



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

**“DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE
LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL
MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA”.**

Claudia Lorena Caballeros Chuvac
Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE
LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL
MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA”.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CLAUDIA LORENA CABALLEROS CHUVAC
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL
GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADORA	Inga. Crista Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 9 de marzo de 2005.

Claudia Lorena Caballeros Chuvac

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

Guatemala, 02 de agosto de 2006
Ref. EPS. C. 379.08.06

Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García,

Por este medio atentamente le informo que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **CLAUDIA LORENA CABALLEROS CHUVAC**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA"**.


Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del Municipio de Villa Nueva.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"D e y C o n o c e n d o a T o d o s "


Ing. Luis Gregorio Padilla Xeliz
Asesor - Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



LGAV/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS
Tel. 24423509

Guatemala, 02 de agosto de 2006
Ref. EPS. C. 379.08.06

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Escobar Álvarez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA" que fue desarrollado por la estudiante universitaria CLAUDIA LORENA CABALLEROS CHUVAC, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de coordinador apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Dá y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS



ARSG/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Guatemala, 13 de octubre de 2006

Ingeniero
Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Escobar Álvarez.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Claudia Lorena Caballeros Chuvac, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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,

LEY Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

"YODOROSI CAROLINGUA MIA"

Dr. Carlos Martínez Orián, 2006 centenario de su nacimiento

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S., Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación de la estudiante Claudia Lorena Caballeros Chuvac, titulado DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

a.i. Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, octubre 2006.

/bbdeb.

"TODO POR TI CAROLINGIA MÍA"

Dr. Carlos Martínez Durán, 2006 centenario de su nacimiento

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.447.06

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 DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTO RÍGIDO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria **Claudia Lorena Caballeros Chuvac**, procede a la autorización de impresión del mismo.

IMPRÍMASE.




Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2006

/cc

Toda por ti, Carolingia Kía
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS** Que me da su amor, sabiduría, perseverancia, por ser mi guía y fortaleza cada día, y darme la oportunidad de alcanzar este triunfo.
- MIS PADRES** Edgar y Elvira, por su amor y apoyo incondicional que me brindaron.
- MI HERMANO** Boris Ivan, por su amor.
- MIS AMIGOS** A todos los que compartieron experiencias agradables y difíciles.
- MI ASESOR** Ing. Luis Alfaro, por su apoyo y motivación.
- INGENIEROS DE
LA FACULTAD** A todos, por compartir sus conocimientos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN	1
1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Características geográficas	1
1.2.1 Ubicación geográfica	1
1.2.2 Colindancias y localización	1
1.2.3 Tipo de suelo	2
1.2.4 Vías de acceso, comunicación y transporte	3
1.2.5 Topografía	3
1.2.6 Clima e hidrografía	3
1.3 Características económicas	3
1.3.1 Tenencia de la tierra	3
1.3.2 Tipo de vivienda	4
1.3.3 Actividad comercial	4
1.3.4 Actividad industrial	4

1.4	Características socio-culturales	4
1.4.1	Datos de la población	4
1.4.2	Urbanización	5
1.4.3	Educación y religión	5
1.4.4	Infraestructura y servicios básicos	5
1.4.5	Clase social que predomina	5
2	DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO	7
2.1	Población futura	7
2.1.1	Censos	7
2.1.2	Tasa de crecimiento	7
2.2	Levantamiento topográfico	8
2.2.1	Altimetría	8
2.2.2	Planimetría	8
	2.2.2.1 Altimetría	8
	2.2.2.2 Planimetría	8
2.3	Período de diseño	8
2.4	Determinación del caudal	9
2.4.1	Consideraciones generales	9
	2.4.1.1 Caudal	9
	2.4.1.2 Velocidad de flujo	9
	2.4.1.3 Velocidad de arrastre	10
	2.4.1.4 Tirante o profundidad de flujo	10
	2.4.1.5 Caudal domiciliar	11

2.4.1.6	Caudal industrial	11
2.4.1.7	Caudal comercial	12
2.4.1.8	Caudal conexiones ilícitas	12
2.4.1.9	Caudal de infiltración	12
2.4.1.10	Caudal medio	13
2.4.1.11	Factor de caudal medio	13
2.4.1.12	Factor de retorno al sistema	14
2.4.1.13	Caudal de diseño	14
2.5	Parámetros del diseño de drenaje	15
2.5.1	Coeficientes de rugosidad	15
2.5.2	Sección llena y parcialmente llena	15
2.5.2.1	Ecuación sección llena	15
2.5.3	Pendiente máxima y mínima	16
2.5.4	Velocidad de diseño	17
2.5.5	Diámetro del colector	17
2.5.6	Profundidad del colector	17
2.5.6.1	Profundidad mínima de zanja	18
2.5.6.2	Cotas Invert	18
2.5.7	Ubicación de los pozos de visita	18
2.5.7.1	Especificaciones para los pozos de visita	19
2.5.8	Profundidad de pozos de visita	19
2.5.9	Características de conexiones domiciliarias	19
2.5.9.1	Caja o candela	20
2.5.9.2	Tubería secundaria	20
2.5.9.3	Profundidad de tubería	21
2.5.10	Ejemplo de diseño de un tramo de drenaje	21
2.5.11	Cálculo Hidráulico	28

