 6/12
 FONDAZIONE PROYECTO: ANILAS AEROMARINAS
 MUNICIPIO: LA CAJON, MUNICIPIO DE SAN BLAS
 INGENIERO EN CARGO: [Firma]
 SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 0+10.00 A EST 0+330
 ESCALA: 1:100
 INGENIERO EN CARGO: [Firma]
 INGENIERO EN CARGO: [Firma]
 INGENIERO EN CARGO: [Firma]
 INGENIERO EN CARGO: [Firma]



INFORMACIÓN DEL PROYECTO:
 MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS BAÑOS
 DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA

NÚMERO DE PLANOS: 7/12

TÍTULO DEL PROYECTO:
 SECCIONES TRANSVERSALES DE ESTACIONES 370.00 A 620.00

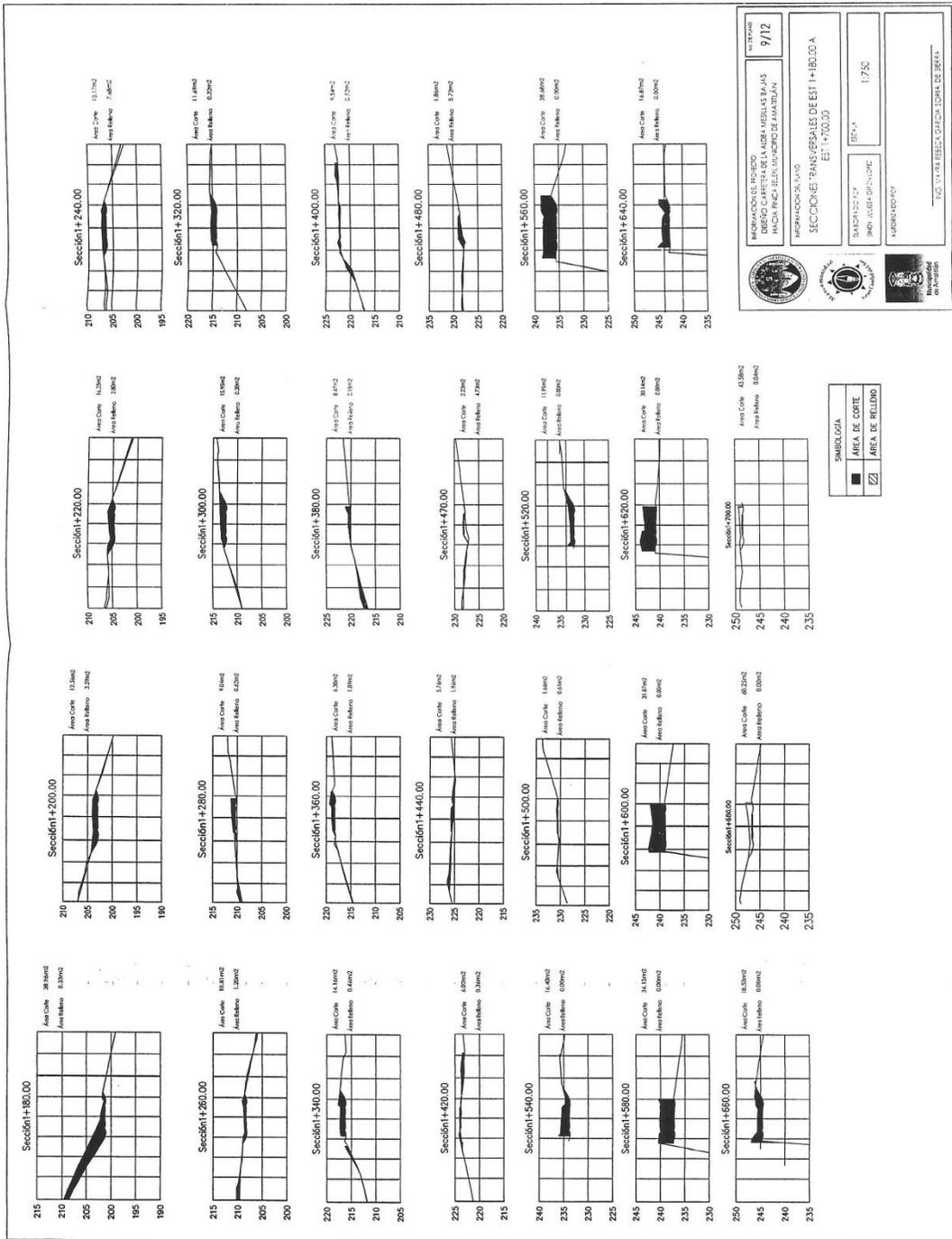
ESCALA: 1:500

FECHA DE ELABORACIÓN: 15/05/2018

ELABORADO POR: ASISDA - SUPERVISORES
 UNIDAD DE TRÁFICO Y SEÑALIZACIÓN

DISEÑADO POR: ASISDA - SUPERVISORES
 UNIDAD DE TRÁFICO Y SEÑALIZACIÓN

APROBADO POR: ASISDA - SUPERVISORES
 UNIDAD DE TRÁFICO Y SEÑALIZACIÓN



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL PAVIMENTO DE CONCRETO

SUB RASANTE

1. Por ser un subo Arena-fino se será compactado hasta alcanzar un 95% de compactación. Al ser compactado este cumplirá con las especificaciones de la ASTM D 1557 y en asentamiento.
2. El contenido de humedad óptimo debe ser 33.85%.

BASE

1. El espesor debe ser de 15cm luego de ser cobrado y compactado.
2. El material de la base debe ser de tipo I o II de acuerdo a la norma ASTM D 683.

JUNTAS

1. El espesor de las juntas debe ser de 3m.
2. En el centro de la sección se colocará la junta longitudinal, dividiendo en dos carriles el ancho de la vía.
