



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA
FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA
LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Joel Marino Ramírez Gonzales

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, agosto de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA
FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA
LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOEL MARINO RAMÍREZ GONZALES

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfaro Velíz
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA
FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA
LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 9 de noviembre de 2011.



Joel Marino Ramírez Gonzales



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
23 de octubre de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Joel Marino Ramírez Gonzales, con Carnet No. 200320578, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala, 16 de Julio de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA FASE Y PAVIMENTACION DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA" desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Joel Marino Ramírez Gonzales con carné 200320578, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 TRANSPORTES
 USAC

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

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 21 de julio de 2014
Ref.EPS.DOC.796.07.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

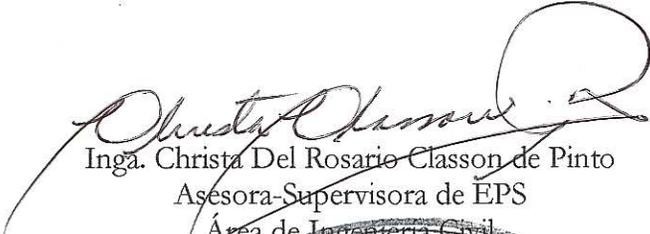
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Joel Marino Ramírez Gonzales** con carné No. **200320578**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

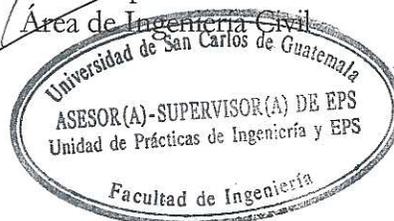
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CCdP/ra



Guatemala, 25 de julio de 2014
Ref.EPS.D.383.07.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Joel Marino Ramírez Gonzales, carné 200320578**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Joel Marino Ramírez González, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PRIMERA FASE Y PAVIMENTACIÓN DE QUINTA Y SEXTA AVENIDA, EN COLONIA LINDA VISTA, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Joel Marino Ramírez Gonzales** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympo Paiz Reginos
Decano



Guatemala, agosto de 2014

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por concederme sabiduría, paciencia y permitir rodearme de personas tan maravillosas en mi vida.
Mis padres	Marino Ramírez y Amalia Gonzales de Ramírez, por brindarme claridad y objetividad a mi vida, el sustento económico, moral y espiritual.
Mis hermanas	Adeli Rosibel y Mildred Amelia Ramírez Gonzales, por el gran respaldo motivacional imprescindible y amor fraternal.
Mis abuelas (q.e.p.d.) y familia en general	Excelente sentimiento que siento por ambas familias.
Mis padrinos	Msc. Ing. Orlando Herrarte Carranza, Ing. Obdulio Boanerges Cotuc.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser parte de mi recorrido estudiantil para lograr ser profesional.
Facultad de Ingeniería	Por ser la fuente de conocimientos dignos de poder adquirir.
Mis amigos de la Facultad	Por las grandes experiencias universitarias.
Inga. Christa Classon de Pinto	Por la colaboración y paciencia en toda la elaboración de este trabajo.
Municipalidad de Villa Nueva	Por permitirme ser parte en la institución para mi formación técnica y práctica.
Ing. Obdulio Boanerges Cotuc	Por la excelente cooperación e intervención para generar los medios administrativos y técnicos necesarios, durante el desarrollo del presente trabajo.
Mis compañeros	Por el verdadero apoyo hacia este proyecto y compartir momentos extraordinarios en la Municipalidad de Villa Nueva, Ing. Sergio Gaitán, Ing. Julio González, Ibor Rivera, Tzulma Morales, Mauricio González y Wagner Paredes.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. INVESTIGACIÓN	1
1.1. Generalidades del lugar.....	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Aspectos físicos.....	2
1.2.1. Localización y ubicación	3
1.2.2. Extensión y colindancias	3
1.2.3. Población.....	4
1.2.4. Clima	5
1.2.5. Hidrología	6
1.2.6. Geología	6
1.3. Aspectos de infraestructura	7
1.3.1. Vías de acceso	8
1.3.2. Servicios públicos	8
1.3.2.1. Educación.....	8
1.3.2.2. Salud	9
1.3.2.3. Agua potable.....	9
1.3.2.4. Drenajes	10
1.3.2.5. Energía eléctrica.....	10

1.4.	Aspectos socioeconómicos	11
1.4.1.	Orígenes.....	11
1.4.2.	Idioma, religión, costumbres.....	11
1.4.3.	Actividad económica	12
1.4.4.	Comercio	13
1.4.5.	Turismo	13
1.5.	Principales necesidades.....	14
1.5.1.	Descripción de las necesidades	14
1.5.2.	Priorización de las necesidades	14
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	17
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario primera fase.....	17
2.1.1.	Características	17
2.1.1.1.	Descripción de fases disponibles	17
2.1.1.2.	Descripción del proyecto	18
2.1.1.3.	Población a servir.....	19
2.1.1.4.	Descripción del sistema de agua potable.....	20
2.1.1.5.	Estudio topográfico del lugar	20
2.1.2.	Componentes de un sistema de alcantarillado.....	21
2.1.2.1.	Tuberías	21
2.1.2.2.	Pozos de visita	21
2.1.3.	Levantamiento topográfico	22
2.1.3.1.	Planimetría	22
2.1.3.2.	Altimetría	23
2.1.3.3.	Libreta topográfica.....	23
2.1.4.	Determinación de caudales	24
2.1.4.1.	Caudal sanitario	24
2.1.4.2.	Caudal domiciliar.....	24

2.1.4.3.	Caudal comercial	25
2.1.4.4.	Caudal industrial	25
2.1.4.5.	Caudal por conexiones ilícitas	26
2.1.4.6.	Caudal por infiltración	27
2.1.4.7.	Caudal medio.....	27
2.1.4.8.	Factor de caudal medio	27
2.1.4.9.	Factor de flujo instantáneo o de Harmond.....	28
2.1.4.10.	Caudal de diseño	28
2.1.5.	Variables hidráulicas.....	29
2.1.5.1.	Velocidades	29
2.1.5.2.	Pendientes.....	29
2.1.5.3.	Diámetros	30
2.1.6.	Profundidades de zanjas	30
2.1.6.1.	Profundidad mínima.....	30
2.1.6.2.	Profundidad máxima.....	30
2.1.7.	Obras accesorias.....	31
2.1.7.1.	Pozos de visita.....	32
2.1.7.2.	Estructuras de caída	32
2.1.7.3.	Conexiones domiciliarias.....	33
2.1.8.	Fundamentos hidráulicos.....	34
2.1.8.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	34
2.1.8.2.	Relaciones de diámetro y caudales	35
2.1.8.3.	Relaciones hidráulicas.....	38
2.1.9.	Parámetros de diseño hidráulico	38
2.1.9.1.	Coeficiente de rugosidad	38
2.1.9.2.	Período de diseño.....	38
2.1.9.3.	Población de diseño	39

	2.1.9.4.	Dotación de agua potable.....	40
	2.1.9.5.	Factor de retorno al sistema.....	40
	2.1.9.6.	Cotas Invert.....	40
	2.1.9.7.	Cálculo hidráulico.....	41
2.1.10.		Ejemplo de diseño de un tramo.....	42
2.1.11.		Propuesta de tratamiento.....	54
	2.1.11.1.	Diseño de fosas sépticas.....	54
	2.1.11.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	55
2.1.12.		Recomendaciones de construcción y operación.....	56
	2.1.12.1.	Excavación de zanja.....	57
	2.1.12.2.	Plantilla o cama.....	59
	2.1.12.3.	Instalación de tubería.....	59
	2.1.12.4.	Relleno de zanja.....	60
	2.1.12.5.	Pruebas de campo en líneas de alcantarillado con tubería flexible.....	61
	2.1.12.6.	Mantenimiento preventivo y correctivo.....	62
2.1.13.		Elaboración de presupuesto.....	62
2.1.14.		Evaluación socioeconómica.....	64
	2.1.14.1.	Valor Presente Neto.....	64
	2.1.14.2.	Tasa Interna de Retorno.....	65
2.1.15.		Evaluación de Impacto Ambiental Inicial.....	68
2.2.		Pavimentación de quinta y sexta avenida en colonia Linda Vista.....	73
	2.2.1.	Descripción del proyecto.....	73
	2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	74
	2.2.2.1.	Planimetría.....	74
	2.2.2.2.	Altimetría.....	75

2.2.3.	Estudio de suelos	76
2.2.3.1.	Límites de Atterberg	76
2.2.3.2.	Análisis granulométrico.....	78
2.2.3.3.	Compactación (Proctor).....	80
2.2.3.4.	Razón Soporte California (CBR).....	81
2.2.4.	Pavimento rígido	83
2.2.4.1.	Características generales	83
2.2.4.2.	Clasificación.....	84
2.2.4.3.	Elementos estructurales	84
2.2.4.3.1.	Subrasante	85
2.2.4.3.2.	Subbase	85
2.2.4.3.3.	Base	87
2.2.4.3.4.	Capa de rodadura.....	90
2.2.4.4.	Materiales, equipo y herramientas.....	91
2.2.4.5.	Método de diseño	95
2.2.4.5.1.	Método de PCA	95
2.2.4.6.	Diseño de mezcla	107
2.2.4.7.	Diseño de juntas	111
2.2.4.8.	Drenaje	115
2.2.5.	Especificaciones técnicas y de mantenimiento.....	118
2.2.6.	Formulario Evaluación de Impacto Ambiental Inicial	119
2.2.7.	Presupuesto del proyecto	123
2.2.7.1.	Integración de precios unitarios.....	123
2.2.7.2.	Resumen de presupuesto.....	131
2.2.8.	Cronograma de ejecución física y financiera	132
2.2.9.	Evaluación socioeconómico.....	133
2.2.9.1.	Valor Presente Neto	133
2.2.9.2.	Tasa Interna de Retorno.....	133

CONCLUSIONES.....	137
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA.....	141
APÉNDICES.....	143
ANEXOS.....	237

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de Villa Nueva	15
2.	Mapa de colonia Linda Vista	16
3.	Propiedades hidráulicas de la sección circular tubo parcial y totalmente lleno	37
4.	Esquema relleno de zanja	61
5.	Compactador de rodillo	93
6.	Camión de volteo	94
7.	Motoniveladora	94
8.	Camión concreto premezclado	95
9.	Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte	100
10.	Separación de juntas transversales	114
11.	Sección propuesta de cuneta	117

TABLAS

I.	Población actual	4
II.	Material madre y características de los perfiles de las series de suelos encontradas	7
III.	Hogares con servicio de agua entubada en porcentaje	9
IV.	Hogares tipo drenaje en porcentaje	13
V.	Profundidad de zanja	31
VI.	Tipos de estructuras de caída	32

VII.	Diámetro pozos en función de altura	33
VIII.	Período de diseño (años)	39
IX.	Variables hidráulicas	42
X.	Ancho de zanja.....	58
XI.	Elaboración de presupuesto alcantarillado sanitario	63
XII.	Valor Presente Neto alcantarillado sanitario.....	66
XIII.	Tasa Interna de Retorno alcantarillado sanitario	67
XIV.	Información general de alcantarillado sanitario	69
XV.	Proyección de uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otros, de alcantarillado sanitario.....	69
XVI.	Impactos ambientales de alcantarillado sanitario	70
XVII.	Efectos y riesgos derivados de la actividad de alcantarillado sanitario.....	72
XVIII.	Clasificación general valor soporte CBR	83
XIX.	Tipos de graduación para material de subbase o base granular	89
XX.	Categorías de tránsito en función de cargas por eje	98
XXI.	Tipos de suelos de la subrasante y valores aproximados de k.....	99
XXII.	Valores de k para diseño sobre bases granulares (PCA).....	101
XXIII.	Valores de k para diseño sobre bases de suelo cemento (PCA)..	101
XXIV.	Porcentaje anual de crecimiento del tráfico y factores de proyección correspondientes.....	102
XXV.	TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimento con juntas de trave por agregado (no necesita dovelas).....	103
XXVI.	Cuadro de resultados estudios de suelos.....	104
XXVII.	Determinación de estructura y asentamiento	108
XXVIII.	Asentamiento de concreto	108
XXIX.	Relación agua cemento	109
XXX.	Porcentaje de agregado	109
XXXI.	Diseño de mezcla	111

XXXII.	Información general de pavimento rígido	119
XXXIII.	Proyección de uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otros, de pavimento rígido	119
XXXIV.	Impactos ambientales de pavimento rígido.....	120
XXXV.	Efectos y riesgos derivados de la actividad de pavimento rígido .	122
XXXVI.	Hojas unitarias	124
XXXVII.	Costo del proyecto en general	131
XXXVIII.	Cronograma de ejecución física y financiera	132
XXXIX.	Cálculo de Valor Presente Neto.....	134
XL.	Tasa Interna de Retorno	135

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
d	Altura del tirante de agua en la alcantarilla
a	Área de la tubería (en caso a/A)
a	Área que ocupa el tirante de agua en la drenaje.
A	Área
q	Caudal de diseño
Q	Caudal a sección llena de la tubería
n	Coefficiente de rugosidad
Dist	Distancia
D	Diámetro de la tubería
Est	Estación
FH	Factor de Harmond
Hab	Habitantes
km	Kilómetro (s)
L/Hab/día	Litros por habitante por día
Min	Mínima
Max	Máxima
PVC	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
m	Metro (s)
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros por segundo (velocidad)
S	Pendiente
S %	Pendiente en porcentaje

PO	Punto observado
%	Por ciento
P_f	Población futura
P_o	Población inicial
PV	Pozo de visita
v/V	Relación de velocidades
d/D	Relación de diámetros
a/A	Relación de alturas
q/Q	Relación de caudales
Rh	Radio hidráulico
r	Tasa de crecimiento de la población
v	Velocidad del flujo en la alcantarilla
V	Velocidad del flujo a sección llena

GLOSARIO

Aguas negras	El agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
Aguas servidas	Sinónimo de aguas negras.
Anaeróbico	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
Área tributaria	Superficie que drena hacia un punto determinado.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, el rango va desde 0 a 360 grados.
Bordillos	Son las estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera, y que sirve para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.
Carretera	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.
Compactación	Es la técnica por la cual los materiales aumentan la resistencia y disminuyen la compresibilidad.

Conexión domiciliar	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras.
Componentes	Parte discreta del sistema capaz de operar independientemente, pero diseñado, construido y operado como parte integral del sistema. Ejemplos de componentes individuales son los pozos de visita, las conexiones domiciliarias, el colector, etc.
Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado.
Descarga	Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, sean crudas o tratadas.
Desfogar	Salida del agua desechada en un punto determinado.
Dotación	Volumen de agua que se utiliza en un mes en una vivienda, establecido por la municipalidad.
EIA	Estudio Impacto Ambiental
INFOM	Instituto de Fomento Municipal

Infraestructura	Conjunto de las obras de una construcción.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Monografía	Breve descripción de las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Nivelación	Término general que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos altimétricos por medio de los cuales se determinan elevaciones o niveles de puntos determinados.
Período de diseño	Período durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Permeabilidad	Propiedad que tienen los suelos de dejar pasar el agua a través de los poros.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tuberías, para iniciar un tramo de drenaje y para limpieza de las tuberías.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.

Topografía

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

RESUMEN

Como trabajo de graduación se presenta el Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pavimento rígido de quinta y sexta avenida de la colonia Linda Vista, Villa Nueva. Se implementan dos proyectos con el fin de mostrar distintas aplicaciones de ingeniería civil.

Para el primer capítulo se desarrolló la fase de investigación, que constituye la caracterización de la colonia perteneciente al municipio de Villa Nueva, para dar información como, historia, población, educación, economía y comercio, infraestructura, aspectos cultura y social, entre otros.

Como segundo capítulo se determinó la fase de Servicio Técnico Profesional, que tiene como principal énfasis establecer puntos que intervienen en el desarrollo de estos proyectos, como la topografía, estudios de suelos como parte de proyectos de pavimentación, factores que intervienen en el dimensionamiento de losas de concreto en pavimentos y la descripción del método simplificado de la PCA, aspectos técnicos y demográficos para diseño del alcantarillado sanitario, utilizando específicamente las normas y métodos de diseño para la realización de estos proyectos.

Asimismo, la información detallada del presupuesto y cuadro de resumen de las cantidades de trabajo en los proyectos. Como resultado final se adquiere el conjunto de expedientes técnicos como proyectos de infraestructura que integran el apéndice al término de este documento.

OBJETIVOS

General

Diseñar la primera fase del sistema de alcantarillado sanitario y pavimentación de quinta y sexta avenida, ambos proyectos en la colonia Linda Vista, Villa Nueva, Guatemala

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Villa Nueva, Guatemala.
2. Capacitación al Consejo Comunitario de Desarrollo, orientación a miembros de la Dirección Municipal de Planificación y Dirección de Infraestructura, sobre lo referente al desarrollo e implementación del sistema de alcantarillado sanitario y la pavimentación, para la colonia Linda Vista, Villa Nueva, Guatemala.
3. Entregar a la autoridad municipal el expediente que contenga la formulación de cada proyecto e incorporarlo dentro del plan operativo anual.

INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) permite poner en práctica toda la base investigativa ante los diferentes problemas y necesidades que se presentan en las comunidades, contribuyendo así, en el desarrollo social de municipios de la República de Guatemala, proporcionando aspectos técnicos de ingeniería, durante la planificación, diseño y supervisión de obras civiles, con el fin de lograr proyectos de infraestructura que permitan el desarrollo de cada comunidad.

En previo estudio realizado se ha identificado la necesidad de proyectos eminentemente importantes para seguir con el desarrollo del municipio de Villa Nueva, asimismo, coincidiendo con las autoridades municipales en que es necesaria la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario en la colonia Linda Vista, zona cuatro, la cual se encuentra a cuatro kilómetros del centro de Villa Nueva, utilizando la misma temática de investigación y se encontró la necesidad de proporcionar la pavimentación rígida en la quinta y sexta avenida de la misma colonia. La planificación de cada proyecto se pone en consideración debido a que durante años los vecinos lo han solicitado.

Para la elaboración de cada proyecto se aportó una solución técnica para resolver cada problemática, adoptando antecedentes del municipio, utilizando los criterios de diseño, especificaciones y códigos que rigen en el medio, esto con el fin de proporcionar un proyecto de infraestructura económico y adecuado.

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Generalidades del lugar

La presente investigación está circunscrita al estudio monográfico e histórico del Municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, en cuanto a la caracterización física y geográfica, principales indicadores culturales, sociales y económicos ambientales que han enmarcado el desarrollo del municipio en cuanto a la configuración física espacial e histórica.

1.1.1. Antecedentes históricos

Villa Nueva es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala, surge como un poblado en el período Hispánico, por decreto de la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre de 1839, cuando se formó el distrito de Amatitlán, en cuyo artículo 1º se mencionó a Villa Nueva.

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

Conforme a documentos del siglo XVIII, el 9 de octubre de 1762 en la primitiva Petapa y debido a fuertes lluvias, bajó un torrente de un cerro cercano a la población. Convenido el traslado, la población se movió hacia el noroeste, sobre las lomas de la cordillera, donde se fundó con el nombre Nuestra Señora de la Concepción de las Mesas, en terrenos que fueron de don Tomás de

Barillas, tierras que poseía y cedió Blas de Rivera. Con el transcurso de los años, el poblado cambió de nombre a Villa Nueva.

Para lo referente al poblado antiguo, Petapa, el decreto de la Asamblea Nacional Constituyente del 4 de noviembre de 1825, citado por Manuel Pineda Mont en la Recopilación de Leyes como ley 5a, dividió el territorio del Estado de Guatemala en 7 departamentos. Perteneciente a los departamentos de Guatemala y Escuintla, se mencionó a la Villa Nueva de Petapa. En la división territorial del Estado de Guatemala para la administración de justicia por el sistema de jurados, según Decreto del 27 de agosto 1836 citado también por Pineda Mont se mencionó a Villa Nueva dentro del circuito sur de Guatemala.

El municipio de Villa Nueva fue fundado el 17 de abril de 1763 y en la actualidad cuenta con una villa como cabecera: Villa Nueva, y distribuida así: 17 villas (incluyendo la cabecera), 70 colonias, 3 aldeas, 6 caseríos, 9 asentamientos, 3 lotificaciones, 2 parajes, 5 fincas, 3 granjas. 1 parcelamiento y una labor.

Linda Vista es integrante de las 70 colonias del municipio, de las cuales es de mayor antigüedad en Villa Nueva, ubicado al sur de la cabecera municipal.

1.2. Aspectos físicos

Describe los principales indicadores físicos, así como la recopilación de datos históricos en el municipio de Villa Nueva, relacionado junto a la colonia Linda Vista.

1.2.1. Localización y ubicación

Villa Nueva es uno de los 17 municipios que conforman el departamento de Guatemala. Se encuentra en la parte sur del mismo y colinda con la ciudad capital de Guatemala.

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

La colonia Linda Vista está ubicada en la zona cuatro de Villa Nueva, es parte de la distribución urbanística del municipio, por el nombre, considerada por la preciosa vista que tiene hacia los alrededores.

1.2.2. Extensión y colindancias

En lugar destinado para los proyectos tiene una extensión es 221 kilómetros cuadrados de área en total y se encuentra en la cúspide de la zona cuatro Villa Nueva.

Límites municipales:

- Norte: limita con residenciales Alta Mira y San Mateo del municipio de Villa Nueva.
- Sur: limita con el municipio de Amatitlán.

¹ GALL, Francis. Diccionario geográfico de Guatemala. p. 937

- Oriente: limita con asentamientos Mártires del Pueblo, Mario Alioto, La Paz y Valles de Nazaret del municipio de Villa Nueva, carretera que de Linda Vista conduce a Villa Nueva.
- Poniente: limita con residencial Guatel 1 y Guatel 2 del municipio de Villa Nueva, carretera que de Linda Vista conduce a ruta nacional 3 o CA-9 km 18,5.

1.2.3. Población

La población que será beneficiada de la colonia para los proyectos en Linda Vista es de 5 142 habitantes actuales. Se consideraron todas las áreas donde el alcantarillado y pavimento beneficiará a los vecinos (ver planta general) y obtuvieron datos confiables.

Tabla I. **Población actual**

Habitantes	Hombres	Mujeres	Total
Total de personas	2 057	3 085	5 142
De 0 – 5 años	411	647	864
De 6 – 14 años	617	834	1 058
De 15 – 17 años	720	1 049	1 451
De 18 en adelante	309	555	1 769

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva, *Censo organización comunitaria*.

Alrededor de la colonia existen residenciales que cuentan con los servicios básicos; también se encuentran en Linda Vista, asentamientos muy saturados poblacionalmente uno de ellos el más grande de Centro América, El Zarzal.

1.2.4. Clima

Linda Vista es un territorio caracterizado por el clima templado, seco agradable, por la variación de temperatura; las diferencias entre radiación solar y la radiación terrestre, y los cambios de altura que presenta sobre el nivel del mar, el cual es de 1 500 metros con respecto al banco de marca establecido en el parque central de la población de 1 330,24 msnm.

Los distintos parámetros climáticos de esta superficie geográfica se registran en la estación meteorológica denominada Jardín Mil Flores, ubicada en el municipio de Amatitlán, en la cual se registran los siguientes parámetros climáticos:

- Precipitación 934 mm/año
- Temperatura media 21 °C
- Evapotranspiración potencial 156,1 mm
- Humedad relativa 71,64 %
- Velocidad del viento 15,9 km/hora
- Dirección del viento 216,95 °
- Punto de rocío 17,49 °C
- Radiación global 764,84 W/m²
- Presión atmosférica 640,8 mmHG

La temperatura promedio es de 21 °C, producto de la época de verano que se presenta durante los meses de marzo a mayo con 28 °C máximo y la época fría, que se presenta durante los meses de noviembre a enero con 13 °C mínimo, con una oscilación absoluta de 15 °C.

1.2.5. Hidrología

Las características principales de la conformación hídrica de la parte baja de colonia Linda Vista, están definidas por el río Platanitos, debido a que es el que recarga los acuíferos de la zona; asimismo, atraviesa la cabecera municipal, sometiéndolo a riesgos de inundaciones en la época de lluvia; esta nace en el municipio de San Lucas Sacatepéquez y baja en forma sorprendente como tributario del río Villa Lobos, y debido a que en esta área colindante el municipio presenta las pendientes más altas, da un fuerte caudal al mismo, que hace unas tres décadas constituía la fuente de abastecimiento de agua a la cabecera municipal.

Una de las áreas más afectadas por la crecida del río Platanitos, lo constituye la parte norte del ingreso a la población, y en lo referente a la contaminación ambiental toda la población es afectada ya que en la actualidad depositan en el cauce todos los drenajes de aguas negras de las viviendas ubicadas a los márgenes y cercanías.

1.2.6. Geología

La colonia tiene debajo de la superficie actual, un fondo irregular cubierto por cenizas volcánicas.

La geología del área está conformada por materiales ígneos efusivos, que corresponden a depósitos de caída (tefras) o flujos de ceniza llamados pómez o pumita. Estos depósitos son llamados también capas de flujo, caracterizándose por ser de carácter ácido (alto contenido de sílice), con bajo peso específico (inferior a 1 gr/cm^3), vesiculares y de forma de mantos relacionados a procesos volcáno-téctónicos, que representan trozos de la

espuma congelada de la parte superior de una cámara magmática o conducto desgarrado explosivamente por brusca expansión gaseosa. Por lo tanto, el área de estudio es parte del piso de cenizas y arenas volcánicas que se depositan al oeste del graben del Valle de Guatemala.

Tabla II. **Material madre y características de los perfiles de las series de suelos encontradas**

Símbolo	Material madre	Drenaje interno	Suelo subsuperficial			Subsuelo		
			Color	Textura	Espesor	Color	Consistencia	Textura
Eo	Suelos de profundidad variable	moderado	Amarillo a blanco	Franco limosa; friable	15 – 20 cm	Cafe Amarillento	friable	Franco arcillo limosa
Ep	Arena limosa con pomez	rápido	Blanco hueso	Franco limoso; friable	30 cm	Blanco hueso a amarillo	friable	Franco limosa a arcilla

Fuente: SIMMONS, Charles. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. p. 8.

De acuerdo con la primera aproximación a la clasificación taxonómica de los suelos de Guatemala, los suelos de la colonia Linda Vista se clasifican en los siguientes ordenes: Entisol.

El orden de los Entisoles son suelos volcánicos, desarrollados sobre ceniza volcánica, por lo que presentan mucha fertilidad, corresponde a la serie Guatemala (Gt) con el suborden de los Orthents y Psamments.

1.3. Aspectos de infraestructura

Describe los principales beneficios sociales, así como la recopilación de desarrollo urbano. En todo municipio las obras de infraestructura son vitales para complementar el progreso a los pobladores.

1.3.1. Vías de acceso

El acceso se hace a través de la ruta nacional 3 o CA-9 km 18,5, asfaltada que de la capital conduce al Puerto de San José e Iztapa. La colonia se localiza a 4 km de la cabecera municipal, a 16 km aproximadamente de Amatitlán y a 28 de Palín, Escuintla. Cuenta con carretera que atraviesa los asentamientos Mártires del Pueblo y Mario Alioto, (3 km) y los municipios de Petapa, Villa Canales y Amatitlán.

1.3.2. Servicios públicos

Como una de las colonias más antiguas del municipio en cuanto a número poblacional, cuenta con los servicios básicos más importantes: energía eléctrica, agua potable, calles parcialmente adoquinadas y pavimentadas, telefonía, servicio de taxi, buses urbanos y extraurbanos, colegios, escuelas, institutos de segunda enseñanza, canchas polideportivas, campo de usos múltiples, mercado cantonal, restaurantes, centro comercial, clínicas médicas particulares, centro de salud comunitario, bancos privados, comisaría de la Policía Nacional Civil (PNC), iglesia católica y templos evangélicos.

1.3.2.1. Educación

Esta colonia cuenta con la Escuela Oficial Mixta No. 669, Instituto Nacional de Educación Básica (INEB), siete colegios de educación preprimaria, primaria y secundaria, las personas que quieren continuar los estudios superiores deben salir de la colonia y dirigirse a entidades universitarias más cercanas, las cuales se encuentran en la zona central de la cabecera municipal o la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.3.2.2. Salud

En cuanto a los servicios de salud se muestra una situación muy precaria, ya que en esta colonia no existe centro público de salud permanente y acorde a las necesidades de los profesionales encargados de velar por la salud de la población, sino que se cuenta únicamente con centro de salud comunitario impuesto por la Municipalidad de Villa Nueva. En el sector privado se tiene en funcionamiento clínicas dentales, médicas y oftalmológicas.

1.3.2.3. Agua potable

Los vecinos de esta colonia usan el agua con exclusividad para el consumo humano, en algunos terrenos que se encuentran deshabitados; se siembra maíz, pero solo en época de lluvia, para no consumir agua que necesitarán para el uso personal. La cosecha del maíz es para el consumo ya que el volumen de la cosecha no es significativo para la comercialización. El 95 % de la población se abastece por medio de agua entubada que la Municipalidad proporciona.

Tabla III. Hogares con servicio de agua entubada en porcentaje

Sin sistema	Con sistema	No especificado
2	95	3

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva. *Censo organización comunitaria.*

Un gran porcentaje de personas se abastece con la producción de los pozos que administra la Municipalidad, la cual se utiliza para consumo y actividades productivas. El agua que se provee a la población por medio de

pozos tiene el respectivo tratamiento. La siguiente tabla muestra el porcentaje de viviendas que cuenta con el servicio.

1.3.2.4. Drenajes

Todos los pobladores de la colonia Linda Vista no cuenta con el servicio de drenaje sanitario y pluvial, poseen letrinas o los denominados pozos ciegos y también fosas sépticas con el respectivo pozo de absorción. En las residenciales cercanas cuentan con plantas de tratamiento, las cuales procesan y tratan los desechos, lodos y sedimentos para que posteriormente se pueda evacuar el agua con un menor grado de contaminación.

Las aguas negras y pluviales que recorren las calles y avenidas de la colonia se desfogan a través de un zanjón que se dirige a colonia Venecia y finalmente descarga en el río Platanitos (el más cercano a la colonia).

En la tabla IV se muestra el porcentaje de los hogares que cuentan con el servicio.

1.3.2.5. Energía eléctrica

Hasta 1970 la empresa eléctrica suministra el uso de energía en el sector. En relación con los servicios municipales se cuenta con alumbrado público en calles y avenidas, con la respectiva base de datos para cubrir bien el mantenimiento, a cargo de la Dirección de Servicios Públicos.

Villa Nueva posee una agencia de la Empresa Eléctrica, en la cual se pueden realizar todo tipo de gestiones. Esta agencia presta los servicios a los municipios circunvecinos.

1.4. Aspectos socioeconómicos

Describe los principales indicadores socioculturales, económicos y ambientales, así como la recopilación de datos históricos, de tradiciones que coadyuven a mantener y fortalecer las raíces de los habitantes.

1.4.1. Orígenes

Sobre el término Villa Nueva se dice que en 1917 cuando el pueblo de San Miguel Petapa sufrió una inundación severa, la gente que sobrevivió a este, subió a una villa que está deshabitada parcialmente. Siguiendo este concepto, fue así como se fueron habitando colonias principales del municipio, estando Linda Vista denominada por la panorámica en que se encuentra.

1.4.2. Idioma, religión, costumbres

Los habitantes de la colonia Linda Vista se rigen a la fiesta patronal que se desarrolla el 8 de diciembre en honor a la Inmaculada Concepción de María y el mismo nombre lleva la parroquia, así como el municipio: Villa Nueva de la Concepción. Se celebran otras fiestas tradicionales y de manifestación religiosa entre las que sobresale: la Cuaresma y Semana Santa, Corpus Christi; el 1ro. de noviembre con la visita al cementerio a todos los difuntos y el desfile y baile de los Fieros (o enmascarados).

Durante nueve meses del año también una réplica de la imagen de la patrona, la Inmaculada Concepción visita los hogares de los devotos del municipio, celebrando el retorno a la parroquia el día 6 de diciembre; el día 7 de diciembre es el rezado o procesión final de las visitas que hace la Inmaculada Concepción, siendo esta una procesión con mucho fervor y

devoción de los católicos del municipio y muchos visitantes de diferentes lugares de la república.

También habitantes de la colonia Linda Vista tienen participación en los eventos culturales como la elección de la Señorita Villa Nueva, en diciembre y durante septiembre con motivo de las fiestas patrias se lleva a cabo la elección del Niño Alcalde por un día. Este evento es para motivar a la niñez a destacar en los estudios.

En Villa Nueva la elección se hace a través de un proceso técnico en todos los establecimientos educativos seleccionando cada maestro de sexto grado de primaria al alumno más destacado del año. Luego se realizan las pruebas correspondientes entre todos los participantes y se elige al Niño Alcalde, Concejal I, y Síndico I por un día.

En Linda Vista el idioma predominante entre toda la población es el español.

1.4.3. Actividad económica

La economía de la colonia Linda Vista se basa especialmente en la industria con fábricas de distinta naturaleza ubicadas en áreas cercanas a la colonia. También se da la inmigración hacia la cabecera municipal o ciudad capital para incorporarse a una labor empresarial, dando como resultado el mayor impacto en el bienestar de los habitantes.

Existe una compañía de transporte local, COOTRAUVIN RL; siendo el recorrido Guatemala – Villa Nueva y viceversa y de San Miguel Petapa.

Tabla IV. **Hogares tipo drenaje en porcentaje**

Sin sistema	Con fosa séptica	Con pozo ciego
100	17	83

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva. *Censo organización comunitaria.*

1.4.4. Comercio

Funciona un mercado en el área y es el mayor proveedor de verduras y productos locales a la población en general, así como algunos locales diversos que promueven ingresos extras.

Recientemente la construcción y funcionamiento de un centro comercial donde se adquieren los productos básicos y entidades bancarias son uso inmediato para no emigrar al casco urbano.

La colonia Linda Vista es eminentemente dependiente del sector empresarial, pero aún se puede ver la siembra de: maíz, tomate y frijol. Estos productos son para consumo local.

1.4.5. Turismo

Como áreas de recreación se encuentra colindante el Parque Nacional Naciones Unidas, administrado por Defensores de la Naturaleza desde 1997, con una extensión de 373 hectáreas y la panorámica vista al lago de Amatitlán, generalmente estas dos áreas se convierten en fuente de ingresos para quienes son administradores, al tener cercanía y acceso inmediato de los pobladores del sector.

1.5. Principales necesidades

Por experimentar un desarrollo económico y social incipiente fundamentalmente por el acelerado crecimiento demográfico y poblacional que requiere de incremento de la construcción de vivienda familiar, la industria y el comercio, requiere de la prestación de servicios esenciales como lo son, agua, luz, drenajes, educación, transporte, salud, etc.

1.5.1. Descripción de las necesidades

Por las continuas solicitudes de los vecinos a la Unidad Técnica de la Municipalidad de Villa Nueva se determinó que; el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y la pavimentación de dos avenidas de esta colonia (Linda Vista), es necesario para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Reduciría quejas de malestar de los vecinos, disminuiría las enfermedades originadas por el exceso de polvo, mal olor, superficie de lodo y problemas de acceso a las respectivas viviendas.

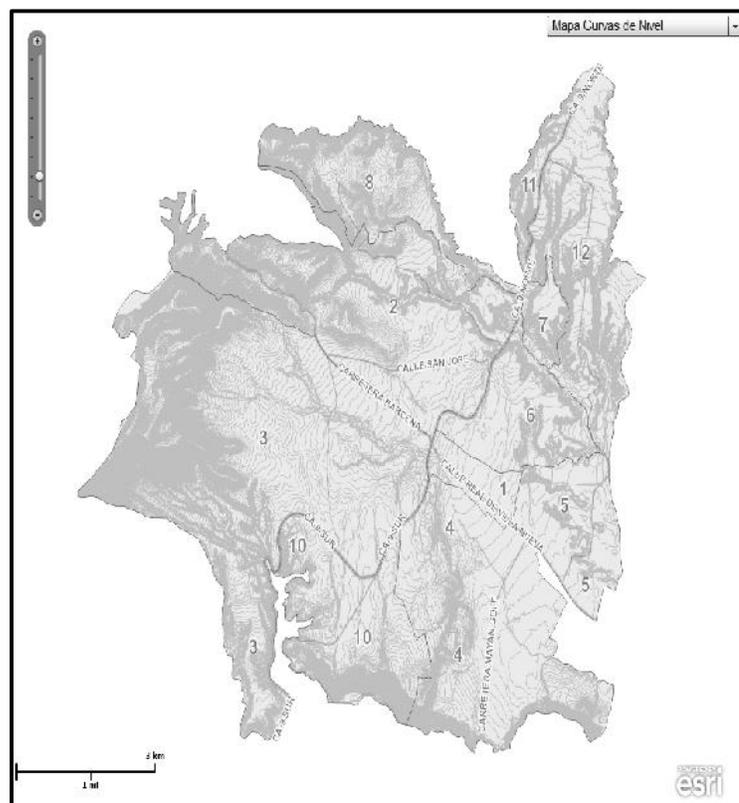
1.5.2. Priorización de las necesidades

Basado en la urgencia de implementar un alcantarillado sanitario para la recolección de aguas residuales en un sector de la colonia, acompañado por la vinculación de solicitud de los vecinos con la Municipalidad es evidente que una colonia con mayor cantidad de años de ser integrada aún no tenga este servicio de saneamiento. Como parte de la metodología se requiere también la pavimentación de quinta y sexta avenida que podrían funcionar como intercomunicación vecinal y contrarrestar el mal estado de dichas avenidas.

Para escoger la mejor opción en cuanto a elegir lo mejor para los proyectos se deben considerar algunos aspectos como los siguientes:

- Costo de cada uno de los posibles proyectos.
- Función y uso del pavimento rígido que se implementará.
- Accesibilidad de los materiales a usar en la construcción de los proyectos.
- Participación de los vecinos.
- Proveniencia de fondos para la ejecución.

Figura 1. **Mapa de Villa Nueva**



Fuente: Departamento de Catastro, Municipalidad de Villa Nueva.

Figura 2. **Mapa de colonia Linda Vista**



Fuente: <https://maps.google.es>. Consulta: julio de 2013.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario primera fase

El estudio de introducción de alcantarillado para drenaje a la colonia Linda Vista, en el municipio de Villa Nueva es estrictamente sanitario, para la realización se hizo en primer lugar un estudio poblacional y un levantamiento topográfico para determinar la altimetría y planimetría del lugar.

El proyecto comprende un colector principal y ramales, cubriendo una totalidad de 5 582,56 metros lineales con tubería de cloruro de polivinilo PVC Norma ASTM D3034, de diámetro de 6", 8", 10", 12" y 15", contando con un sistema de 82 pozos de visita, con una altura promedio de 1,80 metros de altura.

2.1.1. Características

Villa Nueva está actualizando el sistema de apoyo a los vecinos de la colonia Linda Vista, cuenta actualmente con potabilización del agua para toda la población, pero no se cuenta con alcantarillado general.

2.1.1.1. Descripción de fases disponibles

Para lograr cubrir toda la colonia Linda Vista se requiere la construcción de seis (6) fases, por la topografía del lugar que es la cúspide la zona cuatro (4) del municipio. El Área de Planificación y Diseño, Dirección de Infraestructura, está enterado de las fases que se requieren cubrir para proporcionar mejores

condiciones de servicios y saneamiento a todo el sector. Esperando que en un futuro pueda tener enfoque en ver lo importante que son los alcantarillados en todo el municipio, dotando a personal y con visión de promover desarrollo urbanístico en compensación de contribuciones que ejerce la colonia Linda Vista hacia la Municipalidad.

2.1.1.2. Descripción del proyecto

Consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario primera fase en colonia Linda Vista, Villa Nueva, Guatemala. La elección de esta fase se da por ser el acceso principal, abarca desde primera avenida hasta octava avenida, cubriendo de primera calle hasta quinta calle. El primer paso del proyecto consiste en efectuar el definir el alcantarillado, en combinación con los trazos definidos para los colectores y pozos de visita. Se analizan las alternativas de trazo y combinaciones que sean necesarias, de acuerdo a las condiciones particulares de la colonia, con objeto de seleccionar la alternativa de la mejor combinación técnica y económica. Una vez definido el trazo más conveniente se localizarán los pozos de visita de proyecto, respetando la separación entre otros. La colocación de pozos de visita será en todos los entronques y en donde haya cambio de dirección o de pendiente de la tubería, en el caso de tramos con longitudes muy grandes se colocan pozos intermedios.

Se hará por medio de colector principal con tubería de PVC en diámetros variables de 6" (150 mm), 8" (200 mm), 12" (150 mm) y una descarga final de 15" (350 mm). Intersecciones entre calles con tubería de PVC de 6" (150 mm) considerados como tramos iniciales. El diseño del alcantarillado se adecuará a la topografía de la localidad, siguiendo el modelo de configuración que contiene la urbanización. La conducción dentro de las tuberías se analizará

bajo un sistema a superficie libre y las tuberías seguirán en lo posible la pendiente del terreno. Se emplearán las pendientes favorables, que cumplan con las condiciones de tirante mínimo y máximo dentro de una tubería, así como las de velocidades máximas y mínimas en la conducción del flujo.

2.1.1.3. Población a servir

El estudio de la población se efectúa con el objeto de estimar la población que tributará caudales al sistema, al final del período de diseño, será estimada utilizando alguno de los métodos conocidos. Para el caso de la colonia Linda Vista se optó por el método geométrico, por ser el modelo que mejor se adapta para poblaciones en vías de desarrollo.

El método geométrico requiere nada más que una información acerca de la población actual del lugar, ya que la tasa de crecimiento es un dato que se puede establecer con censos recientes y tomando en cuenta el área en que se puede expandir el caserío, igualmente el período de diseño, el cual ya se tiene establecido. La expresión a utilizar para el cálculo de la población futura es:

$$P_f = \frac{P_o (1 + r)^t}{100}$$

Donde:

P_f = población futura

P_o = población inicial

t = período de diseño

r = tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento con la que se trabajó en la colonia Linda Vista es de 2,76 % anual, según Instituto Nacional de Estadística (INE).

Número de viviendas: 857, dato obtenido en censo realizado durante el levantamiento topográfico.

$$P_a = (\text{No. viviendas}) \times (\text{hab.} / \text{vivienda})$$

$$P_a = (857 \text{ viviendas}) \times (6 \text{ hab.} / \text{vivienda}) = 5\,142 \text{ hab.}$$

La población proyectada para el 2033 es de 8 915 habitantes.

2.1.1.4. Descripción del sistema de agua potable

Actualmente se tiene información de las áreas con servicio actual de agua potable y de las futuras ampliaciones, con los programas de construcción; así como las densidades de población y dotaciones para cada una de las etapas de proyecto consideradas. Es alimentado por un sistema con tubería de PVC de forma paralela al frente de las viviendas de 1,50 m de separación, siguiendo la configuración urbanística que posee.

2.1.1.5. Estudio topográfico del lugar

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son base fundamental para todo proyecto de ingeniería. Se maneja topografía actualizada, a pesar del tamaño de la localidad, con información producto de la indicación de puntos topográficos que se requieran. El plano tendrá curvas de niveles equidistantes a cinco metros y elevaciones de terreno, puntos notables, como puntos bajos, puntos altos, cambios de dirección o pendiente. Toda

topografía es extraída con estación total Topcon serie GTS 236W, que determina la posición y altura de un punto, o simplemente la posición del mismo, mide coordenadas polares, las cuales se pueden convertir a cartesianas bajo un sistema ortogonal determinado, ya sea por medio del propio instrumento o posteriormente en gabinete.

2.1.2. Componentes de un sistema de alcantarillado

Los diferentes componentes del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales deben ser correlacionados de tal manera que el sistema sea funcional y garantice los objetivos.

2.1.2.1. Tuberías

Normalmente al construir un sistema de alcantarillado se tiene previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que hacer una conexión domiciliar. Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde la vivienda o edificio a una alcantarilla común. La tubería a emplear es con tubería de PVC con sistema de unión espigacampana con anillo de material elastomérico, diámetros nominales 100 mm (4 pulgadas) a 375 mm (15 pulgadas) Norma ASTM D3034 de pared sólida.

2.1.2.2. Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza del alcantarillado se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las

ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología.)

Los pozos de visita serán construidos en sitio de la obra y los utilizados son:

- Pozos de visita tipo común
- Pozos de visita tipo especial
- Pozos con caída libre

2.1.3. Levantamiento topográfico

Brinda una panorámica topográfica del lugar para desarrollar los diseños correspondientes de una manera precisa, asociado a un análisis catastral de predios para posterior utilidad.

2.1.3.1. Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para la orientación.

Para el levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Una estación total marca Topcon serie GTS 236W
- Dos estadales
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Una brújula

En la medición de planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación del azimut. Consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando este con una vuelta de campana en la vista atrás se toma la medida hacia la siguiente estación. Se utilizó este método por ser muy exacto.

2.1.3.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para la nivelación del proyecto se utilizó la metodología interpuesta por la estación total, partiendo de una referencia (banco de marca).

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Una estación total marca Topcon serie GTS 236W
- Dos estadales
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Una brújula

2.1.3.3. Libreta topográfica

Esta consiste en la extracción de puntos topográficos de la estación total que permite adquirir toda la información del lugar, dentro de los datos que se muestran en la libreta son:

- No. punto
- Coordenada en norte (y)

- Coordenada en este (x)
- Coordenada en este (z)
- Descripción del punto

2.1.4. Determinación de caudales

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales entre otros.

2.1.4.1. Caudal sanitario

Para el cálculo de los gastos de diseño en el alcantarillado se establece el criterio de valorar el gasto de dotación de drenaje sanitario como un porcentaje del gasto de consumo de agua potable. El valor que se respetará como límite inferior del menor caudal probable para cualquier tramo de alcantarillado, que corresponde a la descarga de un inodoro tiene un valor de 1,5 l/s.