2.5.12	Presupuesto del drenaje sanitario	29
2.5.13	Cronograma de ejecución – inversión	34
2.6	Tratamiento de aguas residuales	35
2.6.1	Importancia del tratamiento	36
2.6.2	Procesos de tratamiento	37
2.6.2.1	Tratamiento primario	38
2.6.2.2	Tratamiento secundario	38
2.6.2.3	Tratamiento terciario	38
2.6.3	Sistemas del tratamiento	39
2.6.4	Limitaciones en la selección	39
2.6.5	Propuesta del tratamiento de aguas residuales	39
2.7	Evaluación del impacto ambiental	41
2.7.1	La importancia de un programa de EIA	45
2.7.2	Circunstancias que requieren un EIA	46
2.8	Evaluación socio económica	47
2.8.1	VPN Y TIR	52
3.	DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA COLONIA JARDINES DE LA VIRGEN	59
3.1	Análisis y determinación del volumen de tránsito	59
3.1.1	Volumen del tránsito	59
3.1.2	Especificaciones para los ejes de camiones	59
3.1.3	La carga máxima utilizada en Guatemala	60
3.1.4	Conteo del tránsito	60

3.2	Descripción del proyecto	60
3.3	Estudios topográficos	61
3.4	Toma de muestra de suelos	61
3.5	Ensayos de laboratorio	61
3.5.1	Granulometría	62
3.5.2	Límites de consistencia	62
3.5.2.1	Límite líquido	63
3.5.2.2	Límite plástico	63
3.5.2.3	Índice plástico	64
3.5.3	Proctor modificado	64
3.5.4	Valor soporte California	65
3.6	Análisis de resultados	65
3.7	Pavimento rígido	66
3.8	Componentes estructurales del pavimento	67
3.8.1	Rasante	67
3.8.2	Pavimento	67
3.8.3	Subrasante	68
3.8.4	Sub-base	68
3.8.5	Base granular	68
3.8.6	Capa de rodadura	69
3.8.7	Bombero	69

3.9	parámetros del diseño	70
3.9.1	Periodo de diseño	70
3.9.2	Diseño de la base	70
3.9.3	Diseño del espesor del pavimento	73
3.9.3.1	Modulo de ruptura	74
3.9.3.2	Soporte de la subrasante	75
3.9.4	Diseño mezcla de concreto	75
3.10	Conformación y curado del pavimento	76
3.10.1	Curado del concreto	76
3.11	Maquinaria propuesta	76
3.11.1	Propuesta de la maquinaria a utilizar en este proyecto	78
3.12	Presupuesto general pavimento rígido	79
3.13	Cronograma de ejecución – inversión	82
	CONCLUSIONES	83
	RECOMENDACIONES	85
	BIBLIOGRAFÍA	87
	APÉNDICE	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de ubicación y localización.	2
2	Diseño Hidráulico para el alcantarillado sanitario.	28
3	Cronograma de ejecución - inversión (drenaje sanitario).	34
4	Análisis gráfico del valor presente neto (Diagrama de flujo de efectivo).	56
5	Diagrama de flujo de efectivo.	58
6	Capas del pavimento.	67
7	Cronograma de ejecución - inversión (pavimento rígido).	82

TABLAS

I	Cuantificación de presupuesto del drenaje sanitario	29
II	Nivel de tratamiento alcanzado por los diversos sistemas, en función del proceso unitario que realizan	37
III	Efectos de la sub-base no tratada sobre los valores de K	71
IV	Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte	72
V	Categoría por ejes	73
VI	TPDC permisible, carga por eje categoría I pavimentos con juntas con agregado.	74
VII	Tipo de suelo de la subrasante y valores aproximados de K	75
VIII	Cuantificación de presupuesto del pavimento rígido	79

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
As	Área de acero de refuerzo
DH	Distancia horizontal
P	Carga aplicada a la columna
pv	Pozo de visita
Q	Caudal
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{ci}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{com}	Caudal comercial
Vs	Valor soporte del suelo
Ø	Diámetro de tubería.
S	Pendiente
r	Tasa de crecimiento de la población
v	Velocidad de flujo en la alcantarilla
V	Velocidad de flujo a sección llena
d	Altura del tirante de agua en la alcantarilla

D	Diámetro de la tubería
v/V	Relación de velocidades
d/D	Relación de diámetros
q/Q	Relación de caudales
m/s	metros por segundo (velocidad)
k	Modulo de reacción
MR	Módulo de ruptura
FH	Factor de Harmond
P	Población
n	Factor de rugosidad
RH	Radio hidráulico
S%	Pendiente
P.V.C.	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo
DH	Distancia horizontal
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
P.U.	Precio unitario
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
AASHTO	Asociación de Carreteras Estatales y Oficiales de Transporte
ASTM	Sociedad Americana para Prueba de Materiales

GLOSARIO

Aeróbico:	Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno libre.
Aguas negras:	Aguas que se desechan después de haber servido para un fin; pueden ser domésticas, comerciales o industriales.
Aguas servidas:	También conocidas como aguas negras.
Altimetría:	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas, sirve para la representación de secciones o perfiles de una sección de terreno, cuyas alturas están referidas a un eje llamado línea de horizonte.
Anaeróbico:	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
Banco de marca:	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de los otros puntos.

Base:	Capa de material seleccionado y compactado en una carretera.
Candela:	Receptáculo donde se reciben las aguas negras, provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal comercial:	Volumen de aguas negras que se desecha en los comercios.
Caudal de diseño:	Es el que servirá de base para el diseño de una alcantarilla.
Caudal doméstico:	Es el caudal de aguas negras que se desecha en las viviendas.
Caudal industrial:	Volumen de aguas negras que se desecha en las industrias.
Colector:	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
Contaminación:	Efecto nocivo sobre el medio ambiente que afecta a todos los seres vivos.