3. El material para el sellado de las juntas no deberá ser absorbente ni reactivo.
4. Pieno o sellar las juntas de contracción, estas deben estar firmemente vacas con asfalto.
5. Las juntas deben de fundirse en un tiempo considerable luego de fundirse la base, no debe ser muy corto ni muy prolongado para evitar el resquebrajamiento de la base.
6. Las juntas de dilatación deben de colocarse a una distancia de 10m entre ellas, en las juntas transversales deben colocarse varillas de 632mm con longitud de 70cm y con un espaciamiento de 50cm entre cada una de ellas.

CONCRETO PARA LOSAS

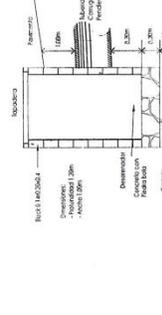
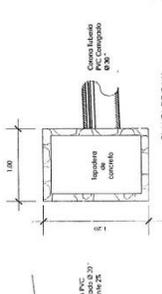
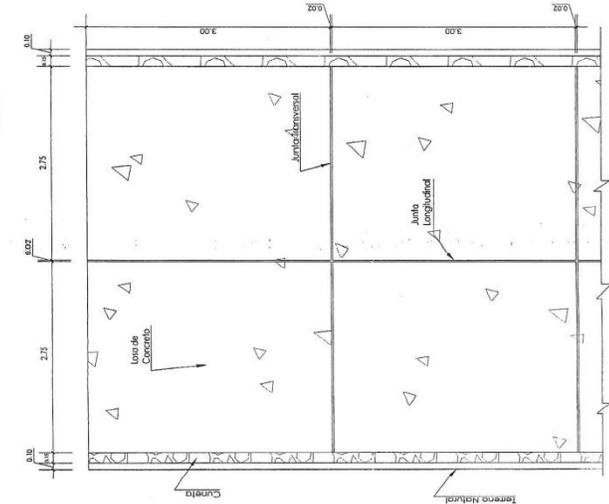
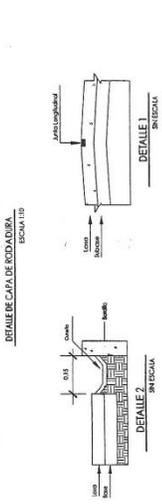
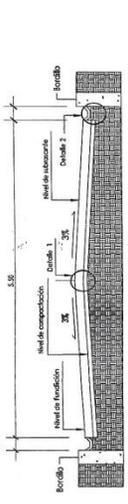
1. El concreto utilizado debe cumplir con la resistencia de 4 000 psi o 28 días después de ser fundido, con un módulo de ruptura de 42 kg/cm².
2. Los agregados deben cumplir con el control de calidad para proporcionar las propiedades físicas y químicas a la carpeta de rodadura.
3. El criterio del cantilante si usará asfalto en el concreto, siempre y cuando estas no alteren las propiedades de resistencia en el concreto.
4. La proporción del concreto deberá ser 1:2.4:1.33, en relación a un metro cúbico de concreto equiva a 10 bacos, 0.5m³ de arena y 0.52 galones de agua.
5. No se usarán aditivos, condiciones de temperatura ambiente debe ser superior a 10°C y la humedad debe ser superior a 65%.