2.1.4.2. Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas que se evacúa de cada una de las viviendas. Este caudal debe calcularse con base en el número de habitantes futuro, la dotación y el factor de retorno, expresado en litros por segundo.

$$Q_d = \frac{\text{Dot} \times \text{FR} \times \text{Hab}}{86\,400 \text{ s/día}}$$

Donde:

Q_d : caudal de diseño l/s

FR: factor de retorno

Dot: dotación L/Hab/día

Hab: número de habitantes

2.1.4.3. Caudal comercial

Este caudal está conformado por el agua que es desechada de comercios, restaurantes, hoteles, etc. la dotación comercial varía según el comercio a considerar y puede estimarse entre 600 a 1 200 l/comercio/día. Para otros proyectos varía según el comercio que existe en la zona.

El caudal comercial se calcula de la siguiente manera:

$$Q_c = \frac{\# \text{ comercios} \times \text{Dot}}{86\,400}$$

Donde:

Q_c = caudal comercial (l/s)

Comercios = número de comercios (separado para cada tipo de comercios)

Dot = dotación comercial (l/comercio/día)

2.1.4.4. Caudal industrial

El caudal de agua residual de tipo industrial varía según el tipo y tamaño de la industria. Si no se cuenta con el dato de la dotación de

agua suministrada, se puede calcular dependiendo del tipo de industria, el caudal puede oscilar entre 16 000 a 18 000 l/industria/día.

El caudal comercial se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{ind} = \frac{\# \text{ industrias} \times \text{Dot}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

Industria = número de industrias (separado para cada tipo de industria)

Dot = dotación industrial (l/industria/día)

2.1.4.5. Caudal por conexiones ilícitas

Se consideran a los aportes de aguas pluviales al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios. Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas pluviales. La información existente en la localidad sobre conexiones ilícitas se utilizará en la estimación de los aportes correspondientes. Paralelamente se tiene en diseño el sistema de recolección y evacuación de aguas pluviales, por lo tanto se considera otro método de estimación de conexiones ilícitas, el caudal por conexiones ilícitas será del 5 % al 15 % del caudal máximo horario de aguas residuales domésticas, como justificación al diseñar este sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.4.6. Caudal por infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, se tomará en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya al tramo se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo:

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático
 - Tuberías de cemento $Q_{inf} = 0,025 \times \text{diámetro en pulgadas}$
 - Tuberías de PVC: $Q_{inf} = 0,01 \times \text{diámetro en pulgadas}$
- Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático
 - Tuberías de cemento: $Q_{inf} = 0,15 \times \text{diámetro en pulgadas}$
 - Tuberías de PVC: $Q_{inf} = 0,02 \times \text{diámetro en pulgadas}$

2.1.4.7. Caudal medio

Son los caudales anteriormente descritos, y si se contará con caudales comerciales e industriales, se procede a integrar el caudal medio.

$$Q_{medio} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltración} + Q_{c.ilicidas} + Q_{comercial} + Q_{industrial}$$

2.1.4.8. Factor de caudal medio

Es el factor relacionado con la aportación media de agua por persona. Una vez computado el valor de los caudales en sumatoria, el caudal medio del área a drenar, que a la vez, al ser distribuido entre el número de habitantes se obtiene un factor del caudal medio, el cual varía entre el rango de 0,002 a 0,005; si el cálculo del factor está entre esos dos límites, se utiliza el calculado;

en cambio, si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano según sea el caso.

$$fqm = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{Hab}}$$

2.1.4.9. Factor de flujo instantáneo o de Harmond

Es un factor experimental que indica la relación que existe entre el caudal domiciliar máximo y el caudal medio.

Este factor se calculó por medio de la siguiente expresión:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P / 1000}}{4 + \sqrt{P / 1000}}$$

Donde:

FH : factor de Harmond

P : población acumulada en miles de habitantes de cada tramo

2.1.4.10. Caudal de diseño

Es el que se utiliza para diseñar el sistema del drenaje sanitario. Para el cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{\text{diseño}} = \text{hab} \times \text{fqm} \times \text{FH}$$

Donde:

Hab = número de habitantes en cada uno de los tramos

fqm = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

2.1.5. Variables hidráulicas

Sirven para establecer la funcionalidad y aceptación de los valores apropiados de velocidades permisibles, diámetros y pendientes para propósitos de diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales.

2.1.5.1. Velocidades

La velocidad mínima admisible con tubería PVC es de 0,6 m/s. Esto hace que los sólidos no se sedimenten y por consecuencia, no se obstruya la tubería. Respecto a la velocidad máxima admisible con tubería de PVC por lo general se acepta una de 3 m/s.

2.1.5.2. Pendientes

Para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente, dependiendo de la gravedad, existe una pendiente mínima en un sistema, esta debe ser del 1 % en terrenos muy planos. En terrenos donde la topografía es muy quebrada, la pendiente máxima será cuando la velocidad es de 3 m/s con tubería de PVC.

$$S = \frac{\text{Cota inicial del terreno} - \text{Cota final del terreno} \times 100}{\text{longitud del tramo}}$$

Para todo diseño de alcantarillado es recomendable seguir la pendiente del terreno, dependiendo siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

2.1.5.3. Diámetros

Por requerimientos de flujo y por posibilidades de limpieza el diámetro mínimo es de 6 pulgadas con tubería de PVC en el colector central. Un cambio de diámetro en el diseño está influido por la pendiente, el caudal o la velocidad, para lo cual se toman en cuenta los requerimientos hidráulicos.

2.1.6. Profundidades de zanjas

Permiten que los alcantarillados de recolección y evacuación de aguas residuales deban estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias.

2.1.6.1. Profundidad mínima

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos, ocasionados por las cargas vivas y de impacto. En todo diseño de un sistema de alcantarillado se deben respetar las profundidades mínimas ya establecidas. La profundidad mínima se mide desde la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo.

2.1.6.2. Profundidad máxima

La profundidad máxima es función de la topografía del lugar, evitando excavar demasiado. La profundidad máxima será aquella que no ofrezca

dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno en que quedará alojada la tubería, variando en función de las características particulares de la resistencia a la compresión o rigidez de las tuberías, haciendo el análisis respectivo en el que se tomará en cuenta el material de relleno, grado de compactación, las posibles cargas vivas y el factor de carga proporcionado por la plantilla a usar.

Si la topografía tiene pendientes fuertes se debe hacer un estudio económico comparativo entre el costo de excavación contra el número de pozos de visita.

Tabla V. **Profundidad de zanja**

Profundidad mínima de la cota Invert para evitar rupturas (en cm)													
Diámetro nominal en pulgadas	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
Tráfico normal	120	122	128	133	141	150	158	166	184	199	214	225	255
Tráfico pesado	132	142	148	153	151	170	178	186	204	219	234	245	275

Fuente: Área de Planificación y Diseño, Dirección de Infraestructura, Municipalidad de Villa Nueva. *Especificaciones técnicas*. p. 84.

2.1.7. Obras accesorias

La principal función es asegurar que el sistema opere satisfactoriamente y pueda ser inspeccionado y mantenido correctamente. Dentro de las obras accesorias están las conexiones domiciliarias y pozos de pozos de visita, estructuras de caída y otras estructuras especiales.

2.1.7.1. Pozos de visita

Los pozos de visita siempre son necesarios en el lugar donde concurren dos o más tuberías así como también en los lugares donde hay cambio de dirección o de pendiente en la línea central de diseño. Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En cambios de dirección
- En líneas de conducción rectas, a distancias no mayores de 100 metros
- En cambios de pendiente

2.1.7.2. Estructuras de caída

En este caso la caída libre se mide de la cota del tubo de entrada a la cota del tubo de salida.

Tabla VI. Tipos de estructuras de caída

TIPO DE CAIDA	DIAMETROS (cm)	ALTURA DE LA CAIDA (cm)
Libre en pozo común	Diámetro de entrada 20 a 25	50
Caída adosada a pozos común	Diámetro de entrada de 20 a 25	200
Libre en pozo común	Diámetro de entrada y salida 30 a 76	Un diámetro (el mayor)
Pozo con caída	Diámetro de entrada de 30 a 76	300
Estructura de caída escalonada	Diámetro de entrada y salida mayor de 76	250

Fuente: Área de Planificación y Diseño, Dirección de Infraestructura, Municipalidad de Villa Nueva. *Especificaciones técnicas*. p. 78.

Tabla VII. **Diámetro pozos en función de altura**

No	DESCRIPCIÓN	< Altura(m)	Ø (m)
1	Pozo de visita	1,50	1,20
2	Pozo de visita	1,75	1,20
3	Pozo de visita	2,00	1,20
4	Pozo de visita	2,25	1,20
5	Pozo de visita	2,50	1,20
6	Pozo de visita	3,00	1,50
7	Pozo de visita	3,50	1,50
8	Pozo de visita	4,00	1,75
9	Pozo de visita	4,50	1,75
10	Pozo de visita	5,00	1,75
11	Pozo de visita	5,50	1,75
12	Pozo de visita	6,00	2,00
13	Pozo de visita	6,50	2,00
14	Pozo de visita	7,00	2,00
15	Pozo de visita	7,50	2,00
16	Pozo de visita	8,00	2,00
17	Pozo de visita	8,50	2,00
18	Pozo de visita	9,00	2,00
19	Pozo de visita	9,50	2,00
20	Pozo de visita	10,00	2,00

Fuente: Área de Planificación y Diseño, Dirección de Infraestructura, Municipalidad de Villa Nueva. *Especificaciones técnicas*. p. 77.

2.1.7.3. Conexiones domiciliarias

Normalmente al construir un sistema de alcantarillado se tiene previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde la vivienda o edificio a una alcantarilla común.

2.1.8. Fundamentos hidráulicos

En general, los alcantarillados deben diseñarse como conducciones a flujo libre por gravedad. El flujo de aguas residuales en un sistema de alcantarillado para la recolección y evacuación no es permanente. Sin embargo, el dimensionamiento hidráulico de la sección de un colector puede hacerse suponiendo que el flujo en este es uniforme. Esto es válido en particular para colectores de diámetro pequeño. Existen varias fórmulas de flujo uniforme apropiadas para este propósito, dentro de las cuales están la de Chézy y la de Manning.

2.1.8.1. Ecuación de Manning para flujo en canales

Por lo general la fórmula de Manning se ha usado para canales, en tuberías la fórmula se usa para canal circular parcial y totalmente lleno. Uno de los inconvenientes de esta fórmula es que solo toma en cuenta un coeficiente de rugosidad obtenido empíricamente y no toma en cuenta la variación de viscosidad por temperatura. Las variaciones del coeficiente por velocidad, si las toma en cuenta, aunque el valor se considera para efectos de cálculo constante, la fórmula aplicada a tubos es:

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

La fórmula de Manning, para tubo completamente lleno es la siguiente:

$$V = 1/2 \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Para tubo completamente lleno el área, el perímetro y el radio hidráulico quedan definidos de la siguiente manera:

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

$$R_h = \pi \times D$$

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

Donde:

V= velocidad (m/s)

n= coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional)

R_h= radio hidráulico (m)

S= pendiente (m/m)

P_m = perímetro mojado (m)

A = área del tubo (m²)

D= diámetro interno de la tubería (m)

2.1.8.2. Relaciones de diámetro y caudales

En el diseño de conductos circulares se utilizan tablas, (ver anexo), programas de computadora, los mismos están basados en la fórmula de Manning y relacionan la pendiente, diámetro, caudal y velocidad. La tabla de relaciones hidráulicas se encuentra en los anexos, son calculados para coeficientes de rugosidad de 0,01 (tuberías de PVC). Durante el diseño del sistema de alcantarillado, normalmente se conoce la relación entre el caudal de

diseño y el caudal a tubo lleno (q/Q) y se desea hallar la relación entre el diámetro real y el diámetro a tubo lleno (d/D), radio hidráulico real y radio hidráulico a tubo lleno (r_h/R_H) y la velocidad real y la velocidad a tubo lleno (v/V).

La solución a este problema no es directa, pero se puede obtener en forma sencilla, tomando las siguientes fórmulas de Manning a tubo lleno:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{2} \times \left(1 - \cos \frac{\beta^\circ}{2} \right)$$

$$\frac{r_h}{R_H} = 1 - \frac{180 \times \sin \beta^\circ}{\pi \times \beta}$$

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{180 \times \sin \beta^\circ}{\pi \times \beta} \right)$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\beta}{360} - \frac{\sin \beta^\circ}{2 \times \pi} \right) \times \left(1 - \frac{180 \times \sin \beta^\circ}{\pi \times \beta} \right)$$

Con las formulas anteriores se implementa la tabla relaciones hidráulicas en anexos y la figura 3, para el cálculo más sencillo a tubo lleno.

Donde:

q = caudal a tubo parcialmente lleno (l/s)

Q = caudal a tubo lleno (l/s)

d = diámetro a tubo parcialmente lleno (mm)

D = diámetro a tubo lleno (mm)

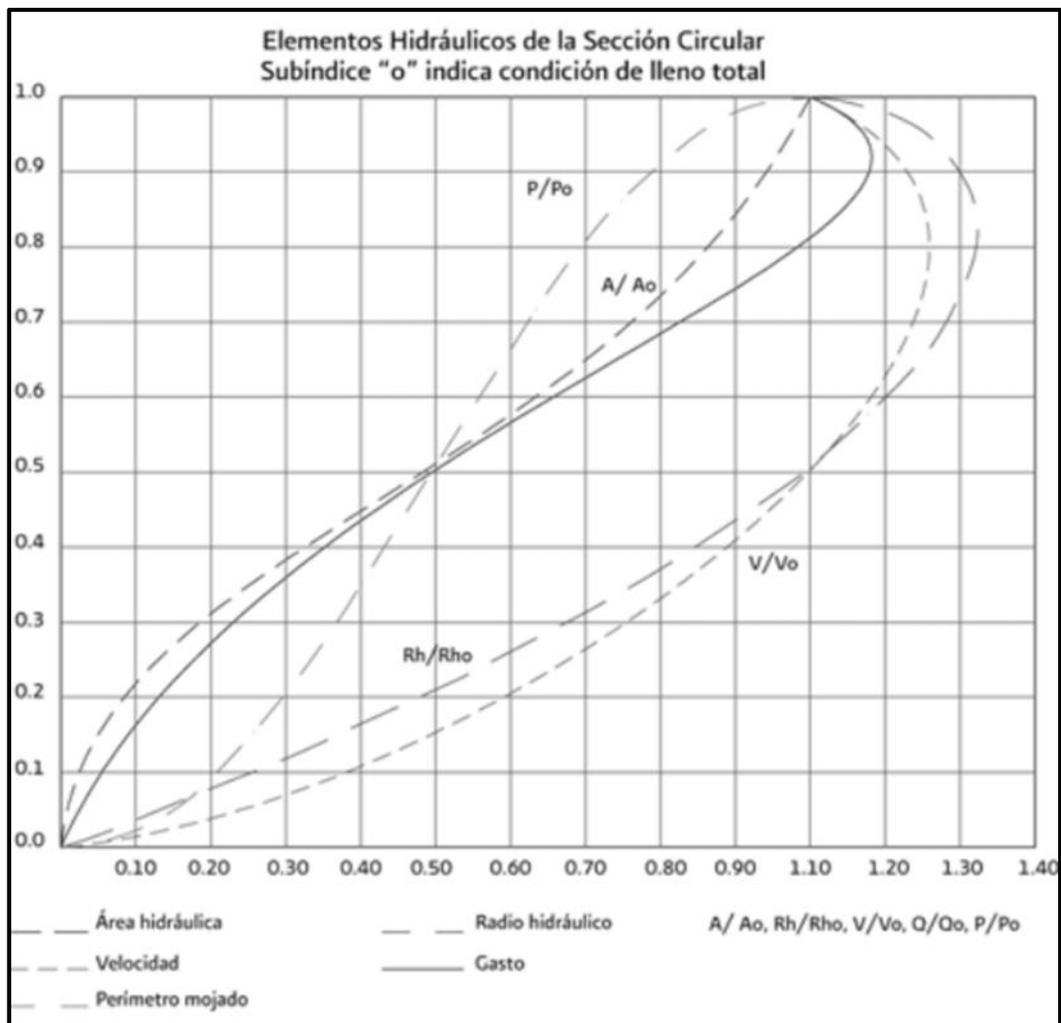
r_h = radio hidráulico a tubo parcialmente lleno (m)

R_H = radio hidráulico a tubo lleno (m)

v = velocidad a tubo parcialmente lleno (m/s)

V = velocidad a tubo lleno (m/s)

Figura 3. **Propiedades hidráulicas de la sección circular tubo parcial y totalmente lleno**



Fuente: NOGALES SORIA, Santos Fernando. *Ingeniería Sanitaria II*. p. 50.

2.1.8.3. Relaciones hidráulicas

Es la relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con $q / Q < 1$ y $d / D \leq 0,75$, para que las tuberías no trabajen a sección llena. Ver tabla relaciones hidráulicas en anexos.

2.1.9. Parámetros de diseño hidráulico

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

2.1.9.1. Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad de Manning es estimado a partir de mediciones de laboratorio y de campo, y depende en general del tipo de material del conducto.

En el diseño de alcantarillado para drenaje sanitario se usara valor de coeficiente de rugosidad que representa adecuadamente el efecto friccional en las condiciones de servicio que el colector experimentará durante la vida útil. Este valor a utilizar es de $n = 0,01$ para tubería de PVC

2.1.9.2. Período de diseño

El período de diseño, debe fijar las condiciones básicas del proyecto como la capacidad del sistema para atender la demanda futura, la densidad actual y de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados,

y la calidad de la construcción, operación y mantenimiento. El período de diseño también depende de la demanda del servicio, la programación de inversiones, la factibilidad de ampliaciones y las tasas de crecimiento de la población, del comercio y de la industria.

Tabla VIII. **Período de diseño (años)**

Componentes del sistema	Población < 20 000 hab	Población > 20 000 hab
Interceptores y pozos de visita	20	30
Plantas de tratamiento	15 a 20	20 a 30
Estaciones de bombeo	20	30
Colectores	20	30
Equipamiento:		
Equipos eléctricos	5 a 10	5 a 10
Equipos de combustión interna	5	5

Fuente: NOGALES SORIA, Santos Fernando. *Ingeniería Sanitaria II*. p. 20.

2.1.9.3. Población de diseño

Para el cálculo de la población futura se usará uno de los siguientes métodos de crecimiento, según el tipo de población, dependiendo de las características socioeconómicas de la población.

El método geométrico es útil para esta población, muestra una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades.

$$P_f = \frac{P_o (1 + r)^t}{100}$$

Donde:

P_f = población futura (Hab)

P_o = población inicial (Hab)

t = número de años de estudio o período de diseño (años)

r = índice de crecimiento poblacional anual (%)

2.1.9.4. Dotación de agua potable

Es la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer las necesidades y se expresa en litros por habitante al día.

Las dotaciones se establecen de acuerdo al clima y región donde se está trabajando el proyecto. Para este caso se establece una dotación de 175 l/Hab/día, dato obtenido del Departamento de Aguas de la Municipalidad de Villa Nueva.

2.1.9.5. Factor de retorno al sistema

Es el factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que se consume al día y la dotación destinada para cada persona.

Este factor puede variar de 0,70 a 0,80 dependiendo del clima de la región y el acceso al agua, para el proyecto se optó por un factor de 0,80 por criterio.

2.1.9.6. Cotas Invert

Son las cotas inferiores e interiores de la tubería del drenaje, que indican a que profundidad de la superficie se encuentra la tubería de llegada y la de

en un pozo de visita. Estas cotas se calculan con base en la pendiente de la tubería y la distancia del tramo respectivo.

Detalles de cotas Invert:

- La cota Invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota Invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.
- La cota Invert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetros de las tuberías, cuando éstas son de diferente diámetro.
- Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota Invert de salida está 3 centímetros debajo de la de entrada.

2.1.9.7. Cálculo hidráulico

El primer paso consiste en realizar la planificación general del proyecto y definir las mejores rutas de trazo de los colectores, interceptores y pozos de visita, considerando la conveniencia técnica y económica.

El diseño hidráulico de un alcantarillado se realiza tramo por tramo, iniciando en tramos iniciales y finalizando en el entronque con los colectores.

Los caudales de diseño estarán dados por la suma de los caudales propios del tramo que se analiza. Una vez calculados los caudales de diseño del sistema de alcantarillados se selecciona la rugosidad, clase, diámetro, pendiente y cotas Invert de las tuberías, tramo por tramo, revisando el funcionamiento hidráulico del tramo.

En todos los casos, la selección del diámetro y la pendiente se hará aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre, no deberá ser menor al diámetro del tramo anterior y deberá satisfacer todas las limitantes expresadas.

Las variables hidráulicas que deben de estar dentro de los rangos permisibles son la velocidad a caudal mínimo, la velocidad a caudal de diseño, el tirante a caudal mínimo y el tirante a caudal lleno.

Tabla IX. **Variables hidráulicas**

VELOCIDAD DISEÑO	0,60	$<v<$	3,00	m/s
TIRANTE	0,1	$<d/D<$	0,75	% tubo

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 13.

2.1.10. Ejemplo de diseño de un tramo

Para explicar la metodología del llenado de la planilla de cálculo hidráulico para alcantarillado sanitario, se desarrolló el siguiente ejemplo:

Datos para el ejemplo:

Tramo: PV1 – PV2

Período de diseño (t) = 20 años obtenido de la tabla VIII

Población inicial (P_0) = 72 habitantes

Coefficiente de retorno (CR) = 80 %

Índice de crecimiento poblacional anual (r) = 2,76 %

Dotación comercial = 600 – 1 200 l/comercio/día

Ancho de zanja sin entibamiento = 0,60 m
Dotación = 175 L/Hab/día
Densidad poblacional = 6 habitantes/vivienda
Coeficiente de Infiltración = 0,01
Coeficiente de rugosidad = 0,010
Caudal conexiones ilicitas = 15 % Qdom
Peso específico del agua = 1 000 kg/m³
Cama de arena = 20 cm

Teniendo estos datos se calcularán los siguientes parámetros:

- Población futura

Para calcular la población futura se emplea en función del tamaño de la población actual, de acuerdo a lo especificado en la tabla VIII, para el ejemplo se utilizará el método geométrico.

$$[12] = \frac{[10] \times (1 \div r)^t}{100} = 125 \text{ habitantes}$$

- Densidad poblacional
6 Hab/vivienda
- Dotación
Dot = 90 L/Hab/día
- Tensión tractiva mínima

Datos:

Material = arena en suspensión con $\rho = 2\,650 \text{ kg/m}^3$

f = constante adimensional

Densidad del agua ($\rho_{\text{H}_2\text{O}}$) = $1\,000 \text{ kg/m}^3$

$D_{90-95\%} = 1 \text{ mm}$

$$\tau_{\min} = f \times (\rho_a \times g - \rho_{\text{H}_2\text{O}} \times g) \times D_{90-95\%} \times 0.971 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

En la planilla de cálculo hidráulico para alcantarillado sanitario se ha enumerado las columnas que serán explicadas detalladamente a continuación:

Columna 1: numeración de fila

En esta columna se enumera las filas de la planilla.

Columna 2 y 3: ubicación del colector

En estas columnas se ubica la calle y con que calles se intercepta.

8 Avenida = 0 + 000,00 a 0 + 060,94

Columna 4 y 5: numeración del colector

En estas columnas se anotan los números de los pozos superior e inferior de cada tramo respectivamente.

8 Avenida = PV1 a PV2

Columna 6: longitud de cada colector en metros

$$L = 60,94 \text{ m}$$

Columna 7: longitud tributaria

Es la suma de longitudes acumuladas en metros, del tramo en estudio y de todos los colectores que anteceden. Por ejemplo:

$$L_{\text{trib 1-2}} = L_{1-2} + L_{0-1} = 60,94 + 0 = 60,94 \text{ m}$$

Donde:

L_{trib} = longitud tributaria del colector

L = longitud del colector

Columna 8: viviendas propias del tramo

Corresponde a viviendas de cada tramo de acuerdo con el plano.

$$[10] = 12 \text{ viviendas}$$

Columna 9: viviendas tributarias

Es la suma de viviendas del tramo en estudio y de todos los colectores que anteceden.

Columna 10: población actual que aporta a cada colector

Es la multiplicación de la densidad poblacional por el número de viviendas.

$$[10] = 6 \times [8] = 72 \text{ habitantes}$$

Columna 11: población actual acumulada

Es la suma de habitantes del tramo en estudio y de todos los colectores que anteceden.

Columna 12: población futura que aportará a cada colector

Es el resultado del método geométrico:

$$[12] = \frac{[10] \times (1 + 2,76)^{20}}{100} = 125 \text{ habitantes}$$

Columna 13: población futura acumulada

Es la suma de las poblaciones en unidades, del tramo en estudio y de todos los colectores que anteceden

Columna 14: caudal domiciliar (l/s)

El cálculo del caudal domiciliar se obtiene por medio de la ecuación:

$$[14] = \frac{175 \times 0,8 \times [13]}{86\,400} = 0,203 \text{ l/s}$$

Columna 15: caudal por conexiones ilícitas (l/s)

El caudal por conexiones ilícitas debe ser del 5 % al 15 % del caudal máximo horario. Se adopta un 15 %.

$$[15] = 0,15 \times [14] \times [21] = 0,13 \text{ l/s}$$

Columna 16: caudal de infiltración (l/s)

Tuberías de PVC sobre nivel freático:

$$[16] = 0,01 \times [43] = 0,06 \text{ l/s}$$

Columna 17: caudal de comercios (l/s)

Cantidad de comercios que existe en el tramo por la respectiva dotación:

$$[17] = \frac{(3 \times 600 + 2 \times 1\,200)}{86\,400} = 0,05 \text{ l/s}$$

Columna 18, 19 y 20: factor de caudal medio

Sumatoria caudal de descarga concentrada acumulada:

$$[18] = \frac{[14] + [15] + [16] + [17]}{[13]} = 0,0035 = \text{ok}$$

Requerimiento:

$$f_{qm} > 0,002 \quad f_{qm} < 0,005$$

Columna 21: factor de Harmond

Calculado con la siguiente ecuación:

$$[21] = \frac{(18 + [13] / 1000)^{0.5}}{(4 + [13] / 1000)^{0.5}} = 4,22$$

Columna 22: caudal de diseño

La experiencia indica que el caudal mínimo de diseño será de 1,5 l/s. Por tanto se tomará como caudal de diseño al caudal acumulado, si este es mayor o igual a 1,5 l/s, si el caudal acumulado es menor a 1,5 l/s se coloca el caudal mínimo de diseño.

$$[22] = [13] \times [18] \times [21] = 1,85 \text{ l/s} > 1,5 \text{ l/s} = \text{ok}$$

Columna 23: radio hidráulico, a tubo lleno en metros

Para secciones circulares el radio hidráulico es la cuarta parte del diámetro.

$$[23] = \frac{[43] \times 0,0254}{4} = 0,0381 \text{ m}$$

Columna 24: velocidad a tubo lleno en m/s

$$[24] = (1/n) \times [23]^{2/3} \times \sqrt{\frac{[42]}{100}} = 2,66 \text{ m/s}$$

Columna 25: caudal a tubo lleno en l/s

$$[25] = \pi \times ([43] \times 0,0254)^2 \times \frac{[24] \times 1\,000}{4} = 48,52 \text{ l/s}$$

Columna 26: relación entre el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno

$$[26] = \frac{[22]}{[25]} = 0,03816$$

Columna 27: relación entre velocidad real y la velocidad a tubo lleno

De tabla relaciones hidráulicas en anexos o la figura 3 $v/V = 0,48087$

Columna 28: relación entre la lámina de agua y el diámetro de la tubería

De tabla relaciones hidráulicas en anexos o la figura 3 $d/D = 0,13343$

Columna 29: relación entre el radio hidráulico real y el radio hidráulico a tubo lleno

De tabla relaciones hidráulicas en anexos o la figura 3 $r_h/RH = 0,3700$

Columna 30: velocidad real en m/s

Es la multiplicación de las columnas [24] y [27] = 1,28 m/s

Columna 31 y 32: tirante de escurrimiento en milímetros

Es la multiplicación de las columnas [28] y [43] = 20 = ok

Los valores de esta columna deben cumplir con las condiciones mínimas y máximas del tirante de escurrimiento.

Columna 33: radio hidráulico real en metros

Es la multiplicación de las columnas [23] y [29] = 0,0141 m

Columna 34: tensión tractiva (N/m²)

Es la multiplicación de la densidad del agua (kg/m³) por el radio hidráulico real (m) por la aceleración de la gravedad (m/s²) y la pendiente.

$$[34] = \frac{\rho \times g \times [33] \times [42]}{100} = 7,60 \text{ Pa} > 1 \text{ Pa mínima} = \text{ok}$$

Se debe asegurar que la tensión tractiva sea mayor a la tensión tractiva mínima.

Columna 35: cota del terreno en pozo inicial

Se obtiene del plano topográfico. [35] = 121,46 m

Columna 36: cota del terreno en pozo final

Se obtiene del plano topográfico. [36] = 11,24 m

Columna 37: profundidad de excavación en pozo inicial

Se debe adoptar valores de excavación según las recomendaciones tipo de tráfico a soportar. [37] = 1,55 m

Columna 38: profundidad de excavación en pozo final

Se debe adoptar valores de excavación según las recomendaciones tipo de tráfico a soportar. [38] = 1,62 m

Columna 39: promedio de las profundidades de excavación

$$[39] = \frac{[37] + [38]}{2} = 1,59 \text{ m}$$

Columna 41: cota Invert en pozo inicial

Cota Invert salida PV1:

$$[41] = \text{cota del terreno inicial (columna [36])} \\ - \text{ la profundidad de tráfico (1,2) - } 0,0254 \times D_{\text{tubo}}$$

$$[41] = 121,46 - 1,20 - 0,0254 \times 6'' = 120,11 \text{ m}$$

Columna 40: cota Invert en pozo final

Cota Invert entrada PV2:

Es el resultado de la resta la cota Invert en pozo inicial (columna [40]) menos la distancia vertical entre pozos de visita del tramo.

$$D_{\text{Hef}} = [6] - \frac{\emptyset_{\text{PV1}}}{2} - \frac{\emptyset_{\text{PV2}}}{2} = 59,74 \text{ m}$$

$$D_{\text{Vertical}} = [42] \times \frac{D_{\text{Hef}}}{100} = 3,29 \text{ m}$$

$$[40] = [41] - D_{\text{Vertical}} = 116,82 \text{ m}$$

Cota Invert salida PV2:

$$[41] = [40] - (\text{criterio mismo diámetro, diferencia diámetros o caída libre})$$

$$[41] = 116,82 - 0,03 = 116,79 \text{ m}$$

Columna 42: pendiente del colector en porcentaje

La pendiente es criterio directo para que cumpla con los requerimientos de diseño y referencia con la pendiente del terreno. $[42] = 5,5$

Columna 43: diámetro de la tubería en pulgadas

Se adoptan los valores de los diámetros comerciales tubería de PVC, Norma ASTM D3034.

$$[43] = 6 \text{ pulgadas (150 mm)}$$

Columna 44: ancho de zanja

Se adopta este valor según la profundidad y el diámetro de la tubería según la tabla X propuesta por la Municipalidad de Villa Nueva. $[44] = 0,60 \text{ m}$

Columna 45: volumen de excavación

Es la multiplicación de las columnas [6], [39] y [44] = 62,27 m³

Columna 46: volumen relleno material selecto

Se considera:

$$[46] = 0,40 \times \{ [45] - (\pi/4) \times ([43] \times 0,0254)^2 \times [6] - 0,2 \times [44] \times [6] \}$$

$$[46] = 23,45 \text{ m}^3$$

Columna 47: volumen relleno material del sitio

$$[47] = [45] - [46]$$

$$[47] = 35,18 \text{ m}^3$$

Columna 48: conexión domiciliar

Es el resultado del censo realizado para determinar la cantidad de conexión domiciliar que se requiere por vivienda. [48] = 12 unidades.

Columna 49: altura de pozo visita

$$[49] = [36] - [41]$$

$$[49] = 1,35 \text{ m PV1}$$

$$[49] = 1,45 \text{ m PV2}$$

Columna 50: nomenclatura de pozo

Describe el nombre del pozo [50] = [5] = PV1 y PV2

Columna 51: diámetro de pozo visita

Se adopta este valor según la profundidad y el diámetro de la tubería según la tabla VII propuesta por la Municipalidad de Villa Nueva.

[51] = 1,20 m PV1

[51] = 1,20 m PV2

Dentro de los apéndices se observan los resultados finales de la planilla de cálculo hidráulico para alcantarillado sanitario.

2.1.11. Propuesta de tratamiento

Las aguas residuales de fuentes industriales y domésticas deben eventualmente ser dispuestos de alguna manera, sea por nuevo uso, descarga a aguas superficiales, por inyección o percolación a aguas subterráneas o por evaporación a la atmósfera. En casi todos los casos, el agua debe primero ser tratada para remover el grueso de contaminantes, sea como un asunto de necesidad de ingeniería o para conseguir los requerimientos de los reglamentos gubernamentales. Para determinar el grado de tratamiento que se requerirá es necesario considerar los efectos que los diversos contaminantes producen en el ambiente en el cual serán descargados.

2.1.11.1. Diseño de fosas sépticas

Este sistema tiene principal aplicación en el tratamiento de aguas residuales de residencias individuales, en zonas urbanas, que cuenten con redes generales de agua potable pero que carecen de una red de alcantarillado, o en zonas rurales que dispongan de pozos con estanques

de almacenamiento de agua. La fosa séptica es un estanque cubierto, construido ladrillo, hormigón armado u otro material, generalmente rectangular, el cual se proyecta para que las aguas negras permanezcan en ella durante un tiempo determinado, que varía de 12 a 24 horas. De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa séptica, la mayor parte de la materia sedimentable decanta y entra en un proceso de digestión anaerobia. Por esta razón la cantidad de lodo que se acumula en el estanque, con el tiempo, hace disminuir el volumen efectivo de la fosa séptica, y por consiguiente, el período de retención. Por lo general el lodo deberá extraerse cada dos o tres años.

Considerando que actualmente existen demasiadas fosas sépticas que ya han caducado y esto genera gasto adicional a la institución e inicialmente se contaba con diseñar fosas sépticas para este proyecto, pero consultando con el Departamento de Aguas y Saneamiento de la Municipalidad de Villa Nueva, se requiere una planta de tratamiento de aguas residuales por tener mejor mantenimiento,

Así mismo se cuenta con la planificación de plantas de tratamiento propiamente para este tipo de proyectos en el municipio, por lo cual solamente se entregara el caudal que requieren para someter a la planificación.

2.1.11.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 1,20 a 1,50 m de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 15 a 20 m, al cual se vacían las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica.

En forma individual el pozo de absorción sólo se recomienda en los siguientes casos:

- Cuando se vacían sólo aguas de lavado, desagües de piscinas o aguas pluviales.
- Para efluentes de fosas sépticas.
- Cuando se dispone de bastante terreno.
- Como solución transitoria.

Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades, y generalmente el término medio del coeficiente obtenido sirve para determinar las características absorbentes del terreno. Es importante destacar que la duración de un pozo absorbente es muy prolongada y puede servir fácilmente durante 6, 8 o 10 años en operación continua, siempre que la fosa séptica opere en perfectas condiciones, esto se traduce en limpiezas periódicas (máximo cada 10 años) aunque la instalación domiciliaria no presente fallas en el funcionamiento.

Para las aguas tratadas provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales se efectuará el riego en áreas verdes del municipio, actualmente la Dirección de Servicios Públicos maneja este tipo de acarreo y riego en sectores ampliamente planificados.

2.1.12. Recomendaciones de construcción y operación

Para la iniciación de cualquier trabajo se debe realizar un replanteo, este es un ítem que comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra, trabajos y servicios para el replanteo, para la

localización en general y en detalle el trazado de los colectores y las obras accesorias.

El área de trabajo deberá ser despejada de materiales u obstáculos. Realizar las investigaciones para determinar la localización general y en detalle de los pozos de visita a las que se deban conectarse los colectores proyectados debiendo relevar las cotas de terreno, cotas Invert y marcar el trazado de los colectores en el terreno. Luego efectuar una nivelación de primer orden, levantando las cotas del perfil longitudinal por donde debe pasar la tubería se debe colocar estacas cada 10 m.

2.1.12.1. Excavación de zanja

El área de trabajo deberá ser despejada de troncos, malezas, cercas y demás materiales u obstáculos. Posteriormente el suministro de todas las herramientas, equipos, mano de obra, trabajos y servicios para la excavación mecánica y/o manual de zanjas para la instalación de las tuberías, construcción de pozos de visita y otros, ejecutados en la clase de terreno que se encuentre y hasta la profundidad indicada en los planos.

Todos los trabajos involucrados en la excavación deberán sujetarse a las especificaciones técnicas generales del proyecto. Las excavaciones de zanjas se efectúa con maquinaria o a mano, a cielo abierto, de acuerdo a los planos del proyecto.

Si la excavación requiere apuntalamiento, entibado o agotamiento de agua, el sistema será proyectado por la persona responsable de la excavación y posteriormente presentado al supervisor para la aprobación.

En el Área de Planificación y Diseño, Dirección de Infraestructura de la Municipalidad de Villa Nueva la excavación de la zanja se determina usando la siguiente tabla:

Tabla X. Ancho de zanja

Ancho libre de zanja según la profundidad (en metros) y el diámetro nominal en pulgadas de la tubería a instalar											
Diámetro nominal en pulgadas	Profundidad de zanja en metros										
	Hasta 1,30 m	De 1,31 a 1,85 m	De 1,86 a 2,35 m	De 2,36 a 2,85 m	De 2,86 a 3,35 m	De 3,36 a 3,85 m	De 3,86 a 4,35 m	De 4,36 a 4,85 m	De 4,86 a 5,35 m	De 5,36 a 5,85 m	De 5,86 a 6,35 m
6	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
16		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
24		135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
30		155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
36			175	175	175	175	175	175	175	175	175
42				190	190	190	190	190	190	190	190
48				210	210	210	210	210	210	210	210
60				245	245	245	245	245	245	245	245
72					280	280	280	280	280	280	280
84					320	320	320	320	320	320	320

El ancho de la zanja deberá ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto.

Fuente: Área de Planificación y Diseño, Dirección de Infraestructura, Municipalidad de Villa Nueva. *Especificaciones técnicas*. p. 84.

2.1.12.2. Plantilla o cama

El fondo de las excavaciones de zanjas para tuberías tendrá las pendientes fijadas en los planos y deberán presentar superficies sin irregularidades.

El fondo de zanja debe estar afinado y terminado manualmente, preferiblemente poco antes de que vaya a realizarse el tendido de la tubería.

Se debe tener seguridad de que dicho fondo se encuentre firme y aceptable como fundación de la estructura que vaya a soportar.

Cuando el material se encuentre para asiento de los tubos no sea apto se excavará el fondo de la zanja a una profundidad adicional mínima de 0,20 m por debajo de la requerida, reemplazando este material con una capa de arena o gravilla de acuerdo a indicaciones de las especificaciones generales del proyecto.

2.1.12.3. Instalación de tubería

Las especificaciones de tubería de PVC son para los ramales principales y secundarios. Toda la tubería debe cumplir con la Norma ASTM D3034 y debe ser de junta rápida, color gris. La tubería del colector principal del proyecto está constituida por diámetros de 6", 8", 12", 15" y debe ser instalada según las cotas Invert indicadas en los planos respectivos para garantizar el funcionamiento de la obra.

Durante la colocación de la tubería del colector principal debe tomarse en cuenta que las campanas de unión siempre deben ir colocadas en la parte más

alta de la zanja, para evitar que el flujo del drenaje provoque fugas y filtraciones al suelo.

Durante la colocación de la tubería, considerar que la zanja debe estar completamente nivelada, libre de obstáculos como piedras y tierra de manera que no se provoque la deflexión del tubo, para ello debe utilizarse hilo con el respectivo nivel y verificar las profundidades de la zanja a cada metro, cortando o rellenando con material apropiado previa instalación de los tramos de tubería entre pozos de visita.

Para la colocación de los tubos se deben limpiar adecuadamente quitando la suciedad e impurezas que impidan una adecuada unión, esto es de especial importancia en la junta rápida ya que el sello interno de la campana debe ajustar perfectamente, situación que se ve dificultada por la presencia de suciedad en la tubería.

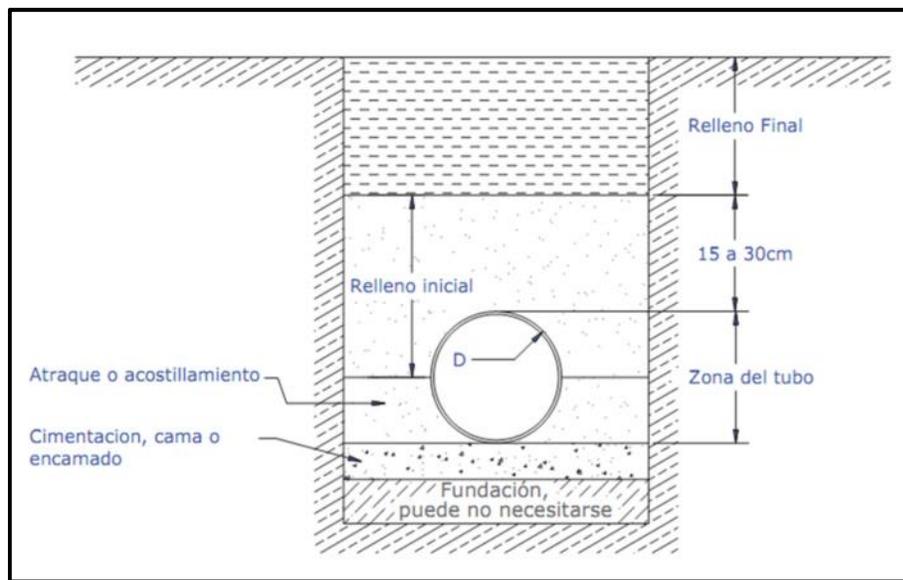
Durante el proceso de colocación, los tubos de salida y entrada a los pozos de visita deben protegerse con material plástico u otro material adecuado para evitar que sean impregnados con mezcla de concreto y se reduzca la sección; de igual manera, deben permanecer sellados hasta la realización de las pruebas respectivas para evitar que sean introducidos objetos, herramientas y ripio en el interior.

2.1.12.4. Relleno de zanja

Inmediatamente después de instalada la tubería se deberá colocar la primera capa de relleno con un espesor máximo de 0,30 metros de material selecto. Las capas sucesivas serán de este mismo material y se colocarán y compactarán a mano debidamente en alturas mayores a 0,15 metros hasta 0,05

metros encima de la corona del tubo. La siguiente capa puede ser material de excavación limpio de 0,20 metros y se podrá compactar con compactadora manual o plancheta. Las capas sucesivas podrán ser de material de excavación y se compactaran debidamente en alturas no mayores de 0,15 metros.

Figura 4. **Esquema relleno de zanja**



Fuente: DURMAN ESQUIVEL. *Manual técnico tubería PVC*. p. 10.

2.1.12.5. Pruebas de campo en líneas de alcantarillado con tubería flexible

Concluida la etapa de colocación, deberán efectuarse las pruebas respectivas, quitando las protecciones en los extremos de los tramos colocados, vertiendo agua en cantidad suficiente para verificar la funcionalidad y limpiar el interior de los tubos de cualquier material residual.

2.1.12.6. Mantenimiento preventivo y correctivo

El mantenimiento de sistemas del sistema alcantarillado depende no sólo del diseño, la construcción adecuada y disponibilidad de una mano de obra competente, sino también de la protección del sistema contra materiales dañinos que pueden ser descargados por la población.

Una bola de caucho suave inflada a un tamaño escasamente menor que el diámetro de la alcantarilla ayuda en la remoción de depósitos de fragmentos y grasa. La bola se ajusta por sí misma a las irregularidades de la tubería, mientras el agua retenida detrás escapa alrededor de los bordes a alta velocidad, lavando los depósitos. Las raíces hasta de 6 mm (1/4 pulgada) pueden ser rotas por la bola.

Las inspecciones de rutina de alcantarillados serán beneficiosas para evitar bloqueos severos. Los alcantarillados con pendientes planas tendrán que ser examinados cada tres meses mientras que el resto tienen que ser verificados una o dos veces al año.

Las inspecciones son hechas visualmente, de pozo a pozo de visita, siguiendo esta tendencia en todo el sistema de alcantarillado.

2.1.13. Elaboración de presupuesto

Según los requerimientos específicos que implementa el Área de Planificación y Diseño para elaborar el presupuesto, a continuación se presenta el siguiente resultado.