Conexión domiciliar:	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente de ésta, donde se encuentra la candela.
Cota invert:	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):	Es la cantidad de oxígeno utilizado en la oxigenación bioquímica de la materia orgánica, en un tiempo y una temperatura especificados. Guarda relación con las necesidades de oxígeno para la combustión química, dependiendo enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.
Densidad de vivienda:	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga:	Lugar a donde se vierten las agua negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Desfogar:	Salida del agua de desecho en un punto determinado.

Dotación:	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante.
Factor de caudal medio:	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond:	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de rugosidad:	Factor que expresa qué tan lisa es una superficie.
Fórmula de Manning:	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto; relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Laguna anaeróbica:	Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento en ausencia de oxígeno. Este tipo de laguna requiere tratamiento posterior.
Lodo:	Los sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanque o estanques, y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

Pavimento:	Estructura formada de base y carpeta de rodadura.
Período de diseño:	Período de tiempo durante el cual un sistema de drenaje, de agua potable, o en general una obra de infraestructura, prestará un servicio eficiente.
Planimetría:	Parte de la topografía que describe una sección de terreno en dos dimensiones sobre el horizonte, es decir largo y ancho.
Pozo de visita:	Estructura subterránea que sirve para el cambio de dirección, pendiente, diámetro, unión de tuberías y para iniciar un tramo en el sistema de drenaje.
Ramal o tramo inicial:	Es el primer tramo en un sistema de drenaje.
Red de alcantarillado:	También denominado sistema de drenaje; es el conjunto de tuberías, canales, pozos de visita, y obras accesorias que sirven para drenar o desalojar las aguas negras y/o pluviales.
Sistema de drenaje sanitario:	Es el conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y todas las obras accesorias, que sirven para drenar o desalojar las aguas negras.

- Sub-base:** Es la capa del pavimento que transmite directamente las cargas a la sub-rasante y absorbe las irregularidades de la sub-rasante para que no afecten las capas superiores.
- Subrasante:** Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento.
- Tirante:** Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
- Topografía:** Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene información de las actividades desarrolladas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, en la colonia Jardines de la Virgen, zona 4 de Villa Nueva; en el cual se describen paso a paso, los criterios que se tomaron en cuenta, para el diseño de los proyectos de alcantarillado sanitario y pavimentación rígida. Asimismo, se elaboraron los planos y presupuestos para cada uno de los proyectos.

En el capítulo I, se encuentra una breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de la población en estudio.

En el capítulo II, se describen todos los elementos que intervinieron en el diseño de una alcantarilla, así como el cálculo de un tramo del sistema como ejemplo, además menciona los tipos de tratamiento para aguas negras.

En el capítulo III, se detalla el diseño del pavimento rígido, las justificaciones del diseño, propiedades del suelo mediante ensayos de laboratorio, las componentes estructurales del pavimento, parámetros del diseño y maquinaria propuesta.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de drenaje sanitario y pavimentación para la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, en el municipio de Villa Nueva, Guatemala, el cual permita evacuar adecuadamente las aguas residuales provenientes de las viviendas, y resolver la problemática de infraestructura vial para mejorar la accesibilidad y movilización en las calles y avenidas de la colonia, y en consecuencia, el nivel de vida de la comunidad.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica del lugar.
2. Diseñar un sistema de evacuación de excretas en cada una de las viviendas de la población que mejore el nivel de vida de cada poblador, según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM.
3. Determinar las características físicas y mecánicas de una muestra representativa de suelo, para el diseño de la estructura del pavimento.
4. Diseñar un esquema de infraestructura vial adecuado al lugar y que cumpla con las exigencias de la comunidad, ayude a resolver la problemática de la erosión del suelo, y permita cómodamente las actividades de locomoción de los habitantes.

INTRODUCCIÓN

El proyecto consiste en el diseño del pavimento rígido y drenaje sanitario, en la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, en el municipio de Villa Nueva, Guatemala; con su ejecución se pretende mejorar las condiciones de vida de la comunidad, tanto en salud como en el aspecto social, asimismo, es una medida de mitigación para los daños al saneamiento ambiental, infraestructura vial y salubridad de los habitantes, aplicando métodos y conceptos técnicos de la ingeniería civil.

El sistema de alcantarillado se define como el conjunto de conductos y estructuras destinadas a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas o aquellas que perjudiquen la salud de los habitantes, para evitar molestias de olores y aspectos desagradables, disminuyendo con la conducción de los desechos, la proliferación de enfermedades gastrointestinales e infectocontagiosas.

Los beneficiarios directos e indirectos del proyecto, tendrán mejor accesibilidad y movilización en las calles y avenidas de la colonia, al tener una vía de acceso que cumpla con las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes, de la Dirección General de Caminos; con capa de rodadura de pavimento.

El costo de proyectos de este tipo, alcanza valores considerables y generalmente no son rentables. Sin embargo, representan una inversión difícilmente cuantificable, en beneficio de la salud de los pobladores. Por esto, es necesario llevarlos a cabo, pero buscando el mínimo costo y el máximo beneficio.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN

1.1 Antecedentes históricos

La fundación del municipio de Villa Nueva de la Concepción, se realizó en el año de 1,763 y la colonia Jardines de la Virgen está ubicada en la zona 4 del municipio de Villa Nueva departamento de Guatemala; sus habitantes hablan el español. La Religión predominante es la católica, siendo su fiesta patronal el 8 de diciembre en honor a la Inmaculada Concepción; se celebran otras fiestas tradicionales y de manifestación religiosa entre las que sobresale la Cuaresma, Semana Santa y Corpus Christi.