LOSA DE CONCRETO

1. El ancho de la losa debe ser de 15cm.
2. Luego de colocar el concreto debe ser compactado con vibradores.
3. Las losas deberán llevar levantado para generar fricción y la forma del mismo queda a criterio del contratista.
4. El tiempo de curado mínimo deberá ser de 7 días después de la fundición.
5. Luego de fundidas las losas de base de aplicación asfalto.

NOTAS

- El ancho de la cobrada será de 3.50m y puede ser mayor en los lugares que lo permita para crear rampas de rebote y evita accidentes futuros.
- El bombeo de la cobrada debe ser de 3%.
- De acuerdo a las especificaciones técnicas para la Construcción de Carriles Ruedas, las carriles se harán bordillos.
- El ancho de la losa de concreto será de 15cm.
- El material de base será cobrado al bordillo, debe tener proporción mínima de 1:4. Las Dimensiones del bordillo serán de 0.20 x 0.14 x 0.50m, se colocará únicamente en área de relleno.



DETALLE DE DRENAJE TRANSVERSAL
ESCALA 1:20

PROYECTO: OBRAS DE MEJORA DE LA ALDEA RESILIAS BARRAS
MUNICIPIO: BELÉN, MUNICIPIO DE AMARILLO

NO. DE FOLIO: 10/12

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL
INGENIERO EN OBRAS DE CONCRETO

ESTADACIONES DE INICIO PLANTA Y PERÍMETRO DRENAJE: 1+10.00
ESTADACIONES DE FIN PLANTA Y PERÍMETRO DRENAJE: 1+10.00

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL
INGENIERO EN OBRAS DE CONCRETO

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL
INGENIERO EN OBRAS DE CONCRETO

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL
INGENIERO EN OBRAS DE CONCRETO

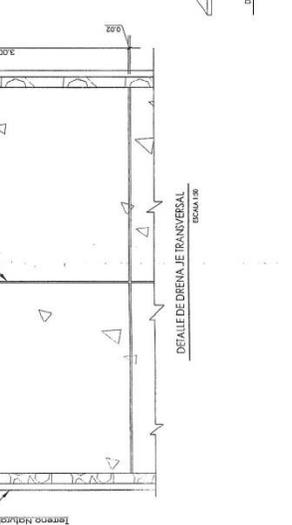
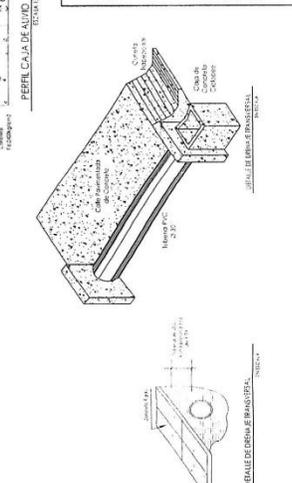


Tabla Total de Volumen			
Estado	Volumen Rubros	Volumen Corri	Vol Rubros Acumulado
0-00000000	0.00	0.00	0.00
0-00000001	1.00	1.00	1.00
0-00000002	2.00	2.00	3.00
0-00000003	3.00	3.00	6.00
0-00000004	4.00	4.00	10.00
0-00000005	5.00	5.00	15.00
0-00000006	6.00	6.00	21.00
0-00000007	7.00	7.00	28.00
0-00000008	8.00	8.00	36.00
0-00000009	9.00	9.00	45.00
0-00000010	10.00	10.00	55.00
0-00000011	11.00	11.00	66.00
0-00000012	12.00	12.00	78.00
0-00000013	13.00	13.00	91.00
0-00000014	14.00	14.00	105.00
0-00000015	15.00	15.00	120.00
0-00000016	16.00	16.00	136.00
0-00000017	17.00	17.00	153.00
0-00000018	18.00	18.00	171.00
0-00000019	19.00	19.00	190.00
0-00000020	20.00	20.00	210.00
0-00000021	21.00	21.00	231.00
0-00000022	22.00	22.00	253.00
0-00000023	23.00	23.00	276.00
0-00000024	24.00	24.00	300.00
0-00000025	25.00	25.00	325.00
0-00000026	26.00	26.00	351.00
0-00000027	27.00	27.00	378.00
0-00000028	28.00	28.00	406.00
0-00000029	29.00	29.00	435.00
0-00000030	30.00	30.00	465.00
0-00000031	31.00	31.00	496.00
0-00000032	32.00	32.00	528.00
0-00000033	33.00	33.00	561.00
0-00000034	34.00	34.00	595.00
0-00000035	35.00	35.00	630.00
0-00000036	36.00	36.00	666.00
0-00000037	37.00	37.00	703.00
0-00000038	38.00	38.00	741.00
0-00000039	39.00	39.00	780.00
0-00000040	40.00	40.00	820.00
0-00000041	41.00	41.00	861.00
0-00000042	42.00	42.00	903.00
0-00000043	43.00	43.00	946.00
0-00000044	44.00	44.00	990.00
0-00000045	45.00	45.00	1035.00
0-00000046	46.00	46.00	1081.00
0-00000047	47.00	47.00	1128.00
0-00000048	48.00	48.00	1176.00
0-00000049	49.00	49.00	1225.00
0-00000050	50.00	50.00	1275.00