Tabla XI. Elaboración de presupuesto alcantarillado sanitario

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA Guatemala, C.A.				
CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO						
IDENTIFICACIÓN PROYECTO: Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I						
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN: Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala						
NOMBRE DE SOLICITANTE: Dirección de infraestructura		MODALIDAD: E.P.S.				
ÁREA DE COBERTURA: 221 km2		LONGITUD: 5 582,56		BENEFICIARIOS: 8 915,00		
No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN	
1.01 TRABAJOS PRELIMINARES						
1.01.01	Replanteo topográfico (trazo, nivelación, estaqueado y puenteado)	m ²	5 345,90	Q 4,58	Q	24 484,22
					SUB TOTAL	Q 24 484,22
1.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.02.01	Rotura y reposición de banquetta (Espesor 7 cm concreto 3 000 psi)	m ²	214,25	Q 128,55	Q	27 542,14
1.02.02	Excavación de zanja con maquinaria, extracción y emparejado de zanja.	m ³	10 449,51	Q 65,29	Q	682 248,90
1.02.03	Relleno y compactación de zanja (por capas de 0,30m con material selecto)	m ³	3 987,42	Q 137,07	Q	546 573,82
1.02.04	Relleno y compactación de zanja (por capas de 0,30m con material in situ)	m ³	5 981,13	Q 49,32	Q	295 016,57
1.02.05	Carga y acarreo de material sobrante de excavación	m ³	480,96	Q 49,73	Q	23 915,74
					SUB TOTAL	Q 1 575 297,17
1.03 LINEA DE ALCANTARILLADO						
1.03.01	Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 6" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	m	4 663,22	Q 147,99	Q	690 123,36
1.03.02	Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 8" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	m	484,39	Q 213,76	Q	103 540,81
1.03.03	Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 12" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	m	294,32	Q 419,78	Q	123 549,70
1.03.04	Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 15" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	m	24,13	Q 514,67	Q	12 419,01
1.03.05	Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 4" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	m	2 999,50	Q 78,83	Q	236 457,53
					SUB TOTAL	Q 1 166 090,41
1.04 CONSTRUCCIÓN DE OBRA CIVIL						
1.04.01	Construcción de pozo de visita (Tipo S1)	< H (m)	1,75	Ø (m)	1,20	unidad 55,00 Q 6 152,58 Q 338 391,90
1.04.02	Construcción de pozo de visita (Tipo S2)	2,50	1,20	unidad	15,00	Q 8 598,15 Q 128 972,25
1.04.03	Construcción de pozo de visita (Tipo S3)	3,50	1,50	unidad	7,00	Q 14 030,31 Q 98 212,17
1.04.04	Construcción de pozo de visita (Tipo S4)	5,50	1,75	unidad	3,00	Q 24 788,64 Q 74 365,92
1.04.05	Construcción de pozo de visita (Tipo S5)	7,00	2,00	unidad	1,00	Q 35 957,60 Q 35 957,60
1.04.06	Construcción de pozo de visita (Tipo S7)	9,50	2,00	unidad	1,00	Q 48 249,19 Q 48 249,19
1.04.07	Construcción de conexiones domiciliarias (Tubería concreto Ø 12").			unidad	857,00	Q 1 233,01 Q 1 056 686,82
					SUB TOTAL	Q 1 780 835,85
COSTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y OBRAS ACCESORIAS					Q	4 546 707,65
Elaborado por: Joel Marino Ramírez Gonzales.		En letras: Cuatro millones quinientos cuarenta y seis mil setecientos siete quetzales con sesenta y cinco centavos.				
UNIDAD DE EPS, FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS CAMPUS CENTRAL						

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Evaluación socioeconómica

Aplica la perspectiva de la comunidad o la nación, como un todo e indaga sobre el aporte que hace el proyecto al bienestar socioeconómico nacional. La evaluación juzga el proyecto, según el aporte al objetivo de contribuir al bienestar de la colectividad nacional.

2.1.14.1. Valor Presente Neto

El Valor Actual Neto (VAN), también llamado Valor Presente Neto (VPN), se define como el valor actualizado de los beneficios menos los costos generales, descontados a una tasa convenida que refleje el costo de oportunidad de los recursos invertidos.

$$VAN = -I_0 + \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} \dots \frac{1}{(1+i)^n}$$

Donde:

VAN = Valor Actual Neto

I_0 = inversión inicial

i = tasa de interés

n = período o vida útil del proyecto

Interpretación tabla XII:

De acuerdo al costo de la inversión, la proyección de los ingresos y costos y la rentabilidad exigida al proyecto, este debe aceptarse ya que el VAN es mayor que 0.

El VAN de Q. 1 515 496,00 representa la cantidad de dinero que queda después de haber pagado la inversión inicial es la riqueza absoluta que le genera a la Municipalidad de Villa Nueva.

2.1.14.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se define como aquella tasa que hace el Valor Actual Neto igual cero.

$$TIR = i_{\text{inferior}} + (i_{\text{superior}} - i_{\text{inferior}}) \times \frac{VAN_{i_{\text{inferior}}}}{VAN_{i_{\text{inferior}}} + VAN_{i_{\text{superior}}}}$$

Dónde:

TIR = Tasa Interna de Retorno

VAN = Valor Actual Neto i = tasa de interés

Interpretación tabla XIII:

La TIR representa la rentabilidad mínima exigida por la Municipalidad de Villa Nueva, en este caso de un 19,61 %.

Tabla XII. Valor Presente Neto alcantarillado sanitario

Determinación del flujo de fondos y cálculo del VAN y la TIR.

Proyecto construcción de alcantarillado sanitario fase 1, colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala

**Flujo neto de fondos
(Cifras en quetzales)**

Año / descripción	Ingresos por venta del servicio	Costos de inversión, operación y mantenimiento	Flujo neto de fondos	Factor de actualización 12%	Flujo neto de fondos actualizado
0		4 546 708	-4 546 708	1,0000	-4 546 708
1	668 460	1 256	667 204	0,8929	595 718
2	705 900	1 256	704 644	0,7972	561 738
3	725 400	1 256	724 144	0,7118	515 431
4	745 420	2 512	742 908	0,6355	472 131
5	765 960	2 512	763 448	0,5674	433 201
6	787 150	2 512	784 638	0,5066	397 522
7	808 860	3 768	805 092	0,4523	364 183
8	831 220	3 768	827 452	0,4039	334 194
9	854 100	3 768	850 332	0,3606	306 638
10	877 760	5 024	872 736	0,3220	280 998
11	901 940	5 024	896 916	0,2875	257 842
12	926 770	5 024	921 746	0,2567	236 589
13	952 380	6 280	946 100	0,2292	216 822
14	978 640	6 280	972 360	0,2046	198 964
15	1 005 680	6 280	999 400	0,1827	182 587
16	1 033 500	10 048	1 023 452	0,1631	166 947
17	1 061 970	10 048	1 051 922	0,1456	153 206
18	1 091 220	10 048	1 081 172	0,1300	140 595
19	1 121 380	12 560	1 108 820	0,1161	128 742
20	1 152 320	12 560	1 139 760	0,1037	118 155
VAN =					1 515 496

a/ La tasa de crecimiento anual de la población es de 2,76 por ciento.
b/ Se asume que cada familia es propietaria de una vivienda.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Tasa Interna de Retorno alcantarillado sanitario

Proyecto construcción de alcantarillado sanitario fase 1, colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala						
Flujo neto de fondos (Cifras en quetzales)						
Flujo neto de fondos	Factor de actualización 17%	Flujo neto de fondos actualizado	Factor de actualización 22%	Flujo neto de fondos actualizado	Factor de actualización 30%	Flujo neto de fondos actualizado
-4 546 708	1,0000	-4 546 708	1,0000	-4 546 708	1,0000	-4 546 708
667 204	0,8547	570 260	0,8197	546 889	0,7692	513 234
704 644	0,7305	514 752	0,6719	473 424	0,5917	416 949
724 144	0,6244	452 134	0,5507	398 791	0,4552	329 606
742 908	0,5337	396 453	0,4514	335 348	0,3501	260 113
763 448	0,4561	348 217	0,3700	282 475	0,2693	205 619
784 638	0,3898	305 882	0,3033	237 964	0,2072	162 558
805 092	0,3332	268 253	0,2486	200 137	0,1594	128 305
827 452	0,2848	235 644	0,2038	168 603	0,1226	101 437
850 332	0,2434	206 974	0,1670	142 020	0,0943	80 186
872 736	0,2080	181 562	0,1369	119 477	0,0725	63 307
896 916	0,1778	159 480	0,1122	100 645	0,0558	50 047
921 746	0,1520	140 082	0,0920	84 780	0,0429	39 563
946 100	0,1299	122 891	0,0754	71 328	0,0330	31 237
972 360	0,1110	107 951	0,0618	60 088	0,0254	24 696
999 400	0,0949	94 831	0,0507	50 622	0,0195	19 525
1 023 452	0,0811	83 003	0,0415	42 492	0,0150	15 381
1 051 922	0,0693	72 916	0,0340	35 799	0,0116	12 160
1 081 172	0,0592	64 054	0,0279	30 159	0,0089	9 614
1 108 820	0,0506	56 147	0,0229	25 353	0,0068	7 585
1 139 760	0,0433	49 328	0,0187	21 361	0,0053	5 997
	VAN =	-115 893	VAN =	-1 118 954	VAN =	-2 069 590

TIR =	$i_{inferior} + (i_{superior} - i_{inferior}) \times \frac{VAN_{i_{inferior}}}{VAN_{i_{inferior}} + VAN_{i_{superior}}}$
	$0,12 + (0,30 - 0,12) \times \frac{1 515 496}{3 585 086}$
	$0,12 + 0,18 \times 0,422722273$
	$0,12 + 0,076090009 = 0,196090009$
TIR =	0,1961 = 19,61 %

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial

La legislación ambiental guatemalteca tiene la base en el Decreto 68-86 *Ley para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Este decreto establece la obligatoriedad de preparar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) previo al desarrollo de cualquier proyecto que por las características, pudiera ocasionar algún deterioro del ambiente y los recursos naturales. La omisión de dicho requisito puede ser objeto de sanciones económicas, tanto para el funcionario público como para el responsable del proyecto, e incluso puede ocasionar la clausura definitiva de la empresa.

El Acuerdo Gubernativo 431-2 007 *Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental*, establece los lineamientos generales para la preparación de los diferentes instrumentos de evaluación ambiental vigentes en el país. Finalmente, el Acuerdo Gubernativo 134-2 005 *Listado Taxativo de Proyectos, Obras, Industrias y Actividades*, clasifica los proyectos sujetos a la preparación de los instrumentos de evaluación ambiental, en diferentes categorías en función de la magnitud e importancia de los probables impactos ambientales.

La Evaluación Ambiental Inicial se constituye como la etapa inicial de cualquier proyecto. Para proyectos clasificados como tipo C y B2 (de mediano a bajo riesgo ambiental), puede ser suficiente para obtener la aprobación del proyecto por parte del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Para proyectos tipo A y B1 (de mediano a alto riesgo ambiental), constituye únicamente una evaluación preliminar, previo a presentar el respectivo Estudio de Impacto Ambiental. Básicamente consiste en una revisión de la información general de las características del proyecto, así como del área de influencia y los posibles impactos que la operación pudiera ocasionar sobre el entorno.

Tabla XIV. **Información general de alcantarillado sanitario**

Etapa de construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierras - Materiales de construcción - Retroexcavadora, camión de volteo, compactadora manual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas de funcionamiento - Agua sanitariamente segura - Camión cisterna - 08:00 – 16:00 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento anual a cargo de la Municipalidad de Villa Nueva.

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

Tabla XV. **Proyección de uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otros., de alcantarillado sanitario**

	Tipo	Si/No	Cantidad/ (mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	Metro cúbico diario	Municipalidad de Villa Nueva	Construcción	-----	Tonel plástico
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Gasolina	No					
	Diésel	No					
	Bunker	No					

Continuación de la tabla XV.

Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
Otros		No					
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

Tabla XVI. **Impactos ambientales de alcantarillado sanitario**

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares donde se espera generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario
	Aire	Polvo	Partículas	Al momento de excavación	Uso de mascarilla y aviso a vecinos.
		Ruido	No		
		Vibraciones	No		
		Olores	No		
	Agua	Abastecimiento de agua	Municipal	Uso limpieza	Cuidado al vecindario
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No		

Continuación de la tabla XVI.

		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación No	Descarga:	
	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad de uso común	En área de trabajo	Uso de basureros
		Desechos peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No		
		Modificación del relieve o topografía del área	Corte de zanja	En áreas de trabajo continuo	Restaurar las áreas con material
	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No		
		Fauna (animales)	No		
		Ecosistema	No		
	Visual	Modificación del paisaje	No		
	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Cambio cultural	En el sector beneficiado por el drenaje a instalar	Reuniones con los vecinos explicando la temática del drenaje
	Otros	No			

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

Tabla XVII. **Efectos y riesgos derivados de la actividad de alcantarillado sanitario**

1. Efectos en la salud humana del vecindario:

a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio

b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores

c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:

b) Dentro del método constructivo se tendrá intransitable el lugar donde se esté trabajando, debido a la abertura de zanjas, personal y maquinaria.

2. En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

a) inundación () b) explosión ()

c) deslizamientos () d) derrame de combustible ()

e) fuga de combustible () d) Incendio ()

e) otro (x)

Detalle la información explicando el por qué? Solamente el polvo en el vecindario, pero se tendrá previsto dar aviso a los vecinos para que también colaboren en protegerse de partículas de polvo.

3. Riesgos ocupacionales:

Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores

La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores

La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores

No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

Dentro del método constructivo se tendrá intransitable el lugar donde se esté trabajando, debido a la abertura de zanjas, personal y maquinaria.

Continuación de la tabla XVII.

4. Equipo de protección personal

- a. Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?
SI (x) NO ()
- b. Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:
Lente antiempañante, botas de hule, mascarilla protección respiratoria.
- c. ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Proporcionar equipo de protección visual y respiratoria, dar aviso a los vecinos en el área de trabajo y colocación de rótulos indicando las posibles molestias y advertencias.

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

2.2. Pavimentación de quinta y sexta avenida en colonia Linda Vista

La colonia Linda Vista dentro de la urbanización se ha visto reflejada en deterioro en las calles y avenidas, desde el inicio se ha caracterizado por no contar con la implementación de este tipo de infraestructura.

2.2.1. Descripción del proyecto

Considerando que se tiene previsto la introducción de alcantarillado para drenaje sanitario, para luego construir dos avenidas modelos con pavimento rígido. Para la realización se hizo en primer lugar una encuesta adquiriendo la opinión de los vecinos y un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a la altimetría y planimetría.

El proyecto comprende en realizar un estudio del suelo, tomando en cuenta límites de Atterberg, análisis granulométrico, compactación (PROCTOR) y Razón Soporte California (CBR). El diseño del pavimento rígido se basará en

el método simplificado de la PCA, acompañado del diseño de mezclas, tipo de juntas y drenaje superficial. Finalmente las especificaciones técnicas, mantenimiento y presupuesto, estarán reflejando los cálculos derivados del diseño optado para este proyecto.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Proyecta el relieve topográfico del lugar para diseñar la pavimentación de una manera precisa, adquiriendo toda información planimetría y altimétrica necesarios.

2.2.2.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos realizados para obtener una representación gráfica del terreno, sobre un plano horizontal, suponiendo que no existe la curvatura terrestre. Esta representación o proyección se denomina plano.

El equipo a utilizar es una estación total Topcon serie GTS 236 y el modo de operar es similar al de un teodolito electrónico, se comienza haciendo estación en el punto topográfico y luego se procede a la nivelación del aparato. Para iniciar las mediciones es necesario orientar la estación total previamente, para lo cual se requiere hacer estación en un punto de coordenadas conocidas o supuestas y conocer un azimut de referencia, el cual se introduce por medio del teclado. Para la medición de distancias, el distanciómetro electrónico incorporado a la estación total calcula la distancia de manera indirecta con base en el tiempo que tarda la onda electromagnética en viajar de un extremo a otro de una línea y regresar. En el campo se hace estación con la estación total en uno de los extremos cuya distancia se desea determinar y en el otro extremo se coloca un reflector o prisma; es requisito indispensable que la visual entre la

estación total y el reflector o prisma se encuentre libre de obstáculos, el instrumento transmite al prisma una señal electromagnética que regresa desde el reflector, la determinación precisa de la distancia se obtiene una vez que se han aplicado las correcciones atmosféricas, de temperatura y de presión correspondiente. Estas correcciones son efectuadas por el microprocesador una vez que el operador ha introducido por teclado estos valores.

La estación total medirá distancias repetidamente, el resultado que aparecerá en pantalla es el promedio del número de veces que se haya seleccionado. El tiempo estimado del equipo es de entre 3 y 4 segundos para distancias de 2,5 kilómetros, con una precisión de $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ o menor.

2.2.2.2. Altimetría

Altimetría es el conjunto de trabajos realizados para obtener la diferencia de nivel entre puntos diferentes, cuyas distancias horizontales son conocidas. Por diferencia de nivel se entiende como una distancia medida verticalmente.

La altimetría permite obtener los datos indispensables para representar sobre el papel la tercera dimensión del terreno.

La estación total será utilizada tanto en levantamientos planimétricos como altimétricos, conociendo el tamaño del proyecto. Los levantamientos realizados con este instrumento son rápidos y precisos, el vaciado de los datos de campo está libre de error, el cálculo se hace a través del software y el dibujo es asistido por computadora, lo cual garantiza una presentación final, el plano topográfico, en un formato claro, pulcro y que cumple con las especificaciones técnicas requeridas. La nivelación simple es aquella que consta únicamente de puntos

de vuelta y cuyo objetivo es determinar la diferencia de nivel y cotas del punto inicial y final.

Para la referencia de cualquier nivelación será necesaria la altura de un punto que haya sido previamente nivelado o por medio de altímetros, pero lo más usual en Guatemala es tener Bancos de Marca (BM) colocados por la Dirección General de Caminos o en el lugar por el Instituto Geográfico Militar. De haber un BM cercano puede hacerse una nivelación simple para determinar la cota de referencia. La cota del BM servirá de referencia para la nivelación por realizar.

2.2.3. Estudio de suelos

Estos ensayos se usan para identificar suelos de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

2.2.3.1. Límites de Atterberg

Sirven para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos, están representados por el contenido de humedad, y se conocen como:

- Límite líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25), en la copa de casagrande, se cierre 1,27

cm a lo largo de una ranura formada en un suelo remoldado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la Norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

- Límite plástico

El Límite Plástico es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado plástico. En este estado la mezcla se deforma a cualquier forma bajo ligera presión. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla está en un estado semi sólido. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LP produce un cambio en el volumen del suelo.

El límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3 mm (1/8 de pulgadas) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre

una superficie lisa. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la Norma AASHTO T 90.

- Índice plástico

El índice de plasticidad es el más importante y el más usado, y es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico.

Tanto el límite líquido como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice Plástico (IP) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.2.3.2. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tiene los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en la composición. En la clasificación de los suelos para el uso en ingeniería se está acostumbrado utilizar algún tipo de análisis granulométrico, este ensayo constituye una parte de los criterios de aceptabilidad de suelos para carreteras.

El análisis generalmente se hace en dos etapas.

- La primera se realiza por medio de una serie de tamices convencionales para suelos de granos grandes y medianos o suelos granulares como: piedra triturada, grava y arenas

El análisis consiste en pasar la mezcla que se analizará por mallas de aberturas conocidas, después se pesa el material retenido en cada una de las mallas y la información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, para poder comparar el suelo y visualizar más fácilmente la distribución de los tamaños gruesos presentes como una masa total. Los tamaños inferiores a la malla # 200 se consideran finos

- La segunda por un proceso de vía húmeda para suelo de granos finos como limos, limos arenosos, limos arcillosos y arcillas. Este análisis mecánico vía húmeda se basa en el comportamiento de material granular en suspensión dentro de un líquido al sedimentarse

Para suelos excesivamente finos se deberá usar el método del hidrómetro, pero este caso no es muy aplicado a carreteras, pues los materiales finos son materiales poco recomendables para bases y subbases de pavimentos. Solamente en el caso de que más del 12 % de la muestra pase a través del tamiz # 200, es necesario el procedimiento de la granulometría por hidrómetro según AASHTO T 88. Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

2.2.3.3. Compactación (Proctor)

La masa de los suelos, está formada por partículas sólidas y vacíos, estos vacíos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tienen mayor número de vacíos, los que, conforme se someta a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, que es cuando la masa del suelo, alcanza el menor volumen y el mayor peso, esto se conoce como densidad máxima. Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como humedad óptima.

Cuando el suelo alcanza la máxima densidad tendrá mejores características, tales como:

- Se reduce el volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.
- Aumenta la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas.

El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compactarlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactada la muestra, esta es removida del molde y desbaratada nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo. Se añade más agua a la muestra, tendiendo a obtener una muestra más húmeda y homogénea y se procede a hacer nuevamente el proceso de compactación.

Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca contra contenido de humedad.

Para carreteras en Guatemala es obligatorio el uso del ensayo Proctor modificado. El proceso analítico debe hacerse según lo descrito en la Norma AASHTO T 180. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco.

El Proctor modificado, tiene ventaja sobre el estándar en lo siguiente:

- Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo el volumen y aumentando el peso unitario o densidad.
- Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.

2.2.3.4. Razón Soporte California (CBR)

El valor relativo de soporte de un suelo (CBR) es un índice de la resistencia al esfuerzo cortante, en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa en porcentaje de la carga requerida, para producir la misma penetración, en una muestra estándar de piedra triturada.

Para este ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo.

Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (% C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la Norma AASHTO T 193.

Expansión:

A cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 lb sobre el vástago ajustable se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero.

Luego se sumerge en el agua durante cuatro días, tomando lecturas a cada 24 horas, controlando la expansión del material. Es importante tener en cuenta, que el peso de 10 a 13 lb colocado sobre el disco perforado con vástago ajustable, corresponde aproximadamente al peso de una losa de concreto.

El objeto de sumergir la muestra, durante cuatro días en agua es para someter a los materiales usados en la construcción, a las peores condiciones que puedan estar sujetos en el pavimento.

Determinación de la resistencia a la penetración:

Después de haber tenido la muestra en saturación durante cuatro días, se saca del agua escurriéndola durante quince minutos. Se le quita la pesa, el disco perforado y el papel filtro, se mide la resistencia a la penetración.

Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la muestra, el peso, el extensómetro ajustado a cero con el pistón colocado sobre la superficie de la muestra, se procede a hincar el pistón, a una velocidad de penetración de 1,27 cm (0,51) por minuto.

Se toma la presión, expresada en libras por pulgada cuadrada necesaria para hincar a determinadas penetraciones.

El valor final del CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos, principalmente con fines de utilización de bases y subrasante bajo pavimentos de carreteras.

Tabla XVIII. **Clasificación general valor soporte CBR**

Número de CBR	Clasificación general	Usos
0 – 3	muy pobre	subrasante
3 – 7	pobre a regular	subrasante
7 – 20	regular	subbase
20 – 50	bueno	subbase, base
50 ó más	excelente	base

Fuente: AASHTO. *Guide for design of pavement structures*, 1993. p. T 193.

2.2.4. Pavimento rígido

Un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

2.2.4.1. Características generales

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

Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los esfuerzos siguientes:

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

2.2.4.2. Clasificación

Existen varios tipos de pavimentos rígidos, que pueden dividirse en: 1) Pavimentos de concreto simple y 2) Pavimentos de concreto continuamente reforzados con barras de acero.

Los pavimentos de concreto simple a la vez pueden ser de dos tipos: a) Pavimento de concreto simple con juntas sin barras de transferencia, y b) Pavimento de concreto simple con juntas con barras de transferencia, ambos con losas de 3 a 6 metros.

2.2.4.3. Elementos estructurales

Son los encargados de soportar y distribuir uniformemente las cargas de tránsito sobre la carpeta de rodadura. Los pavimentos están constituidos por diferentes elementos, los que a continuación se mencionan:

2.2.4.3.1. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. La función es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada. Dependiendo de las características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

Requisitos para el material de subrasante

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo del 5 %, efectuado sobre muestras saturadas a 95 % de compactación, AASHTO T 180, y deberá tener una expansión máxima del 5 %.
- Graduación. El tamaño de las partículas que contenga el material de subrasante, no debe exceder de 7,5 centímetros.
- Plasticidad. El límite líquido, AASHTO T 89, considerado como no mayor del 50 %, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146 cuando las especificaciones técnicas lo indiquen expresamente.

2.2.4.3.2. Subbase

Es la capa de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de subrasante las pueda soportar.

Normalmente es muy necesaria y casi siempre las condiciones de la subrasante la exigen, las funciones son:

- Eliminar la acción de bombeo.
- Aumentar el valor soporte y proporcionar una resistencia más uniforme a pavimentos de concreto.
- Hacer mínimos los efectos de cambio de volumen en los suelos de la subrasante.

La subbase puede tener un espesor compactado variable por tramos, de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso dicho espesor debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 700 milímetros.

La capa de subbase común, debe estar constituida por materiales de tipo granular en estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los requisitos siguientes:

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASHTO T 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestras saturadas a 95 % de compactación, AASHTO T 180.
- Piedras grandes y exceso de finos. El tamaño de las piedras que contenga el material de subbase, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de $\frac{1}{2}$ espesor de la capa. El material de subbase no debe tener más del 50 % en peso, de partículas que pasen el tamiz # 40 (0,425 mm), ni más del 25 % en peso, de partículas que pasen el tamiz # 200 (0,075 mm).
- Plasticidad y cohesión. El material de subbase debe tener las características siguientes:

- Equivalente de arena. No debe ser menor de 25 %, determinado por el método AASHTO T 176.
- Plasticidad. La porción que pasa el tamiz # 40 (0,425 mm), no debe de tener un índice de plasticidad AASHTO T 90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASHTO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASHTO T 146, cuando las especificaciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8.
- Impurezas. El material de subbase debe estar exento de materias vegetales, basuras, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa subbase puedan causar fallas en el pavimento.

2.2.4.3.3. Base

Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la subbase generalmente se la usa en los pavimentos flexibles. Esta capa permite reducir los espesores de carpeta, dada la función estructural importante al reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores. Además cumple una función drenante del agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento.

Estas bases pueden ser de materiales granulares tales como piedra o grava triturada, de arena y grava, de mezcla o estabilizaciones mecánicas de suelos y agregados, o bien suelo cemento, e inclusive de productos bituminosos y agregados pétreos. El espesor varía entre 10 y 30 centímetros.

Las funciones de la base en los pavimentos de concreto en el orden de prioridad son como sigue:

- Para prevenir el bombeo.
- Ayudar a controlar los cambios de volumen (hinchamiento y encogimiento) en suelos susceptibles a sufrir este tipo de cambios.
- Proporcionar una superficie uniforme para el soporte de las losas.
- Aumentar la capacidad estructural del pavimento.
- Prevenir la separación que ocurre en las bases granulares bajo el tráfico.

Requisitos para el material de base granular:

- Valor soporte. Debe tener un CBR determinado por el método AASTHO T 193 mínimo de 70 % efectuado sobre una muestra saturada, a 95 % de compactación determinada por el método AASTHO T 180 y un hinchamiento máximo de 0,5 % en el ensayo efectuado según AASTHO T 193.
- Abrasión. La porción de agregado retenida en el tamiz # 4 (4,75 mm), no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión determinado por el método AASTHO T 96, mayor del 50 a 500 revoluciones.
- Partículas planas o alargadas. No más del 25 % en peso del material retenido en el tamiz # 4 (4,75 mm), pueden ser partículas planas o alargadas, con una longitud mayor de cinco veces el espesor promedio de dichas partículas.
- Impurezas. El material de base granular debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias que incorporadas dentro de la capa de subbase o base granular pueden causar fallas en el pavimento.
- Plasticidad y cohesión. El material de la capa base granular en el momento de ser colocado en la carretera, no debe tener en la fracción que pasa el tamiz # 40 (0,425 mm), incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6 para la base, determinado por el método

AASHTO T 90, ni un límite líquido mayor de 25 tanto para la base, según AASHTO T 89, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo de conformidad con AASHTO T 146.

- Graduación. El material para capa de base granular debe llenar los requisitos de graduación, determinada por los métodos AASHTO T 27 y AASHTO T 11, para el tipo que se indique en las especificaciones técnicas, de los que se estipulan en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Tipos de graduación para material de subbase o base granular**

Tamiz Núm	Estándar Mm	Porcentaje por peso que pasa un tamiz de abertura cuadrada (AASHTO T27)					
		TIPO A (Subbase) 50mm (2") máximo	TIPO A (Base) 50mm (2") máximo		TIPO B (Subbase y Base) 38.1mm (1½") máximo		TIPO B (Subbase y Base) 25mm (1") máximo
		A – 1	A – 1	A – 2	B – 1	B – 2	C – 1
2"	50,0	100	100	100			
1½"	37,5				100	100	
1"	25,0	60 – 90	65 – 90	60 – 85			100
¾"	19,0				60 – 90		
3/8"	9,5						50 – 85
#4	4,75	20 – 60	25 – 60	20 – 50	30 – 60	20 – 50	35 – 65
#10	2,0						25 – 50
#40	0,425						12 – 30
#200	0,075	3 – 12	3 – 12	3 – 10	5 – 15	3 – 10	5 – 15

Fuente: Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas, República de Guatemala. *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes*. p. 304-2.

2.2.4.3.4. Capa de rodadura

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

Es necesario que tengan otros elementos, no estructurales, para proteger tanto esta capa como las inferiores, como juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para la impermeabilización), bordillos, cunetas o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en la superficie.

Esta debe tener las siguientes funciones:

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

2.2.4.4. Materiales, equipo y herramientas

Los materiales para pavimentos de concreto de cemento hidráulico, deben llenar los requisitos siguientes:

- Cementos hidráulicos: estos cementos deben ser con una clase de resistencia mínimo clase 24,5 (3 500) o mayor. Con la aprobación previa del Ingeniero pueden utilizarse otras clases de cemento.
- Agregado fino: debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, que llene los requisitos de 551,04 (b) del Libro Azul de Caminos, con las limitaciones sobre cantidad de finos allí estipuladas, para concreto de pavimentos y para concreto sujeto a desgaste superficial.
- El agregado fino debe ser almacenado separadamente del agregado grueso, en pilas independientes para las diversas procedencias, debiéndose controlar las características y condiciones por medio de ensayos de laboratorio, para hacer los ajustes en la dosificación, en el momento de la elaboración del concreto.
- Agregado grueso: debe consistir en grava o piedra trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado, que llene los requisitos establecidos en 551,04 (c) del Libro Azul de Caminos, incluyendo los requisitos de desgaste o abrasión y la limitación de partículas planas y alargadas.
- Agua: debe llenar los requisitos establecidos en 551,04 (d) del Libro Azul de Caminos.
- Aditivos: el uso de aditivos para concreto debe ajustarse a lo prescrito en 551,05 del Libro Azul de Caminos.
- Requisitos para la clase y resistencia del concreto: el concreto de cemento hidráulico para pavimentos, debe ser como mínimo clase 24,5

(3 500) con una resistencia a compresión AASHTO T 22 (ASTM C 39), promedio mínima de 24,5 Mpa (3 500 psi) y una resistencia a la flexión AASHTO T 97 (ASTM C 78), promedio mínima de 3,8 Mpa (550 psi), determinadas sobre especímenes preparados según AASHTO T 126 (ASTM C 192) y T 23 (ASTM C 31), ensayados a los 28 días.

Puede utilizarse concreto premezclado de fabricante comercial autorizado que llene los requisitos antes indicados y los estipulados en 551,15 del Libro Azul de Caminos.

Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de las losas del pavimento de concreto, el ejecutor debe someter a la aprobación del supervisor, el procedimiento, maquinaria, equipo y materiales que utilizará en las operaciones necesarias, y si en forma parcial o total usara concreto premezclado de fabricante comercial autorizado, de acuerdo con las características de los materiales y las especificaciones.

El procedimiento debe determinar: la localización de las plantas de producción de agregados y de mezcla de concreto; la producción, preparación, almacenamiento y suministro de los agregados grueso y fino; la forma de almacenamiento y suministro del cemento hidráulico, el aprovisionamiento de agua; las características de la planta de dosificación y producción de concreto, el uso de aditivos, el tipo de formaletas, los materiales para curado y para juntas, el sistema de colocación y afinado; los resultados de los ensayos de laboratorio, el diseño de mezcla, y la fórmula de dosificación propuestos dentro de los requisitos.

Esta información debe presentarla el ejecutor antes de iniciar la producción de mezcla de concreto, con 30 días de anticipación como

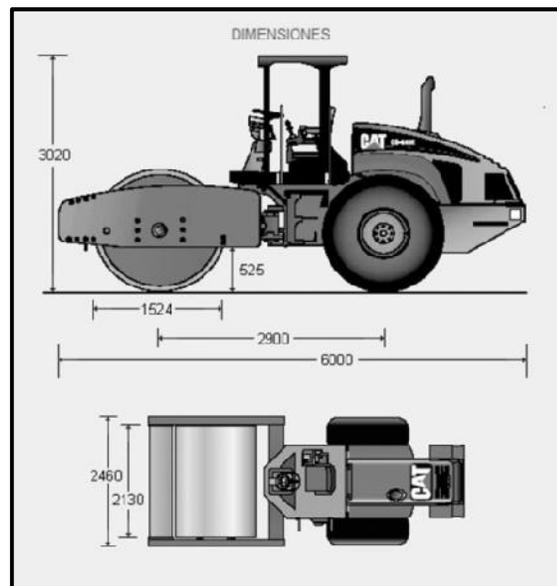
mínimo, para que el supervisor pueda hacer las verificaciones y rectificaciones que estime.

Inmediatamente después del texturizado y ranurado y tan pronto sea posible sin causar daño a la superficie del concreto, se debe proceder al curado del concreto.

Compuesto concentrado color rojo o blanco, en forma líquida y se aplica sobre la superficie del concreto recién colocado. Producto elaborado bajo la Norma ASTM C309.

A continuación imágenes ilustrativas de maquinaria empleada en este tipo de proyecto:

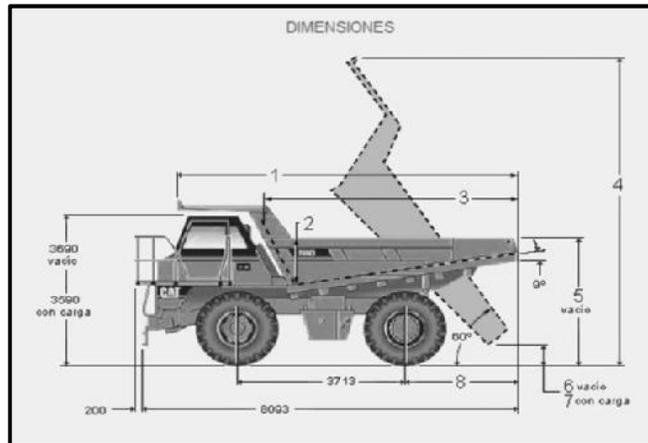
Figura 5. **Compactador de rodillo**



Fuente: <http://www.viarural.com.ve/agroindustria/maquinaria-construccion>.

Consulta: agosto de 2013.

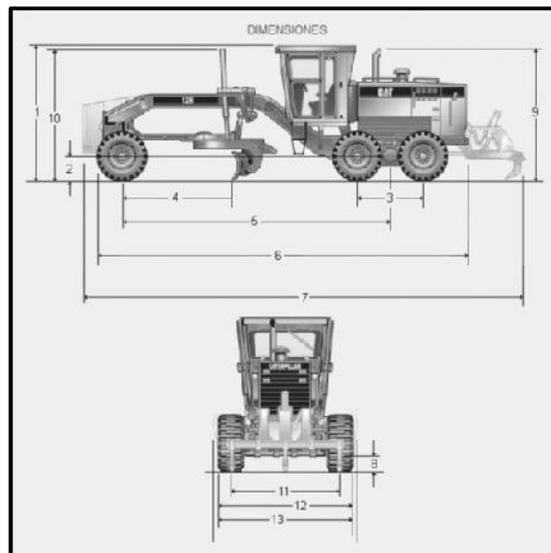
Figura 6. **Camión de volteo**



Fuente: <http://www.viarural.com.ve/agroindustria/maquinaria-construccion>.

Consulta: agosto de 2013.

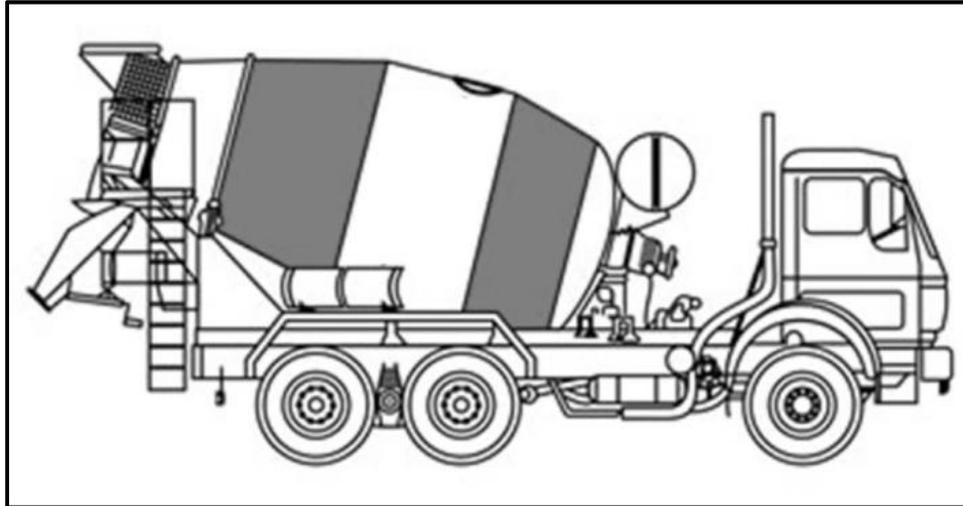
Figura 7. **Motoniveladora**



Fuente: <http://www.viarural.com.ve/agroindustria/maquinaria-construccion>.

Consulta: agosto de 2013.

Figura 8. **Camión concreto premezclado**



Fuente: <http://www.viarural.com.ve/agroindustria/maquinaria-construccion>

Consulta: agosto de 2013

2.2.4.5. Método de diseño

Los métodos y técnicas, más utilizados en Centroamérica se refieren siempre a la guía de diseño de la AASHTO, para los pavimentos asfálticos e hidráulicos. También para el diseño en concreto hidráulico se utiliza la guía de PCA.

2.2.4.5.1. Método de PCA

La Asociación del Cemento Pórtland (PCA) proporciona dos métodos de diseño para determinar el espesor de losas que resistan las cargas de tránsito para calles y carreteras con pavimentos rígidos. Estos métodos son:

- Método de capacidad, es el método de diseño en el cual se utilizan datos de carga eje, obtenido por medio de estaciones de control vehicular para conocer el peso de los vehículos que por el lugar circulan.
- Método simplificado, procedimiento sencillo que determina el espesor de losa necesario, según tablas de distribución, compuestas de carga de eje, que representan diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

El método simplificado, como se mencionó, utiliza los datos de la tabla para las cuatro categorías de tránsito (ver tabla XX). Estas están diseñadas para un período de diseño de 20 años.

Han sido elaboradas contemplando el factor de seguridad de carga, este factor incrementa el valor de carga estática por eje, ya que los esfuerzos producidos por movimiento son más que los ocasionados cuando el mismo eje está detenido, para que el esfuerzo producido por un eje estático alcance el máximo valor.

Los factores de seguridad por los cuales deben multiplicarse las cargas nominales de ejes son 1,0, 1,1, 1,2 y 1,3, respectivamente, para las cuatro categorías de eje de carga 1, 2, 3, y 4.

Todos estos factores pueden causar razones de crecimiento anual del 2 al 6 %, que corresponden a factores de proyección de tránsito a 20 años de 1,2 a 1,8 (ver tabla XXIV).

En el diseño al utilizar este método se hace necesario conocer el TPDC, el cual puede ser expresado como un porcentaje de TPD. El tránsito futuro tiene

considerable influencia en el diseño, por lo que, la razón de crecimiento es afectada por factores como el tránsito desarrollado.

El uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no es aplicable, ya que las calles llevan poco tránsito, generalmente el originado en las mismas es ocasionado por vehículos de reparto, por lo que, las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2 % por año (factores de proyección de 1,1 a 1,3). Las tablas están diseñadas para un período de 20 años, para otros períodos de diseño, las estimaciones de tránsito TPDC se multiplican por un factor apropiado para obtener un valor ajustado para usar las tablas. Por ejemplo, si se decide utilizar un período de diseño de 40 años en lugar de 20 años, la estimación del valor del TPDC permisible es multiplicada por 40/20.

Estimar el tránsito promedio diarios de camiones (TPDC) en ambas direcciones, no incluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas.

El TPDC incluye solamente camiones de seis llantas o más, unidades simples o combinadas de tres ejes o más. No se incluyen paneles, *pick ups* o algún otro camión de dos ejes y cuatro llantas. El número permisible de camiones pesados por día de todo tipo, tiene que ser mayor que el TPDC arbitrario, por lo menos en el doble para autopistas y el triple para calles y carreteras secundarias.

Seleccionar la categoría de la vía, por medio de la tabla de categorías por eje, según la tabla XX.

Establecer el tipo de junta por utilizar, la transmisión de carga de tránsito de una losa a otra adyacente, a través de las juntas puede llevarse a cabo por medio del sistema de dovelas (barras de acero liso), estas no son necesarias

para volúmenes de tránsito de camiones bajos y por juntas aserradas (interacción de agregados),

Determinar con base en el tipo de suelo, el soporte de las subrasante; un valor aproximado a través del porcentaje de CBR. (Ver figura 9).

El valor aproximado de k (módulo de reacción), cuando se usan bases granulares y bases de suelo cemento, respectivamente, se muestran en las tablas XXII y XXIII. Con base en el valor k de la subrasante determinar el espesor de la base.

Determinar el volumen de tránsito promedio diario de camiones o el promedio diario de vehículos, según tabla XXIV. A la vez determinar el espesor de losa según la tabla XXV.

A continuación se presentan las tablas correspondientes para el diseño de pavimentos rígidos.

Tabla XX. Categorías de tránsito en función de cargas por eje

Categorías de tránsito en función de cargas por eje						
Categoría de ejes		TPD	TRÁNSITO		Carga máxima por eje	
			TPDC			
Cargados			%	Por día	Eje	Eje doble
1	Calles residenciales, caminos rurales y secundarios (de bajo a medio)	200-800	1 AL 3	1 a 25	22	36

Continuación de la tabla XX.

2	Calles colectoras, caminos rurales y secundarios (arterias principales)	700-5 000	5 AL 18	40 a 1 000	26	44
3	Caminos primarios, arterias principales y calle urbanas rurales	3 000-12 000	8 AL 30	500 a 1 000	30	52
4	Arterias principales carreteras principales y vías urbanas	3 000-20 000	8 AL 30	1 500 a 8 000	34	60

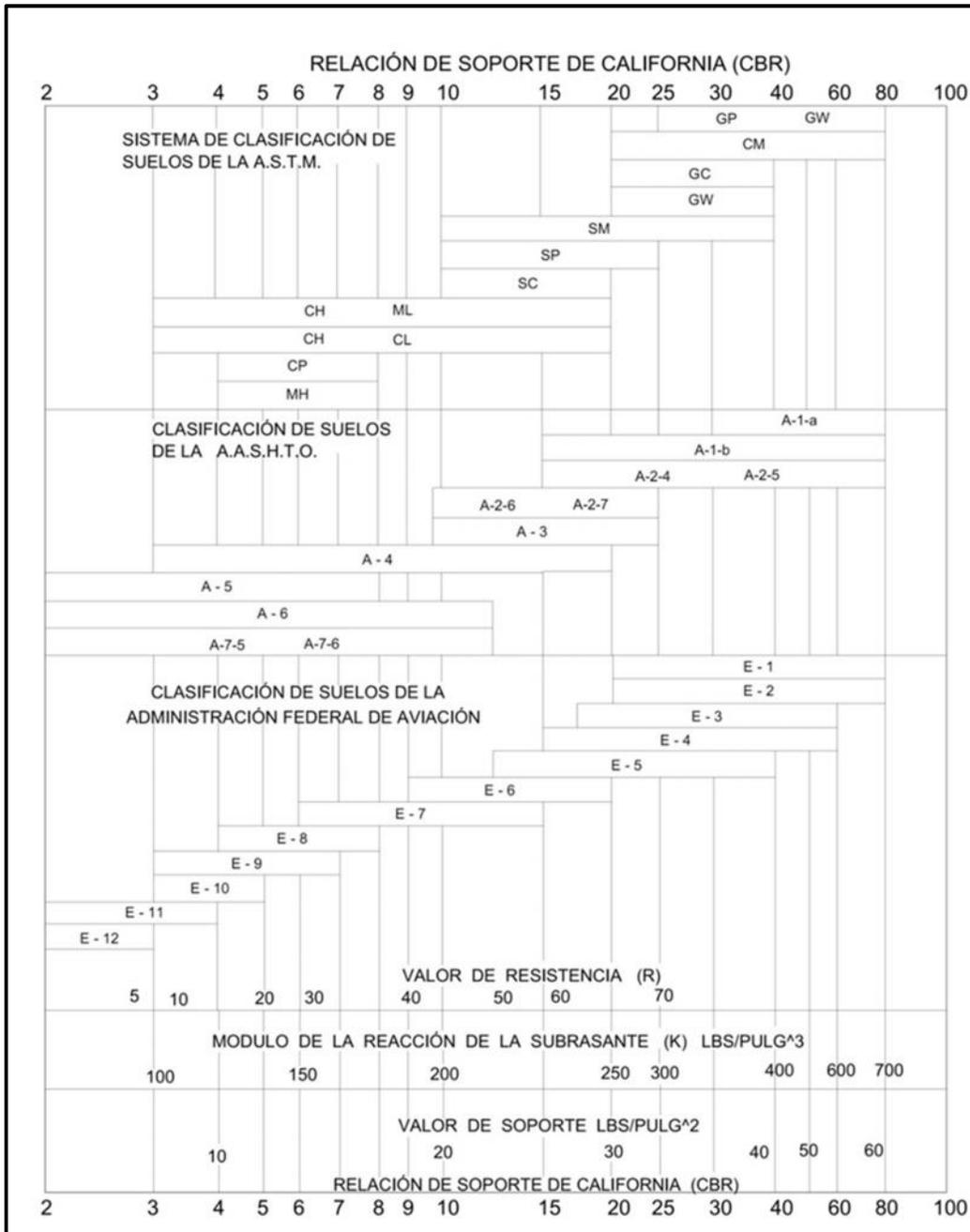
Fuente: PCA, Portland Cement Association. *Diseño de pavimentos de concreto*. p. 31.

Tabla XXI. **Tipos de suelos de la subrasante y valores aproximados de k**

TIPO DE SUELOS	SOPORTE	RANGO DE VALORES DE K PCI
Suelos de grano fino en que el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla.	Medio	130 – 170
Arenas y mezclas de arena con grava relativamente libre de suelos finos.	Alto	180 – 220
Subbase tratada con cemento.	Muy alto	250 - 400

Fuente: PCA, Portland Cement Association. *Diseño de pavimentos de concreto*. p. 32.

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



Fuente: SALAZAR RODRIGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño de pavimentos rígidos*. p. 5.

Tabla XXII. **Valores de k para diseño sobre bases granulares (PCA)**

Valor de K de la subrasante lb / plg ³	Valor de K sobre la base lb / plg ³			
	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor
	4 plg	6 plg	9 plg	12 plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: PCA, Portland Cement Association. *Diseño de pavimentos de concreto*. p. 5.

Tabla XXIII. **Valores de k para diseño sobre bases de suelo cemento (PCA)**

Valor de la Subrasante lb / plg ³	Valor de K sobre la base lb / plg ³			
	Espesor	Espesor	Espesor	Espesor
	4 plg	6 plg	9 plg	12 plg
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	

Fuente: PCA, Portland Cement Association. *Diseño de pavimentos de concreto*. p. 6.