1.2 Características geográficas

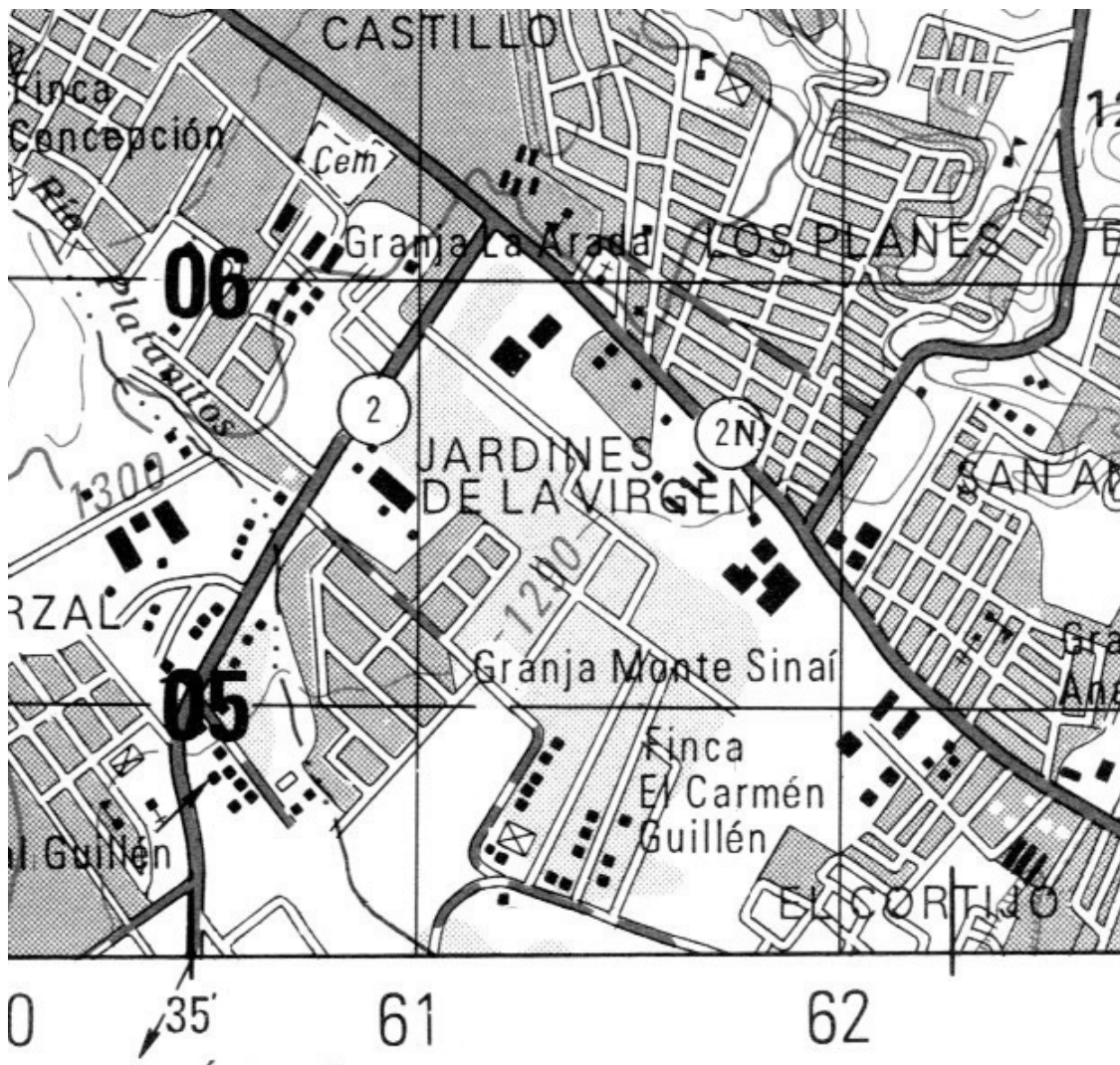
1.2.1 Ubicación geográfica

Por la carretera Internacional del Pacífico CA-9, desde el kilómetro 0 frente al Palacio Nacional en dirección al sur franco, hay unos 17 kilómetros hasta la cabecera de Villa Nueva. Y Jardines de la Virgen se encuentra en la zona 4 de dicho lugar, que pertenece al departamento de Guatemala, en dirección aproximada al suroeste. Tiene una extensión territorial de 137,751 m² aproximadamente.

1.2.2 Colindancias y localización

Jardines de la Virgen colinda al norte con la colonia Villa Nova, al sur con el río Platanitos, al oeste con la colonia Los Alpes y al este con la colonia Alamedas de San Miguel.

Figura 1. Mapa de ubicación y localización



Fuente: Mapa de Guatemala, escala 1: 50,000 del Instituto Geográfico Nacional -IGN-

1.2.3 Tipo de Suelo

Las características del suelo de Jardines de la Virgen es: arena limosa color café, según los resultados obtenidos del estudio de suelos elaborado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos.

1.2.4 Vías de acceso comunicación y trasportes

La única vía para entrar a la colonia Jardines de la Virgen es por la carretera que conduce al Mayan Golf (16 avenida), la cual se encuentra pavimentada en un 75%.

1.2.5 Topografía

En Jardines de la Virgen existe una topografía bastante plana, registrándose pendientes de 2% aproximadamente.

1.2.6 Clima e hidrografía

El clima es templado, pues el lugar está a una altura de 1,330 metros sobre el nivel del mar.

1.3 Características económicas

1.3.1 Tenencia de la tierra

En la colonia Jardines de la Virgen en la zona 4 de Villa Nueva, el 43% son propietarios de sus viviendas, el 8% son arrendatarios, el 11% corresponde a terrenos que están en construcción y el 38% son terrenos baldíos.