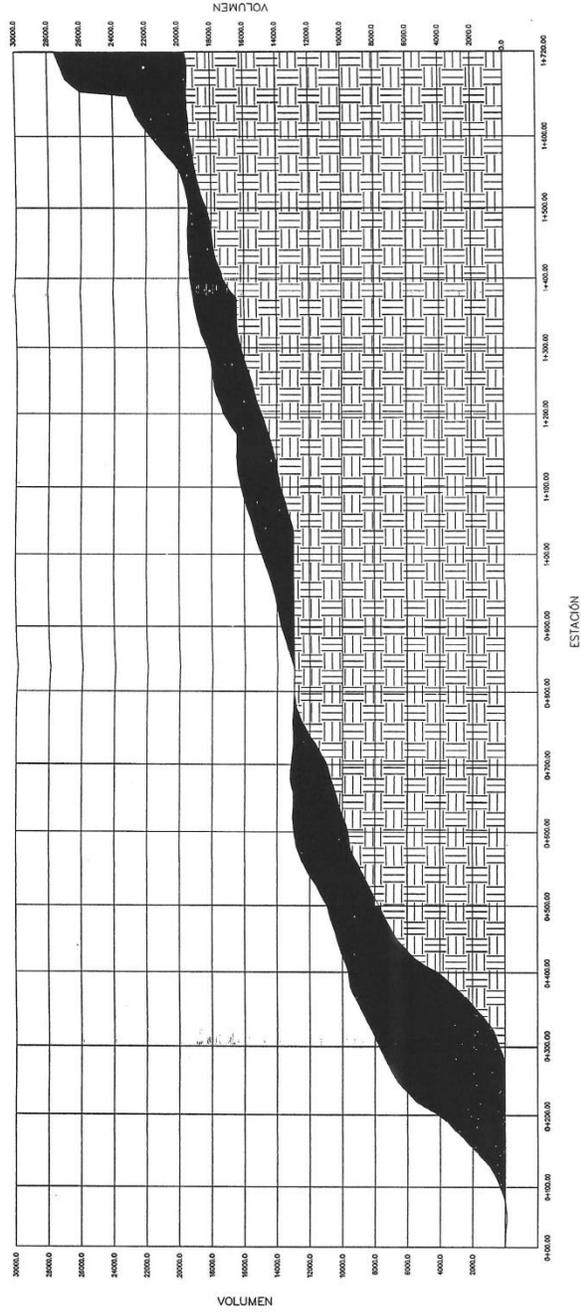
Tabla Total de Volumen			
Estado	Volumen Rubros	Volumen Corri	Vol Rubros Acumulado
0-00000051	51.00	51.00	1326.00
0-00000052	52.00	52.00	1378.00
0-00000053	53.00	53.00	1431.00
0-00000054	54.00	54.00	1485.00
0-00000055	55.00	55.00	1540.00
0-00000056	56.00	56.00	1596.00
0-00000057	57.00	57.00	1653.00
0-00000058	58.00	58.00	1711.00
0-00000059	59.00	59.00	1770.00
0-00000060	60.00	60.00	1830.00
0-00000061	61.00	61.00	1891.00
0-00000062	62.00	62.00	1953.00
0-00000063	63.00	63.00	2016.00
0-00000064	64.00	64.00	2080.00
0-00000065	65.00	65.00	2145.00
0-00000066	66.00	66.00	2211.00
0-00000067	67.00	67.00	2278.00
0-00000068	68.00	68.00	2346.00
0-00000069	69.00	69.00	2415.00
0-00000070	70.00	70.00	2485.00
0-00000071	71.00	71.00	2556.00
0-00000072	72.00	72.00	2628.00
0-00000073	73.00	73.00	2701.00
0-00000074	74.00	74.00	2775.00
0-00000075	75.00	75.00	2850.00
0-00000076	76.00	76.00	2926.00
0-00000077	77.00	77.00	3003.00
0-00000078	78.00	78.00	3081.00
0-00000079	79.00	79.00	3160.00
0-00000080	80.00	80.00	3240.00
0-00000081	81.00	81.00	3321.00
0-00000082	82.00	82.00	3403.00
0-00000083	83.00	83.00	3486.00
0-00000084	84.00	84.00	3570.00
0-00000085	85.00	85.00	3655.00
0-00000086	86.00	86.00	3741.00
0-00000087	87.00	87.00	3828.00
0-00000088	88.00	88.00	3916.00
0-00000089	89.00	89.00	4005.00
0-00000090	90.00	90.00	4095.00
0-00000091	91.00	91.00	4186.00
0-00000092	92.00	92.00	4278.00
0-00000093	93.00	93.00	4371.00
0-00000094	94.00	94.00	4465.00
0-00000095	95.00	95.00	4560.00
0-00000096	96.00	96.00	4656.00
0-00000097	97.00	97.00	4753.00
0-00000098	98.00	98.00	4851.00
0-00000099	99.00	99.00	4950.00
0-00000100	100.00	100.00	5050.00