Tabla XXIV. **Porcentaje anual de crecimiento del tráfico y factores de proyección correspondientes**

Porcentaje anual de crecimiento del tráfico	Factor de proyección 20 años	Factor de proyección 40 años
1	1,1	1,2
1 1/2	1,2	1,3
2	1,2	1,5
2 1/2	1,3	1,6
3	1,3	1,8
3 1/2	1,4	2
4	1,5	2,2
4 1/2	1,6	2,4
5	1,6	2,7
5 1/2	1,7	2,9
6	1,8	3,2

Fuente: PCA, Portland Cement Association. *Diseño de pavimentos de concreto*. p. 10.

Tabla XXV. **TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimento con juntas de trave por agregado (no necesita dovelas)**

Sin hombros de concreto o bordillo				Con hombros de concreto o bordillo			
Espesor de la losa plg	Soporte	Subrasante	Subbase	Espesor de la losa plg	Soporte	Subrasante	Subbase
	Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
MR ⁽¹⁾ De 650 PSI ⁽²⁾	4,5		0,1	4		0,02	0,9
	5		3	4,5	2	8	25
	5,5	0,1	0,8	5	30	130	330
	6	3	15	5,5	320		
650 PSI ⁽²⁾	6	40	160	430			
	6,5	330					
MR De 600 PSI	5		0,1	0,4	4		0,1
	5,5	0,5	3	9	4,5	0,2	1
	6	8	36	98	5	6	27
	6,5	76	300	760	5,5	76	290
600 PSI	7	520		6	610		
MR De 550 PSI	5,5	0,1	0,3	1	4,5		0,2
	6	1	6	18	5	0,8	4
	6,5	13	60	160	5,5	13	57
	7	110	400		6	130	480
550 PSI	7,5	620					

⁽¹⁾ Momento Resistente ⁽²⁾ Medida de fuerza (libras fuerza/ pulgada cuadrada)

Fuente: PCA, Portland Cement Association. *Diseño de pavimentos de concreto*. p. 34.

Análisis de resultados:

El suelo de la quinta y sexta avenida de la colonia Linda Vista se clasifica como arena limosa con pómez. Por la CBR alto es considerado un suelo apropiado para subbase y base.

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

Tabla XXVI. **Cuadro de resultados estudios de suelos**

Descripción:	Arena limosa con pómez
Límite líquido:	0 %
Límite plástico:	0 %
Índice plástico	0 %
% de CBR a 97 % de compactación, T 193	95
% de hinchamiento	0,15
Compactación Proctor lb/pie ³ T 180	87,6
% de humedad óptima	19,5
% de grava:	0
% de arena:	87,22
% pasa tamiz No. 200 T 27	12,78
Clasificación: S.C.U.:	S.P-SM

Fuente: elaboración propia.

Considerado que es pavimento rígido y para el cual la estructura solo requiere de base, se concluye que el material satisface los requisitos para ser utilizados como una base. Los valores de los ensayos realizados se muestran en el análisis de resultados, se constató la clasificación del suelo como un

material excelente. El porcentaje de CBR a 97 % de compactación T 193 para el suelo ensayado fue de 95 %, teniendo un uso, puede utilizarse como base.

El período de diseño utilizado en la pavimentación de concreto hidráulico de la quinta y sexta avenida de la colonia Linda Vista será de 20 años, por considerar que aproximadamente la vida útil de los materiales empleados es de 20 años.

Para la subrasante se consideraron los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio y se determinó que el suelo tiene un valor alto para utilizarlo como base, por lo tanto, se determinara el espesor de la base según las especificaciones correspondientes.

El paso de vehículos sobre las losas de concreto produce esfuerzos de flexión y compresión. Los esfuerzos de compresión son mínimos y no influyen en el grosor de la losa, pero los de flexión se determinan por módulo de ruptura.

Una buena aproximación del módulo de ruptura es dentro de 10 y 20 por ciento de la resistencia a compresión.

La resistencia de compresión utilizada para este tramo es de 4 000 psi, se determinó un 15 por ciento el módulo de ruptura es decir:

$$4\ 000\ \text{psi} * 0,15 = 600\ \text{PSI}.$$

Para el diseño del espesor del pavimento se deben seguir los siguientes pasos:

- Como se determinó anteriormente, la tabla XX de categorías depende del tránsito y del lugar de la carretera se determinó utilizar la categoría 1, ya que pertenecen calles residenciales, caminos rurales y secundarios (de bajo a medio).
- La junta que mejor se adhiere a las necesidades es la longitudinal y transversal de contracción. Las juntas de contracción evitan el agrietamiento de los elementos de la junta. La ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación transversal será a cada 4,5 metros y una división longitudinal de $\frac{1}{2}$ del ancho de la pista. Ver interpretación en figura 10.
- Con base en el tipo de suelo con que se cuenta en la subrasante, que es un S.P-SM, se clasificó el suelo como arenas y mezclas de arena con grava relativamente libre de suelos finos, esto da como resultado un suelo de soporte alto (ver tabla XXI). Asimismo el valor aproximado a través del porcentaje de CBR, determinamos un valor de k según la figura 9, en la cual obtuvimos un k igual a 700.
- Con el valor k de la subrasante determinar el espesor de la base. (Según la tabla XXII) se determinó que no se requiere de base granular o tratamiento con suelo cemento debido a que la subrasante tiene un soporte alto.
- Según el tipo de tránsito que pasará sobre este pavimento y siendo avenidas no tan transitadas, corresponde a la categoría 1 con rango de TPD de 200 a 800 vehículos y un 1 % a 3 % de TPDC, según la tabla de categorías de carga por eje.

Considerando el valor más alto de TPD (800 vehículos) con un 3 % de vehículos pesados, se obtiene un TPDC de 24 en ambos sentidos, es decir, 12 en un sentido.

Como se considera una calle de categoría 1 y sin bordillo incorporado, se busca al lado izquierdo de la tabla XXV de determinación de espesor, el soporte de la subrasante y la base, alineándolo con el sector que corresponde a un módulo de ruptura. Al determinar el espesor de losa el resultado es de 6 pulgadas con un MR de 600 PSI.

Estructura final del pavimento:

- Categoría 1 (según tránsito y lugar).
- CBR de 80 al 95 % de compactación.
- $K = 700 \text{ lb/pulg}^3$.
- Se diseña para 20 años.
- No se tienen datos de circulación de vehículos en el sector.
- Según el tipo de suelo, es un suelo con soporte alto.
- Tomando los valores de la tabla según el valor de la subrasante da como resultado que no requiere base granular o con suelo cemento.
- El espesor de losa será de 15 centímetros con un MR de 600 PSI.

2.2.4.6. Diseño de mezcla

Procedimiento empírico que está basado principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, garantiza una manejabilidad apropiada para un tiempo establecido, además se diseña para propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio. El diseño de la mezcla se basa en las siguientes especificaciones:

Tabla XXVII. **Determinación de estructura y asentamiento**

TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO
Cimientos, muros reforzados, vigas	7,5
Paredes reforzadas y columnas	10 cm
Pavimentos y losas	7,5 cm
Concreto masivo	7,5 cm

Fuente: ACI 211.1 American Concrete Institute. *Proporcionamiento de mezclas*. p. 21.

El revenimiento se puede incrementar si se emplean aditivos químicos. Según la tabla, se especifica para pavimentos un asentamiento de 7,5 cm. Se necesita un concreto de un $f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$, con un agregado de 3/4 de pulgada.

Tabla XXVIII. **Asentamiento de concreto**

Asentamientos en centímetros	Cantidad de agua L/m ³				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
2,5 a 5	207	199	190	179	166
7,5 a 10	228	216	205	193	181
15 a 17,5	243	228	216	202	190

Fuente: ACI 211.1 American Concrete Institute. *Proporcionamiento de mezclas*. p. 23.

Al conocer los datos anteriores de asentamiento y tamaño de agregado se obtiene la cantidad de agua que es 205 L/m³.

Con la resistencia de 281 kg/cm^2 se busca en la tabla siguiente la relación A/C (agua cemento).

Tabla XXIX. **Relación agua cemento**

Resistencia	Relación
kg/cm ²	A/C
420	0,41
350	0,48
281	0,57
210	0,68
140	0,82

Fuente: ACI 211.1 American Concrete Institute. *Proporcionamiento de mezclas*. p. 24.

Tabla XXX. **Porcentaje de agregado**

Tamaño máximo agregado grueso	Porcentaje de arena sobre agregado Total	Porcentaje de pedrín sobre agregado Total
3/8"	50	50
1/2"	41	59
3/4"	34	66
1"	29	71
1 1/2"	25	75

Fuente: ACI 211.1 American Concrete Institute. *Proporcionamiento de mezclas*. p. 26.

Y se determina que $A/C = 0,57$

Con estos datos se encuentran las cantidades de materiales.

Cantidad de cemento = agua/0,57

Cemento = 205 / 0,57

Cemento = 360 kg/cm³

El peso de concreto es de 2 400 kg/m³

Peso de agregados = peso de concreto – peso (agua + cemento)

Peso de agregados = 2 400 – (360 + 205)

Peso de agregados = 1 835 kg

De la tabla de porcentajes de agregados, se obtiene el porcentaje de arena, al conocer el agregado grueso de 3/4”.

Porcentaje de arena total = 34 %

Porcentaje de pedrín total = 66 %

Entonces:

Arena = 1 800 kg × 34 % = 612 kg

Pedrín = 1 800 kg × 66 % = 1 188 kg

Resultados con base en el peso:

Agua (mezclado neto) = 205 kg

Cemento = 360 kg

Arena = 612 kg

Pedrín = 1 188 kg

Resultados con base en el volumen absoluto:

- Se empleará un cemento tipo I con peso específico de 3,15.
- Los agregados gruesos y finos de calidad satisfactoria y granulometría estar dentro de los límites de la especificación ASTM C 33.
- El agregado grueso tiene un peso específico a granel de 2,68.
- El agregado fino tiene un peso específico a granel de 2,64.

Volumen de agua = $205 / 1\,000 = 0,205\text{ m}^3$

Volumen de cemento = $360 / (3,15 \times 1\,000) = 0,114\text{ m}^3$

Volumen de agregado grueso = $1\,188 / (2,68 \times 1\,000) = 0,443\text{ m}^3$

Volumen total de componentes = $0,762\text{ m}^3$

Volumen requerido de arena = $1 - 0,762 = 0,237\text{ m}^3$

Al adquirir el concreto premezclado se deberá valer la resistencia de 4 000 PSI y el diseño de mezcla siguiente:

Tabla XXXI. **Diseño de mezcla**

DESCRIPCIÓN	AGUA	CEMENTO	ARENA	PIEDRÍN
En base a proporción	0,57	1	2	3
En base a peso	205 kg	360 kg	612 kg	1188 kg
En base a volumen	$0,205\text{ m}^3$	$0,114\text{ m}^3$	$0,237\text{ m}^3$	$0,443\text{ m}^3$

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.7. Diseño de juntas

Las juntas tienen por objeto principal, permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento.

La mayoría de las grietas en el concreto son debidas a tres efectos.

- Cambio de volumen por encogimiento por secado
- Esfuerzos directos por cargas aplicadas
- Esfuerzos de flexión por pandeo

Los tipos de juntas más comunes en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales, que a la vez se clasifican como de contracción, de construcción y de expansión.

- Juntas longitudinales

Son juntas paralelas al eje longitudinal del pavimento. Estas juntas se colocan para prevenir la formación de grietas longitudinales, pueden ser en forma mecánica, unión macho hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa.

La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12,5 pies (3,81 m), es la que determina el ancho del carril.

- Juntas transversales

Controla las grietas causadas por la retracción del fraguado del concreto. La ranura de la junta, debe por lo menos tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se construyen perpendicularmente al tráfico. También son llamadas juntas de contracción, ya que controlan el agrietamiento transversal por contracción del concreto.

La profundidad de la ranura debe ser igual a un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima de las juntas transversales es de 15 pies (4,57 m). La colocación de las barras de transferencia depende de las características de la subrasante y del tipo de tránsito esperado para el pavimento.

- Juntas de expansión

Estas son necesarias cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Donde sea necesario este tipo de junta, se dejara una separación de dos centímetros. Se construyen para disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Se colocan obligadamente frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias

- Juntas de construcción

Se construyen cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son del tipo trabado es decir lleva barras de acero o material adecuado, para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada.

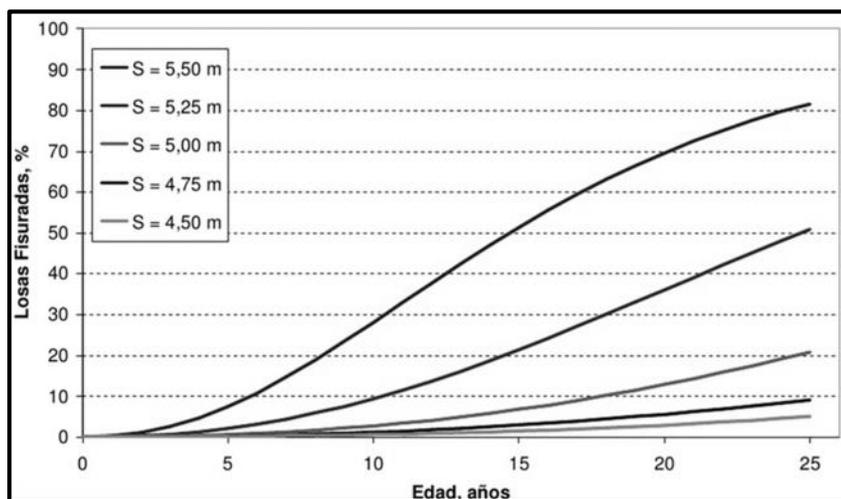
Existen dos dispositivos de transferencia de cargas entre las losas en zonas de juntas, las barras de sujeción y las dovelas o pasajuntas.

Las dovelas o pasajuntas se utilizan normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y de expansión y fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente.

La junta tipo dovela se logra haciendo un detalle macho hembra en el concreto en el sentido longitudinal. Este detalle requiere más trabajo, pero garantiza una disminución en el espesor de la losa.

Las tablas de diseño de la PCA incluyen dos tipos de juntas debido a la transferencia de carga, del tipo dovela o pasajunta y del tipo de trabe por agregado.

Figura 10. Separación de juntas transversales



Fuente: CALO, Diego. *Diseño de pavimentos rígidos*. p. 21.

El tipo de trabe por agregado, se utiliza en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas contiguas. Este tipo de junta es más sencillo en la construcción pero requiera de espesores más altos de la losa de concreto.

El tipo dovela o pasajunta, se utiliza normalmente en juntas transversales de construcción, contracción, expansión y fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente.

2.2.4.8. Drenaje

Cunetas revestidas

Son los canales, situados a ambos lados de la línea central de la carretera, recubiertas de: concreto simple fundido en sitio, que sirven para conducir hacia los drenajes, el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes.

La mejor sección transversal o típica, es la que drena el agua de la línea central hacia las orillas del pavimento. Los hombros que escurren de la orilla del pavimento rígido hacia una zanja longitudinal abierta (cuneta) o hacia la orilla del terraplén son los medios más eficientes y económicos de proveer drenaje superficial.

Es recomendable que las cunetas sean construidas con el mismo material de la calzada principal con el fin de facilitar las condiciones de construcción, mejorar el desempeño global del pavimento y reducir los costos de mantenimiento. Se debe colocar el concreto, principiando en el extremo de la cuneta a revestir y avanzando en el sentido ascendente de la pendiente de la misma. Se deben dejar juntas de construcción a cada 2 metros, con un espesor de 3 mm. Se debe tener cuidado en la colocación de la formaleta y al colocar el concreto se deben nivelar bien las superficies para que la cuneta quede con la verdadera forma y dimensiones indicadas en los planos. El espesor mínimo de la cuneta debe ser de 70 milímetros.

Debido a lo anterior, la cuneta ideal es aquella que es una prolongación de la superficie de rodamiento; así, además de dar seguridad, disminuye el costo de la conservación; pero siempre debe ajustarse a las necesidades hidráulicas.

Hay métodos para determinar la dimensión necesaria de las cunetas, para ello es necesario conocer el caudal que transportará; en el entorno es muy utilizado el método racional para el cálculo de caudales, el cual está basado en la relación directa entre la precipitación pluvial y la escorrentía que se produce, así como, el razonamiento de quien elabora el estudio. Las fórmulas a utilizar son:

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

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

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

Donde:

Q = caudal en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia en mm/h

A = área a considerar en hectáreas

Δ, B = constante de la estación meteorológica local

t = tiempo de concentración

L = longitud del cauce

H = desnivel del cauce

Es de recordar que la planificación de alcantarillado pluvial es otro proyecto, para lo cual se contara con el diseño de obras para captación, conducción y desfogue final.

Para realizar el análisis de la cuneta pluvial se considera el tramo del caminamiento 2+522,89 al 2+610,94 por ser el más representativo de longitud, área tributaria y pendiente, el cual tiene un desnivel de 3,05 metros, el ancho promedio de la pista es de 6,00 metros.

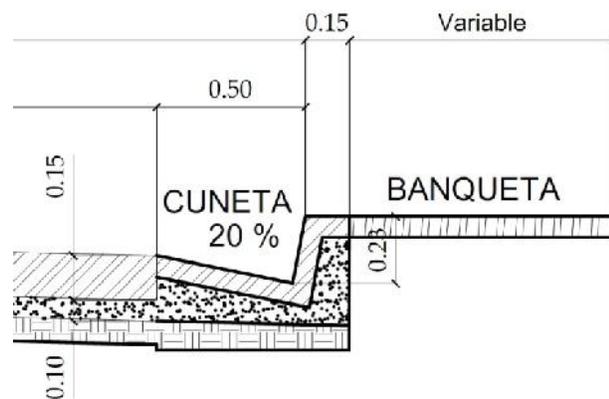
$$t = \frac{3 \times 88,05^{1,15}}{154 \times 3,05^{0,38}} = 2,20 \text{ minutos}$$

$$I = \frac{15\ 870}{(35 + 2,20)^{1,292}} = 148,40 \text{ mm/h}$$

$$Q = \frac{0,75 \times 148,40 \times 0,053}{360} = 0,016 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con la sección propuesta se procederá a calcular el caudal que es capaz de conducir el cual será comparado con el de la precipitación del lugar. La ecuación que se utilizará será la de Manning.

Figura 11. **Sección propuesta de cuneta**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2011.

$$Q = 1/n \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{0,016} \times 0,022 \times 0,04^{2/3} \times 0,03^{1/2} = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con el resultado se concluye que la sección propuesta es adecuada para conducir el caudal de diseño.

2.2.5. Especificaciones técnicas y de mantenimiento

Se ejecutará el trabajo en estricto apego a las cláusulas que dicta la Municipalidad de Villa Nueva, no deberá aprovecharse de un error u omisión para el beneficio, en todo caso si al final se considera procedente podrá rechazarse, parcial o totalmente el trabajo aunque este esté concluido. La construcción de la obra debe realizarse de acuerdo a las especificaciones técnicas, disposiciones especiales, planos y apéndices, que se tienen establecidos en la Dirección de Infraestructura.

Los materiales especificados por referencia a un número o símbolo de una norma específica, tales como: COGUANOR, ASTM, AASHTO, ISO Y LIBRO AZUL u otras normas similares, deberán cumplir con los requisitos de la última revisión y con cualquier modificación o suplemento de las mismas que estuviera en vigor, excepto cuando sean limitados por tipo, clase, grado o estuvieron modificados en la propia referencia.

El mantenimiento del pavimento rígido quedará a cargo de la Municipalidad de Villa Nueva al momento de aceptar la obra terminada, quedando a la disposición la fianza de conservación de obra impuesta a la empresa ejecutora.

2.2.6. Formulario Evaluación de Impacto Ambiental Inicial

Se proyecta un impacto positivo con la implementación de este proyecto, puesto que se aumentará la plusvalía del lugar se mejorará el ornato de la colonia, los habitantes no tendrán problemas para transitar y las avenidas tendrán un tratamiento adecuado para evitar enfermedades pulmonares causadas por el polvo.

Tabla XXXII. Información general de pavimento rígido

Etapa de construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Movimientos de tierras - Materiales de construcción - Motoniveladora, camión de volteo, compactador de rodillo, camión concreto premezclado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua sanitariamente segura - Camión cisterna - 08:00 – 16:00 	- Mantenimiento a cargo de la Municipalidad de Villa Nueva.

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

Tabla XXXIII. Proyección de uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otros, de pavimento rígido

	Tipo	Si/No	Cantidad/ (mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	Metro cubico diario	Municipalidad de Villa Nueva	Construcción	-----	Tonel plástico
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Gasolina	No					

Continuación de la tabla XXXIII.

	Diésel	No					
	Bunker	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
Otros		No					
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

Tabla XXXIV. **Impactos ambientales de pavimento rígido**

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario
1	Aire	Polvo	Partículas	Al momento de movimiento de tierras	Uso de mascarilla y aviso a vecinos.
		Ruido	No		
		Vibraciones	Si	En áreas de compactación	
		Olores	No		
2	Agua	Abastecimiento de agua	Municipal	Uso limpieza	Cuidado al vecindario

Continuación de la tabla XXXIV.

		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación No	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: De uso común	En área de trabajo	Uso de basureros
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No		
		Modificación del relieve o topografía del área	Toda la quinta y sexta avenida, de terracería a pavimento hidráulico	En áreas de trabajo continuo	Seguimiento por un cronograma de trabajo.
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No		
		Fauna (animales)	No		
		Ecosistema	No		
5	Visual	Modificación del paisaje	No		
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	Cambio social y cultural	En el sector beneficiado por mejorar el ornato de las avenidas.	Reuniones con los vecinos explicando la plusvalía hacia el sector
7	Otros	No			

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

Tabla XXXV. **Efectos y riesgos derivados de la actividad de pavimento rígido**

<p>1. Efectos en la salud humana del vecindario:</p> <p>d) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>e) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>f) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de la respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: b) Como método constructivo se tendrá intransitable el lugar donde se esté trabajando, debido al movimiento de tierras, personal y maquinaria.</p>
<p>2. En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible() d) Incendio () e) otro (x)</p> <p>Detalle la información explicando el por qué? Solamente el polvo en el vecindario, pero se tendrá previsto dar aviso a los vecinos para que también colaboren en protegerse de partículas de polvo.</p>
<p>3. Riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Como método constructivo se tendrá intransitable el lugar donde se esté trabajando, debido al movimiento de tierras, personal y maquinaria.</p>

Continuación de la tabla XXXV.

4. Equipo de protección personal

- d. Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?
SI (x) NO ()
- e. Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:
Lente antiempañante, botas de hule, mascarilla protección respiratoria.
- f. ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Proporcionar equipo de protección visual y respiratoria, dar aviso a los vecinos en el área de trabajo y colocación de rótulos indicando las posibles molestias y advertencias.

Fuente: MARN. *Formato de Evaluación Ambiental Inicial.*

2.2.7. Presupuesto del proyecto

Según los requerimientos específicos que implementa el Área de Planificación y Diseño para elaborar el presupuesto, el resultado indica el costo final del proyecto a construir.

2.2.7.1. Integración de precios unitarios

Comprende la formulación de materiales, mano de obra, maquinaria y gastos administrativos que se requieren para determinar la respectiva construcción.

Tabla XXXVI. Hojas unitarias

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido		RENLÓN:	1.01.01
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.			
DESCRIPCIÓN RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Replanteo topográfico (trazo, nivelación, estaqueado y puenteados)	m ²	6 728,70	Q 2,31	Q 15 541,06
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	bolsa	67,00	Q 37,00	Q 2 479,00
Madera	pie tablar	101,00	Q 6,00	Q 606,00
Clavo 3"	libra	7,00	Q 7,00	Q 49,00
Total de materiales con IVA				Q 3 134,00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 2 798,21
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 313,40	Q 313,40
Estación Total Topcon serie GTS 236 (Equipo completo)	hora maquina	74	Q 35,50	Q 2 627,00
Herramientas variables	global	1	Q 141,85	Q 141,85
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 3 082,25
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 2 752,01
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cuadrilla topográfica	m ²	6 728,70	Q 0,70	Q 4 728,26
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 4 728,26
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 10 278,48
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)				35% Q 3 597,47
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 13 875,95
IVA				12% Q 1 665,11
COSTO TOTAL				Q 15 541,06
			COSTO UNITARIO	Q 2,31

Continuación de la tabla XXXVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido			REGLÓN:	1.02.01
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.				
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Movimiento de tierras, corte de cajuela.	m ³	1 682,18	Q 67,79	Q 114 040,17	
NOTA:					
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Total de materiales con IVA				Q -	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q -	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Corte de cajuela / Patrol 120 G	Horas	153,00	Q 350,00	Q 53 550,00	
Traslado / Patrol 120 G	Horas	26,00	Q 350,00	Q 9 100,00	
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 62 650,00	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 55 937,50	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Total de Combustibles con IVA				Q -	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Guía y emparejado de corte cajuela	m ³	1 682,18	Q 11,58	Q 19 485,89	
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 19 485,89	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 75 423,39	
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 26 398,19	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 101 821,58	
IVA			12%	Q 12 218,59	
COSTO TOTAL				Q 114 040,17	
			COSTO UNITARIO	Q 67,79	

Continuación de la tabla XXXVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido		REGLÓN:	1.02.02
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.			
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Conformación de subrasante (Escarificar, mezclar, homogenizar y compactación)	m ²	6 728,70	Q 34,95	Q 235 173,53
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	bolsa	961,24	Q 36,00	Q 34 604,74
Total de materiales con IVA				Q 34 604,74
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 30 897,09
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ajuste de sub-rasante / Patrol 120 G	Horas	90,0	Q 350,00	Q 31 500,00
Escarificar, mezclar y homogenizar / Patrol 120 G	Horas	68,0	Q 350,00	Q 23 800,00
Traslado / Patrol 120 G	Horas	27,0	Q 350,00	Q 9 450,00
Compactación Sub-rasante / Rodó Cat	Horas	54,0	Q 200,00	Q 10 800,00
Traslado Rodó Cat / Low Boy	Horas	9,0	Q 250,00	Q 2 250,00
Riego Sub-rasante / Cisterna 2 000	Horas	12,0	Q 300,00	Q 3 600,00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 81 400,00
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 72 678,57
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trabajos complementarios durante ajuste de sub-rasante	m ²	6 728,70	Q 7,72	Q 51 962,39
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 51 962,39
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 155 538,05
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 54 438,32
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 209 976,37
IVA			12%	Q 25 197,16
COSTO TOTAL				Q 235 173,53
			COSTO UNITARIO	Q 34,95

Continuación de la tabla XXXVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido		REGLÓN:	1.02.03
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.			
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Conformación de base e=0,10m (Tendido, mezclado, compactacion, riego)	m ²	6 728,70	Q 79,80	Q 536 971,26
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Material Arena limosa con pómez Clasificación: S.C.U.: S.P-SM	m ³	774,00	Q 85,00	Q 65 790,00
Total de materiales con IVA				Q 65 790,00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 58 741,07
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Corte material de banco / Retroexcavadora Cat 416	Horas	48,0	Q 275,00	Q 13 200,00
Carga material de banco / Retroexcavadora Cat 416	Horas	28,0	Q 275,00	Q 7 700,00
Traslado / Retroexcavadora Cat 416	Horas	13,0	Q 275,00	Q 3 575,00
Acarreo material / Camión de volteo	Viajes	46,0	Q 400,00	Q 18 400,00
Tender y mezclar sub-base / Patrol 120 G	Horas	61,0	Q 350,00	Q 21 350,00
Afinado de sub-base / Patrol 120 G	Horas	37,0	Q 350,00	Q 12 950,00
Traslado patrol 120 G / Patrol 120 G	Horas	17,0	Q 350,00	Q 5 950,00
Compactación sub-base / Rodo Cat	Horas	51,0	Q 200,00	Q 10 200,00
Traslado Rodo Cat / Low Boy	Horas	9,0	Q 250,00	Q 2 250,00
Riego sub-base / Cisterna 2 000	Horas	12,0	Q 300,00	Q 3 600,00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 99 175,00
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 88 549,11
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trabajos complementarios durante conformación de base	m ²	6 728,70	Q 30,89	Q 207 849,54
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 207 849,54
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 355 139,72
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 124 298,90
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 479 438,62
IVA			12%	Q 57 532,63
COSTO TOTAL				Q 536 971,26
			COSTO UNITARIO	Q 79,80

Continuación de la tabla XXXVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido		RENLÓN:	1.02.04
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.			
DESCRIPCIÓN RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Carga y acarreo de material sobrante de excavación	m³	1 934,50	Q 66,35	Q 128 347,43
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de materiales con IVA				Q -
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q -
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Carga material de corte / Retroexcavadora Cat 416	Horas	33	Q 275,00	Q 9 075,00
Traslado / Retroexcavadora Cat 416	Horas	6	Q 275,00	Q 1 650,00
Acarreo material / Camión de volteo	Viajes	162	Q 400,00	Q 64 800,00
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 75 525,00
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 67 433,04
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Limpieza y recuperación de ornato	m³	1 934,50	Q 9,02	Q 17 452,83
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 17 452,83
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 84 885,86
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 29 710,05
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 114 595,92
IVA			12%	Q 13 751,51
COSTO TOTAL				Q 128 347,43
			COSTO UNITARIO	Q 66,35

Continuación de la tabla XXXVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido		RENLÓN:	1.03.01
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.			
DESCRIPCIÓN RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro e instalación de concreto hidráulico con resistencia 4 000 PSI, espesor 0,15 m. terminado, acabado rustico lineal transversal, juntas de contracción transversal @ 3,00 m y longitudinal @ 4,5. (Subcontrato)	m³	1 009,31	Q 1 458,90	Q 1 472 475,06
	NOTA:			
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro e instalación de concreto hidráulico con resistencia 4 000 PSI, espesor 0,15 m. terminado, acabado rustico lineal transversal, juntas de contracción transversal @ 3,00 m y longitudinal @ 4,5. (Subcontrato)	m³	1 009,31	Q 1 215,75	Q 1 227 062,55
Total de materiales con IVA				Q 1 227 062,55
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 1 095 591,57
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q -
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q -
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q -
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 1 095 591,57
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			20%	Q 219 118,31
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 1 314 709,88
IVA			12%	Q 157 765,19
COSTO TOTAL				Q 1 472 475,06
			COSTO UNITARIO	Q 1 458,90

Continuación de la tabla XXXVI.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción pavimento rígido		REGLÓN:	1.04.01
UBICACIÓN:	Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva.			
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de cuneta en "L" (Concreto 4 000 PSI, e = 0,07 m). Juntas de construcción a cada 2 metros, con un espesor de 3 mm. Mezcla in situ.	ml	2 691,48	Q 176,34	Q 474 611,58
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	saco	2 260,84	Q 72,00	Q 162 780,71
Arena de río	m ³	113,04	Q 75,00	Q 8 478,16
Piedrín	m ³	143,19	Q 200,00	Q 28 637,35
Paral de 2" x 3" x 10'	unidad	942,02	Q 29,00	Q 27 318,52
Clavos 3"	libra	46	Q 7,00	Q 322,00
Total de materiales con IVA				Q 227 536,74
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 203 157,81
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 22 753,67	Q 22 753,67
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 22 753,67
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 20 315,78
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Concreto de 3" sin colorear. Acabado rustico, preparado con mezcladora de 9-1 1 p3, base de 4 cm material sitio. fc = 4 000 PSI. (Reglado)	m ²	2 691,48	Q 4,57	Q 12 286,61
Concreto de 3" sin colorear. Acabado rustico, preparado con mezcladora de 9-1 1 p3, base de 4 cm material sitio. fc = 4 000 PSI. (Vaciado)	m ²	2 691,48	Q 28,04	Q 75 455,64
Concreto de 3" sin colorear. Acabado rustico, preparado con mezcladora de 9-1 1 p3, base de 4 cm material sitio. fc = 4 000 PSI. (Curado)	m ²	2 691,48	Q 1,00	Q 2 680,71
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 90 422,96
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 313 896,55
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 109 863,79
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 423 760,34
IVA			12%	Q 50 851,24
COSTO TOTAL				Q 474 611,58
			COSTO UNITARIO	Q 176,34

Fuente: elaboración propia.

2.2.7.2. Resumen de presupuesto

Determina el resultado y presentación final del costo que implica la pavimentación rígida de quinta y sexta avenida, en la colonia Linda Vista, Villa Nueva.

Tabla XXXVII. Costo del proyecto en general

No.		DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
 <p style="text-align: right;">UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA Guatemala, C.A.</p> <p style="text-align: center;">CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO</p> <p>IDENTIFICACIÓN PROYECTO: <u>Construcción pavimento rígido</u> UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN: <u>Quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala</u> NOMBRE DE SOLICITANTE: <u>Dirección de infraestructura</u> MODALIDAD: <u>E.P.S.</u> LONGITUD TOTAL: <u>1 345,74</u> ANCHO UTIL: <u>5,00</u> ÁREA: <u>6 728,70</u></p>						
SUB TOTAL Q 15 541,06						
1.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
1.02.01		Movimiento de tierras, corte de cajuela.	m ³	1 682,18	Q 67,79	Q 114 040,17
1.02.02		Conformación de subrasante (Escarificar, mezclar, homogenizar y compactación)	m ²	6 728,70	Q 34,95	Q 235 173,53
1.02.03		Conformación de base e=0,10m (Tendido, mezclado, compactacion, riego)	m ²	6 728,70	Q 79,80	Q 536 971,26
1.02.04		Carga y acarreo de material sobrante de excavación	m ³	1 934,50	Q 66,35	Q 128 347,43
SUB TOTAL Q 1 014 532,39						
1.03 SUPERFICIE DE RODADURA						
1.03.01		Suministro e instalación de concreto hidráulico con resistencia 4 000 PSI, espesor 0,15 m. terminado, acabado rustico lineal transversal, juntas de contracción transversal @ 3,00 m y longitudinal @ 4,5. (Subcontrato)	m ³	1 009,31	Q 1 458,90	Q 1 472 475,06
SUB TOTAL Q 1 472 475,06						
1.04 DRENAJE SUPERFICIAL						
1.04.01		Construcción de cuneta en "L" (Concreto 4 000 PSI, e = 0,07 m). Juntas de construcción a cada 2 metros, con un espesor de 3 mm. Mezcla in situ.	m	2 691,48	Q 176,34	Q 474 611,58
SUB TOTAL Q 474 611,58						
COSTO DE PAVIMENTACIÓN RÍGIDA						Q 2 977 160,09
Elaborado por: Joel Marino Ramírez Gonzales.			En letras: Dos millones novecientos setenta y siete mil ciento sesenta quetzales con nueve centavos.			
UNIDAD DE EPS, FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS CAMPUS CENTRAL						

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. Cronograma de ejecución física y financiera

Enumera las actividades comprendidas en la pavimentación rígida, horizontalmente se describen un período de tiempo con fechas y finalmente a cada actividad se le asigna una barra desde la fecha de inicio hasta la de término, junto al desplazamiento financiero propuesto.

Tabla XXXVIII. Cronograma de ejecución física y financiera

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA Guatemala, C.A.							
CONSTRUCCION PAVIMENTO RIGIDO							
Cursos y vereda avenidas, Cobros, Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala							
DIAGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA Y FINANCIERA							
COMPONENTES	MONTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	MONTO
Replanteo topográfico (trazo, nivelación, estalopeado y surteado)	Q. 15 541,06	Q. 3 885,27	Q. 3 885,27	Q. 3 885,27	Q. 3 885,27		Q. 15 541,06
Movimiento de tierras, corte de taludes	Q. 114 040,17	Q. 38 013,39	Q. 38 013,39	Q. 38 013,39			Q. 114 040,17
Conformación de subrasante (Escarificar, meclar, homogeneizar y compactación)	Q. 235 173,53	Q. 78 391,18	Q. 78 391,18	Q. 78 391,18	Q. 78 391,18		Q. 235 173,53
Conformación de base #0/10m (Tendido, meclado, compactación, espol)	Q. 538 971,26	Q. 179 990,42	Q. 179 990,42	Q. 179 990,42	Q. 179 990,42		Q. 538 971,26
Carga y acarreo de material sobrante de excavación	Q. 128 347,43	Q. 42 782,49	Q. 42 782,49	Q. 42 782,49		Q. 42 782,49	Q. 128 347,43
Esparcido e instalación de pavimento bituminoso con espesor de 4 000 (PSI) espesor (15 m. terminado, acabado, curado, final zomerales, juntas de contracción horizontal @ 3,00 m y vertical @ 4,5 (Subcarreos)	Q. 1 472 475,06	Q. 368 118,77	Q. 368 118,77	Q. 368 118,77	Q. 368 118,77	Q. 368 118,77	Q. 1 472 475,06
Construcción de curvas en "L" (Concreto 4 000 PSI) a = 0,07 m. Juntas de construcción a cada 2 metros, con un espesor de 3 mm. Mezcla in situ.	Q. 474 611,58	Q. 237 305,79	Q. 237 305,79			Q. 237 305,79	Q. 474 611,58
	Q2 977 160,09	Q 84 681,13	Q 867 399,02	Q 947 487,28	Q 829 395,83	Q 648 207,03	Q. 2 977 160,09

UNIDAD DE EPS, FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
CAMPUS CENTRAL

Fuente: elaboración propia.

2.2.9. Evaluación socioeconómico

Aplica la perspectiva de la comunidad o la nación, como un todo e indaga sobre el aporte que hace el proyecto al bienestar socioeconómico nacional. La evaluación juzga al proyecto, según el aporte al objetivo de contribuir al bienestar de la colectividad nacional.

2.2.9.1. Valor Presente Neto

Se define como el valor actualizado de los beneficios menos los costos generales, descontados a una tasa convenida que refleje el costo de oportunidad de los recursos invertidos.

Interpretación tabla XXXIX:

De acuerdo al costo de la inversión, la proyección de los ingresos y costos y la rentabilidad exigida al proyecto, este debe aceptarse ya que el VAN es mayor que 0.

El VAN de Q. 1 080 288,00 representa la cantidad de dinero que queda después de haber pagado la inversión inicial, es la riqueza absoluta que le genera a la Municipalidad de Villa Nueva.

2.2.9.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se define como aquella tasa que hace el Valor Actual Neto igual cero.

Tabla XXXIX. Cálculo de Valor Presente Neto

Determinación del flujo de fondos y cálculo del VAN y la TIR.					
Proyecto construcción pavimento rígido, quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala					
Flujo neto de fondos (Cifras en quetzales)					
Año / descripción	Ingresos por venta del servicio	Costos de inversión, operación y mantenimiento	Flujo neto de fondos	Factor de actualización 12%	Flujo neto de fondos actualizado
0		2 977 160	-2 977 160	1,0000	-2 977 160
1	446 400	450	445 950	0,8929	398 170
2	471 510	450	471 060	0,7972	375 526
3	484 530	450	484 080	0,7118	344 559
4	497 860	900	496 960	0,6355	315 827
5	511 500	900	510 600	0,5674	289 728
6	525 760	900	524 860	0,5066	265 910
7	540 330	1 350	538 980	0,4523	243 807
8	555 210	1 350	553 860	0,4039	223 695
9	570 400	1 350	569 050	0,3606	205 205
10	586 210	1 800	584 410	0,3220	188 164
11	602 330	1 800	600 530	0,2875	172 638
12	619 070	1 800	617 270	0,2567	158 438
13	636 120	2 250	633 870	0,2292	145 267
14	653 790	2 250	651 540	0,2046	133 318
15	671 770	2 250	669 520	0,1827	122 319
16	690 370	3 600	686 770	0,1631	112 027
17	709 280	3 600	705 680	0,1456	102 778
18	728 810	3 600	725 210	0,1300	94 306
19	748 960	4 500	744 460	0,1161	86 437
20	769 730	4 500	765 230	0,1037	79 329
				VAN =	1 080 288
<p>a/ La tasa de crecimiento anual de la población es de 2,76 por ciento. b/ Se asume que cada familia es propietaria de una vivienda.</p>					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Tasa Interna de Retorno

Proyecto construcción pavimento rígido, quinta y sexta avenida, Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva, Guatemala Flujo neto de fondos (Cifras en quetzales)						
Flujo neto de fondos	Factor de actualización 17%	Flujo neto de fondos actualizado	Factor de actualización 22%	Flujo neto de fondos actualizado	Factor de actualización 30%	Flujo neto de fondos actualizado
-2 977 160	1,0000	-2 977 160	1,0000	-2 977 160	1,0000	-2 977 160
445 950	0,8547	381 154	0,8197	365 533	0,7692	343 038
471 060	0,7305	344 116	0,6719	316 488	0,5917	278 734
484 080	0,6244	302 245	0,5507	266 586	0,4552	220 337
496 960	0,5337	265 203	0,4514	224 327	0,3501	174 000
510 600	0,4561	232 890	0,3700	188 922	0,2693	137 519
524 860	0,3898	204 611	0,3033	159 179	0,2072	108 739
538 980	0,3332	179 586	0,2486	133 984	0,1594	85 895
553 860	0,2848	157 730	0,2038	112 855	0,1226	67 897
569 050	0,2434	138 509	0,1670	95 041	0,0943	53 661
584 410	0,2080	121 579	0,1369	80 005	0,0725	42 392
600 530	0,1778	106 780	0,1122	67 387	0,0558	33 509
617 270	0,1520	93 809	0,0920	56 775	0,0429	26 494
633 870	0,1299	82 335	0,0754	47 788	0,0330	20 928
651 540	0,1110	72 333	0,0618	40 263	0,0254	16 548
669 520	0,0949	63 530	0,0507	33 913	0,0195	13 080
686 770	0,0811	55 698	0,0415	28 514	0,0150	10 321
705 680	0,0693	48 916	0,0340	24 015	0,0116	8 158
725 210	0,0592	42 965	0,0279	20 230	0,0089	6 449
744 460	0,0506	37 697	0,0229	17 022	0,0068	5 092
765 230	0,0433	33 119	0,0187	14 342	0,0053	4 026
	VAN =	-12 356	VAN =	-683 992	VAN =	-1 320 342
$TIR = i_{inferior} + (i_{superior} - i_{inferior}) \times \frac{VAN_{i_{inferior}}}{VAN_{i_{inferior}} + VAN_{i_{superior}}}$ $0,12 + (0,30 - 0,12) \times \frac{1\ 080\ 288}{2\ 400\ 630}$ $0,12 + 0,18 \times 0,450001814$ $0,12 + 0,081000327 = 0,201000327$ <p style="text-align: center;">TIR = 0,2010 = 20,10 %</p>						

Fuente: elaboración propia.

Interpretación tabla XL:

La TIR representa la rentabilidad mínima exigida por la Municipalidad de Villa Nueva, en este caso de un 20,10 %.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado es de gran ayuda para el desarrollo integral de un profesional en la ingeniería, ya que se pone en práctica los conocimientos adquiridos junto con la experiencia laboral, también, brinda ayuda a pobladores que necesitan mejorar la residencia con proyectos de infraestructura.
2. En la colonia Linda Vista es inminente que se efectúe la construcción del sistema de alcantarillado para drenaje sanitario y así reducir el riesgo de enfermedades producidas por el desfogue de aguas servidas hacia las calles, la proliferación de insectos, el mal olor y el ornato de la colonia.
3. Es obligatorio el mejoramiento de las avenidas estudiadas se puede observar la importancia del estudio del suelo, ya que a partir del valor soporte del mismo se procede a diseñar la estructura de pavimento rígido que pueda soportar o, las modificaciones necesarias para que se cumplan los requisitos de carga óptimos.
4. El método simplificado de la PCA utilizado para el diseño del pavimento rígido del tramo carretero, es un método de fácil aplicación, ya que gran parte del procedimiento del mismo se basa en tablas, por lo que tiene gran aplicación cuando no se tienen ensayos de control de tráfico.

RECOMENDACIONES

1. Que la Municipalidad de Villa Nueva pueda gestionar los medios económicos para avalar la construcción de los proyectos presentados, tomando en cuenta la participación de los habitantes de la colonia Linda Vista para lograr el éxito de proporcionar una adecuada infraestructura.
2. Todo proyecto se recomienda realizar una comparación de alternativas de pavimentación, para determinar con ello la solución óptima que cumpla con lo requerido.
3. Durante la construcción del sistema de alcantarillado para drenaje sanitario se deben seguir las especificaciones técnicas y con estricto control sobre los planos realizados, sabiendo que cualquier cambio de los mismos puede alterar la función del sistema.
4. Brindar un mantenimiento periódico adecuado para lograr con ello que los proyectos realizados cumplan la vida útil en perfectas condiciones y garantizar el correcto funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIOS BOLAÑOS, Walter Raúl. *Guía teórica y práctica del curso de pavimentos y mantenimiento de carreteras*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 145 p.
2. CABRERA REPIELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria* 2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
3. CORONADO ITURBIDE, Jorge. *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala: SIECA, 2002. 289 p.
4. Dirección General de Caminos Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: MICIVI, 2000. 361 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 21 p.
6. KRAEMER, Carlos. *Ingeniería de Carreteras*, Volumen II. España, McGraw-Hill, 2004. 584 p.