1.3.2 Tipo de vivienda

Las paredes de las viviendas están construidas de concreto, con techo de lámina. El número total de viviendas corresponde a ochenta y cinco.

1.3.3 Actividad comercial

La actividad comercial es escasa o nula; ya que solo existen 3 tiendas en toda la colonia, la mayoría de los comercios están ubicados en la cabecera municipal.

1.3.4 Actividad industrial

La actividad industrial es nula, ya que no existe ninguna industria en este lugar.

1.4 Características socio-culturales

1.4.1 Datos de la población

La población, en su mayoría, es ladina; no hay industrias existentes y no tiene áreas para un futuro desarrollo. Actualmente se cuenta con servicio de agua potable, energía eléctrica y telefonía, careciendo de drenajes y pavimentación de calles, de donde surge este proyecto como trabajo de graduación.

1.4.2 Urbanización

Jardines de la Virgen es una colonia donde sus calles están ordenadas. No existe un sistema de drenaje sanitario que cumpla con las normas de higiene establecidas.

1.4.3 Educación y religión

Jardines de la Virgen no cuenta con escuelas públicas, ni colegios privados. Tienen que asistir a centros educativos fuera de la colonia. Su religión predominante es la católica.

1.4.4 Infraestructura y servicios básicos

Jardines de la Virgen cuenta con una iglesia católica ubicada en la que entrada de la colonia. Las tiendas son los únicos comercios con los que cuenta, las cuales se encuentran en diferentes sectores de dicha colonia. No hay centros de salud, mercados, etc. Como está muy cerca de la cabecera municipal, allí acuden sus habitantes para satisfacer diversas necesidades.

1.4.5 Clase social que predomina

La población en su mayoría es ladina de clase media, y el resto son indígenas latinizados de clase baja, que se dedican al cultivo de maíz.

2. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO

2.1 Población futura

Para los pronósticos de crecimiento se recurrió a la información recopilada por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Para estimar la población se puede recurrir a varios métodos, pero el utilizado en este diseño es el geométrico. Éste se acopla más a las poblaciones en vías de desarrollo pues crecen a un ritmo geométrico o exponencial, por lo que este método se adopta más a la realidad del lugar donde se realizó el estudio y diseño pues debe tomarse en cuenta que la colonia tiene lotes con suficiente área para poder expandirse.

2.1.1 Censos

Los datos como, densidad de vivienda y tasa de crecimiento; fueron investigados en el Instituto Nacional de Estadística, para tener la autenticidad de éstos; y para realizar los cálculos que permitirán el desarrollo del proyecto en mención.

2.1.2 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento adoptada es igual a 4.00% anual, después de analizar los datos del INE. Se utiliza la siguiente fórmula

$$r = \left[\frac{(P_u / P_e)^t}{t_u - t_e} \right] - 1$$

donde: r = tasa de crecimiento
 P_u = población del último censo
 P_e = población del censo anterior
 t_u = fecha del último censo
 t_e = fecha del censo anterior

2.2 Levantamiento topográfico

2.2.1 Altimetría

La medición altimétrica se realizó por medio del nivel, ya que este aparato es más exacto que el teodolito, el que necesita más cuidado en su manejo.

2.2.2 Planimetría

En la medición de la planimetría del proyecto se utilizó el método de conservación del Azimut en una poligonal cerrada, se eligió este método por ser bastante exacto, (los resultados de esta medición presentan en los planos insertos en el anexo).

2.3 Período de diseño

Según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM, los sistemas de alcantarillado deben ser proyectados para llenar adecuadamente su función durante el periodo de 30 a 40 años.

Tomando en cuenta esto, el sistema se diseñará para un periodo de 40 años; durante el cual, el sistema de alcantarillado debe funcionar eficientemente, considerando no elevar demasiado los costos.

2.4 Determinación del caudal

2.4.1 Consideraciones generales

De acuerdo con las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillados del INFOM, en el capítulo 2 de diseño, el tipo de sistema a utilizar en general, en poblaciones que no cuenten con ningún sistema anterior al que se está diseñando; será el de alcantarillado sanitario en el que no se tomen en cuenta los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

Por lo que se diseñará un colector general para drenar las aguas negras domiciliarias de la colonia Jardines de la Virgen, en 5 ramales, que tendrán la capacidad de recolectar las aguas servidas de los 166 lotes que se encuentran actualmente, y conducirlos a la planta de tratamiento.

2.4.1.1 Caudal (Q)

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. Según el INFOM los sistemas se diseñarán como sistemas por gravedad, con los conductos funcionando como canales parcialmente llenos, es decir, que no funcionan a presión.

2.4.1.2 Velocidad de flujo (v)

La tubería utilizada en el diseño de Jardines de la Virgen es PVC y cumpliendo con la norma ASTM 3034, la velocidad es mayor de 0.40 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería que provoque

algún taponamiento; y menor o igual a 5 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste.

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utilizará. La velocidad de flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad de flujo y V es la velocidad a sección llena.

2.4.1.3 Velocidad de arrastre

En el diseño de Jardines de la Virgen se utilizará tubería de PVC de diámetro de 6", 8" y 10"; la velocidad es mayor de 0.4 m/seg. para evitar obstrucciones y proporcionar una acción de autolimpieza, es decir capacidad de arrastre de las partículas, cuya velocidad es menor de 6 m/seg., cumpliendo de esta manera con la norma ASTM 3034.

2.4.1.4 Tirante o profundidad de flujo

Como ya se mencionó el drenaje funciona como canal abierto; el tirante de flujo a transportar permitido para el diseño, debe tener un máximo de 74% y un mínimo del 10% del diámetro del tubo, estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como su funcionalidad en el arrastre de sedimentos para no ocasionar obstrucciones, y permitir el espacio para que los gases producidos por la descomposición de los sólidos en suspensión de las aguas, no produzcan presiones extra a la tubería.