Tabla Total de Volumen			
Estado	Volumen Rubros	Volumen Corri	Vol Rubros Acumulado
0-00000101	101.00	101.00	5151.00
0-00000102	102.00	102.00	5253.00
0-00000103	103.00	103.00	5356.00
0-00000104	104.00	104.00	5460.00
0-00000105	105.00	105.00	5565.00
0-00000106	106.00	106.00	5671.00
0-00000107	107.00	107.00	5778.00
0-00000108	108.00	108.00	5886.00
0-00000109	109.00	109.00	5995.00
0-00000110	110.00	110.00	6105.00
0-00000111	111.00	111.00	6216.00
0-00000112	112.00	112.00	6328.00
0-00000113	113.00	113.00	6441.00
0-00000114	114.00	114.00	6555.00
0-00000115	115.00	115.00	6670.00
0-00000116	116.00	116.00	6786.00
0-00000117	117.00	117.00	6903.00
0-00000118	118.00	118.00	7021.00
0-00000119	119.00	119.00	7140.00
0-00000120	120.00	120.00	7260.00
0-00000121	121.00	121.00	7381.00
0-00000122	122.00	122.00	7503.00
0-00000123	123.00	123.00	7626.00
0-00000124	124.00	124.00	7750.00
0-00000125	125.00	125.00	7875.00
0-00000126	126.00	126.00	8001.00
0-00000127	127.00	127.00	8128.00
0-00000128	128.00	128.00	8256.00
0-00000129	129.00	129.00	8385.00
0-00000130	130.00	130.00	8515.00
0-00000131	131.00	131.00	8646.00
0-00000132	132.00	132.00	8778.00
0-00000133	133.00	133.00	8911.00
0-00000134	134.00	134.00	9045.00
0-00000135	135.00	135.00	9180.00
0-00000136	136.00	136.00	9316.00
0-00000137	137.00	137.00	9453.00
0-00000138	138.00	138.00	9591.00
0-00000139	139.00	139.00	9730.00
0-00000140	140.00	140.00	9870.00
0-00000141	141.00	141.00	10011.00
0-00000142	142.00	142.00	10153.00
0-00000143	143.00	143.00	10296.00
0-00000144	144.00	144.00	10440.00
0-00000145	145.00	145.00	10585.00
0-00000146	146.00	146.00	10731.00
0-00000147	147.00	147.00	10878.00
0-00000148	148.00	148.00	11026.00
0-00000149	149.00	149.00	11175.00
0-00000150	150.00	150.00	11325.00