APÉNDICES

Integración de precios unitarios de alcantarillado sanitario:

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I	RENGLÓN:	1.01.01	
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Replanteo topográfico (trazo, nivelación, estaqueado y puenteado)	m ²	5 345.90	Q 4,58	Q 24 509,53
	NOTA:			
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal hidratada	bolsa	80,00	Q 37,00	Q 2 960,00
Madera	pie tablar	134,00	Q 6,00	Q 804,00
Clavo 3"	libra	21,00	Q 7,00	Q 147,00
Total de materiales con IVA				Q 3 911,00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 3 491,96
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 391,10	Q 391,10
Estación Total Topcon serie GTS 236 (Equipo completo)	hora maquina	86	Q 35,50	Q 3 053,00
Herramientas variables	global	1	Q 281,74	Q 281,74
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 3 725,84
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 3 326,64
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cuadrilla topográfica	m ²	5 345.90	Q 1,76	Q 9 391,41
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 9 391,41
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):			Q	16 210,01
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 5 673,50
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):			Q	21 883,51
IVA			12%	Q 2 626,02
COSTO TOTAL			Q	24 509,53
			COSTO UNITARIO	Q 4,58

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.02.01
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Rotura y reposición de banquetta (Espesor 7 cm concreto 3 000 psi)	m ²	214,25	Q 128,55	Q 27 542,14
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento portland gris	saco	132,84	Q 72,00	Q 9 564,12
Arena de río	m ³	12,86	Q 70,00	Q 899,85
Piedrín	m ³	12,86	Q 198,00	Q 2 545,29
Clavo diversas medidas	libra	53,56	Q 6,50	Q 348,16
Madera para formaleta	pie tablar	214,25	Q 6,00	Q 1 285,50
Total de materiales con IVA				Q 14 642,92
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 13 074,03
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 1 464,29	Q 1 464,29
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 1 464,29
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 1 307,40
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Demolición piso concreto simple E=8 A 10 cm	m ²	214,25	Q 12,15	Q 2 603,30
Elaboración concreto, vaciado con carretilla y botes	m ³	15,00	Q 82,08	Q 1 230,96
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 3 834,26
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 18 215,70
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 6 375,49
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 24 591,19
IVA			12%	Q 2 950,94
COSTO TOTAL				Q 27 542,14
			COSTO UNITARIO	Q 128,55

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I			REGLÓN:	1.02.02
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva				
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación de zanja con maquinaria, extracción y emparejado de zanja.	m ³	10 449,51	Q 65,29	Q 682 248,90	
NOTA:					
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Total de materiales con IVA				Q -	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q -	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Retroexcavadora marca JCB modelo 214e-4T. O 3C (Pala de carga frontal H.D. de 1 metro cubico, cucharón de la retroexcavadora de 24" H.D) Incluye operador, viaticos.	hora	752,36	Q 350,00	Q 263 327,65	
Flete	global	94,05	Q 1 672,00	Q 157 244,23	
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 420 571,88	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 375 510,61	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Combustible	galon	783,71	Q 35,00	Q 27 429,96	
Lubricantes	global	0,73	Q 8 000,00	Q 5 851,73	
Total de Combustibles con IVA				Q 33 281,69	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 29 715,79	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Guía y emparejado de zanja	m ³	10 449,51	Q 4,40	Q 45 996,42	
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 45 996,42	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 451 222,82	
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 157 927,99	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 609 150,81	
IVA			12%	Q 73 098,10	
COSTO TOTAL				Q 682 248,90	
			COSTO UNITARIO	Q 65,29	

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.02.03
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Relleno y compactación de zanja (por capas de 0,30m con material selecto)	m³	3 987,42	Q 137,07	Q 546 573,82
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Selecto	m³	3 987,42	Q 65,00	Q 259 182,30
Total de materiales con IVA				Q 259 182,30
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 231 412,77
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Compactadora tipo Bailarina	m³	3 987,4	Q 2,50	Q 9 968,55
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 9 968,55
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 8 900,49
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Combustible	galon	39,87	Q 35,00	Q 1 395,60
Total de Combustibles con IVA				Q 1 395,60
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 1 246,07
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Relleno compactado de zanja con material selecto	m³	3 987,42	Q 27,73	Q 110 578,19
Acarreo material selecto (distancia 20 metros)	m³	3 987,42	Q 2,35	Q 9 353,10
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 119 931,29
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 361 490,62
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 126 521,72
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 488 012,34
IVA			12%	Q 58 561,48
COSTO TOTAL				Q 546 573,82
			COSTO UNITARIO	Q 137,07

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.02.04
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Relleno y compactación de zanja (por capas de 0,30m con material in situ)	m³	5 981,13	Q 49,32	Q 295 016,57
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de materiales con IVA				Q -
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q -
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Compactadora tipo Bailarina	m³	5 981,1	Q 2,50	Q 14 952,83
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 14 952,83
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 13 350,74
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Combustible	galon	59,81	Q 35,00	Q 2 093,40
Total de Combustibles con IVA				Q 2 093,40
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 1 869,10
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Relleno compactado de zanja con material selecto	m³	5 981,13	Q 27,73	Q 165 867,29
Acarreo material selecto (distancia 20 metros)	m³	5 981,13	Q 2,35	Q 14 029,65
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 179 896,94
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 195 116,78
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 68 290,87
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 263 407,65
IVA			12%	Q 31 608,92
COSTO TOTAL				Q 295 016,57
COSTO UNITARIO				Q 49,32

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.02.05
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Carga y acarreo de material sobrante de excavación	m ³	480,96	Q 49,73	Q 23 915,74
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de materiales con IVA				Q -
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q -
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Camion de volteo (Incluye piloto + viaticos)	m ³	480,96	Q 33,33	Q 16 032,00
Retroexcavadora marca JCB modelo 214e-4T. O 3C (Pala de carga frontal H.D. de 1 metro cubico, Cucharón de la retroexcavadora de 24" H.D) Incluye operador, viaticos.	hora	4,81	Q 350,00	Q 1 683,36
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 17 715,36
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 15 817,29
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q -
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 15 817,29
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 5 536,05
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 21 353,34
IVA			12%	Q 2 562,40
COSTO TOTAL				Q 23 915,74
			COSTO UNITARIO	Q 49,73

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.03.01
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 6" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	ml	4 663,22	Q 147,99	Q 690 123,36
NOTA: Para uso alcantarillado sanitario.				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 6" 118 PSI SDR 35 Norma ASTM D-3034	tubo	777,20	Q 473,19	Q 367 767,18
Material selecto	m³	739,12	Q 65,00	Q 48 042,82
Brocha de cerda 4"	unidad	23,32	Q 12,75	Q 297,28
Total de materiales con IVA				Q 416 107,28
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 371 524,36
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 41 610,73	Q 41 610,73
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 41 610,73
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 37 152,44
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lubricante	galon	31,10	Q 17,50	Q 544,31
Total de Combustibles con IVA				Q 544,31
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 485,99
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería PVC D-3034 6"	ml	4 663,22	Q 7,40	Q 34 507,83
Nivelación y distribución de material selecto en cama-recubrimiento	m³	739,12	Q 17,26	Q 12 760,17
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 47 268,00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 456 430,79
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 159 750,78
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 616 181,57
IVA			12%	Q 73 941,79
COSTO TOTAL				Q 690 123,36
			COSTO UNITARIO	Q 147,99

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.03.02
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 8" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	ml	484,39	Q 213,76	Q 103 540,81
NOTA: Para uso alcantarillado sanitario.				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 8" 118 PSISDR 35 Norma ASTM D-3034	tubo	80,73	Q 723,45	Q 58 405,32
Material selecto	m³	87,09	Q 65,00	Q 5 661,07
Brocha de cerda 4"	unidad	1,61	Q 12,75	Q 20,57
Total de materiales con IVA				Q 64 086,96
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 57 220,50
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 6 408,70	Q 6 408,70
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 6 408,70
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 5 722,05
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lubricante	galon	3,23	Q 17,50	Q 56,54
Total de Combustibles con IVA				Q 56,54
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 50,48
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería PVC D-3034 8"	ml	484,39	Q 8,22	Q 3 982,76
Nivelación y distribución de material selecto en cama-recubrimiento	m³	87,09	Q 17,26	Q 1 503,58
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 5 486,34
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 68 479,37
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 23 967,78
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 92 447,16
IVA			12%	Q 11 093,66
COSTO TOTAL				Q 103 540,81
			COSTO UNITARIO	Q 213,76

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.03.03
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 12" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	ml	294,32	Q 419,78	Q 123 549,70
NOTA: Para uso alcantarillado sanitario.				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 12" 118 PSI SDR 35 Norma ASTM D-3034	tubo	49,05	Q 1 526,56	Q 74 882,86
Material selecto	m³	61,81	Q 65,00	Q 4 017,47
Brocha de cerda 4"	unidad	0,98	Q 12,75	Q 12,50
Total de materiales con IVA				Q 78 912,82
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 70 457,88
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 7 891,28	Q 7 891,28
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 7 891,28
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 7 045,79
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lubricante	galon	1,96	Q 17,50	Q 34,35
Total de Combustibles con IVA				Q 34,35
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 30,67
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería PVC D-3034 12"	ml	294,32	Q 10,57	Q 3 111,38
Nivelación y distribución de material selecto en cama-recubrimiento	m³	61,81	Q 17,26	Q 1 067,04
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 4 178,42
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 81 712,76
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 28 599,47
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 110 312,23
IVA			12%	Q 13 237,47
COSTO TOTAL				Q 123 549,70
			COSTO UNITARIO	Q 419,78

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.03.04
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro, nivelación de zarja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 15" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	ml	24,13	Q 514,67	Q 12 419,01
NOTA: Para uso alcantarillado sanitario.				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 15" 118 PSI SDR 35 Norma ASTM D-3034	tubo	4,02	Q 1 856,00	Q 7 464,21
Material selecto	m³	7,70	Q 65,00	Q 500,18
Brocha de cerda 4"	unidad	0,08	Q 12,75	Q 1,02
Total de materiales con IVA				Q 7 965,42
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 7 111,98
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 796,54	Q 796,54
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 796,54
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 711,20
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lubricante	galon	0,16	Q 17,50	Q 2,82
Total de Combustibles con IVA				Q 2,82
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 2,51
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería PVC D-3034 15"	ml	24,13	Q 10,57	Q 255,09
Nivelación y distribución de material selecto en cama-recubrimiento	m³	7,70	Q 17,26	Q 132,85
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 387,94
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):			Q	8 213,63
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 2 874,77
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):			Q	11 088,40
IVA			12%	Q 1 330,61
COSTO TOTAL			Q	12 419,01
			COSTO UNITARIO	Q 514,67

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.03.05
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Suministro, nivelación de zanja y colocación tubería PVC norma D-3034 Ø 4" (nivelación, conformación de cama y recubrimiento con material selecto)	ml	2 999,50	Q 78,83	Q 236 457,53
NOTA: Para uso alcantarillado sanitario.				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC de 4" 118 PSI SDR 35 Norma ASTM D 3034	tubo	499,92	Q 222,02	Q 110 993,50
Material selecto	m³	329,95	Q 65,00	Q 21 446,43
Brocha de cerda 4"	unidad	9,99	Q 12,75	Q 127,38
Total de materiales con IVA				Q 132 567,30
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 118 363,66
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 13 256,73	Q 13 256,73
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 13 256,73
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 11 836,37
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lubricante	galon	20,01	Q 17,50	Q 350,12
Total de Combustibles con IVA				Q 350,12
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q 312,60
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalacion de tubería PVC D-3034 4"	ml	2 999,50	Q 6,73	Q 20 178,45
Nivelación y distribución de material selecto en cama-recubrimiento	m³	329,95	Q 17,26	Q 5 696,17
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 25 874,63
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 156 387,26
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 54 735,54
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 211 122,80
IVA			12%	Q 25 334,74
COSTO TOTAL				Q 236 457,53
			COSTO UNITARIO	Q 78,83

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENLÓN:	1.04.01
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de pozo de visita (Tipo S1)	H D 1.75 1.20	unidad	55,00	Q 6 152,58
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	544,00	Q 72,00	Q 39 168,00
Arena de río	m ³	79,00	Q 110,00	Q 8 690,00
Ladrillo tayuyo de 6" x 11" x 23"	unidad	31 437,00	Q 2,01	Q 63 188,37
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	50,00	Q 52,35	Q 2 617,50
Paral de 2"x4"x10'	unidad	50,00	Q 33,00	Q 1 650,00
Clavo de 3"	libra	33,00	Q 7,00	Q 231,00
Agua	m ³	13,00	Q 66,04	Q 858,55
Hierro corrugado legitimo de Ø 3/8"	varilla	26,00	Q 43,60	Q 1 133,60
Alambre de amarre	libra	17,00	Q 7,00	Q 119,00
Piedrín	m ³	10,00	Q 235,00	Q 2 350,00
Hierro corrugado legitimo de Ø 5/8"	varilla	42,00	Q 120,82	Q 5 074,44
Brocal + tapadera de concreto prefabricado	unidad	55,00	Q 810,00	Q 44 550,00
Total de materiales con IVA				Q 169 630,46
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 151 455,77
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1	Q 16 962,94	Q 16 962,94
Mezcladora de 9-11 p3 (1)	hora maquina	70,29	Q 36,00	Q 2 530,44
Vibrador de 2", 4 HP (1)	hora maquina	70,29	Q 21,25	Q 1 493,66
Winche eléctrico de 2 tambores (1)	hora maquina	70,29	Q 54,00	Q 3 795,66
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 24 782,70
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 22 127,41
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Muro de ladrillo corriente de cabeza, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m ²	331,75	Q 75,23	Q 24 956,06
Acarreo, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m ²	331,75	Q 12,33	Q 4 089,42
Excavación de pozo visita hasta 1,50 m. de profundidad. En terreno normal seco, con piocha y pala	m ³	108,86	Q 39,84	Q 4 336,83
Acero grado 40. Hierro de 5/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	252	Q 3,91	Q 985,80
Acero grado 40. Hierro de 3/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	156	Q 2,62	Q 408,87
Base concreto de f'c = 175 kg/cm ² . Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4HP vaciado con canaletas.	m ³	12,44	Q 195,32	Q 2 429,92
Armar andamio. (Repello rustico)	m ²	155,51	Q 8,12	Q 1 262,04
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Picado y/o raspado)	m ²	155,51	Q 14,09	Q 2 191,00
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Repello rustico)	m ²	155,51	Q 30,30	Q 4 711,14
Desamar andamio. (Repello rustico)	m ²	155,51	Q 2,27	Q 352,80
Instalación de brocal y tapadera prefabricada	unidad	55,00	Q 81,77	Q 4 497,17
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 50 221,05
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 223 804,23
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)				35% Q 78 331,48
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 302 135,71
IVA				12% Q 36 256,29
COSTO TOTAL DEL RENLÓN				Q 338 392,00
COSTO UNITARIO				Q 6 152,58

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENLÓN:	1.04.02
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de pozo de visita (Tipo S2)	H D 2,50 1,20	unidad	15,00	Q 8 598,15
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	247,00	Q 72,00	Q 17 784,00
Arena de río	m³	31,00	Q 110,00	Q 3 410,00
Ladrillo tuyo de 6" x 11" x 23"	unidad	12 593,00	Q 2,01	Q 25 311,93
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	20,00	Q 52,35	Q 1 047,00
Paral de 2"x4"x10'	unidad	20,00	Q 33,00	Q 660,00
Clavo de 3"	libra	13,00	Q 7,00	Q 91,00
Agua	m³	5,00	Q 66,04	Q 330,21
Hierro corrugado legitimo de Ø 3/8"	varilla	7,00	Q 43,60	Q 305,20
Alambre de amarre	libra	5,00	Q 7,00	Q 35,00
Piedrin	m³	3,00	Q 235,00	Q 705,00
Hierro corrugado legitimo de Ø 5/8"	varilla	19,00	Q 120,82	Q 2 295,58
Brocal + tapadera de concreto prefabricado	unidad	15,00	Q 810,00	Q 12 150,00
Total de materiales con IVA				Q 64 124,92
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 57 254,39
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1	Q 6 412,36	Q 6 412,36
Mezcladora de 9-11 p3 (1)	hora maquina	19,17	Q 36,00	Q 690,12
Vibrador de 2", 4 HP (1)	hora maquina	19,17	Q 21,25	Q 407,36
Winche eléctrico de 2 tambores (1)	hora maquina	19,17	Q 54,00	Q 1 035,18
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 8 545,02
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 7 629,48
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTMIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Muro de ladrillo corriente de cabeza, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m²	132,89	Q 75,23	Q 9 996,60
Acarreo, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m²	132,89	Q 12,33	Q 1 638,09
Excavación de pozo visita hasta 1,50 m. de profundidad. En terreno normal seco, con piocha y pala	m³	42,41	Q 39,84	Q 1 689,67
Acero grado 40. Hierro de 5/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	114	Q 3,91	Q 445,96
Acero grado 40. Hierro de 3/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	42	Q 2,62	Q 110,08
Base concreto de f'c = 175 kg/cm². Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4HP vaciado con canaletas.	m³	3,39	Q 195,32	Q 662,71
Armar andamio. (Repello rustico)	m²	84,82	Q 8,12	Q 688,39
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Picado y/o raspado)	m²	84,82	Q 14,09	Q 1 195,09
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Repello rustico)	m²	84,82	Q 30,30	Q 2 569,71
Desamar andamio. (Repello rustico)	m²	84,82	Q 2,27	Q 192,44
Instalación de brocal y tapadera prefabricada	unidad	15,00	Q 81,77	Q 1 226,50
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 20 415,24
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 85 299,11
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 29 854,69
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 115 153,80
IVA			12%	Q 13 818,46
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q 128 972,26
			COSTO UNITARIO	Q 8 598,15

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.04.03
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de pozo de visita (Tipo S3)	H D 3,50 1,50	unidad	7,00	Q 14 030,31
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	198,00	Q 72,00	Q 14 256,00
Arena de río	m³	24,00	Q 110,00	Q 2 640,00
Ladrillo tayuyo de 6" x 11" x 23"	unidad	10 259,00	Q 2,01	Q 20 620,59
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	16,00	Q 52,35	Q 837,60
Paral de 2"x4"x10'	unidad	16,00	Q 33,00	Q 528,00
Clavo de 3"	libra	11,00	Q 7,00	Q 77,00
Agua	m³	4,00	Q 66,04	Q 264,17
Hierro corrugado legitimo de Ø 3/8"	varilla	4,00	Q 43,60	Q 174,40
Alambre de amarre	libra	2,00	Q 7,00	Q 14,00
Piedrín	m³	2,00	Q 235,00	Q 470,00
Hierro corrugado legitimo de Ø 5/8"	varilla	14,00	Q 120,82	Q 1 691,48
Brocal + tapadera de concreto prefabricado	unidad	7,00	Q 810,00	Q 5 670,00
Total de materiales con IVA				Q 47 243,24
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 42 181,46
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1	Q 4 724,30	Q 4 724,30
Mezcladora de 9-11 p3 (1)	hora maquina	13,98	Q 36,00	Q 503,21
Vibrador de 2", 4 HP (1)	hora maquina	13,98	Q 21,25	Q 297,04
Winche eléctrico de 2 tambores (1)	hora maquina	13,98	Q 54,00	Q 754,82
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 6 279,37
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 5 606,58
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Muro de ladrillo corriente de cabeza, Ladrillo de 24 x 12x6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m²	108,26	Q 75,23	Q 8 144,04
Acarreo, Ladrillo de 24 x 12x6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m²	108,26	Q 12,33	Q 1 334,52
Excavación de pozo visita hasta 1,50 m. de profundidad. En terreno normal seco, con piocha y pala	m³	43,30	Q 39,84	Q 1 724,88
Acero grado 40. Hierro de 5/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	84	Q 3,91	Q 328,60
Acero grado 40. Hierro de 3/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	24	Q 2,62	Q 62,90
Base concreto de f'c = 175 kg/cm². Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4HP vaciado con canaletas.	m³	2,47	Q 195,32	Q 483,22
Armar andamio. (Repello rustico)	m²	82,47	Q 8,12	Q 669,26
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Picado y/o raspado)	m²	82,47	Q 14,09	Q 1 161,90
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Repello rustico)	m²	82,47	Q 30,30	Q 2 498,33
Desarmar andamio. (Repello rustico)	m²	82,47	Q 2,27	Q 187,09
Instalación de brocal y tapadera prefabricada	unidad	7,00	Q 81,77	Q 572,37
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 17 167,11
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):			Q 64 955,15	
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35% Q 22 734,30	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):			Q 87 689,45	
IVA			12% Q 10 522,73	
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN			Q 98 212,18	
			COSTO UNITARIO Q 14 030,31	

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		REGLÓN:	1.04.04	
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva				
DESCRIPCIÓN REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Construcción de pozo de visita (Tipo S4)	H D 5,50 1,75	unidad	3,00	Q 24 788,64	Q 74 365,92
NOTA:					
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	sacos	154,00	Q 72,00	Q 11 088,00	
Arena de río	m ³	19,00	Q 110,00	Q 2 090,00	
Ladrillo tayuyo de 6" x 11" x 23"	unidad	8 195,00	Q 2,01	Q 16 471,95	
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	13,00	Q 52,35	Q 680,55	
Paral de 2"x4"x10'	unidad	13,00	Q 33,00	Q 429,00	
Clavo de 3"	libra	9,00	Q 7,00	Q 63,00	
Agua	m ³	3,00	Q 66,04	Q 198,13	
Hierro corrugado legitimo de Ø 3/8"	varilla	2,00	Q 43,60	Q 87,20	
Alambre de amarre	libra	1,00	Q 7,00	Q 7,00	
Piedrin	m ³	1,00	Q 235,00	Q 235,00	
Hierro corrugado legitimo de Ø 5/8"	varilla	10,00	Q 120,82	Q 1 208,20	
Brocal + tapadera de concreto prefabricado	unidad	3,00	Q 810,00	Q 2 430,00	
Total de materiales con IVA				Q 34 988,03	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 31 239,31	
EQUIPO Y MAQUINARIA					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Transporte de materiales	global	1	Q 3 498,80	Q 3 498,80	
Mezcladora de 9-11 p3 (1)	hora maquina	8,15	Q 36,00	Q 293,54	
Vibrador de 2", 4 HP (1)	hora maquina	8,15	Q 21,25	Q 173,27	
Winche eléctrico de 2 tambores (1)	hora maquina	8,15	Q 54,00	Q 440,31	
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 4 405,92	
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 3 933,86	
COMBUSTIBLES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Total de Combustibles con IVA				Q -	
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Muro de ladrillo corriente de cabeza, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m ²	86,48	Q 75,23	Q 6 505,24	
Acarreo, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m ²	86,48	Q 12,33	Q 1 065,98	
Excavación de pozo visita hasta 1,50 m. de profundidad. En terreno normal seco, con piocha y pala	m ³	39,69	Q 39,84	Q 1 581,14	
Acero grado 40. Hierro de 5/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	60	Q 3,91	Q 234,71	
Acero grado 40. Hierro de 3/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	12	Q 2,62	Q 31,45	
Base concreto de f'c = 175 kg/cm ² . Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4HP vaciado con canaletas.	m ³	1,44	Q 195,32	Q 281,88	
Armar andamio. (Repello rustico)	m ²	74,22	Q 8,12	Q 602,34	
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Picado y/o raspado)	m ²	74,22	Q 14,09	Q 1 045,71	
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Repello rustico)	m ²	74,22	Q 30,30	Q 2 248,50	
Desarmar andamio. (Repello rustico)	m ²	74,22	Q 2,27	Q 168,38	
Instalación de brocal y tapadera prefabricada	unidad	3,00	Q 81,77	Q 245,30	
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 14 010,63	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 49 183,80	
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 17 214,33	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 66 398,13	
IVA			12%	Q 7 967,78	
COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 74 365,91	
			COSTO UNITARIO	Q 24 788,64	

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.04.05
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de pozo de visita (Tipo S5)	H D 7,00 2,00	unidad	1,00	Q 35 957,60
				Q 35 957,60
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	75,00	Q 72,00	Q 5 400,00
Arena de río	m ³	10,00	Q 110,00	Q 1 100,00
Ladrillo tayuyo de 6" x 11" x 23"	unidad	3 997,00	Q 2,01	Q 8 033,97
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	6,00	Q 52,35	Q 314,10
Paral de 2"x4"x10'	unidad	6,00	Q 33,00	Q 198,00
Clavo de 3"	libra	4,00	Q 7,00	Q 28,00
Agua	m ³	2,00	Q 66,04	Q 132,09
Hierro corrugado legitimo de Ø 3/8"	varilla	1,00	Q 43,60	Q 43,60
Alambre de amarre	libra	0,30	Q 7,00	Q 2,10
Piedrín	m ³	1,00	Q 235,00	Q 235,00
Hierro corrugado legitimo de Ø 5/8"	varilla	4,00	Q 120,82	Q 483,28
Brocal + tapadera de concreto prefabricado	unidad	1,00	Q 810,00	Q 810,00
Total de materiales con IVA				Q 16 780,14
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 14 982,27
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1	Q 1 678,01	Q 1 678,01
Mezcladora de 9-11 p3 (1)	hora maquina	3,55	Q 36,00	Q 127,80
Vibrador de 2", 4 HP (1)	hora maquina	3,55	Q 21,25	Q 75,44
Winche eléctrico de 2 tambores (1)	hora maquina	3,55	Q 54,00	Q 191,70
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 2 072,95
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 1 850,85
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Muro de ladrillo corriente de cabeza, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m ²	42,19	Q 75,23	Q 3 173,39
Acarreo, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m ²	42,19	Q 12,33	Q 520,01
Excavación de pozo visita hasta 1,50 m. de profundidad. En terreno normal seco, con piocha y pala	m ³	21,99	Q 39,84	Q 876,13
Acero grado 40. Hierro de 5/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	24	Q 3,91	Q 93,89
Acero grado 40. Hierro de 3/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	6	Q 2,62	Q 15,73
Base concreto de f'c = 175 kg/cm ² . Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4HP vaciado con canaletas.	m ³	0,63	Q 195,32	Q 122,72
Amar andamio. (Repello rustico)	m ²	37,70	Q 8,12	Q 305,95
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Picado y/o raspado)	m ²	37,70	Q 14,09	Q 531,15
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Repello rustico)	m ²	37,70	Q 30,30	Q 1 142,09
Desamar andamio. (Repello rustico)	m ²	37,70	Q 2,27	Q 85,53
Instalación de brocal y tapadera prefabricada	unidad	1,00	Q 81,77	Q 81,77
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 6 948,36
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 23 781,48
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)				35% Q 8 323,52
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 32 105,00
IVA				12% Q 3 852,60
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q 35 957,60
				COSTO UNITARIO Q 35 957,60

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.04.06
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de pozo de visita (Tipo S7)	H D 9,50 2,00	unidad	1,00	Q 48 249,19
NOTA:				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	100,00	Q 72,00	Q 7 200,00
Arena de río	m³	13,00	Q 110,00	Q 1 430,00
Ladrillo tayuyo de 6" x 11" x 23"	unidad	5 486,00	Q 2,01	Q 11 026,86
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	9,00	Q 52,35	Q 471,15
Paral de 2"x4"x10'	unidad	9,00	Q 33,00	Q 297,00
Clavo de 3"	libra	6,00	Q 7,00	Q 42,00
Agua	m³	2,00	Q 66,04	Q 132,09
Hierro corrugado legitimo de Ø 3/8"	varilla	1,00	Q 43,60	Q 43,60
Alambre de amarre	libra	0,30	Q 7,00	Q 2,10
Piedrín	m³	1,00	Q 235,00	Q 235,00
Hierro corrugado legitimo de Ø 5/8"	varilla	6,00	Q 120,82	Q 724,92
Brocal + tapadera de concreto prefabricado	unidad	1,00	Q 810,00	Q 810,00
Total de materiales con IVA				Q 22 414,72
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 20 013,14
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1	Q 2 241,47	Q 2 241,47
Mezcladora de 9-11 p3 (1)	hora maquina	3,55	Q 36,00	Q 127,80
Vibrador de 2", 4 HP (1)	hora maquina	3,55	Q 21,25	Q 75,44
Winche eléctrico de 2 tambores (1)	hora maquina	3,55	Q 54,00	Q 191,70
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 2 636,41
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 2 353,94
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Muro de ladrillo corriente de cabeza, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m²	57,89	Q 75,23	Q 4 355,02
Acarreo, Ladrillo de 24 x 12x 6, junta de 1,5 cm, mezcla 1:5	m²	57,89	Q 12,33	Q 713,63
Excavación de pozo visita hasta 1,50 m. de profundidad. En terreno normal seco, con piocha y pala	m³	29,85	Q 39,84	Q 1 189,03
Acero grado 40. Hierro de 5/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	36	Q 3,91	Q 140,83
Acero grado 40. Hierro de 3/8" (Promedio) por 6,00 m. cortado con cizalla. Corte y armado	m	6	Q 2,62	Q 15,73
Base concreto de f'c = 175 kg/cm². Preparación con mezcladora de 9-11 p3, vibrador a gasolina de 2,0" 4HP vaciado con canaletas.	m³	0,63	Q 195,32	Q 122,72
Armar andamio. (Repello rustico)	m²	53,41	Q 8,12	Q 433,43
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Picado y/o raspado)	m²	53,41	Q 14,09	Q 752,47
Repello interno de pozos, mezcla 1:5 (Repello rustico)	m²	53,41	Q 30,30	Q 1 617,97
Desamar andamio. (Repello rustico)	m²	53,41	Q 2,27	Q 121,16
Instalación de brocal y tapadera prefabricada	unidad	1,00	Q 81,77	Q 81,77
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 9 543,76
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 31 910,84
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 11 168,79
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 43 079,63
IVA			12%	Q 5 169,56
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q 48 249,19
			COSTO UNITARIO	Q 48 249,19

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO:	Construcción alcantarillado para drenaje sanitario FASE I		RENGLÓN:	1.04.07
UBICACIÓN:	Colonia Linda Vista, zona 4, Villa Nueva			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Candela para conexiones domiciliarias	unidad	857,00	Q 1 233,01	Q1 056 686,82
NOTA: Para uso alcantarillado sanitario.				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento portland gris	saco	857,00	Q 72,00	Q 61 704,00
Arena de rio	m³	68,56	Q 70,00	Q 4 799,20
Piedrin	m³	51,42	Q 198,00	Q 10 181,16
Hierro de 1/4" liso, legitimo Grado 40	varilla	282,81	Q 12,32	Q 3 484,22
Tubo de Concreto 12" Norma ASTM C14 / C14M	unidad	857,00	Q 60,00	Q 51 420,00
Alambre de amarre, Calibre 16 BWG	libra	85,70	Q 7,00	Q 599,90
Clavo 2" Calibre 13 BWG	libra	171,40	Q 6,50	Q 1 114,10
Tabla de 1" x 12" x 10'	unidad	119,98	Q 51,00	Q 6 118,98
Pegamento para PVC	galon	68,56	Q 436,50	Q 29 926,44
Codo pvc de 4" a 45 grados GxG	unidad	857,00	Q 132,58	Q 113 621,06
Silleta tee de insercion de 6"x4" / 8"x4"	unidad	857,00	Q 339,29	Q 290 771,53
Total de materiales con IVA				Q 573 740,59
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 512 268,38
EQUIPO Y MAQUINARIA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1	Q 57 374,06	Q 57 374,06
Total de Equipo y maquinaria con IVA				Q 57 374,06
TOTAL DE EQUIPO Y MAQUINARIA SIN IVA				Q 51 226,84
COMBUSTIBLES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Total de Combustibles con IVA				Q -
TOTAL DE COMBUSTIBLES SIN IVA				Q -
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de candela domiciliar	unidad	857,00	Q 157,96	Q 135 371,72
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 135 371,72
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 698 866,94
TOTAL COSTO INDIRECTO (Administración + utilidad + otros)			35%	Q 244 603,43
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 943 470,37
IVA			12%	Q 113 216,44
COSTO TOTAL				Q1 056 686,82
			COSTO UNITARIO	Q 1 233,01

Fuente: elaboración propia.

ESTUDIOS DE SUELOS

Ensayo Límites de Atterberg



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



INFORME No. 134 S. S. O.T.: 29,380

Interesado: Joel Mariano Ramirez González
Proyecto: EPS- Pavimentación de quinta y sexta avenida

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Colonia Linda Vista, Villa Nueva, Guatemala

FECHA: 17 de mayo del 2012

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0	0	SP-SM	arena limosa con pomiz

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

Observaciones:
Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Be.


 CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE INGENIERIA
Inga. Teima Marcela Cano Morales
DIRECTORA DE LA SECCION


 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

Ensayo Análisis Granulométrico, con tamices



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



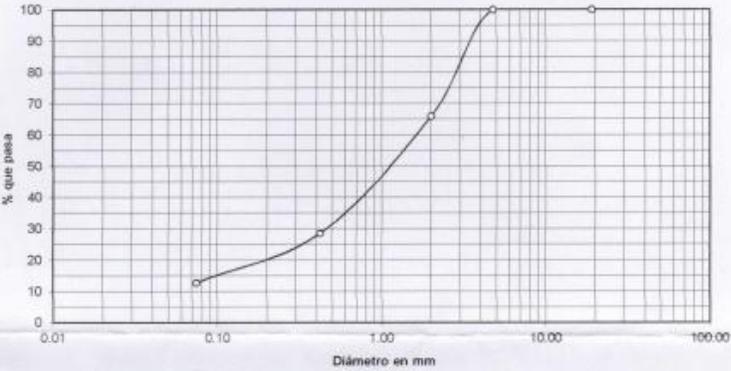
INFORME No.: 133

O.T.: 29,380

Interesado: Joel Mariano Ramírez Gonzalez
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27,
 Proyecto: EPS- Pavimentación de quinta y sexta avenida
 Fecha: 17 de mayo del 2012

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"		
3/4"	19.00	100.00
4	4.75	100.00
10	2.00	66.02
40	0.42	28.50
200	0.074	12.78

% de Grava: 0.00
 % de Arena: 67.22
 % de Finos: 12.78



Descripción del suelo: Arena limosa con pomez
 Clasificación: S.C.U.: SP-SM P.R.A.: A-2-4
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.: 

Inga. Telma Mariela Carrero Morales
DIRECTORA CI/USAC

Atentamente,



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

Ensayo de Compactación



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



INFORME No. 135 S.S. O.T. No.: 29,380
 Interesado: Joel Mariano Ramírez González
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
 Proyecto: EPS- Pavimentación de quinta y sexta avenida
 Ubicación: Colonia Linda Vista, Villa Nueva
 Fecha: 17 de mayo del 2012



Descripción del suelo: Arena limosa con pomez
 Densidad seca máxima γ_d : 1,403 Kg/m³ 87.6 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 19.5 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Inga. Telma Maricela Caño Morales
 DIRECTORA CIRCUNSCRIPCIÓN

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 JEFE SECCIÓN MECÁNICA DE SUELOS

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

Ensayo de Razón Soporte de California (CBR)



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



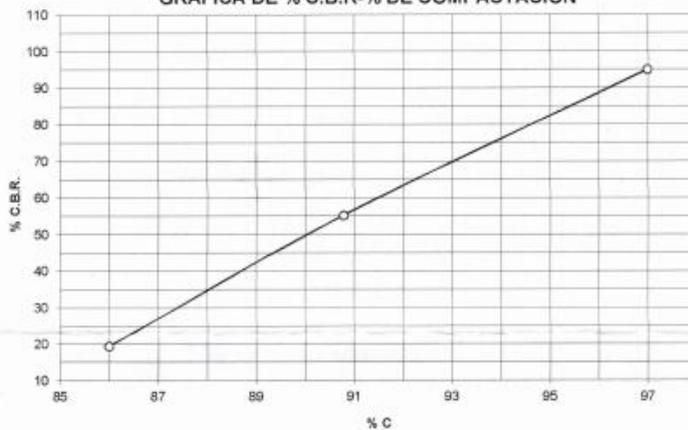
INFORME No.: 136 S.S. O.T. No.: 29,380
Interesado: Joel Mariano Ramírez González
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
Proyecto: EPS- Pavimentación de quinta y sexta avenida

Ubicación: Colonia Linda Vista, Villa Nueva
Descripción del suelo: Arena limosa con pomez

Fecha: 17 de mayo del 2012

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma \leftarrow b/\text{pie}^3$			
1	10	19.00	75.3	86.0	0.13	19.4
2	30	19.00	79.5	90.8	0.17	55.2
3	65	19.00	85.0	97.0	0.15	95.0

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



Atentamente,

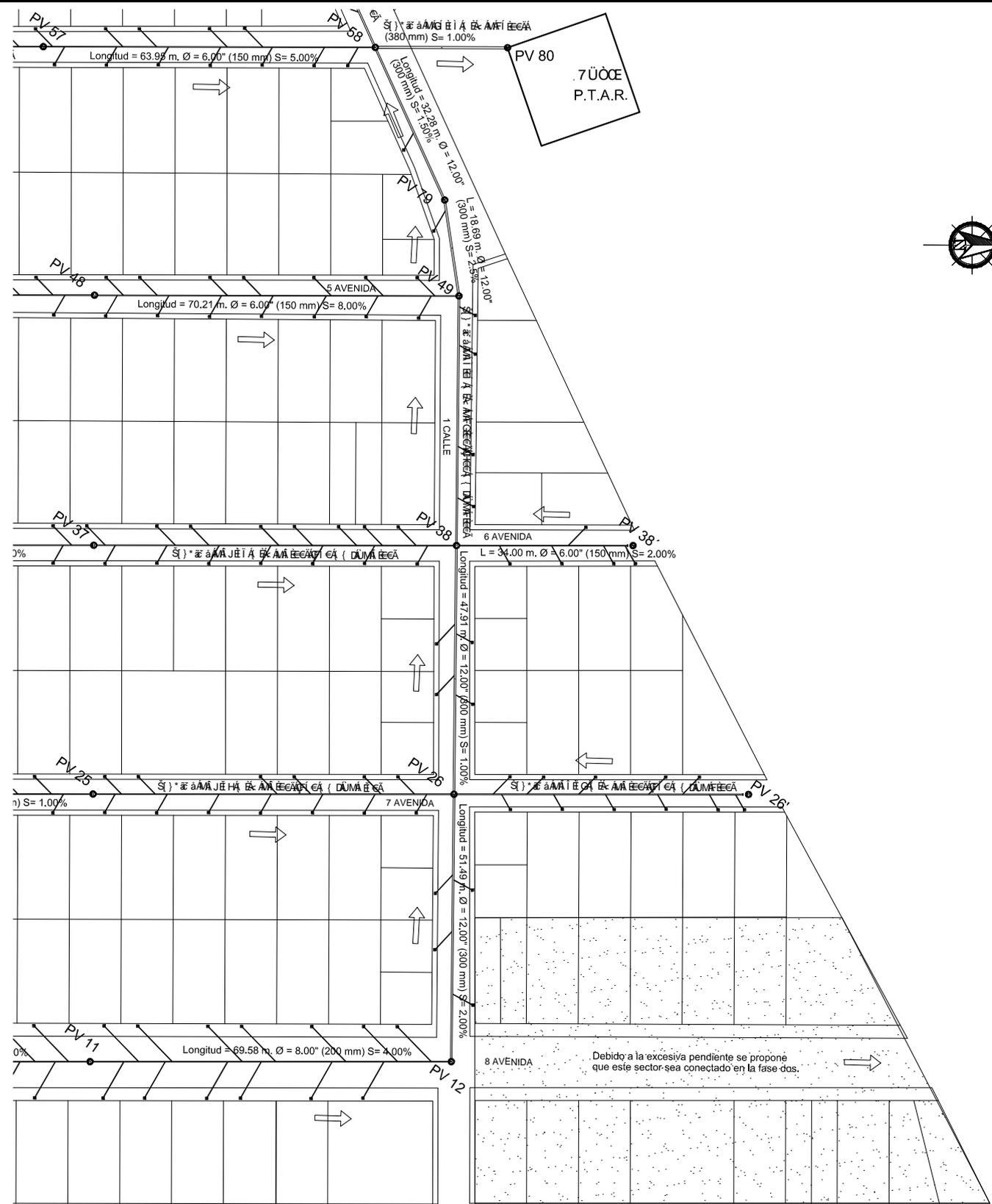
Vo. Bo.:

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA DE LA SECCION

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ	SIGNIFICADO
○ PV-No	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΤΟΥ
○	RAMAL INICIAL
→	ΟΔΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗ
↘ ↙	ΟΔΟ ΤΟΜΕΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ
PVC	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ
—	ΟΔΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

ΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ

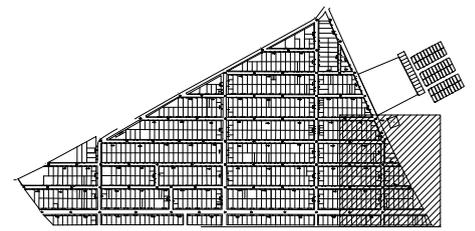
ΕΣΤΙΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

ΟΙ ΤΙΜΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

FGAFI ΕΙ (D.A.) ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΕΙ (D.A.) ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Σ) ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

Norma aplicable: ASTM D-3034



PLANO DE REFERENCIA SIN ESCALA

PLANTA ALCANTARILLADO SANITARIO Y DENSIDAD DE VIVIENDA
 COLONIA LINDA VISTA FASE 1 (Sector 5) ESCALA: 1/1.000

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 ΔΕΛΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

DEPTO: ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΠΡΟΣΒΑΣΗ

PROYECTO: ΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ

COLOMIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA

FECHA: Julio/14

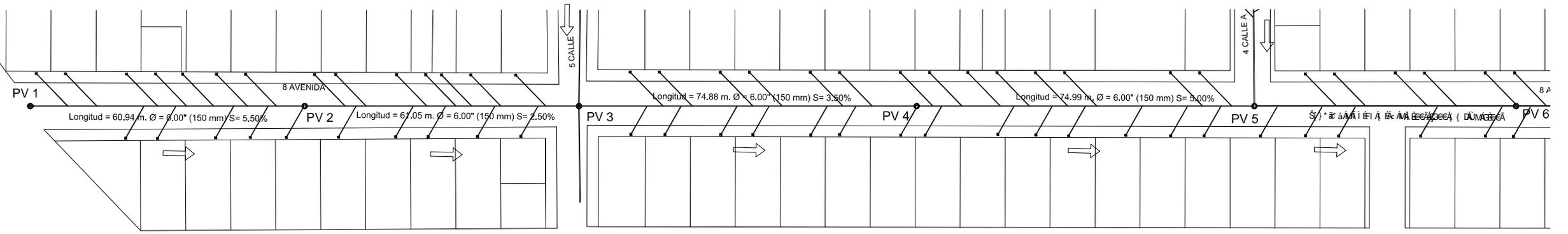
CONTENIDO: PLANTA RED DE ALCANTARILLADO

FIGURA: 05

DE: 27

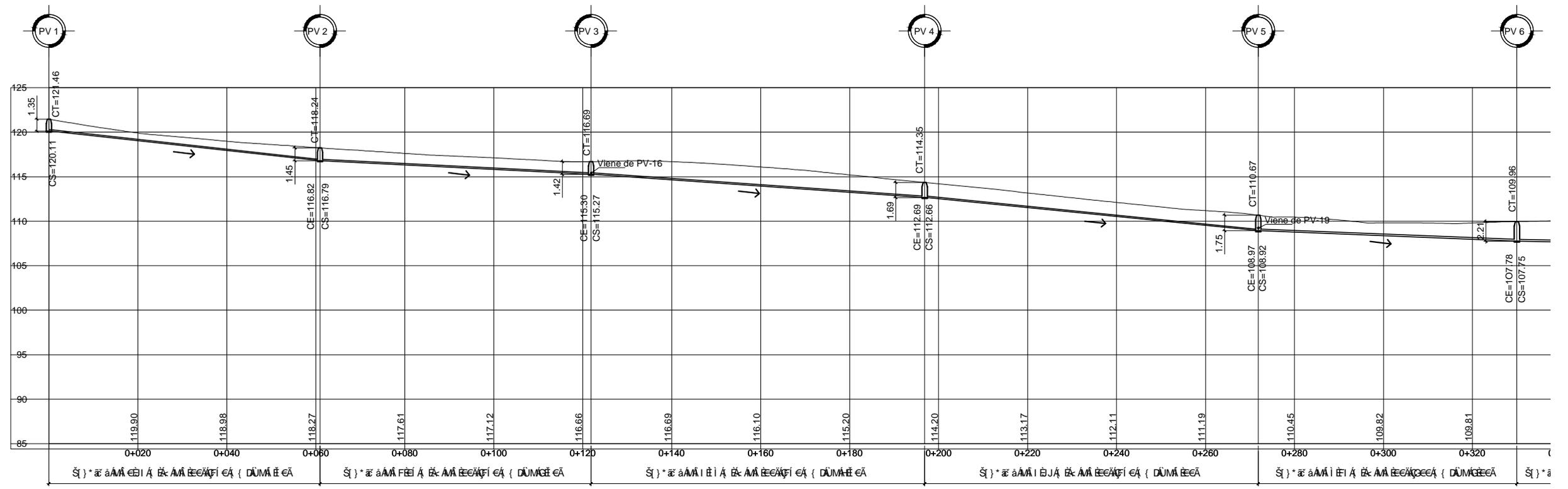
ESCALA: INDICADA

Inga. Christa Clason de Pinto



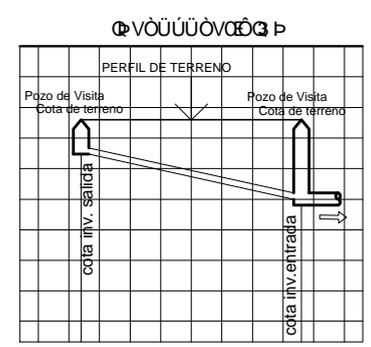
PLANTA DE PV-1 A PV-6 _ 8 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000



PERFIL DE PV-1 A PV-6 _ 8 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500



ΣΑΝΙΤΑΡΙΑ	
ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ
○ PV-No	ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ
○	ΡΑΜΑΛ ΙΝΙΑ
⇒	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΡΟΗΣ
κ. μ.δ.	ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΑΝΩΣΤΑΣΗ
PVC	ΥΛΙΚΟ
—	ΟΡΙΣΜΟΣ ΡΑΜΑΛΙΟΥ

ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΑΝΩΣΤΑΣΗ
 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ
 ΡΑΜΑΛΙΟΥ
 ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΡΟΗΣ
 ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΑΝΩΣΤΑΣΗ
 ΥΛΙΚΟ
 ΟΡΙΣΜΟΣ ΡΑΜΑΛΙΟΥ
 - Norma aplicable: ASTM D-3034

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΑΡΑΚΑΤΑΡΤΙΣ

DEPTO: **ΥΠΕΡΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΡΑΚΑΤΑΡΤΙΣ**

PROYECTO: **ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ ΑΝΩΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΡΑΜΑΛΙΟΥ**

ΕΚΔΡΑΣΤΗΣ: **Ρ. Α. Α. Δ.**

ΚΑΛΚΥΛΟΣ: **Ρ. Α. Α. Δ.**

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: **Ρ. Α. Α. Δ.**

ΚΑΛΚΥΛΟΣ PK: **COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA**

FECHA: **Julio/14**

ΖΩΝΑ: **04**

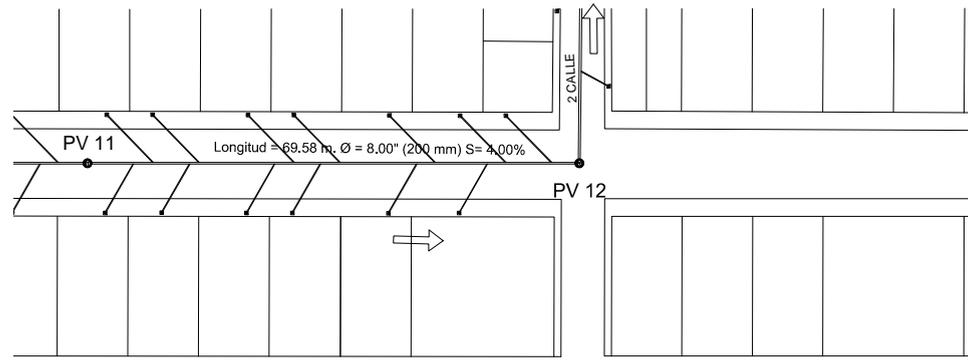
CONTENIDO: **PLANTA RED DE ALCANTARILLADO**

HOJA: **06**

DE: **27**

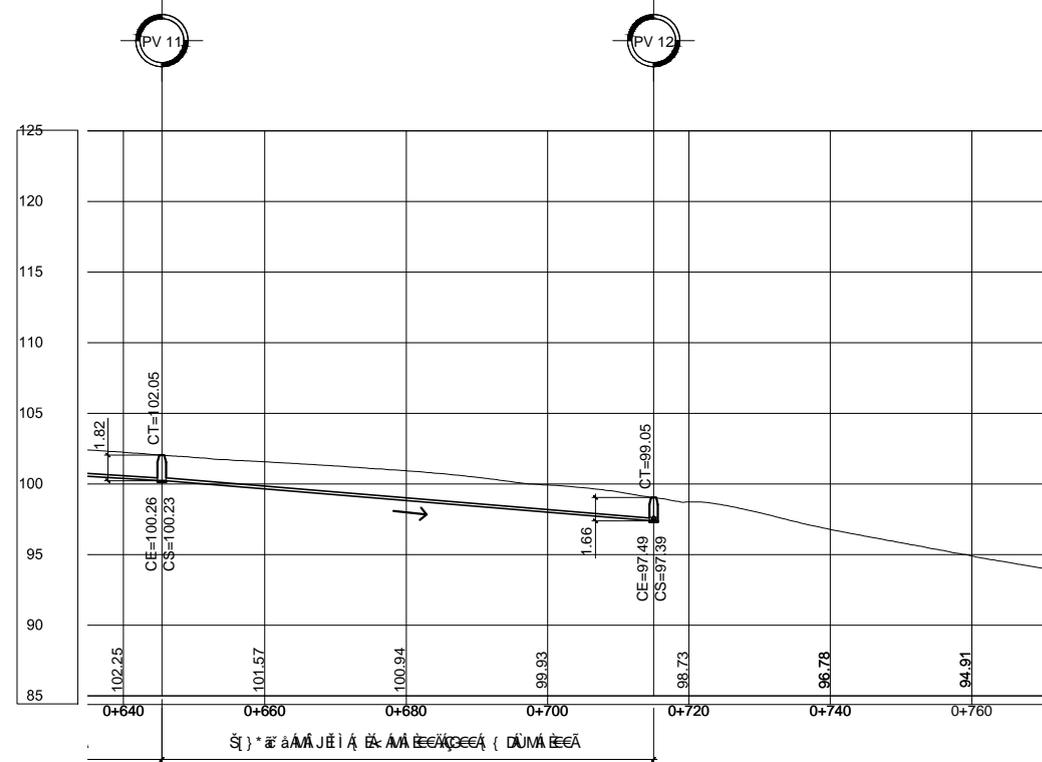
ESCALA: **INDICADA**

Inga. Christa Clason de Pinto



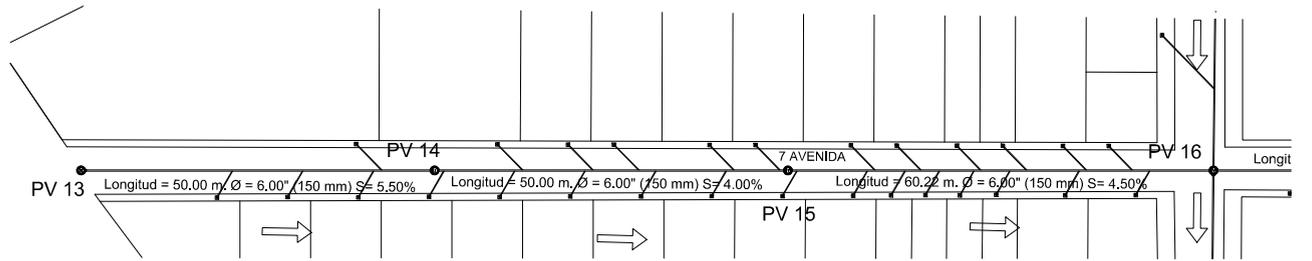
PLANTA DE PV-11 A PV-12 _ 8 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000



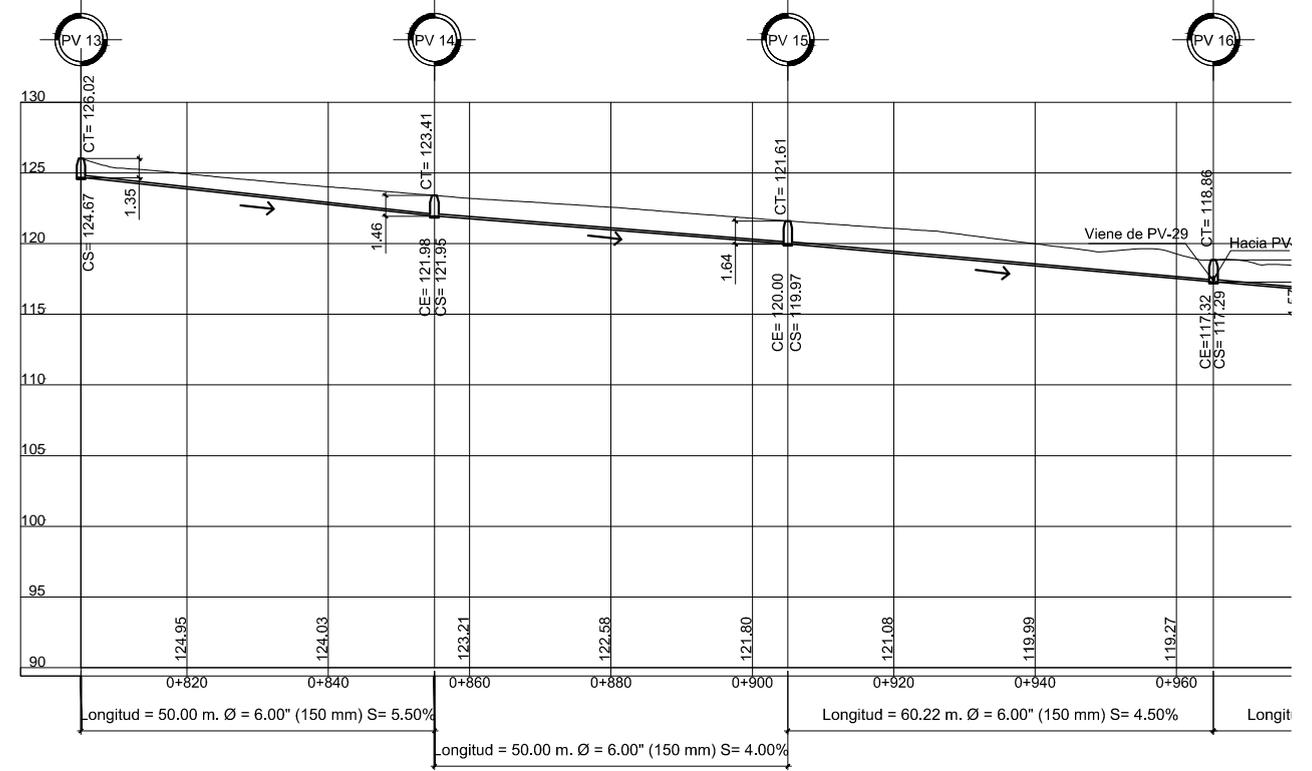
PERFIL DE PV-11 A PV-12 _ 8 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500



PLANTA DE PV-13 A PV-16 _ 7 AVENIDA

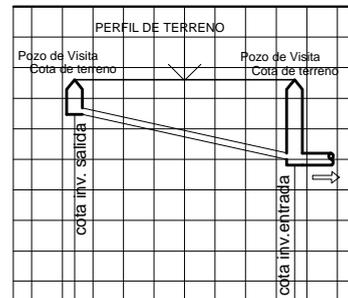
ESCALA H: 1/1000



PERFIL DE PV-13 A PV-16 _ 7 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500

ΣΥΜΒΟΛΟΛΟΓΙΟ



ΣΥΜΒΟΛΟ	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ
○ PV-No	ΟΥΖΟΠΟΙΗΤΗΣ ΤΟΥ
○	ΡΑΜΑΛ ΙΝΙΣΙΑΛ
→	ΟΔΗΓΟΣ ΠΡΟΒΟΛΗΣ
κ. λ. β.	ΟΑΤ ΟΥΤΟΠΕΔΙΟΥ ΑΝΩΣΟΔΟΣ
PVC	ΠΛΩΣΤΙΚΟ
—	ΟΥΠΟΓΥΑΡΟΥΤΟ ΠΡΟΒΟΛΟ

ΟΥΠΟΓΥΑΡΟΥΤΟ ΠΡΟΒΟΛΟ ΟΥΔΕ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΟ ΠΡΟΒΟΛΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η παρούσα μελέτη αφορά στην κατασκευή του δικτύου αλκάντριστου που θα κατασκευαστεί στην οδό 7ης Αvenues, στην περιοχή της Colonias Linda Vista, Zona 4, Villa Nueva. Η μελέτη εκπονήθηκε σύμφωνα με τα στοιχεία που παρέχονται στον πίνακα παρατηρήσεων. Η μελέτη εκπονήθηκε σύμφωνα με τα στοιχεία που παρέχονται στον πίνακα παρατηρήσεων. Η μελέτη εκπονήθηκε σύμφωνα με τα στοιχεία που παρέχονται στον πίνακα παρατηρήσεων.

- Norma aplicable: ASTM D-3034



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
ΑΥΤΟΝΟΜΟΤΗΤΑ ΠΟΛΙΤΕΥΜΕΝΟ

DEPTO: **ΥΠΕΡΟΧΕΛΟΣ ΠΑΡΑΝΟΤΟ**

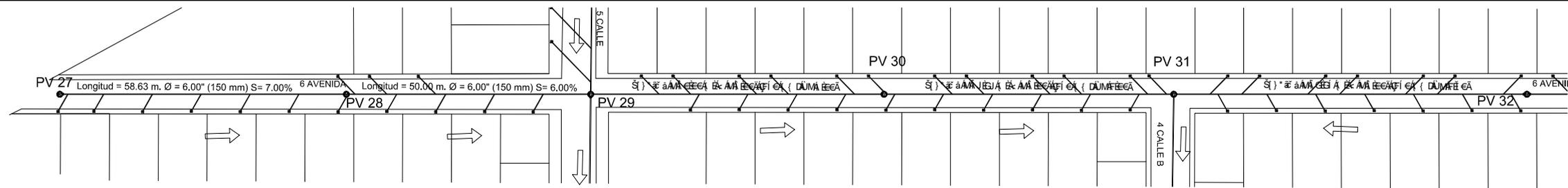
PROYECTO: ΟΥΠΟΓΥΑΡΟΥΤΟ ΠΡΟΒΟΛΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΕΜΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΟΔΟΣ: **7 AVENIDA** DEPTO: **COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA**

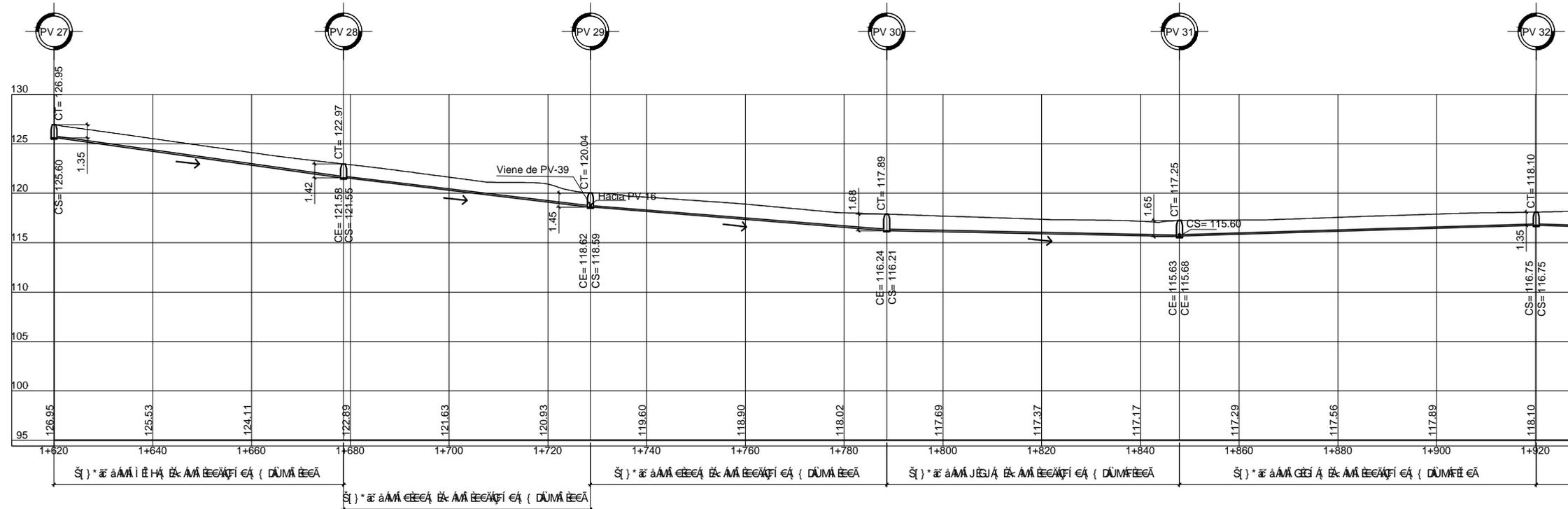
CALCULO: **7 AVENIDA** DEPTO: **Julio/14** CONTENIDO: **PLANTA RED DE ALCANTARILLADO** FIGURA: **08** DE: **27**

DEPTO: **7 AVENIDA** DEPTO: **04** ESCALA: **INDICADA**

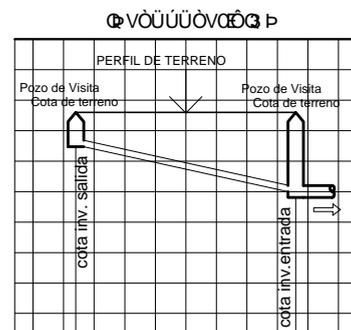
ING. Christa Clason de Pinto



PLANTA DE PV-27 A PV-32 _ 6 AVENIDA
 ESCALA H: 1/1000



PERFIL DE PV-27 A PV-32 _ 6 AVENIDA
 ESCALA H: 1/1000
 ESCALA V: 1/500



ΛΕΓΕΝΔΑ	
ΛΕΓΕΙΜΑ	ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ
○ PV-No	ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΕΛΟΣ
○	ΡΑΜΑΛ ΙΝΙΣΙΑΛ
⇒	ΟΔΟΣ ΠΡΟΣΚΕΝΤΡ
κ. λ.β.	ΟΔΟ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟ
PVC	ΥΛΙΚΟ ΟΔ
—	ΟΡΥΣΗ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ

ΟΥΣΙΟΛΟΓΙΟ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ
 ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η παρούσα μελέτη έχει πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑΣ (Δ.Α.) της Ε.Π.Χ.Α. και σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΑΣ (Δ.Α.) της Ε.Π.Χ.Α. για τα πρώτα τμήματα.
 - Norma aplicable: ASTM D-3034



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 ΔΕΠΤΟ: **ΥΠΕΡΟΧΕΛΩΣ ΠΑΡΑΔΩΣΗ**

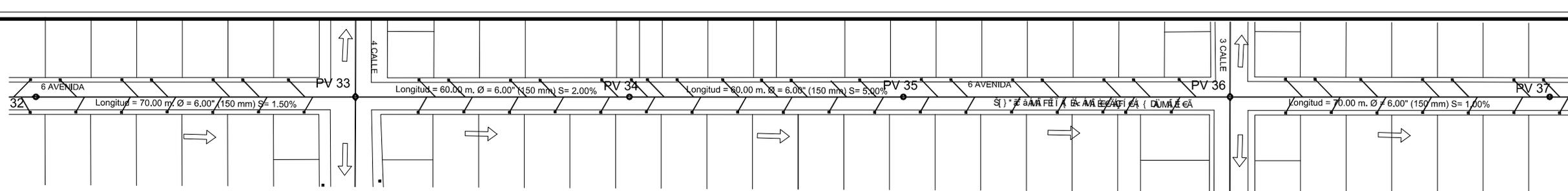
PROYECTO: **ΟΡΥΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΑΛΚΑΝΤΑΡΙΛΛΩΝ**

ΟΙΚΟΔΟΜΟΣ: **COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA**

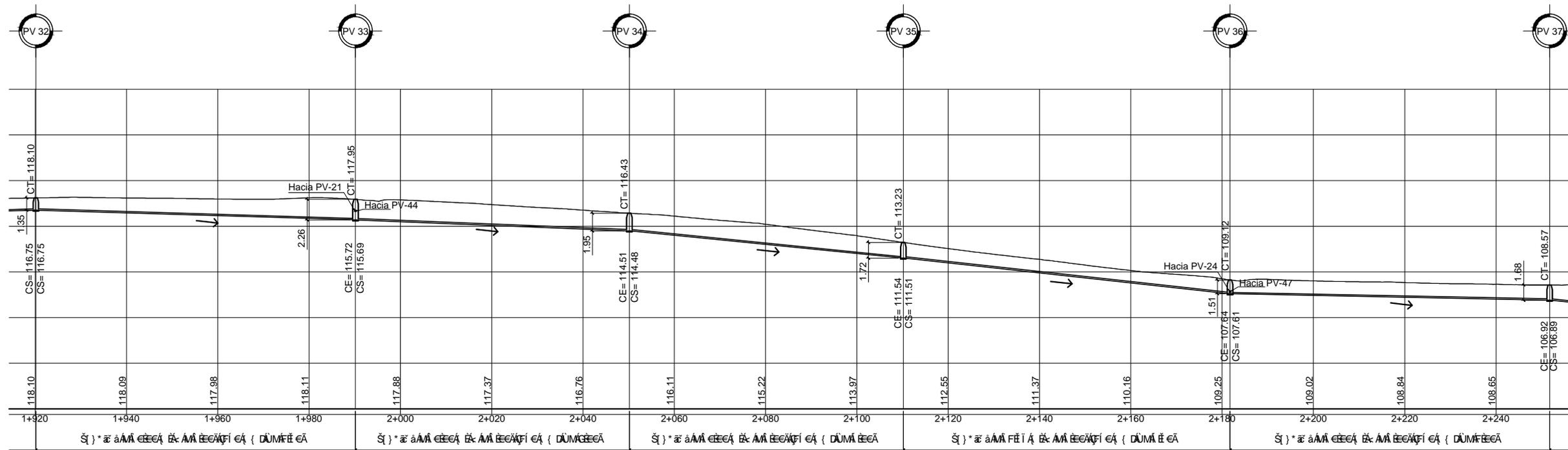
CALCULO: **Ρ. Α. Α. Α. Α.** FECHA: **Julio/14** CONTENIDO: **PLANTA RED DE ALCANTARILLADO** FIG. NO: **11** DE: **27**

ΕΣΚΑΛΑ: **INDICADA**

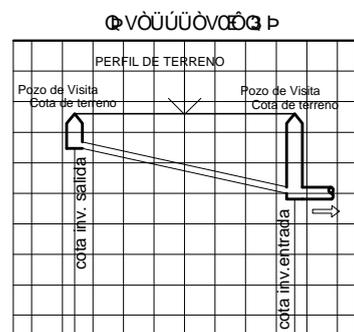
Inga. Christa Classon de Pinto



PLANTA DE PV-32 A PV-37 _ 6 AVENIDA
 ESCALA H: 1/1000



PERFIL DE PV-32 A PV-37 _ 6 AVENIDA
 ESCALA H: 1/1000
 ESCALA V: 1/500



LEYENDA	
USO	SIGNIFICADO
○ PV-No	UNIDAD DE MANEJO DE TIPO
○	RAMAL INICIAL
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
↔	CONEXIÓN DE RAMALES
PVC	MATERIAL DE TUBERÍA
—	OTRO MATERIAL DE TUBERÍA

NOTAS:
 1. Verificar el nivel de los pozos de visita.
 2. El material de tubería debe ser de tipo PVC.
 3. Las conexiones de ramales deben ser de tipo "A".
 4. Las tuberías deben ser de tipo "A".
 5. Normas aplicables: ASTM D-3034

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 DEPARTAMENTO DE PUERTO RICO

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ALCANTARILLADO EN LA ZONA 4, VILLA NUEVA

FECHA: Julio/14

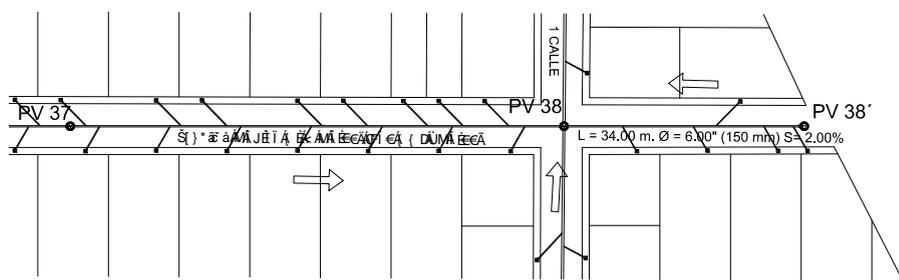
ZONA: 04

PLANTA RED DE ALCANTARILLADO

12 27

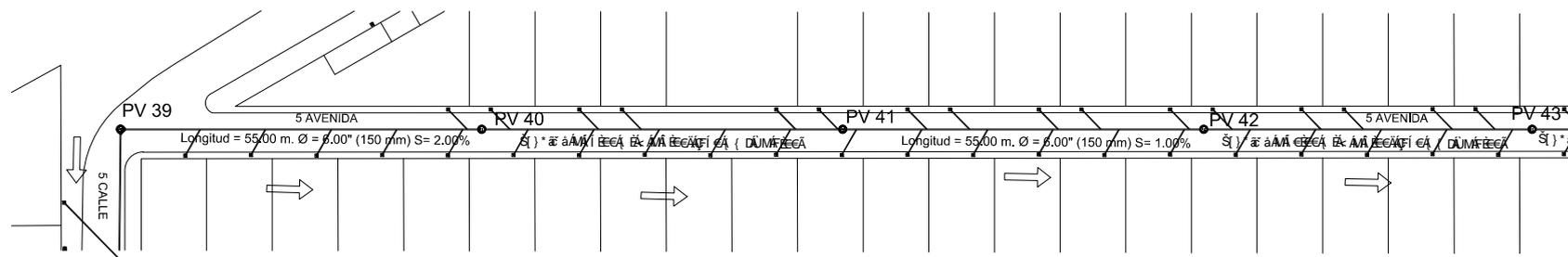
ESCALA: INDICADA

Inga. Christa Clason de Pinto



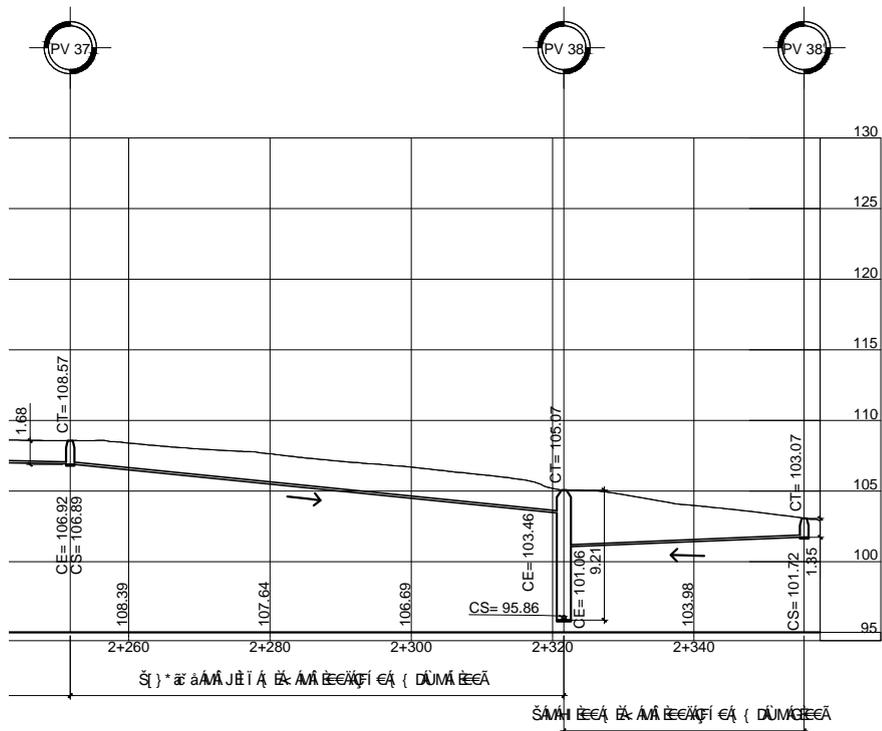
PLANTA DE PV-37 A PV-38' _ 6 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000



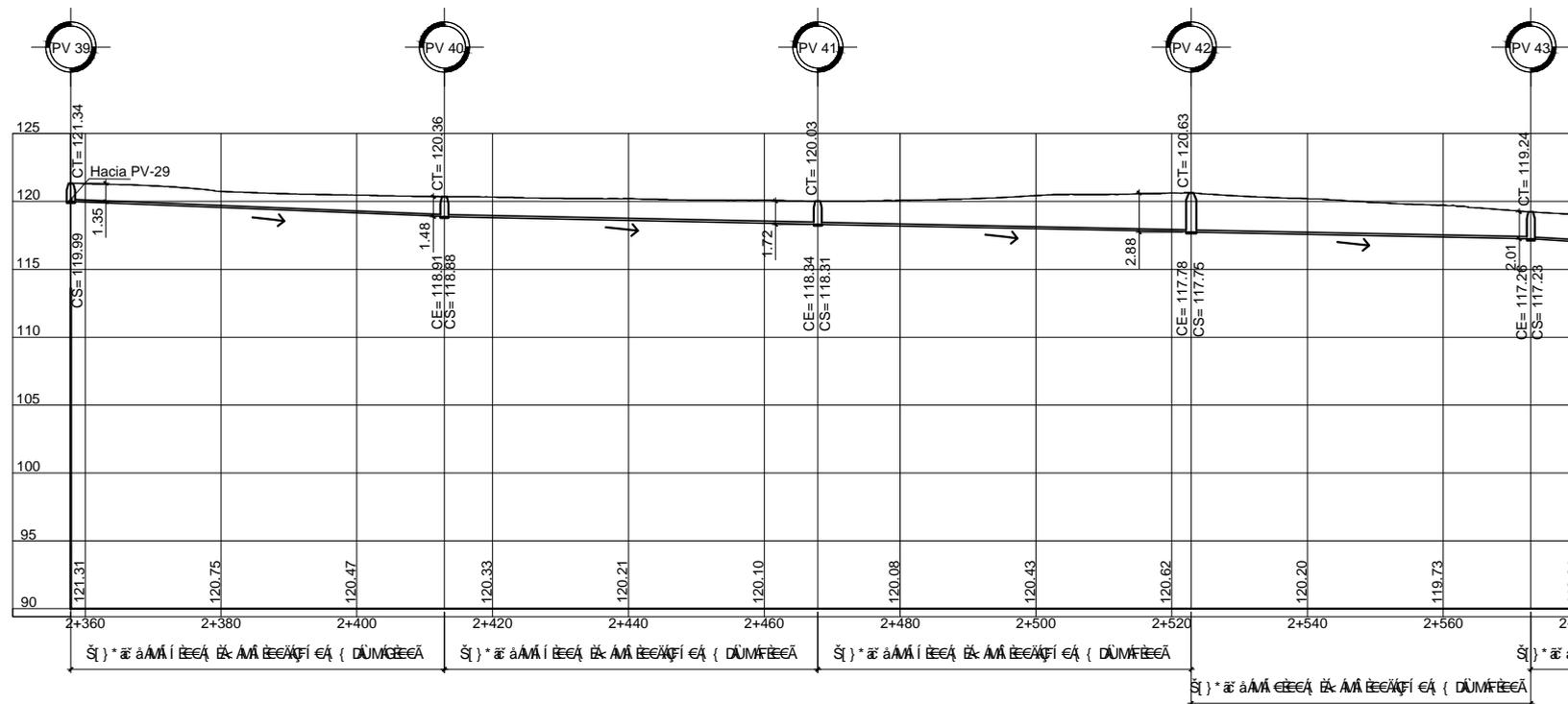
PLANTA DE PV-39 A PV-43 _ 5 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000



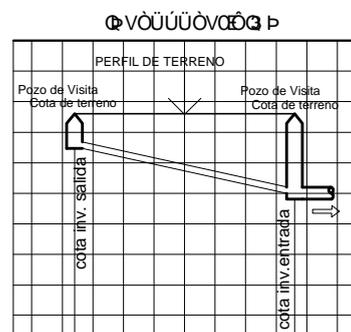
PERFIL DE PV-37 A PV-38' _ 6 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500



PERFIL DE PV-39 A PV-43 _ 5 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500



ΥΡ ΟΥΣΙΩ Ε	
ΥΡ ΟΥΣΙΩ	SIGNIFICADO
○ PV-No	ΟΥΖΟΡΟΦΗΤΗΡΙΑ Τ ΟΥ
○	ΡΑΜΑΛ ΙΝΙΣΙΑ
→	ΟΔΗΓΟΣ ΡΟΗΣ
κ. λ.β	ΟΑΤ ΟΥΤΟΑΠΟΧΕΤΩΣΗ ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ
PVC	ΠΛΑΣΤΙΚΟ
—	ΟΡΥΣΤΡΟΦΟΡΟ ΤΕΛΟΣ

ΟΥΣΙΩΡΟΦΗΤΗΡΙΑ ΟΥΣΙΩΡΟΦΗΤΗΡΙΑ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΚΟΜΗ ΣΕΛΕΝΙΟΥ
ΟΙ ΤΙΜΕΣ ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ ΣΕΛΕΝΙΟΥ ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ ΕΙΝΑΙ (ΔΕ) ΑΠΟΡΡΙΨΗ (ΔΕ)
ΕΙΣ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑΝ ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ ΕΙΝΑΙ (ΔΕ) ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ ΕΙΣ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑΝ
ΕΙΣ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑΝ ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ ΕΙΝΑΙ (ΔΕ) ΑΝΩΣΟΟΔΟΥ ΕΙΣ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑΝ

Norma aplicable: ASTM D-3034

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
ΑΥΤΟΝΟΜΟΤΗΤΑ ΠΟΛΙΤΕΥΜΑΤΟΣ

DEPTO: **ΥΠΕΡΟΧΕΤΩΣΗ ΠΑΡΑΛΩ- U**

PROYECTO: ΟΥΠΟΧΩΜΑΤΑ ΠΑΡΑΛΩ- U

COLOMBO: **ΡΑΛΙΑΣ ΔΑ**

FECHA: **Julio/14**

ZONA: **04**

COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA

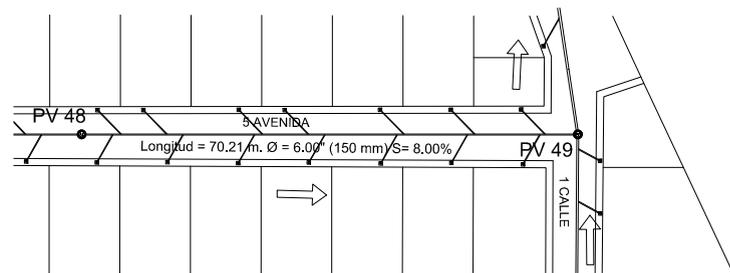
CONTENIDO: **PLANTA RED DE ALCANTARILLADO**

FIGURA: **13**

DE: **27**

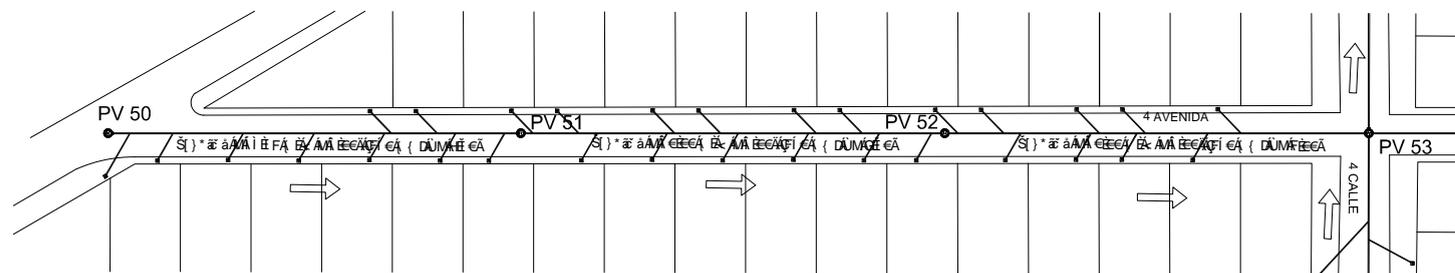
ESCALA: **INDICADA**

Inga. Christa Clason de Pinto



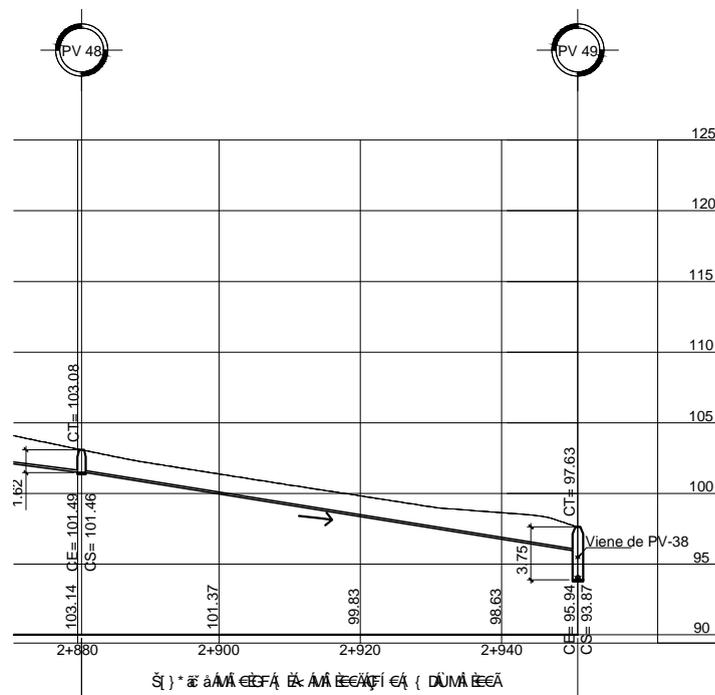
PLANTA DE PV-48 A PV-49 _ 5 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000



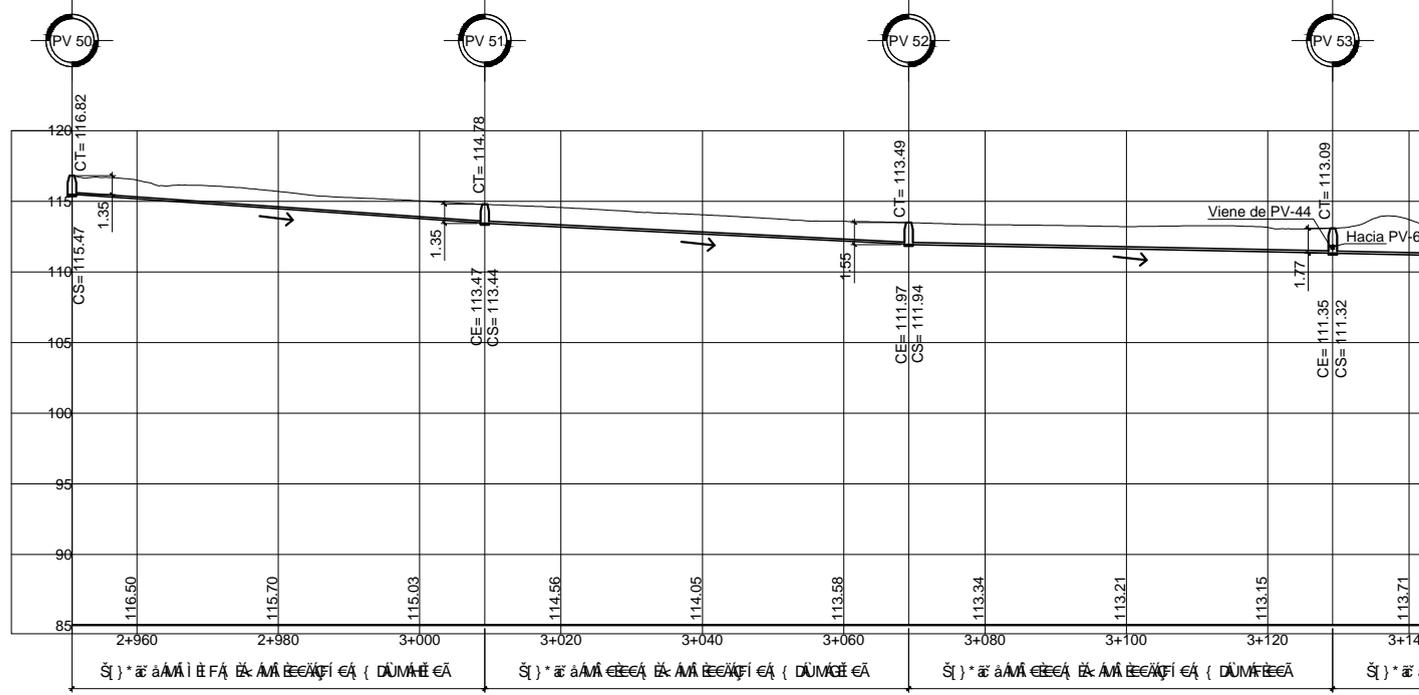
PLANTA DE PV-50 A PV-53 _ 4 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000



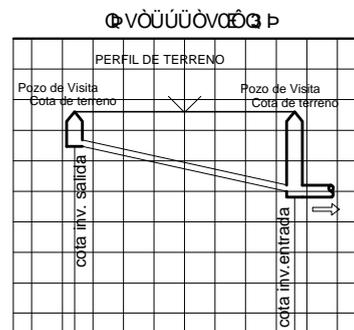
PERFIL DE PV-48 A PV-49 _ 5 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500



PERFIL DE PV-50 A PV-53 _ 6 AVENIDA

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500



ΣΑ ΟΥΣΙΩ Ε	
ΣΗΜΕΙΟ	SIGNIFICADO
○ PV-No	ΟΥΖΟΠΟΙΗΤΩΝ Τ. ΟΥ
○	ΡΑΜΑΛ ΙΝΙΑ
→	ΟΔΙΟΤΟΡΟ ΠΑΡΟΙΣΤΗΡ
↘	ΟΔΙΟΤΟΡΟ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ
PVC	ΒΛΟΚΟΣ
—	ΟΥΠΟΛΟΙΠΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΟΥΠΟΛΟΙΠΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

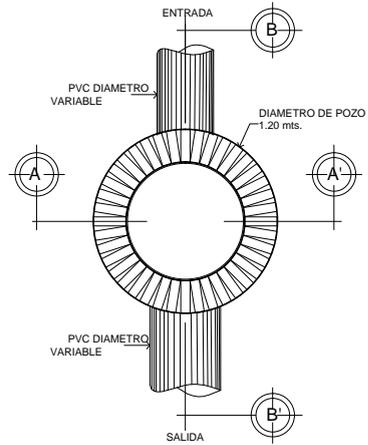
ΕΣΩΤΕΡΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (Σ) : 1.35
 ΟΥΠΟΛΟΙΠΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ (Σ) : 1.35

- Norma aplicable: ASTM D-3034

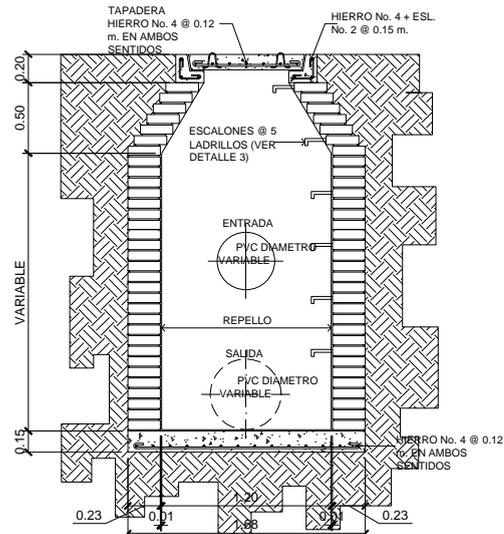


MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΟΥΖΟΠΟΙΗΣΗΣ

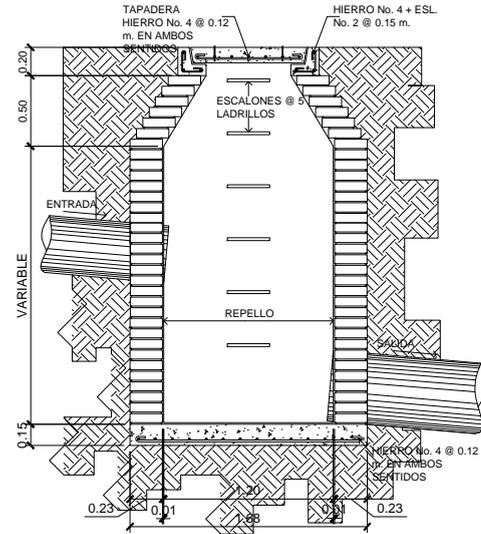
DEPTO:	ΥΠΕΡΟΧΕΡΑ ΠΑΡΑΡΤΩ- U		
PROYECTO:	ΟΥΠΟΛΟΙΠΟΝ ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ		
ΟΔΟ-ΥΚ:	ΡΑΛΙΑΣ Δ	ΟΔΟΤΟΡΟ:	COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA
CALCULO:	ΡΑΛΙΑΣ Δ	FECHA:	Julio/14
DIBUJO:	ΡΑΛΙΑΣ Δ	ZONA:	04
PLANTA RED DE ALCANTARILLADO		FIG. DE:	15 27
ESCALA: INDICADA			
Inga. Christa Clason de Pinto			



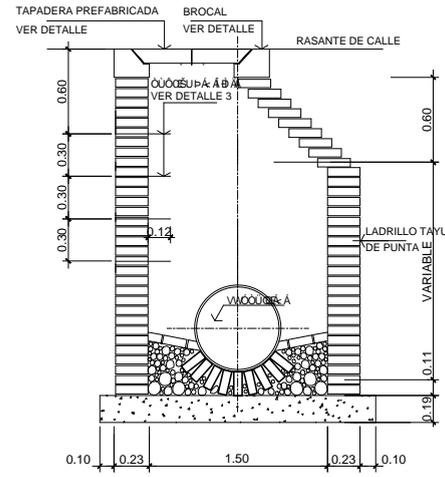
PLANTA DE POZO VISITA GENERAL ESCALA: 1/50



SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50



SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50

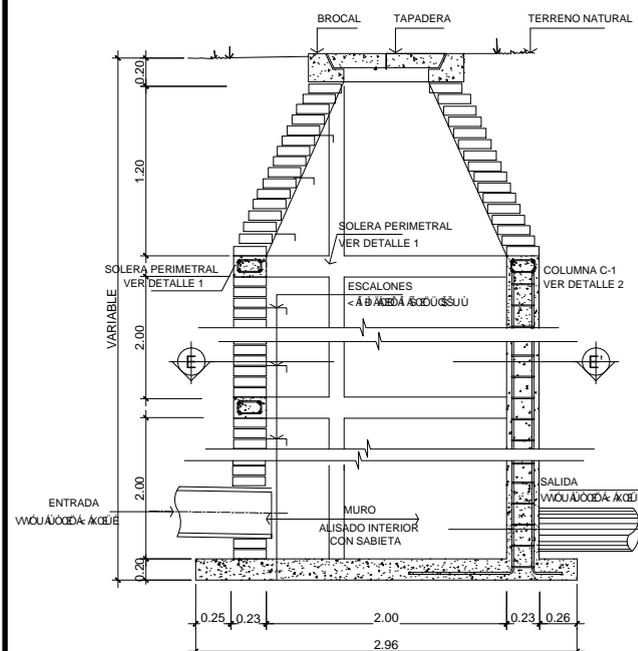


SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50

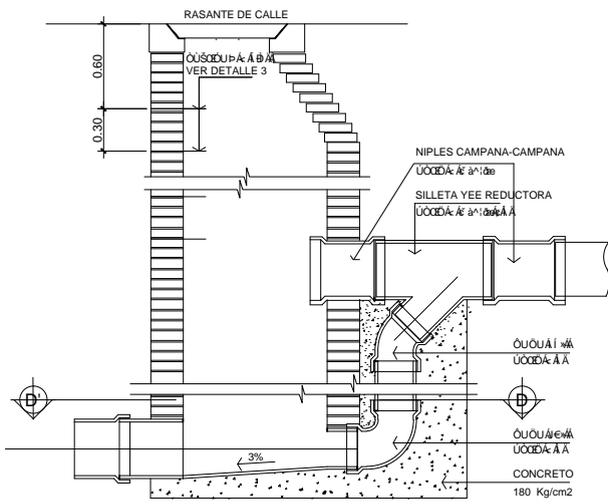
ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LAS POZOS DE VISITA DEBEN IDENTIFICARSE DE ACUERDO A LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO A UTILIZAR EN TAPA, BROCALES Y BASE DEBE TENER UN FACTOR DE RESISTENCIA $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:2.
3. EL ACERO DE REFUERZO DEBE POSEER UN FACTOR $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
4. LA MEZCLA A UTILIZAR PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA EN PROPORCION 1:3.
5. EL ACERO DE REFUERZO DEBE POSEER UN FACTOR $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. EL ACABADO DE LAS TAPADERAS Y BROCALES DE LOS POZOS IRAN REALIZADOS CON PASTA DE CEMENTO.
7. EL MORTERO DEBEN SER CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:3.