2.4.1.5 Caudal domiciliario (Q_{dom})

Según el INFOM en el capítulo 2, en la norma de determinación de Caudal de aguas servidas, el caudal de origen doméstico será calculado para cada tramo con base en el número de conexiones futuras que contribuyan al tramo; éste será expresado en litros por segundo.

Para el diseño de este proyecto el caudal domiciliario será establecido para tramos que tengan contribución de 100 a 1000 conexiones futuras y se determinará según la fórmula

$$Q_{dom} = 75\% \text{ del caudal medio} * \left[\frac{(18 + p^{1/2})}{(4 + p^{1/2})} \right]$$

Siendo: q= Caudal máximo

p= Población tributaria en miles de habitantes

Expresado en función de las conexiones (n) es:

$$Q_{dom} = [(fr) * (n) * (densidadviv) * (dot / 86400)] * \left[\frac{(18 + p^{1/2})}{(4 + p^{1/2})} \right]$$

$$Q_{dom} = [(fr) * (n) * (densidadviv) * (dot / 86400)] * \left[\frac{(18 + (n * 0.006)^{0.5})}{(4 + (n * 0.006)^{0.5})} \right]$$

2.4.1.6 Caudal industrial (Q_{in})

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fabricas de textiles, licores, alimentos, etc. La dotación dependerá del tipo de industria, pero como en Jardines de la Virgen no existe ninguno de este tipo, no se calculó.

2.4.1.7 Caudal comercial (Qc)

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. y la dotación varía según el establecimiento a considerarse; pero en Jardines de la Virgen este caudal es nulo, ya que no existen comercios de este tipo.

2.4.1.8 Caudal de conexiones ilícitas (Qil)

En la sección 2.8 Caudal de diseño del INFOM, el caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecta en patios o bajadas de techos por error; se tomará en cuenta para agregar un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

$$Q_{il} = 0.10 * Q_{dom}$$

2.4.1.11 Caudal de infiltración (Qin)

En la sección 2.7; Infiltración, del INFOM se establece que para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas, debe tomarse en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tuberías. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya a los tramos se estimarán, calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar en litros por segundo. Para el diseño del alcantarillado, las tuberías serán de PVC y quedarán sobre el nivel freático obteniendo

a) Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático

a.1) Tubería de cemento $Q_{in} = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$

a.2) Tubería de PVC $Q_{in} = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$

2.4.1.10 Caudal medio (Q_m)

Caudal con se diseña cada tramo del sistema sanitario será la suma de:

- a) Caudal domiciliar.
- b) Caudal comercial.
- c) Caudal Industrial.
- d) Caudal de conexiones ilícitas
- e) Caudal de Infiltración.

Y éste será el caudal medio.

2.4.1.11 Factor de caudal medio (f_{qm})

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería, se determina por medio de la sumatoria de los caudales que contribuyen al sistema, (los antes mencionados), dividido por el tiempo total en un día, y se expresa en litros / habitantes / segundo. Este factor debe ser mayor a 0.0020 y menor que 0.005, considerando siempre que los valores no se alejen demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobrediseño o subdiseño, según sea el caso.

En el caso de Jardines de la Virgen, no se tomó en cuenta el caudal industrial y el comercial, ya que al sistema no se conectará ninguna industria ni comercio.

$$FQM = \frac{Qs}{Num.HabFuturo} \quad ; \text{ Donde } Qs = \sum(Qd + Qind + Qcom + Qci + Qinf)$$

2.4.1.12 Factor de retorno al sistema

El factor de retorno, como ya se mencionó, es el porcentaje de agua, que después de ser usada vuelve al drenaje; en este caso se considera 0.75 por ciento de factor como retorno; que es el sugerido en la sección 2.6.4 del INFOM.

2.4.1.13 Caudal de diseño (Qdis)

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluya, es necesario multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, cumpliendo con los rangos de velocidad y la relación d/D establecidos, antes mencionados.

$$Qdis = Num.Hab * FQm * FH$$

2.5 Parámetros de diseño de drenaje

2.5.1 Coeficiente de rugosidad (n)

El coeficiente de rugosidad de Manning, para el cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente, se hará aplicando el factor de acuerdo con el tipo de tubería empleada, y para el caso de Jardines de la Virgen donde se utilizo tubería PVC será $n= 0.010$ como se establece en las normas del INFOM, sección 2.9.

2.5.2 Sección llena y parcialmente llena

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad y caudal, se relacionan los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones establecidas y se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), donde q es el caudal de diseño, entre el caudal a sección llena (Q); el resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, donde también se podrán encontrar las relaciones (v/V) y (d/D).

2.5.2.1 Ecuación a sección llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

Para el cálculo de la velocidad y el caudal, se emplean las siguientes ecuaciones:

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} \quad \text{y} \quad Q = A * V$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (m³/s)

A = área de la tubería (m²)

V = Velocidad a sección llena (m/s)

n = rugosidad de la tubería (comercialmente para PVC = 0.010 y T.C. = 0.013)

2.5.3 Pendiente máxima y mínima (S)

En este diseño se sigue el criterio general que los sistemas de alcantarillado trabajen por gravedad, y tratando que las pendientes en las tuberías sigan en lo posible la pendiente del terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación. En el diseño de Jardines de la Virgen existen pendientes mínimas de 0.35% para un ramal secundario y de 0.5% para el ramal principal; estas pendientes permitirán que el agua se desplace libremente, y que la pendiente máxima alcance la velocidad máxima admisible para la tubería a utilizar. Tanto las pendientes mínimas y máximas utilizadas en este diseño cumplen con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles antes mencionadas. La diversidad de pendientes utilizada en este proyecto es para evitar la construcción de obras de caída libre mayor de 4 metros, que encarecería los costos y con el tiempo destruiría los revestimientos de concreto, debido a la fuerza de impacto de las aguas.