Tabla Total de Volumen			
Estado	Volumen Rubros	Volumen Corri	Vol Rubros Acumulado
0-00000151	151.00	151.00	11476.00
0-00000152	152.00	152.00	11628.00
0-00000153	153.00	153.00	11781.00
0-00000154	154.00	154.00	11935.00
0-00000155	155.00	155.00	12090.00
0-00000156	156.00	156.00	12246.00
0-00000157	157.00	157.00	12403.00
0-00000158	158.00	158.00	12561.00
0-00000159	159.00	159.00	12720.00
0-00000160	160.00	160.00	12880.00
0-00000161	161.00	161.00	13041.00
0-00000162	162.00	162.00	13203.00
0-00000163	163.00	163.00	13366.00
0-00000164	164.00	164.00	13530.00
0-00000165	165.00	165.00	13695.00
0-00000166	166.00	166.00	13861.00
0-00000167	167.00	167.00	14028.00
0-00000168	168.00	168.00	14196.00
0-00000169	169.00	169.00	14365.00
0-00000170	170.00	170.00	14535.00
0-00000171	171.00	171.00	14706.00
0-00000172	172.00	172.00	14878.00
0-00000173	173.00	173.00	15051.00
0-00000174	174.00	174.00	15225.00
0-00000175	175.00	175.00	15400.00
0-00000176	176.00	176.00	15576.00
0-00000177	177.00	177.00	15753.00
0-00000178	178.00	178.00	15931.00
0-00000179	179.00	179.00	16110.00
0-00000180	180.00	180.00	16290.00
0-00000181	181.00	181.00	16471.00
0-00000182	182.00	182.00	16653.00
0-00000183	183.00	183.00	16836.00
0-00000184	184.00	184.00	17020.00
0-00000185	185.00	185.00	17205.00
0-00000186	186.00	186.00	17391.00
0-00000187	187.00	187.00	17578.00
0-00000188	188.00	188.00	17766.00
0-00000189	189.00	189.00	17955.00
0-00000190	190.00	190.00	18145.00
0-00000191	191.00	191.00	18336.00
0-00000192	192.00	192.00	18528.00
0-00000193	193.00	193.00	18721.00
0-00000194	194.00	194.00	18915.00
0-00000195	195.00	195.00	19110.00
0-00000196	196.00	196.00	19306.00
0-00000197	197.00	197.00	19503.00
0-00000198	198.00	198.00	19701.00
0-00000199	199.00	199.00	19900.00
0-00000200	200.00	200.00	20100.00

Tabla Total de Volumen			
Estado	Volumen Rubros	Volumen Corri	Vol Rubros Acumulado
0-00000201	201.00	201.00	20301.00
0-00000202	202.00	202.00	20503.00
0-00000203	203.00	203.00	20706.00
0-00000204	204.00	204.00	20910.00
0-00000205	205.00	205.00	21115.00
0-00000206	206.00	206.00	21321.00
0-00000207	207.00	207.00	21528.00
0-00000208	208.00	208.00	21736.00
0-00000209	209.00	209.00	21945.00
0-00000210	210.00	210.00	22155.00
0-00000211	211.00	211.00	22366.00
0-00000212	212.00	212.00	22578.00
0-00000213	213.00	213.00	22791.00
0-00000214	214.00	214.00	23005.00
0-00000215	215.00	215.00	23220.00
0-00000216	216.00	216.00	23436.00
0-00000217	217.00	217.00	23653.00
0-00000218	218.00	218.00	23871.00
0-00000219	219.00	219.00	24090.00
0-00000220	220.00	220.00	24310.00
0-00000221	221.00	221.00	24531.00

DIAGRAMA DE MASAS



	INFORMACIÓN DEL PROYECTO: DISEÑO CARRETERA DE LA ALDEA MISILAS BAJAS MUNICIPIO DE ASUNCIÓN INFORMACIÓN DEL PLANO: ESCALA: 1:5000 FECHA:	NO. DE PLANO: 12/12
	INFORMACIÓN DEL PROYECTO: DISEÑO CARRETERA DE LA ALDEA MISILAS BAJAS MUNICIPIO DE ASUNCIÓN INFORMACIÓN DEL PLANO: ESCALA: 1:5000 FECHA:	NO. DE PLANO: 12/12
	INFORMACIÓN DEL PROYECTO: DISEÑO CARRETERA DE LA ALDEA MISILAS BAJAS MUNICIPIO DE ASUNCIÓN INFORMACIÓN DEL PLANO: ESCALA: 1:5000 FECHA:	NO. DE PLANO: 12/12

SIMBOLOGÍA	
	ÁREA DE RELLENO
	ÁREA DE CORTE



ING. VICTOR MORALES GARCÍA, JORJA DE SERVICIO