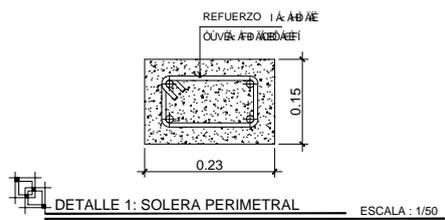
CONCRETO: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:2
 ACERO: $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
 MORTERO: CEMENTO-ARENA PROPORCION 1:3
 LADRILLO: TAYUYO $0.065 \times 0.11 \times 0.23$
 ACABADO: TAPADERAS Y BROCALES DE LOS POZOS IRAN REALIZADOS CON PASTA DE CEMENTO.



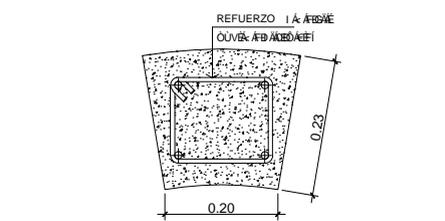
SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50



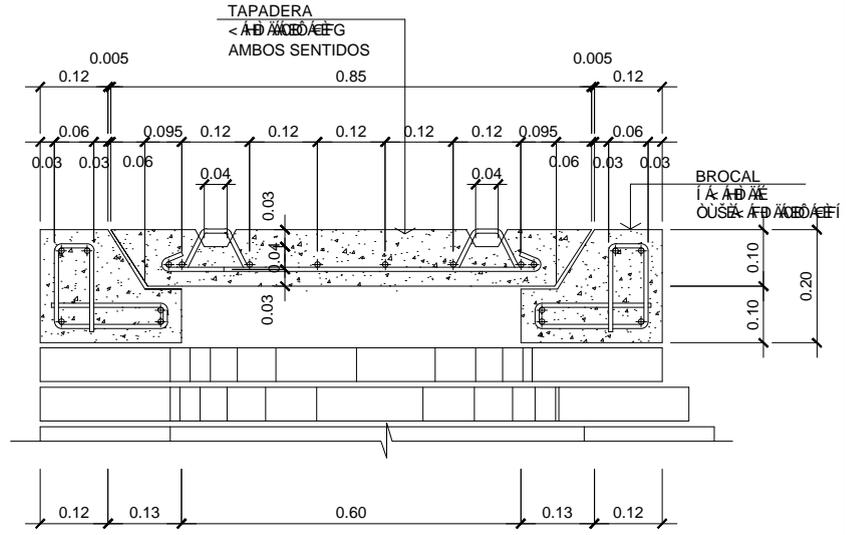
SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50



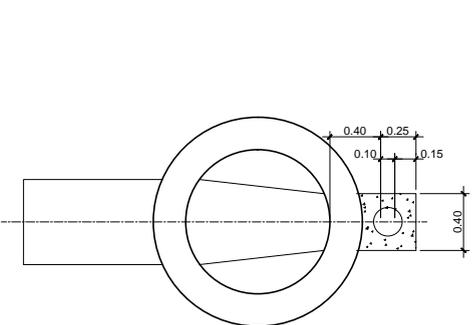
DETALLE 1: SOLERA PERIMETRAL ESCALA: 1/50



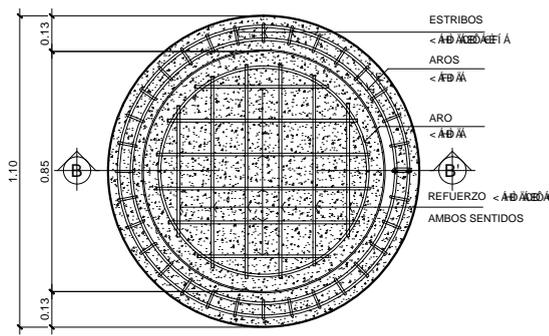
DETALLE 2: COLUMNA C-1 ESCALA: 1/50



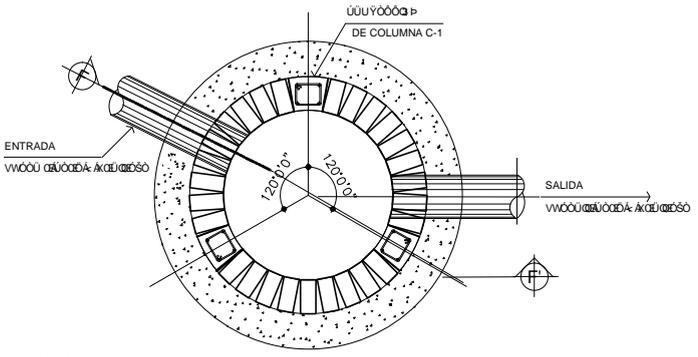
DETALLE 3: ESCALONES ESCALA: 1/25



SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50



PLANTA DE BROCAL Y TAPADERA ESCALA: 1/50



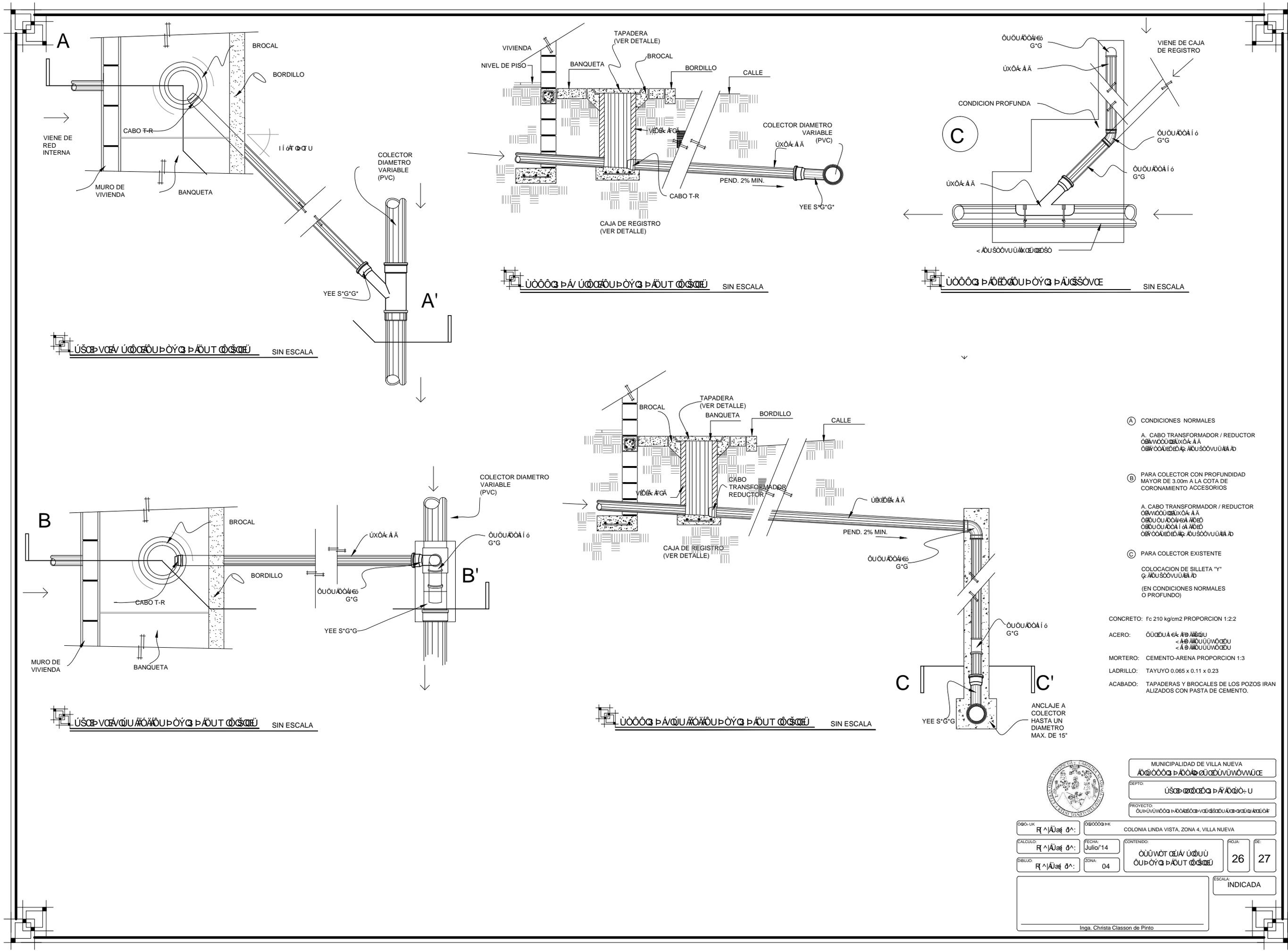
SECCION TRANSVERSAL ESCALA: 1/50



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 URBANIZACION DE POZOS DE VISITA
 DEPTO: URBANIZACION DE POZOS DE VISITA
 PROYECTO: URBANIZACION DE POZOS DE VISITA

INGENIERO: R. J. J. J.	FECHA: Julio/14	CONTENIDO: DETALLES POZOS DE VISITA	HOJA: 25	DE: 27
INGENIERO: R. J. J. J.	FECHA: Julio/14	CONTENIDO: DETALLES POZOS DE VISITA	HOJA: 25	DE: 27

ESCALA: INDICADA



- (A) CONDICIONES NORMALES
A. CABO TRANSFORMADOR / REDUCTOR
PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD
MAYOR DE 3.00m A LA COTA DE
CORONAMIENTO ACCESORIOS
- (B) PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD
MAYOR DE 3.00m A LA COTA DE
CORONAMIENTO ACCESORIOS
A. CABO TRANSFORMADOR / REDUCTOR
PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD
MAYOR DE 3.00m A LA COTA DE
CORONAMIENTO ACCESORIOS
- (C) PARA COLECTOR EXISTENTE
COLOCACION DE SILLETA "Y"
PARA COLECTOR EXISTENTE
(EN CONDICIONES NORMALES
O PROFUNDO)

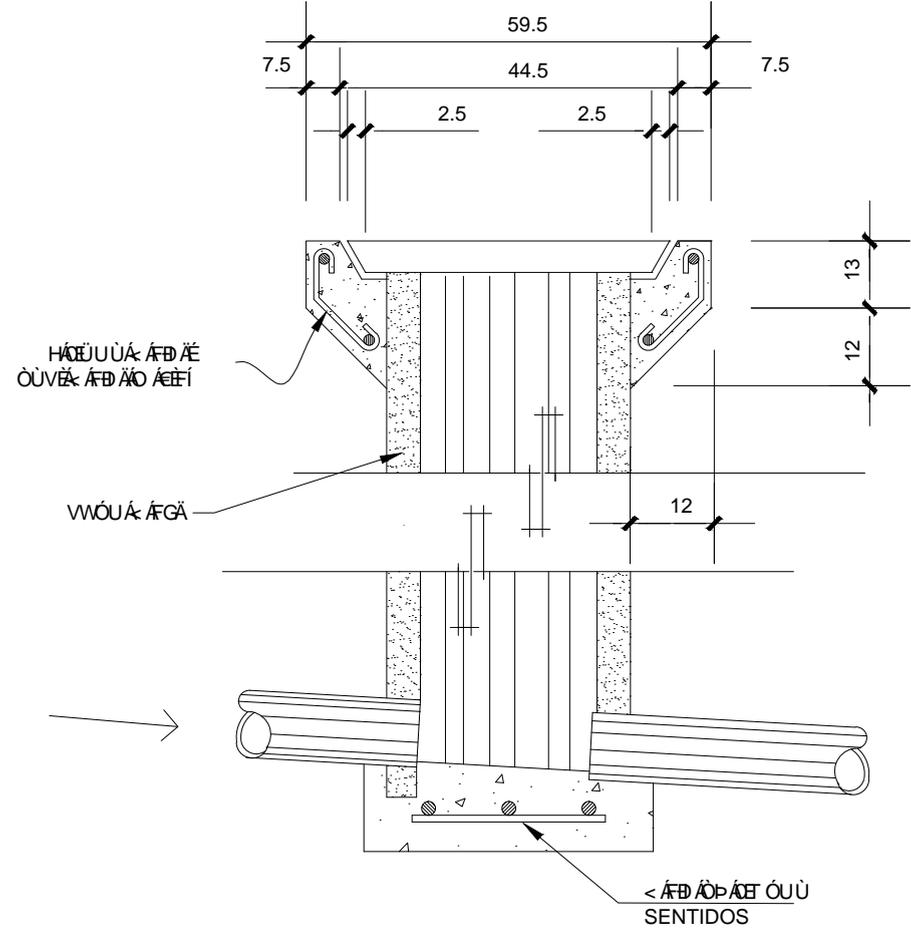
CONCRETO: f'c 210 kg/cm² PROPORCION 1:2:2
 ACERO: Ø 10mm A 150mm
 $A \le B$ Ø 10mm A 150mm
 MORTERO: CEMENTO-ARENA PROPORCION 1:3
 LADRILLO: TAYUYO 0.065 x 0.11 x 0.23
 ACABADO: TAPADERAS Y BROCALES DE LOS POZOS IRAN
 ALIZADOS CON PASTA DE CEMENTO.



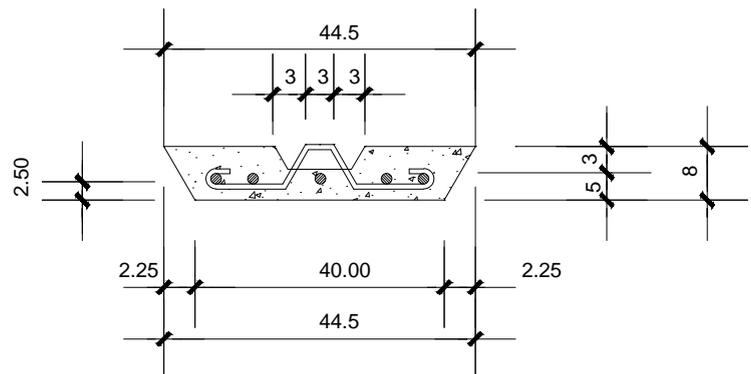
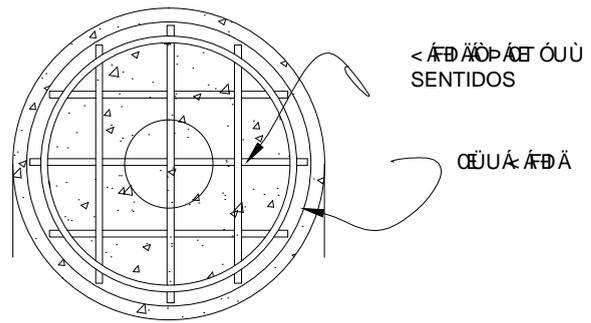
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 DEPTO: URB. VILLA NUEVA - U
 PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE
 SANEAMIENTO BASICO EN LA ZONA 4, VILLA NUEVA

INGENIERO: R. A. J. S.	FECHA: Julio/14	CONTENIDO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE SANEAMIENTO BASICO EN LA ZONA 4, VILLA NUEVA	HOJA: 26	DE: 27
CALCULO: R. A. J. S.	ZONA: 04			
DIBUJO: R. A. J. S.				

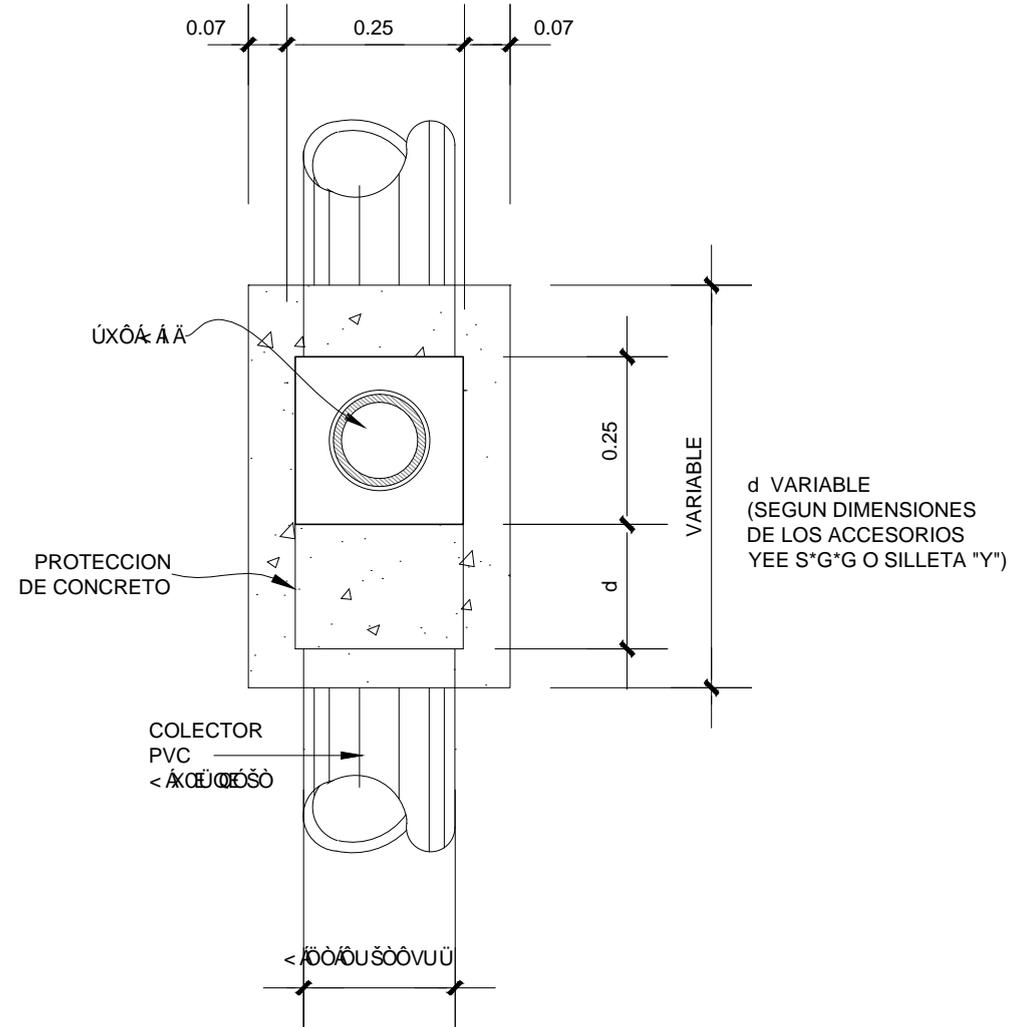
ESCALA: INDICADA
 Inga. Christa Classon de Pinto



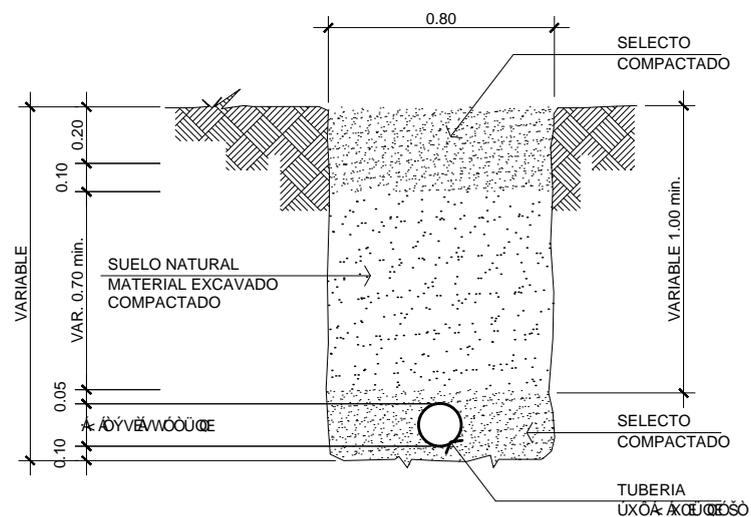
ΕΣΧΑΛΟΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΤΑΠΑΔΕΡΑΣ ΕΣΧΑΛΑ: 1/10



ΔΕΤΑΛΛΕ ΤΑΠΑΔΕΡΑ ΔΟΜΙΚΙΑΡ ΕΣΧΑΛΑ: 1/10



ΠΛΑΝΤΑ C-C' ΑΝΚΛΑΕ ΚΟΛΕΚΤΟΡ ΕΣΧΑΛΑ: 1/10



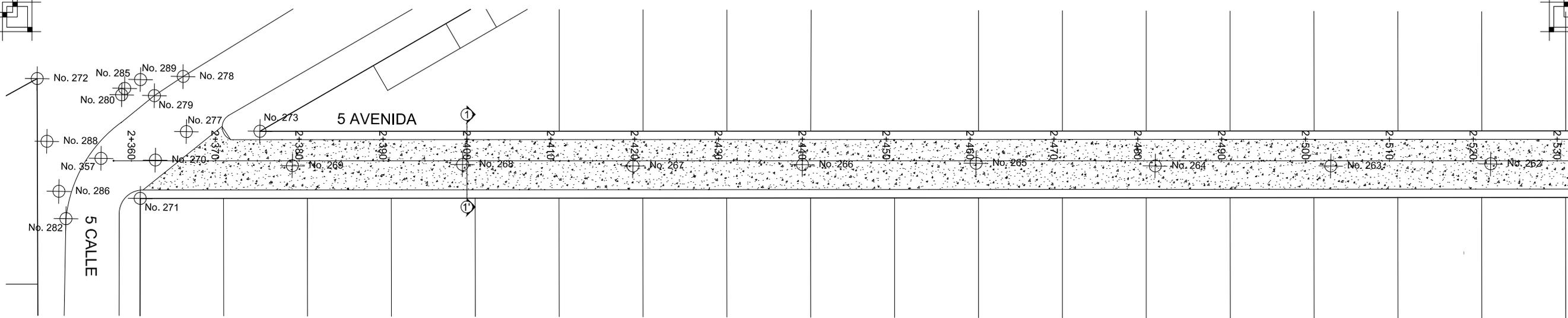
ΔΕΤΑΛΛΕ ΡΕΛΛΕΝΟ ΖΑΝΙΑ ΕΣΧΑΛΑ: 1/25



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 ΔΕΠΤΟ: ÚΣΕΒ ΑΠΟΘΕΓΑ ΠΑΥΔΩ- U
 ΠΡΟΤΕΧΝΟΝ: ΟΥΠ-ÚΝΥΜΩΘΑ ΠΑΘΑΕΘΟΒ-ΥΑΕΙΣΣΕΥΑΚΑ-ΥΑΕΘΕΥ ΑΚΕΥΘΕ

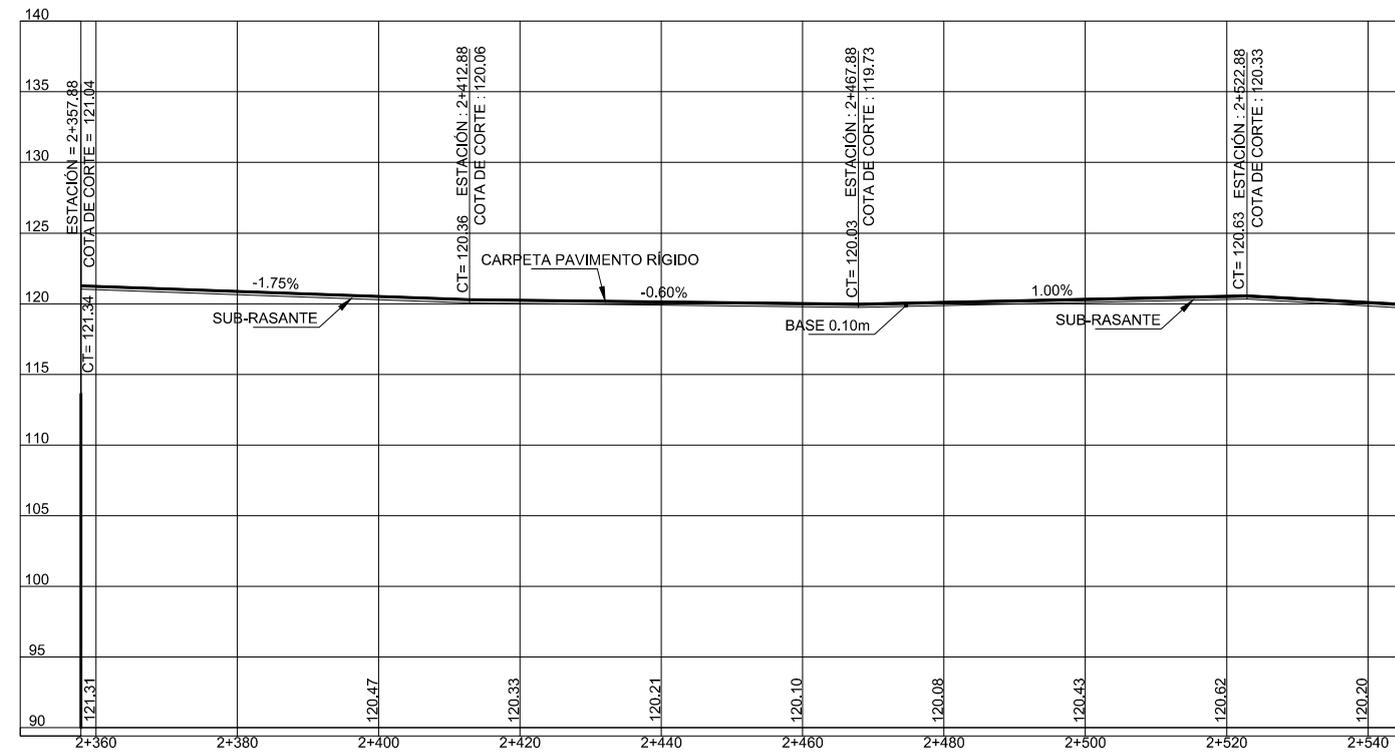
ΔΙΟΘ-ÚΚ: Ρ ÁÚÁΕ δ^:	ΔΙΟΘΩΘΑ ΠΚ: ΚΟΛΟΝΙΑ ΛΙΝΔΑ ΒΙΣΤΑ, ΖΟΝΑ 4, ΒΙΛΛΑ ΝΥΕΥΑ
ΚΑΛΚΥΛΟ: Ρ ÁÚÁΕ δ^:	ΦΕΧΑ: Ιυλίο/14
ΔΙΒΥΙΟ: Ρ ÁÚÁΕ δ^:	ΖΟΝΑ: 04
ΚΟΝΤΕΝΙΔΟ: ΔΕΤΑΛΛΕΣ ΒΑΡΙΑΣ	
ΦΥΛΑ: 27	ΔΕ: 27

ΕΣΧΑΛΑ: ΙΝΔΙΚΑΔΑ
 Ινγα. Christa Classon de Pinto



ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΟΜΟΤΗΤΙΑΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΕΛΑΓΓΕΙΑΣ

ESCALA H: 1/500



ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΟΜΟΤΗΤΙΑΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΕΛΑΓΓΕΙΑΣ

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500

ΟΜΟΤΗΤΙΑΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΟΡΘΟΚΕΚ

Σε αυτή την περίπτωση, ο πάχος της ελαστικής στρώσης και η βάση της ελαστικής στρώσης θα είναι 10 cm με CBR 95% de espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de espesor. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm.

Σε αυτή την περίπτωση, ο πάχος της ελαστικής στρώσης και η βάση της ελαστικής στρώσης θα είναι 10 cm με CBR 95% de espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de espesor. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm.

Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm. Η ελαστική στρώση θα είναι 5 cm.

Asentamiento concreto de 8 cm AASHTO T 119. Temperatura del concreto 25 grados centigrados. Va a ser de 1:2:4 (AGUA:CEMENTO:ARENA) con 3/4 de pulgada. 551.04 "b" y "c". Agregado grueso de 3/4 de pulgada. 551.04 "b" y "c". Agregado grueso de 3/4 de pulgada. 551.04 "b" y "c". Agregado grueso de 3/4 de pulgada.

AGUA	CEMENTO	ARENA	PIEDRIN
0.57	1	2	3
205 Kg	359.65 Kg	624.02 Kg	1211.33 Kg
0.205 m ³	0.114 m ³	0.20 m ³	0.452 m ³

Se debe determinar el espesor y asentamientos del concreto fresco se deber determinar en los primeros camiones que salen de la planta. Se debe determinar el espesor y asentamientos del concreto fresco se deber determinar en los primeros camiones que salen de la planta. Se debe determinar el espesor y asentamientos del concreto fresco se deber determinar en los primeros camiones que salen de la planta.



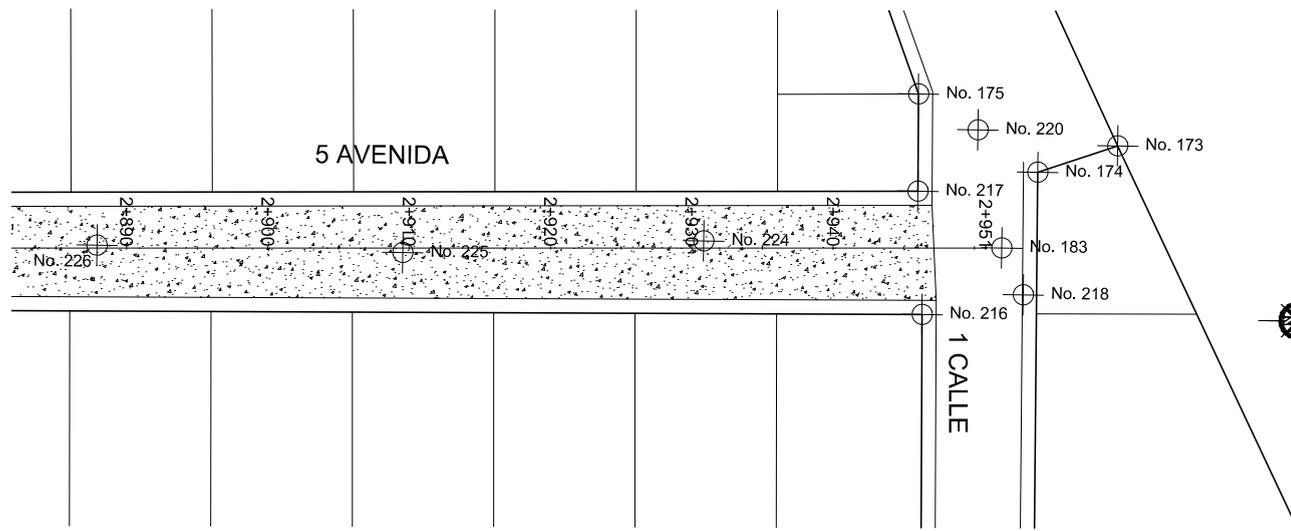
PLANO DE REFERENCIA SIN ESCALA



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΟΜΟΤΗΤΙΑΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΕΛΑΓΓΕΙΑΣ

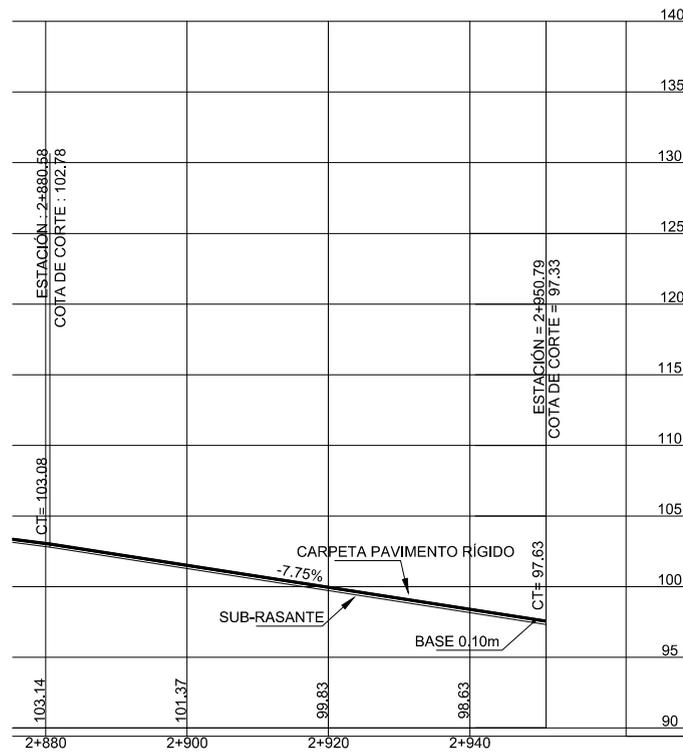
DEPTO: ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΟΜΟΤΗΤΙΑΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΕΛΑΓΓΕΙΑΣ
PROYECTO: ΟΜΟΤΗΤΙΑΣ ΔΕΚΑΜΕΤΡΗΣ ΟΡΘΟΚΕΚ

INGENIERO: R. A. J. S. S.
FECHA: Julio/14
ZONA: 04
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL
FIGURA: 01
DE: 09
ESCALA: INDICADA
Inga. Christa Classon de Pinto



ÚSOS VIVIENDA DE VUAJ ODOMA A AXOP OZAGEA JEA GEAI F

ESCALA H: 1/500



ÚSOS VIVIENDA DE VUAJ ODOMA A AXOP OZAGEA JEA GEAI F

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500

CONDICIONES DE OBRAS

Sección de pavimento rígido de 10 cm de espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 80. El espesor de la base debe ser de 10 cm con % de CBR a 95% de 80. El espesor de la base debe ser de 10 cm con % de CBR a 95% de 80.

La ranura superior de junta, no debe ser inferior de 1/4". La ranura superior de junta, no debe ser inferior de 1/4". La ranura superior de junta, no debe ser inferior de 1/4".

Asentamiento concreto de 8 cm AASHTO T 119. Temperatura del concreto 25 grados centígrados. Va a ser de 8 cm AASHTO T 119. Temperatura del concreto 25 grados centígrados. Va a ser de 8 cm AASHTO T 119.

Asentamiento concreto de 8 cm AASHTO T 119.

Temperatura del concreto 25 grados centígrados.

Va a ser de 8 cm AASHTO T 119. Temperatura del concreto 25 grados centígrados. Va a ser de 8 cm AASHTO T 119.

equivalente a 28 MPa. equivalente a 28 MPa. equivalente a 28 MPa.

equivalente a 4.5 MPa. equivalente a 4.5 MPa. equivalente a 4.5 MPa.

de 5:1 de arena y 1 de cemento.

AGUA	CEMENTO	ARENA	PIEDRIN
0.57	1	2	3
205 Kg	359.65 Kg	624.02 Kg	1211.33 Kg
0.205 m ³	0.114 m ³	0.20 m ³	0.452 m ³

Sección de pavimento rígido de 10 cm de espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 80. Sección de pavimento rígido de 10 cm de espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 80.

de cinco diarios. de cinco diarios. de cinco diarios. de cinco diarios. de cinco diarios.

El espesor debe verificarse midiendo testigos de concreto endurecido extraídos del pavimento construido (AASHTO T 24, ASTM C 42, AASHTO T 148, ASTM C 174). Extraer 2 testigos de concreto endurecido, cilíndricos, de 10 cm de diámetro y 30 cm de altura. Los testigos deben ser extraídos de manera aleatoria y a una profundidad de 10 cm desde la superficie superior del pavimento. Los testigos deben ser extraídos de manera aleatoria y a una profundidad de 10 cm desde la superficie superior del pavimento.



MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
DEPARTAMENTO DE VILLAVIEJA

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE VUAJ ODOMA

ESTACION: Sta. AVENIDA COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA

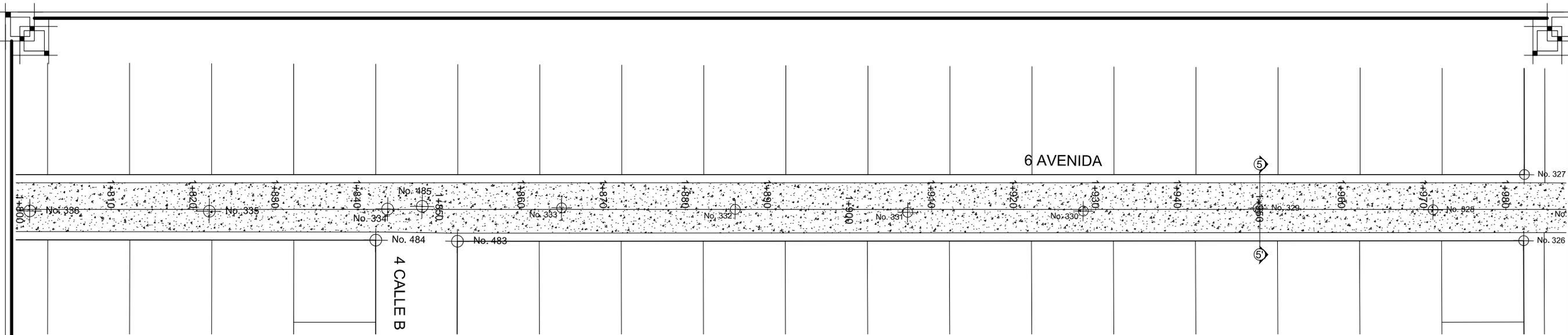
FECHA: Julio/14

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL

FIGURA: 04 DE 09

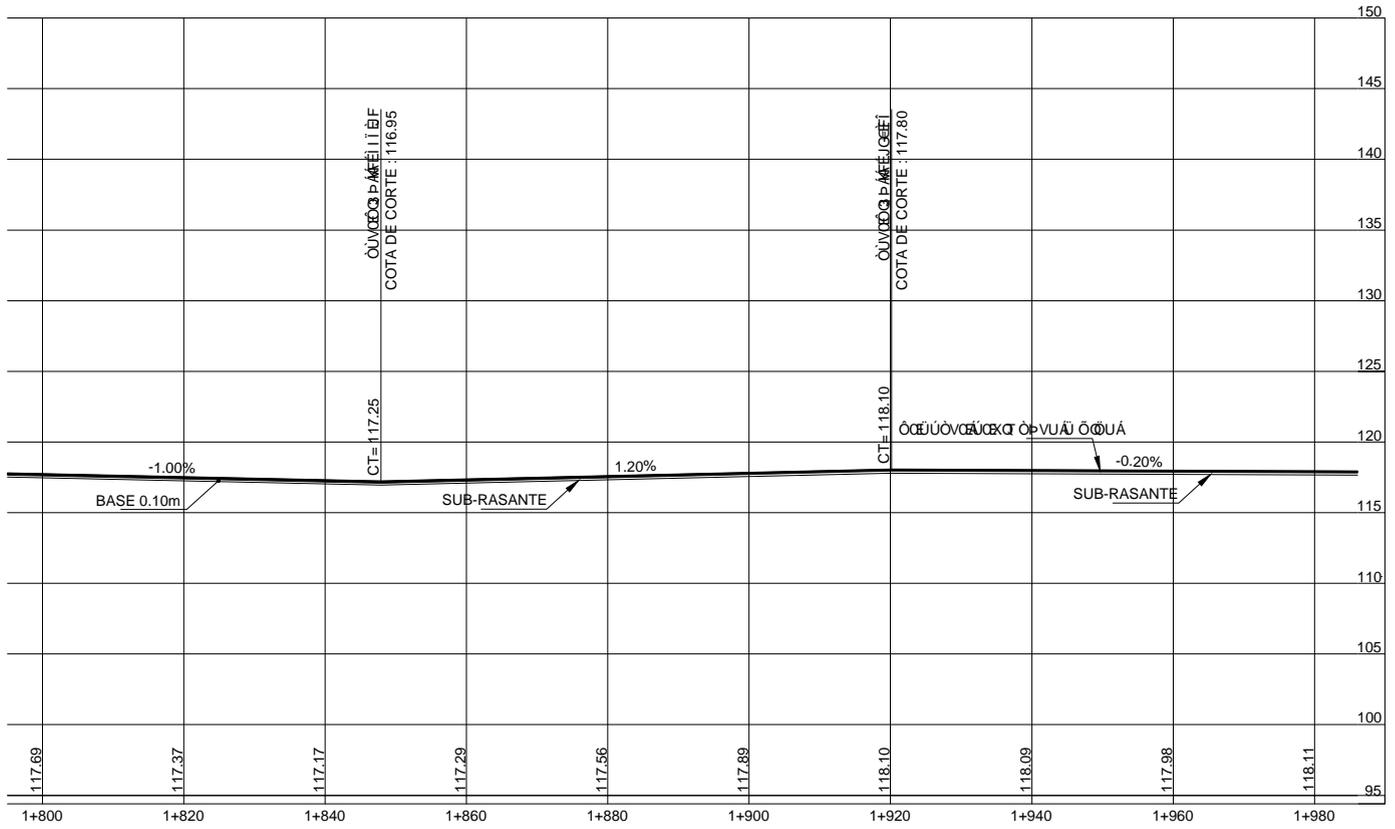
ESCALA: INDICADA

Inga. Christa Clason de Pinto



ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

ESCALA H: 1/500



ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500

ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Σημειώνεται ότι η βάση της οδού θα είναι από ασφάλτο με πάχος 10 cm με CBR 95%.

Το πάχος της ασφαλτικής στρώσης θα είναι 5 cm με CBR 95%.

Η ραφή της άρθρωσης δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1/4 του πάχους της ασφαλτικής στρώσης.

Η ραφή της άρθρωσης, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1/4 του πάχους της ασφαλτικής στρώσης.

Οι αρμοί της οδού θα είναι από ασφάλτο με πάχος 8 cm.

Αστέγιο από 8 cm AASHTO T 119. Η θερμοκρασία του σκυροδέματος θα είναι 25°C. Η διαμέτρηση του σκυροδέματος θα είναι 551.04 "b" και "c". Το σκυρόδεμα θα είναι από 3/4" ισοδύναμο 28 MPa.

AGUA	CEMENTO	ARENA	PIEDRIN
0.57	1	2	3
205 Kg	359.65 Kg	624.02 Kg	1211.33 Kg
0.205 m ³	0.114 m ³	0.20 m ³	0.452 m ³

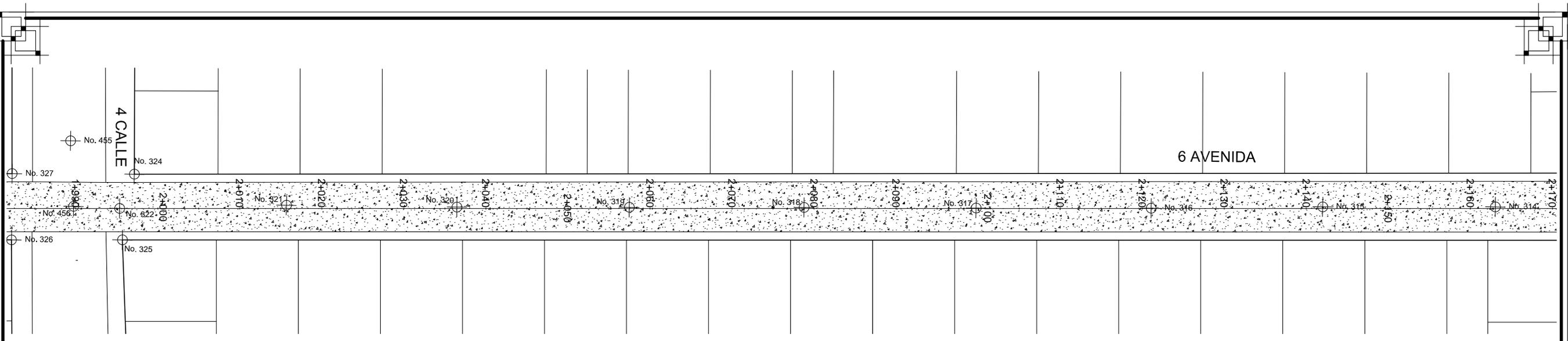


Οι αρμοί της οδού θα είναι από ασφάλτο με πάχος 8 cm. Η θερμοκρασία του σκυροδέματος θα είναι 25°C. Η διαμέτρηση του σκυροδέματος θα είναι 551.04 "b" και "c". Το σκυρόδεμα θα είναι από 3/4" ισοδύναμο 28 MPa.