2.5.4 Velocidad de diseño (v)

La velocidad se ve influenciada por la pendiente y el caudal que lleva el sistema sanitario. La velocidad de diseño en una tubería es mayor, cuando se encuentran trabajando con el caudal mínimo.

2.5.5 Diámetro del colector (Ø)

Considerando que se trabajará con tubería PVC, según las normas del INFOM (sección 2.10), el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 6".

Para el diseño del colector de Jardines del la Virgen el diámetro mínimo que se utilizará es de 6" (0.15m) se utilizará tubería de diámetro de 8" (0.20m) y de 10" (0.25m) dependiendo de la capacidad necesaria del conducto y las condiciones topográficas del tramo. Estos diámetros cumplen con las normas del Infom para evitar obstrucción de estas.

2.5.6 Profundidad del colector

La profundidad de instalación de la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite el daño de los conductos ocasionados por las cargas vivas. Esta profundidad deberá permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias al alcantarillado municipal.

2.5.6.1 Profundidad mínima de zanja

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.00 m, según las normas del INFOM; en el diseño de este alcantarillado se consideró esto en cada inicio de ramal, con el objetivo de obtener profundidades de pozos mínimos, evitando excavar demasiado para impedir el incremento del presupuesto.

2.5.6.2 Cotas Invert

La cota invert de entrada se calcula en función de la pendiente y la distancia del tramo respectivos; la diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la cota que sale de un pozo de visita, estará entre 0.03 y 0.05 metros, utilizando este último para el desarrollo del diseño.

2.5.7 Ubicación de pozos de visita

Los pozos de visita serán diseñados para ubicarlos según el caso, (sección 2.13 del INFOM):

- ◆ En cambios de diámetro
- ◆ En cambios de pendiente
- ◆ En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- ◆ En las intersecciones de las tuberías colectoras
- ◆ En los extremos superiores de los ramales iniciales
- ◆ A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetro hasta de 24"
- ◆ A distancias no mayores de 300 m, en diámetros superiores a 24"

2.5.7.1 Especificaciones para pozos de visita

Comúnmente los pozos de visita están en las intersecciones de las calles, entre 90 y 100 m. El intervalo puede ser mayor en materiales como PVC; como el caso presente, que se refiere al diseño de Jardines de la Virgen; ya que permite substancialmente los problemas de limpieza y mantenimiento, comparado con otros tipos de tubería que tienen pobres características de flujo y son propensos a penetración de raíces y daños. Los pozos de visita se construirán con ladrillos de barro cocido con un acabado liso e impermeable, con sus respectivos escalones.

2.5.8 Profundidad de pozos de visita

Para la construcción de los pozos de visita con tubería de concreto o PVC se sugiere que los diseños soporten el empuje del suelo. En el presente se tienen pozos de visita de 2.50 metros de profundidad como máximo.

2.5.9 Características de conexiones domiciliarias

Es la tubería que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificios al alcantarillado central. Ésta consta de las siguientes partes:

- ◆ Caja o candela
- ◆ Tubería secundaria

2.5.9.1 Caja o candela

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

2.5.9.2 Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro mínimo de 4 pulgadas en tubería de PVC, y una pendiente mínima de 2%, a efecto de evacuar adecuadamente los desechos. (Según las normas del INFOM).

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

Para el caso de Jardines de la Virgen, en la candela se utilizará una tubería de concreto de 12", la tubería secundaria de PVC con un diámetro de 4 pulgadas y una pendiente del 2%.

2.5.9.3 Profundidad de la tubería

La profundidad de la parte superior de la tubería, con respecto al nivel de la superficie, es normalmente de 1.00 m, salvo en climas extremadamente fríos donde se dan temperaturas inferiores a 0°C y la penetración de heladas es profunda, es necesario colocar la tubería a mayor profundidad.

2.5.10 Ejemplo del diseño de un tramo de drenaje

A continuación se presenta un ejemplo para el diseño del tramo inicial de PV-7 al PV-6.

Teniendo los datos del terreno:

Cota inicial	111.31
Cota final	108.29
Distancia horizontal	97.3 m
Número de casas	5
Número de casas acumuladas	5
Total de viviendas	166
Densidad de viviendas	7 hab / viv
Tasa de crecimiento	4.00 %
Período de diseño	40 años
Población actual acumulada	35 habitantes
Población futura acumulada	169 habitantes

Pendiente del terreno

$$S = \left[\frac{CotaInicial - CotaFinal}{LontitudTramo} \right] * 100 =$$
$$S = \frac{111.31 - 108.29}{97.30} * 100 = 3.11 \%$$

Caudal domiciliar (Q_{dom})

$$Q_{dom} = FR * n * denviv * \left(\frac{Dot}{86,400} \right) * \left(\frac{18 + (n * 0.006)^{1/2}}{4 + (n * 0.006)^{1/2}} \right) =$$
$$Q_{dom} = 0.75 * 5 * 7 * \left(\frac{200}{86,400} \right) * \left(\frac{18 + (5 * 0.006)^{1/2}}{4 + (5 * 0.006)^{1/2}} \right) = 0.265 \text{ lt/s}$$

n = número de conexiones (según INFOM)

Caudal de conexiones ilícitas (Q_{il})

$$Q_{il} = 15\% Q_{dom}$$

$$Q_{il} = 0.15 * 0.265 = 0.04 \text{ lt/s}$$

Caudal de infiltración (Q_i)

$$Q_i = 0.01 * Diametro.de.la.tuberia$$

$$Q_i = 0.01 * 6.00 = 0.06 \text{ lt/s}$$

Según el INFOM, para tuberías de PVC que quedaran sobre el nivel freático, como en este caso, se usará un diámetro propuesto de 6.00 pulgadas. Para el diseño de la red no se tomó en cuenta el caudal industrial y comercial, por no existir industrias ni comercios.