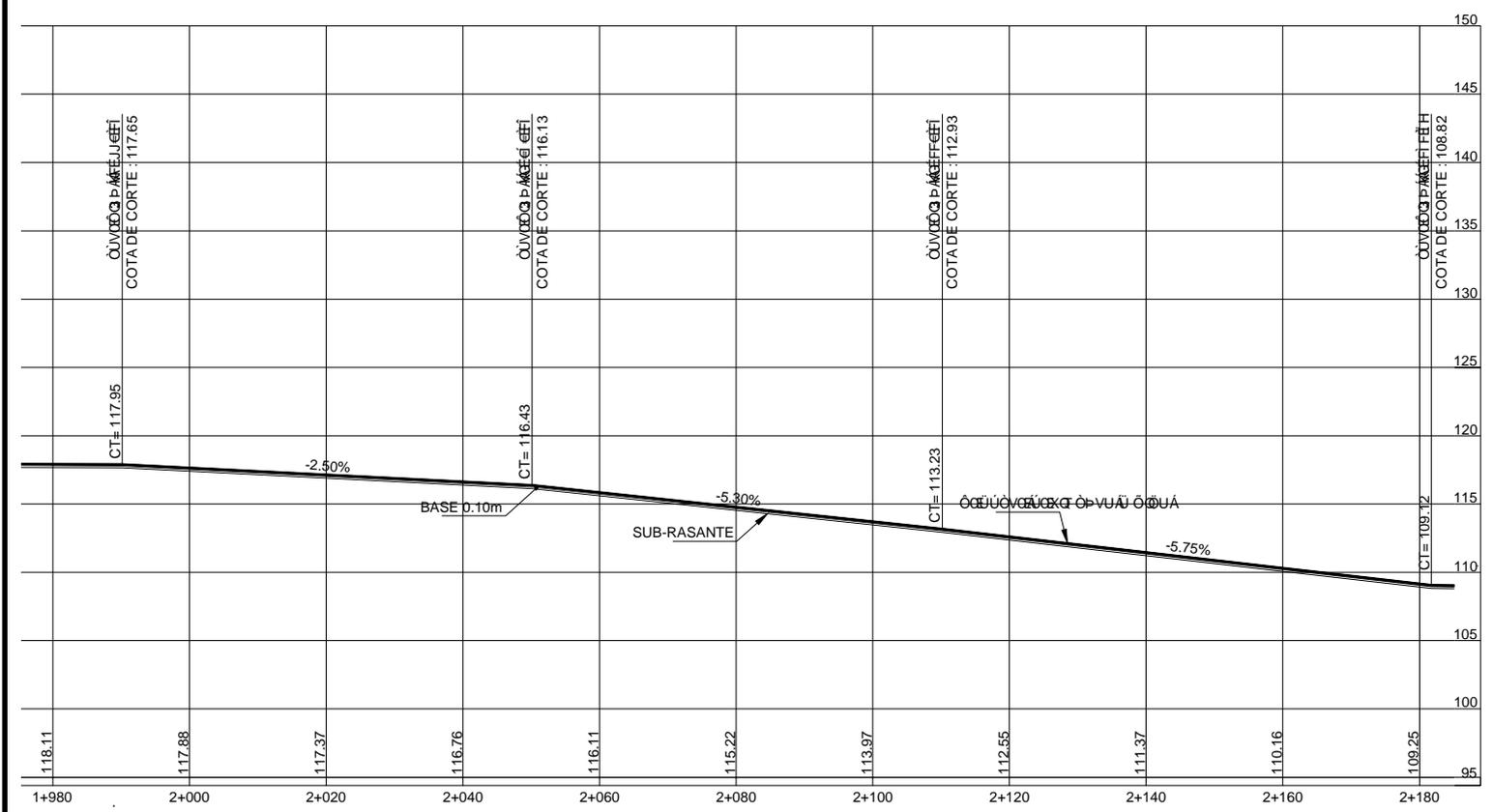
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 ΥΠΟΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ

DEPTO: U
 PROYECTO: ΟΥΒΟΛΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ
 ΟΔΟΣ: 6ta. AVENIDA COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA
 CALCULO: R.A. [Signature]
 FECHA: Julio/14
 CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL
 FIGURA: 06
 DE: 09
 DIBUJO: R.A. [Signature]
 ZONA: 04
 ESCALA: INDICADA
 Inga. Christa Classon de Pinto



ÚSOS VIALS DE PAVIMENTO DE CONCRETO EN CALLES Y AVENIDAS

ESCALA H: 1/500



ÚSOS VIALS DE PAVIMENTO DE CONCRETO EN CALLES Y AVENIDAS

ESCALA H: 1/1000
ESCALA V: 1/500

REQUISITOS PARA EL PAVIMENTO DE CONCRETO

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

También se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

La ranura superior de junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()

El espesor de la junta, no debe ser inferior de 1/4" ()



AGUA	CEMENTO	ARENA	PIEDRIN
0.57	1	2	3
205 Kg	359.65 Kg	624.02 Kg	1211.33 Kg
0.205 m ³	0.114 m ³	0.20 m ³	0.452 m ³

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

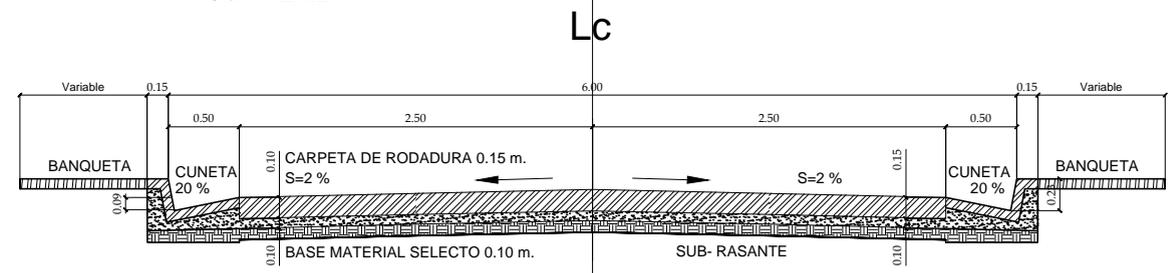
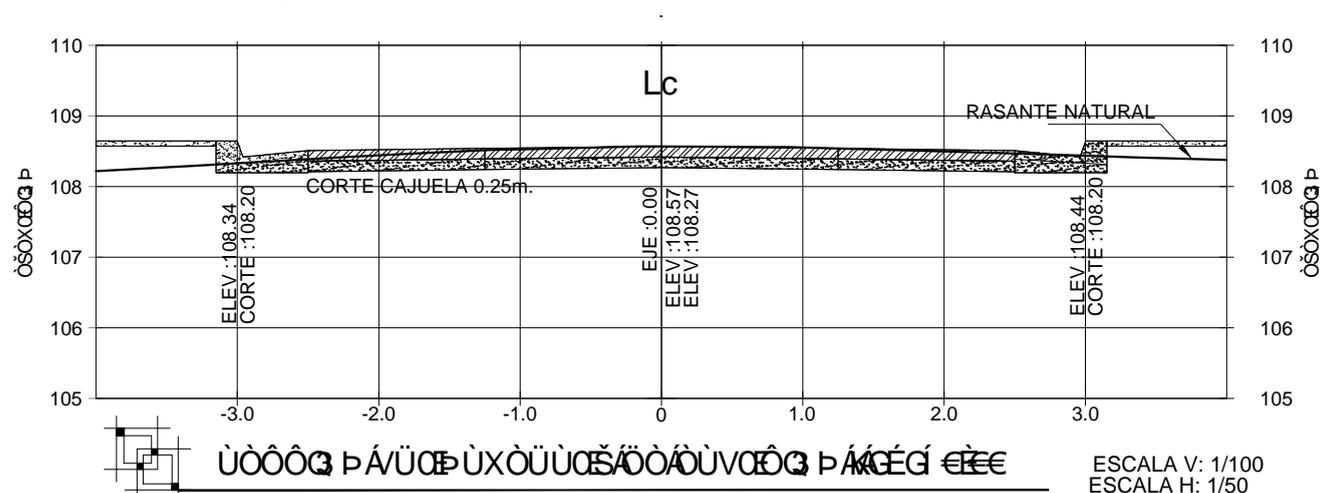
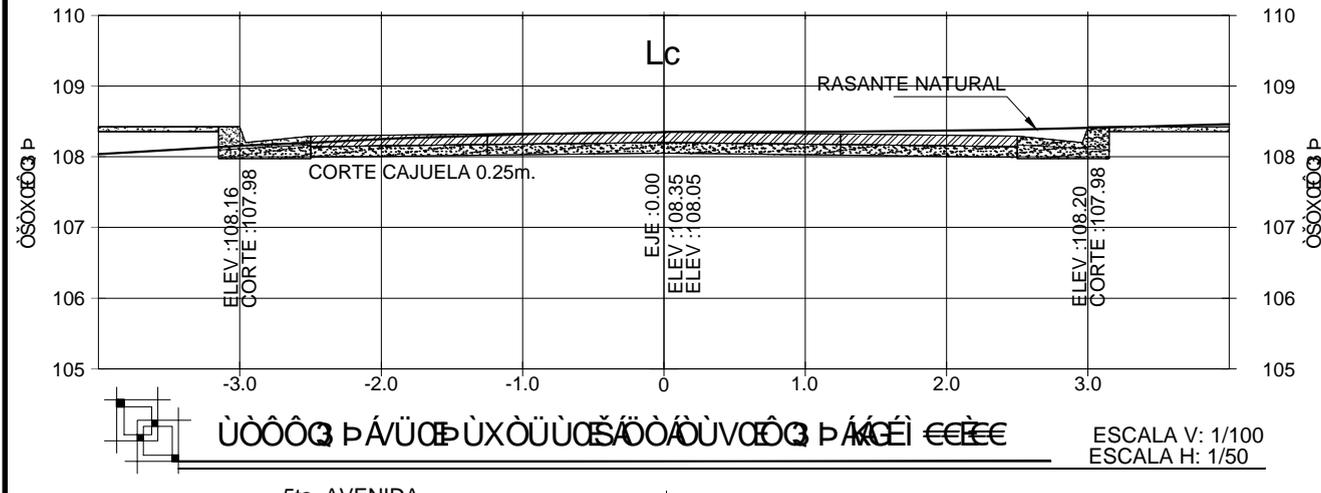
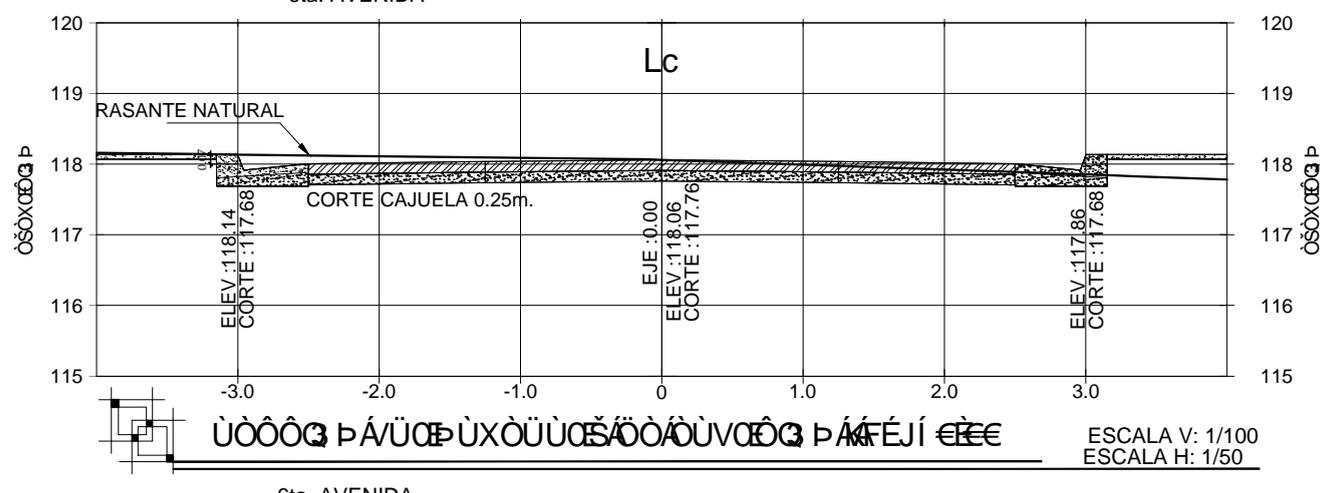
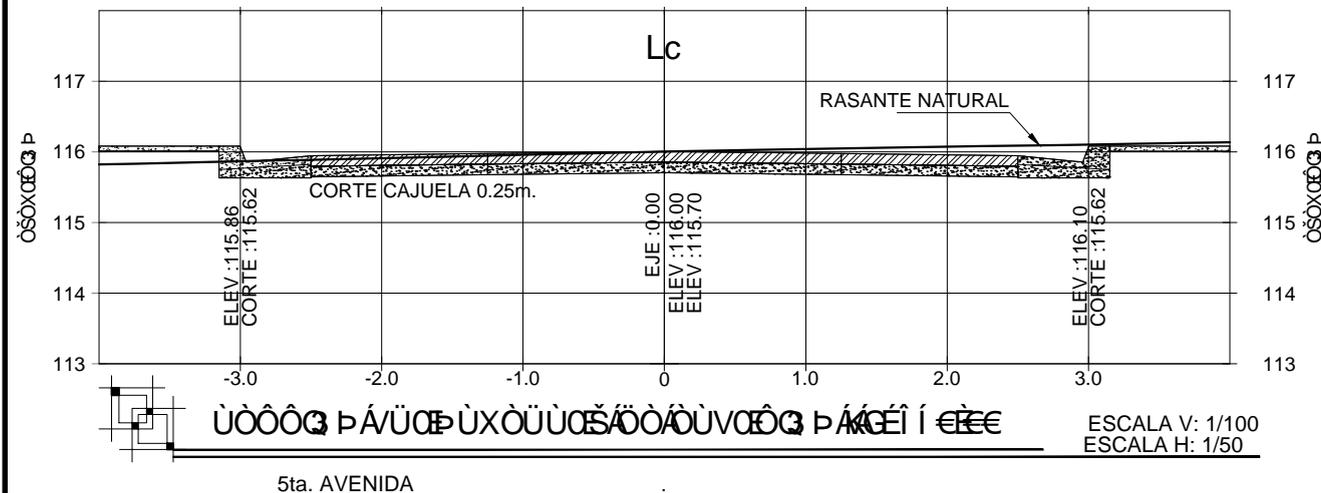
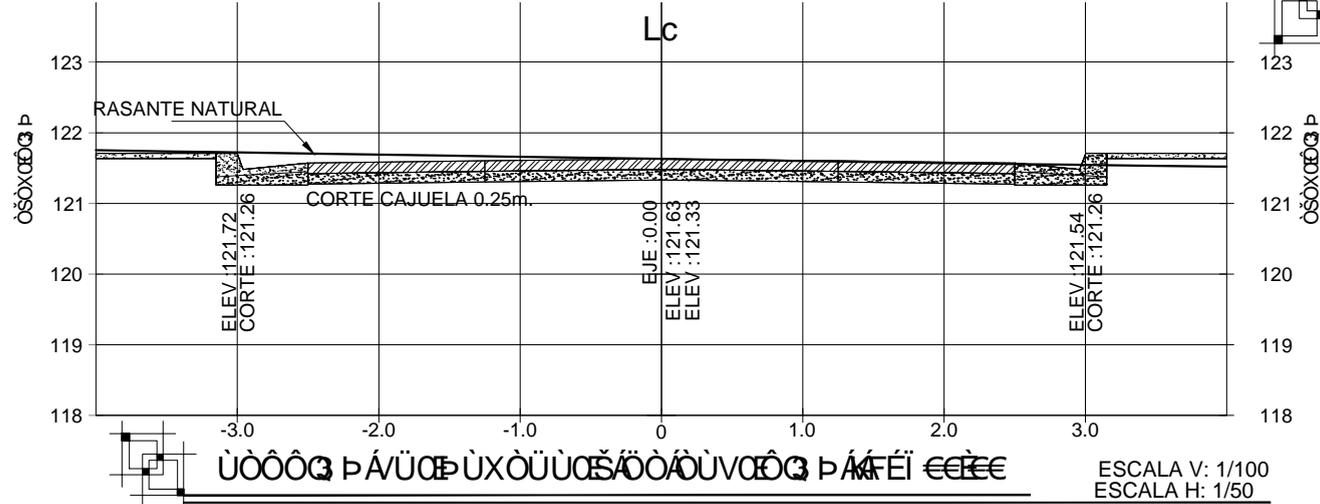
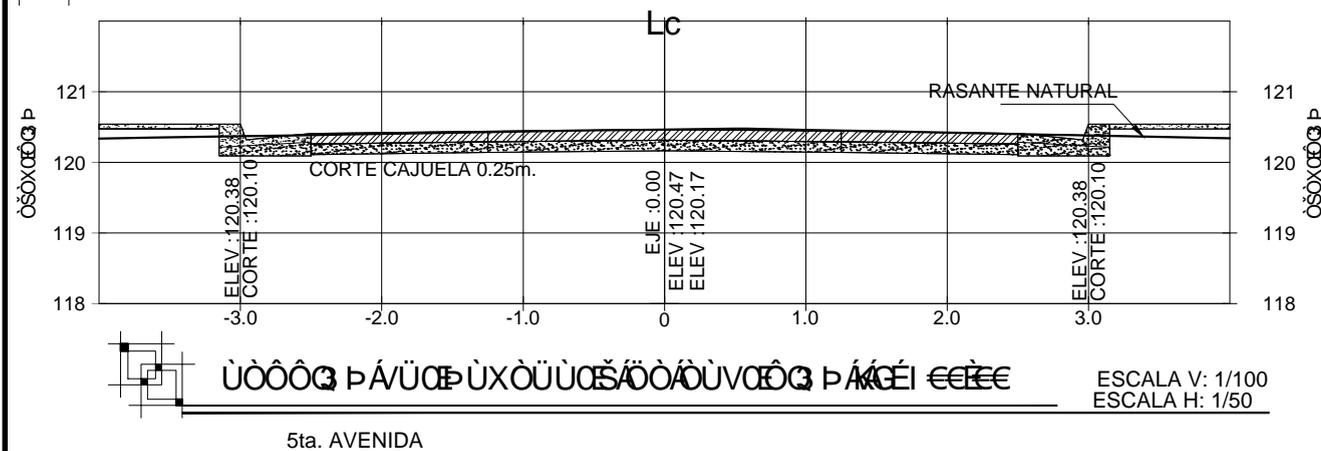
Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

Se deberá utilizar un concreto con un espesor y una base de 10 cm con % de CBR a 95% de 8 ()

MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
 DEPTO: ÚSOS VIALS DE PAVIMENTO U
 PROYECTO: ÚSOS VIALS DE PAVIMENTO U
 OBRERA: R. A. J. S. P.
 CALCULO: R. A. J. S. P.
 DIBUJO: R. A. J. S. P.
 FECHA: Julio/14
 ZONA: 04
 CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL
 HOJA: 07 DE 09
 ESCALA: INDICADA
 Inga. Christa Classon de Pinto



ESCALA 1/50

		MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA URBANIZACIÓN PÁJARO-U	
DEPTO:		URB. PÁJARO-U	
PROYECTO:		OP. URBANIZACIÓN PÁJARO-U	
DISEÑO: RAJAJA	CÁLCULO: RAJAJA	DIBUJO: RAJAJA	ESCALA: INDICADA
ZONA: 04		FECHA: Julio/14	
CONTENIDO: GABARITO Y SECCIONES TRANSVERSALES		HOJA: 09 DE 09	
Inga. Christa Classon de Pinto			

Periodo de diseño	20	Años
TUBERIA	PVC norma D 3034	
FACTOR "n"	0.819	rugosidad
FACTOR CAUDAL MEDIO	0.0020	Q _{med}
	0.005	

VELOCIDAD DISEÑO	0.60	<v<	3.00	m/seg
TRIANTE	1.0	<di>	0.74	% Pa
FUERZA TRACTIVA	1.0	<t<	---	Pa
El caudal por conexiones licitas es de	15			% del caudal de agua residual.

Deflase mínimo cola invert en tuberia	0.03	m
Deflase cola invert		Deflase entre diferencia de diametros de tuberia
Profundidad MINIMA ZANJO transporte vehicular	1.2	m

No casas	857	casas
Hab por casa	6	personas
Profundidad inicial	5142	habitantes
Profundidad Actual	8916	habitantes
		Año 2013
		Año 2020

PLANILLA DE CÁLCULO HIDRÁULICO PARA DRENAJE SANITARIO FASE I COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA, GUATEMALA C.A.

FLA	TRAMO		LONGITUD (m)	VIVIENDAS		POBLACIÓN		CAUDAL (l/s)		FACTOR CAUDAL MEDIO		FACTOR DE HARMON		CAUDAL DISEÑO		REGIMEN HIDRÁULICO		F fract		COTA TERRENO (m)		PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)		COTA INVERT		PENDIENTE DIAMETRO ANCHO		VOLUMENES (m3)		CONEXIÓN DOMICILIAR		NOMENCLATURA																	
	DE	A		POZO SUPERIOR	POZO INFERIOR	PROPIA	TRIBUTARIA	PROPIA	TRIBUTARIA	PROPIA 2013	ACUMULADA	PROPIA 2033	ACUMULADA	Q domiciliar	Q conexiones licitas	Q infiltración	Q comercial	q _{fm}	q _{fm} > 0.002	q _{fm} < 0.005	FH	q (l/s) diseño	RH (m)	V (m/s)	Q (l/s)	q1D	v1V	d1D	mRH	v (m/s)	d (mm)	m (m)	(N/m²)	Inicial	Final	Inicial	Final	Media	Entrada	Salida	%	Ø	zanja (m)	Excavación	Mat. Sotero	Mat. Siso	Unidad	Altura Pozo	Nomenclatura
RAMAL 6 AVENIDA																																																	
1	8. avenida hacia 5 calle	PV-1	PV-1	60.94	60.94	12	12	72	72	125	125	0.203	0.13	0.06	0.05	0.0035	OK	OK	4.22	1.85	0.0381	2.66	48.52	0.03816	0.46087	0.13343	0.3700	1.28	20	ok	0.0141	7.60	121.46	118.24	1.55	1.62	1.59	116.82	116.75	5.50	6	0.80	62.27	23.45	35.18	12.00	1.35	PV-1	1.20
2	8. avenida hacia 4 calle A	PV-1	PV-3	61.05	121.99	11	23	66	138	114	239	0.887	0.24	0.12	0.10	0.0038	OK	OK	4.12	3.48	0.0381	1.79	32.65	0.10643	0.22025	0.7040	1.17	34	ok	0.0268	6.57	118.24	116.69	1.65	1.59	1.62	115.30	115.27	2.50	6	0.80	63.80	24.07	36.11	11.00	1.42	PV-3	1.20	
3	8. avenida hacia 4 calle A	PV-3	PV-4	74.88	248.73	14	39	84	234	145	405	0.856	0.40	0.24	0.17	0.0038	OK	OK	4.02	5.86	0.0381	2.12	38.67	0.15161	0.22044	0.6860	1.53	40	ok	0.0261	8.96	116.69	114.35	1.62	1.86	1.74	112.69	112.66	3.50	6	0.80	64.16	31.94	47.91	14.00	1.69	PV-4	1.20	
4	8. avenida hacia 4 calle A	PV-4	PV-5	74.99	323.72	14	53	84	318	145	550	0.891	0.53	0.30	0.22	0.0038	OK	OK	3.95	7.65	0.0381	2.53	46.15	0.16571	0.27932	0.27548	0.7040	1.87	42	ok	0.0268	13.14	114.35	110.67	1.89	1.90	1.90	108.97	108.92	5.00	6	0.85	99.35	37.98	58.97	14.00	1.75	PV-5	1.20
5	8. avenida hacia 4 calle A	PV-5	PV-6	58.14	1408.58	10	217	60	1302	104	2267	3.657	1.94	1.54	0.33	0.0033	OK	OK	3.54	26.49	0.0508	1.94	62.91	0.42112	0.05740	0.45267	1.0210	1.86	92	ok	0.0519	10.17	110.67	109.96	1.95	2.38	2.17	107.78	107.75	2.00	8	0.85	88.06	33.51	50.41	10.00	2.21	PV-6	1.20
6	8. avenida hacia 4 calle A	PV-6	PV-7	54.13	1462.81	10	227	60	1362	104	2361	3.826	2.02	1.62	0.38	0.0033	OK	OK	3.53	27.71	0.0508	1.37	44.43	0.42368	0.15810	0.57049	1.1430	145	116	ok	0.0581	5.69	109.96	110.79	2.41	3.77	3.09	107.22	107.19	1.00	8	0.70	125.90	49.10	73.64	10.00	3.00	PV-7	1.50
7	8. avenida hacia 3 calle	PV-7	PV-8	55.87	1570.38	10	241	60	1446	104	2507	4.062	2.14	1.76	0.41	0.0033	OK	OK	3.51	29.35	0.0508	1.37	44.43	0.42368	0.15810	0.57049	1.1430	145	122	ok	0.0589	5.77	110.79	110.86	3.80	4.22	4.01	106.64	106.61	1.00	8	0.75	180.48	96.81	117.10	10.00	4.05	PV-8	1.75
8	8. avenida hacia 3 calle	PV-8	PV-9	70.00	1940.38	14	255	84	1530	145	2932	4.207	2.25	1.84	0.41	0.0033	OK	OK	3.49	30.67	0.0508	1.68	54.48	0.45296	0.12756	0.53760	1.1210	1.73	109	ok	0.0569	8.37	110.66	107.84	4.25	2.15	3.20	105.59	105.56	1.50	8	0.70	168.48	65.63	98.71	14.00	1.98	PV-9	1.20
9	8. avenida hacia 3 calle	PV-9	PV-10	65.84	1708.22	12	267	72	1602	125	2777	4.504	2.34	1.92	0.41	0.0033	OK	OK	3.47	31.83	0.0508	3.07	99.56	0.39175	0.08845	0.38871	0.9070	1.46	79	ok	0.0461	22.58	107.54	103.99	3.80	4.25	2.02	102.34	102.31	5.00	8	0.65	92.76	77.28	106.83	12.00	1.88	PV-10	1.20
10	8. avenida hacia 1 calle	PV-10	PV-11	69.58	1827.38	12	283	72	1698	125	2944	4.770	2.47	2.06	0.44	0.0033	OK	OK	3.45	33.58	0.0508	2.38	77.18	0.43512	0.10613	0.20280	2.30	94	ok	0.0522	15.35	103.99	102.05	1.88	1.99	1.94	100.26	100.23	3.00	8	0.85	94.13	35.63	53.44	12.00	1.82	PV-11	1.20	
11	8. avenida hacia 1 calle	PV-11	PV-12	69.58	1896.96	13	296	78	1776	135	3079	4.989	2.57	2.14	0.44	0.0033	OK	OK	3.43	34.79	0.0508	2.74	88.96	0.39157	0.10381	0.20280	2.27	98	ok	0.0504	19.75	102.05	99.05	2.02	1.76	1.89	97.49	97.39	4.00	8	0.85	91.86	34.70	52.05	13.00	1.66	PV-12	1.20	
12	8. avenida hacia 7 avenida	PV-12	PV-26	51.49	1948.45	4	300	24	1800	42	3121	6.057	2.60	2.26	0.44	0.0033	OK	OK	4.43	35.49	0.0762	2.58	185.33	0.19151	0.09691	0.7480	1.96	90	ok	0.0570	11.17	99.05	102.48	1.66	5.24	4.04	98.39	98.36	2.00	12	0.75	168.18	65.50	98.25	4.00	6.06	PV-26	1.75	
13	7. avenida hacia 6 avenida	PV-26	PV-38	47.91	2372.17	4	369	24	2214	42	3838	6.219	3.12	2.74	0.47	0.0033	OK	OK	3.35	42.03	0.0762	1.80	131.34	0.32001	0.08865	0.38888	0.9190	1.60	119	ok	0.0700	6.86	102.42	105.07	6.26	9.38	7.82	95.89	95.86	1.00	12	0.90	362.69	144.78	217.21	4.00	9.21	PV-38	2.00
14	7. avenida hacia 6 avenida	PV-38	PV-49	48.05	2855.66	3	454	18	2724	32	4721	7.650	3.75	3.28	0.47	0.0033	OK	OK	3.27	49.49	0.0762	1.80	131.34	0.32001	0.08865	0.38888	0.9190	1.67	130	ok	0.0742	7.27	105.07	97.87	6.41	2.42	5.91	96.40	93.87	1.00	12	0.90	244.64	96.81	145.17	3.00	3.75	PV-49	1.50
15	5. avenida hacia 4 avenida	PV-49	PV-58	18.69	3584.03	1	565	6	3390	11	5877	9.523	4.54	4.12	0.49	0.0033	OK	OK	3.18	59.38	0.0762	2.84	207.22	0.28655	0.08332	0.36627	0.8740	2.45	112	ok	0.0666	16.32	97.82	95.22	1.96	1.97	2.98	93.45	91.82	2.50	12	0.75	44.66	17.10	25.65	1.00	3.30	PV-70	1.50
16	5. avenida hacia 4 avenida	PV-58	PV-79	32.28	3596.31	1	566	6	3396	11	5886	9.541	4.55	4.24	0.49	0.0033	OK	OK	3.18	59.83	0.0762	2.20	160.52	0.37270	0.29252	0.42378	0.9740	2.04	129	ok	0.0742	10.91	95.22	93.15	3.50	1.89	2.70	91.46	89.98	1.50	12	0.75	70.33	26.74	40.11	1.00	3.17	PV-58	1.50
RAMAL 7 AVENIDA																																																	
17	7. avenida hacia 5 calle	PV-13	PV-14	50.00	50.00	5	5	30	30	52	52	0.084	0.05	0.06	0.00	0.0038	OK	OK	4.31	1.50	0.0381	2.66	48.52	0.03091	0.45145	0.12060	0.3700	1.20	18	ok	0.0141	7.60	126.02	123.41	1.55	1.63	1.59	121.98	121.95	5.50	6	0.80	51.22	19.30	28.95	5.00	1.46	PV-14	1.20
18	7. avenida hacia 5 calle	PV-14	PV-15	50.00	100.00	11	16	66	96	114	166	0.269	0.17	0.12	0.00	0.0034	OK	OK	4.18	2.33	0.0381	2.26	41.23	0.05648	0.54054	0.16127	0.4490	1.22	25	ok	0.0171	6.71	123.41	121.61	1.66	1.81	1.73	120.00	119.97	4.00	6	0.80	55.83	21.18	31.76	11.00	1.64	PV-15	1.20
19	7. avenida hacia 5 calle A	PV-15	PV-16	60.22	160.22	13	29	78	174	175	301	0.488	0.30	0.18	0.00	0.0032	OK	OK	4.08	3.94	0.0381	2.40	43.78	0.08998	0.62127	0.20348	0.5300	1.49	31	ok	0.0202	8.91	121.61	118.86	1.84	1.74	1.79	117.32	117.29	4.50	6	0.80	69.53	26.44	39.66	13.00	1.57	PV-16	1.20
20	7. avenida hacia 4 calle A	PV-16	PV-17	60.00	260.00	10	41	60	246	104	426	0.690	0.40	0.24	0.00	0.0033	OK	OK	4.01	5.72	0.0381	2.40	43.78	0.13860	0.2416	0.5500	1.86	37	ok	0.0248	10.92	113.96	112.27	1.77	1.78	1.84	114.64	114.61	4.50	6	0.85	98.24	35.38	57.18	10.00	1.81	PV-17	1.20	
21	7. avenida hacia 4 calle B	PV-17	PV-18	59.12	327.32	11	52	66	312	114	540	0.875	0.52	0.36	0.02	0.0033	OK	OK	3.96	7.02	0.0381	2.12	38.67	0.18163	0.39920	0.2																							

Periodo de diseño	20	Años
TUBERIA	PVC norma D 3034	
FACTOR CK	0.910	rigidez
FACTOR CAUDAL MEDIO	0.0020	K_{f}
		0.595

VELOCIDAD DISEÑO	0.60	v	3.00	m/sig
TRANTE	0.10	C	0.74	% tubo
FUERZA TRACIÓ/A	1.0			Pg
El caudal por conexiones lictas es el	15			% del caudal de aguas residuales

1. Desfase mínimo cota invert en tubería	0.03	m
2. Desfase cota invert	g-D	Desfase entre diferencia de diámetros de tubería
Intensidad MINIMA ZANILCO transporte vehicular	1.2	m

No casas	857	casas
Hab por casa	6	personas
Población inicial	5142	habitantes Año 2013
Población futura	8915	habitantes Año 2033

PLANILLA DE CÁLCULO HIDRÁULICO PARA DRENAJE SANITARIO FASE I COLONIA LINDA VISTA, ZONA 4, VILLA NUEVA, GUATEMALA C.A.

FLA	TRAMO	LONGITUD (m)	VIVIENDAS		POBLACIÓN		CAUDAL (l/s)				FACTOR CAUDAL MEDIO		FACTOR DE HARMOND		CAUDAL DISEÑO				REGIMEN HIDRÁULICO										F tract		COTA TERRENO (m)		PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN (m)					COTA INVERT		PENDIENTE		DIAMETRO		ANCHO		VOLUMENES (m3)		CONEXIÓN DOMICILIAR		NOMENCLATURA		
			DE	A	POZO SUPERIOR	POZO INFERIOR	PROPIA	TRIBUTARIA	PROPIA	TRIBUTARIA	PROPIA 2013	ACUMULADA	PROPIA 2033	ACUMULADA	Q domiciliar	Q conexiones lictas	Q infiltración	Q comercial	fgm	fgm > 0.002	fgm < 0.005	FH	q (l/s) diseño	RH (m)	V (m/s)	Q (l/s)	q/Q	v/V	d/D	rh/RH	v (m/s)	d (mm)	rh (m)	(N/m ²)	Inicial	Final	Inicial	Final	Media	Entrada	Salida	%	Ø	zanja (m)	Excavación	Mat. Selecto	Mat. Sitio	Unidad	Altura Pozo	Nomenclatura	Ø Pozo Visita	
78	6. avenida hacia 7 avenida	PV-29	PV-16	47.98	47.98	2	2	12	12	21	21	0.034	0.02	0.06	0.02	0.0050	OK	NO	4.38	1.50	0.0381	1.88	34.29	0.04374	0.50097	0.14249	0.4100	0.94	22	ok	0.0156	4.21	120.04	118.86	1.55	1.66	1.61	117.40	117.29	2.75	6	0.60	49.66	18.72	28.09	2.00	1.35	PV-29	1.20	1.57	PV-16	1.20
RAMAL 6 CALLE Entre 7 y 8 AVENIDA																																																				
79	7. avenida hacia 8 avenida	PV-16	PV-03	51.86	51.86	2	2	12	12	21	21	0.034	0.02	0.06	0.02	0.0050	OK	NO	4.38	1.50	0.0381	2.33	42.50	0.03529	0.46994	0.12847	0.3700	1.09	20	ok	0.0141	5.87	118.86	118.68	1.55	1.53	1.54	115.35	115.27	4.25	6	0.60	51.44	19.33	28.99	2.00	1.35	PV-16	1.20	1.41	PV-03	1.20
RAMAL 4 CALLE Entre 6 a 8 AVENIDA																																																				
80	6. avenida hacia 7 avenida	PV-33	PV-21	47.94	47.94	3	3	18	18	32	32	0.052	0.03	0.06	0.03	0.0050	OK	NO	4.35	1.50	0.0381	3.00	54.72	0.02741	0.43554	0.11380	0.3150	1.31	17	ok	0.0120	8.23	117.95	114.81	1.55	1.68	1.62	113.33	112.32	7.00	6	0.60	50.01	18.87	28.30	3.00	1.35	PV-33	1.20	1.55	PV-21	1.20
81	7. avenida hacia 8 avenida	PV-21	PV-07	51.70	51.70	4	4	24	24	42	42	0.068	0.04	0.06	0.03	0.0048	OK	OK	4.33	1.50	0.0381	3.20	58.37	0.02570	0.42697	0.11040	0.3150	1.37	17	ok	0.0120	9.41	114.81	110.79	1.55	1.57	1.56	113.61	113.46	8.00	6	0.60	52.07	19.59	29.38	4.00	1.35	PV-21	1.20	1.35	PV-07	1.20
RAMAL 4 CALLE Entre 6 y 8 AVENIDA																																																				
82	6. avenida hacia 5 avenida	PV-33	PV-44	48.52	48.52	2	2	12	12	21	21	0.034	0.02	0.06	0.00	0.0050	OK	NO	4.38	1.50	0.0381	1.13	20.61	0.07277	0.58220	0.18260	0.5100	0.66	28	ok	0.0194	1.90	117.95	117.61	1.55	1.69	1.62	116.12	115.85	1.00	6	0.60	50.63	19.10	28.66	2.00	1.35	PV-33	1.20	1.76	PV-44	1.20
RAMAL 4 CALLE Entre 6 Y 4 AVENIDA																																																				
83	5. avenida hacia 4 avenida	PV-44	PV-53	47.87	47.87	5	5	30	30	52	52	0.084	0.05	0.06	0.03	0.0044	OK	OK	4.31	1.50	0.0381	3.58	65.30	0.02297	0.41319	0.10466	0.3150	1.48	16	ok	0.0120	11.76	117.61	113.09	1.55	1.70	1.63	111.59	111.32	10.00	6	0.60	50.17	18.94	28.40	5.00	1.35	PV-44	1.20	1.35	PV-53	1.20
RAMAL 4 CALLE Entre 4 Y 3 AVENIDA																																																				
84	4. avenida hacia 3 avenida	PV-53	PV-61	48.21	48.21	3	3	18	18	32	32	0.052	0.03	0.06	0.03	0.0050	OK	NO	4.35	1.50	0.0381	3.67	66.95	0.02241	0.41012	0.10338	0.3150	1.51	16	ok	0.0120	12.35	113.09	108.24	1.55	1.64	1.60	106.80	106.58	10.50	6	0.60	49.58	18.68	28.03	3.00	1.35	PV-53	1.20	1.66	PV-61	1.20
RAMAL 4 CALLE Entre 3 Y 2 AVENIDA																																																				
85	3. avenida hacia 2 avenida	PV-67	PV-61	47.64	47.64	6	6	36	36	63	63	0.102	0.07	0.06	0.04	0.0043	OK	OK	4.29	1.50	0.0381	1.98	35.75	0.04195	0.48445	0.13972	0.4100	0.97	21	ok	0.0156	4.59	109.48	108.24	1.55	1.71	1.63	106.73	106.58	3.00	6	0.60	50.02	18.88	28.33	6.00	1.35	PV-67	1.20	1.66	PV-61	1.20
RAMAL 2 CALLE Entre 1 Y 2 AVENIDA																																																				
86	1. avenida hacia 2 avenida	PV-78	PV-71	66.48	66.48	8	8	48	48	83	83	0.134	0.09	0.06	0.00	0.0034	OK	OK	4.26	1.50	0.0381	1.60	29.19	0.05139	0.52567	0.15403	0.4490	0.84	23	ok	0.0171	3.35	97.78	96.53	1.55	1.61	1.58	95.12	95.04	2.00	6	0.60	67.71	25.50	38.25	8.00	1.35	PV-78	1.20	1.49	PV-71	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 6 Y 7 AVENIDA																																																				
87	6. avenida hacia 7 avenida	PV-36	PV-36	47.92	47.92	4	4	24	24	42	42	0.068	0.04	0.06	0.03	0.0048	OK	OK	4.33	1.50	0.0381	2.77	50.53	0.02869	0.44591	0.11830	0.3150	1.24	18	ok	0.0120	7.06	109.12	108.34	1.55	1.58	1.56	104.96	104.59	6.00	6	0.60	48.31	18.18	27.26	4.00	1.35	PV-36	1.20	1.75	PV-24	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 7 Y 8 AVENIDA																																																				
88	7. avenida hacia 8 avenida	PV-24	PV-10	51.58	51.58	4	4	24	24	42	42	0.068	0.04	0.06	0.03	0.0048	OK	OK	4.33	1.50	0.0381	2.53	46.15	0.03250	0.45868	0.12346	0.3700	1.16	19	ok	0.0141	6.91	106.34	103.99	1.55	1.72	1.64	102.47	102.31	5.00	6	0.60	54.42	20.55	30.83	4.00	1.35	PV-24	1.20	1.88	PV-10	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 6 Y 5 AVENIDA																																																				
89	6. avenida hacia 5 avenida	PV-36	PV-47	48.25	48.25	4	4	24	24	42	42	0.068	0.04	0.06	0.03	0.0048	OK	OK	4.33	1.50	0.0381	2.12	38.67	0.03879	0.48304	0.13452	0.3700	1.02	21	ok	0.0141	4.84	109.12	107.63	1.55	1.71	1.63	106.12	105.96	3.50	6	0.60	50.72	19.15	28.72	4.00	1.35	PV-36	1.20	1.67	PV-47	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 5 Y 4 AVENIDA																																																				
90	5. avenida hacia 4 avenida	PV-47	PV-56	47.85	47.85	8	8	48	48	83	83	0.134	0.09	0.06	0.08	0.0043	OK	OK	4.26	1.52	0.0381	4.31	78.62	0.01936	0.39129	0.09964	0.2390	1.69	15	ok	0.0091	12.94	107.63	100.94	1.55	1.63	1.59	99.51	99.40	14.50	6	0.60	49.03	18.47	27.71	8.00	1.35	PV-47	1.20	1.54	PV-56	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 4 Y 3 AVENIDA																																																				
91	4. avenida hacia 3 avenida	PV-56	PV-64	48.22	48.22	6	6	36	36	63	63	0.102	0.07	0.06	0.03	0.0041	OK	OK	4.29	1.50	0.0381	2.66	48.52	0.03091	0.45145	0.12060	0.3700	1.20	18	ok	0.0141	7.60	100.94	98.41	1.55	1.61	1.58	97.00	96.75	5.50	6	0.60	49.12	18.50	27.75	6.00	1.35	PV-56	1.20	1.66	PV-64	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 0 Y 1 AVENIDA																																																				
92	0. avenida hacia 1 avenida	PV-76	PV-75	63.43	63.43	6	6	36	36	63	63	0.102	0.07	0.06	0.03	0.0041	OK	OK	4.29	1.50	0.0381	1.13	20.61	0.07277	0.58220	0.18260	0.5100	0.66	28	ok	0.0194	1.90	100.94	100.85	1.55	2.08	1.82	98.97	98.94	1.00	6	0.60	74.35	28.30	42.46	6.00	1.35	PV-76	1.20	1.91	PV-75	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 1 Y 2 AVENIDA																																																				
93	1. avenida hacia 2 avenida	PV-75	PV-70	47.67	225.09	5	29	30	174	52	302	0.489	0.30	0.24	0.06	0.0036	OK	OK	4.08	4.42	0.0381	2.12	38.67	0.11431	0.66549	0.22824	0.6060	1.41	35	ok	0.0231	7.92	100.85	98.92	2.11	1.81	1.96	97.31	97.18	3.50	6	0.65	65.32	25.03	37.54	5.00	1.74	PV-75	1.20	1.74	PV-70	1.20
RAMAL 3 CALLE Entre 2 Y 3 AVENIDA																																																				
94	2. avenida hacia 3 avenida	PV-70	PV-64	48.04	48.04	4	4	24	24	42	42	0.068	0.04	0.06	0.03	0.0048	OK	OK	4.33	1.50	0.0381	1.39	25.36	0.05916	0.54799	0.16500	0.4490	0.76	25	ok	0.0171	2.51	98.92	98.41	1.55	1.75	1.65	96.67	96.75	1.50	6	0.60	51.05	19.29	28.94	4.00	1.35	PV-70	1.20	1.66	PV-64	1.20
RAMAL 1 CALLE HACIA PTAR																																																				
95	0. avenida hacia 2 avenida	PV-77	PV-78	49.11	49.11	5	5	30	30	52	52	0.084	0.05	0.06	0.00	0.0038	OK	OK	4.31	1.50	0.0381	1.96	35.75	0.04195	0.49445	0.13972	0.4100	0.97	21	ok	0.0156	4.59	99.13	97.78	1.55	1.84	1.60	96.34	96.31	3.00	6	0.60	50.52	19.04	28.56	5.00	1.47	PV-77	1.20	1.47	PV-78	1.20
96	2. avenida hacia 3 avenida	PV-78	PV-68	53.01	737.70	4	98	24	588	42	1019	1.651	0.94	0.84	0.06	0.0034	OK	OK	3.79	13.23	0.0762	3.11	226.92	0.05830	0.54562	0.16381	0.4490	1.70	50	ok	0.0342	10.06	95.07	93.45	1.98	1.92	1.95	91.73	91.7													

ANEXOS

RELACIONES HIDRÁULICAS PARA CONDUCTOS CIRCULARES (n_0/n)											
$\frac{f}{\zeta} \frac{R}{Q_0}$	Rel.	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
	0	V/V₀	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505
d/D		0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
R/R₀		0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
H/D		0.000	0.041	0.067	0.086	0.102	0.116	0.128	0.140	0.151	0.161
0.1	V/V₀	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
	d/D	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
	R/R₀	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
	H/D	0.170	0.179	0.188	0.197	0.205	0.213	0.221	0.229	0.236	0.244
0.2	V/V₀	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.706	0.713	0.720
	d/D	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.409	0.417
	R/R₀	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
	H/D	0.251	0.258	0.266	0.273	0.280	0.287	0.294	0.300	0.307	0.314
0.3	V/V₀	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
	d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.460	0.468	0.476	0.482	0.488
	R/R₀	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
	H/D	0.321	0.328	0.334	0.341	0.348	0.354	0.361	0.368	0.374	0.381
0.4	V/V₀	0.796	0.802	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
	d/D	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
	A/A	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
	H/D	0.388	0.395	0.402	0.408	0.415	0.422	0.429	0.436	0.443	0.450
0.5	V/V₀	0.850	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
	d/D	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.620
	R/R₀	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132

	H/D	0.458	0.465	0.472	0.479	0.487	0.494	0.502	0.510	0.518	0.526
0.6	V/V _o	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	d/D	0.626	0.632	0.000	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678
	R/R _o	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
	H/D	0.534	0.542	0.550	0.559	0.568	0.576	0.585	0.595	0.604	0.614
0.7	V/V _o	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
	d/D	0.692	0.699	0.705	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.750
	R/R _o	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	1.197	1.200
	H/D	0.623	0.633	0.644	0.654	0.665	0.677	0.688	0.700	0.713	0.725
0.8	V/V _o	0.984	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	d/D	0.756	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
	R/R _o	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
	H/D	0.739	0.753	0.767	0.783	0.798	0.815	0.833	0.852	0.871	0.892
0.9	V/V _o	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
	d/D	0.826	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
	R/R _o	1.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
	H/D	0.915	0.940	0.966	0.995	1.027	1.063	1.103	1.149	1.202	1.265
1	V/V _o	1.041	1.042	1.042							
	d/D	0.914	0.920	0.931							
	R/R _o	1.172	1.164	1.150							
	H/D	1.344	1.445	1.584							

Dónde:

Q=Caudal de diseño

Q_o=Caudal a tubo lleno

V=Velocidad de diseño

V_o=Velocidad a tubo lleno

d=Lámina de agua

D=Diámetro de la tubería

R=Radio hidráulico a caudal de diseño

R_o=Radio hidráulico a tubo lleno

H=Profundidad hidráulica

n=Número manning a caudal de diseño

n_o=Número manning a tubo lleno

Fuente: NOGALES SORIA, Santos Fernando. *Ingeniería Sanitaria II*. p. 103.