Factor de caudal medio (fqm)

$$fqm = \frac{Q_{dom} + Q_{il} + Q_i + Q_{com} + Q_{ind}}{habfut}$$

$$fqm = \frac{0.265 + 0.04 + 0.06 + 0 + 0}{169} = 0.00215 \text{ lt/s}$$

0.002 > fqm < 0.005

Como 0.00215 > 0.002, entonces se toma fqm = 0.00215

Se calculará la condición actual como la futura, con el objetivo de verificar si las velocidades a través de la alcantarilla están por debajo de la velocidad mínima, para evitar excavaciones excesivas.

Caso 1 (población actual)

Cálculo del factor de Harmond FH (1.5 – 4.5)

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}; \quad \text{Donde } P = \frac{\text{Población Futura}}{1000}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{35}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{35}{1000}}} = 4.34$$

Para el caudal de diseño

$$Q_{dis} = Num.Hab * FQm * FH =$$

$$Q_{dis} = 35 * 0.0021556 * 4.34 = 0.327 \text{ lt/s}$$

Caso 2 (población futura)

Cálculo del factor de Harmond FH (1.5 – 4.5)

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}; \quad \text{Donde } P = \frac{\text{Población Futura}}{1000}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{169}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{169}{1000}}} = 4.17$$

Para el caudal de diseño

$$Q_{dis} = Num.Hab * FQm * FH =$$

$$Q_{dis} = 169 * 0.0021556 * 4.17 = 1.52 \text{ lt/s}$$

Se propone una tubería de PVC según la norma ASTM 3039 de 6.00 pulgadas de diámetro, con un factor de rugosidad de $n = 0.10$, con una pendiente preferiblemente igual a la del terreno; para este caso será de 3.10%.

Diseño hidráulico

Aplicando la formula de Manning para el cálculo de la velocidad y caudal a sección llena.

Velocidad

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{2/3} * S^{1/2} =$$

$$V = \frac{0.03429}{0.010} * (6")^{2/3} * \left(\frac{3.10}{100}\right)^{1/2} = 1.99 \text{ m/s}$$

Caudal

$$Q = V * A =$$

$$Q = 1.99 * \left[\frac{\pi}{4} * (6 * 0.0254)^2 \right] = 36.3 \text{ lt/s}$$

Relaciones hidráulicas

Caso 1 (población actual)

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.327714}{36.3} = 0.009028$$

Relación d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, obteniendo los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0.0375 \quad (\text{No cumple la condición de } 0.10 < d/D < 0.80)$$

$$\frac{v}{V} = 0.2120, \text{ despejando } v \text{ queda}$$

$$v = 0.2120 * V(\text{sec Llena}) = 0.2120 * 1.99 = 0.42188 \text{ m/s (cumple } 0.40 < v < 5.00)$$

Caso 2 (población futura)

$$\frac{q}{Q} = \frac{1.52}{36.3} = 0.041888$$

Relación d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, obteniendo los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0.14 \quad (\text{Cumple la condición de } 0.10 < d/D < 0.80)$$

$$\frac{v}{V} = 0.4950, \text{ despejando } v \text{ queda}$$

$$v = 0.4950 * V(\text{sec Llena}) = 0.4950 * 1.99 = 0.9851 \text{ m/s (cumple } 0.40 < v < 5.00)$$

Cálculo de la cota Invert

Para el tramo inicial se procede de la siguiente forma:

Se propone una altura del primer pozo (según el INFOM) de 1.10 mts y un desfase entre pozos, de 0.05 mts

$$CIS = Ct - H_{\text{pozo}} =$$

$$CIS_{pv1} = 111.31 - 1.1 = 110.21$$

$$CIE_{pv2} = CIS_{pv1} - \left(\frac{\text{Stubo}}{100} \right) * DistH =$$

$$CIE_{pv2} = 110.21 - \left(\frac{3.11}{100} \right) * 97.30 = 107.14$$

$$CIS_{pv2} = CIE_{pv2} - 0.05 =$$

$$CIS_{pv2} = 107.14 - 0.05 = 107.09$$

Altura del pozo

$$H_{\text{pozo2}} = CT - CIS_{pv2} =$$

$$H_{\text{pozo2}} = 108.29 - 107.09 = 1.20 \text{ mt}$$

Donde:

Ct = Cota del terreno

Hpozo = altura pozo

CIE_{pv1} = cota Invert de entrada al pozo de visita 1

CIE_{pv2} = cota Invert de entrada al pozo de visita 2

CIS_{pv1} = cota Invert de salida del pozo de visita 1

CIS_{pv2} = cota Invert de salida del pozo de visita 2

S_{tubo} = pendiente de la tubería

DistH = distancia horizontal

Volumen de excavación

$$V = \left(\frac{H_{pv1} + H_{pv2}}{2} \right) d * ancho.zanja =$$

$$V = \left(\frac{1.10 + 1.20}{2} \right) 97.30 * 0.60 = 67.14 \text{ m}^3$$

Se procederá de la misma manera para el cálculo de los demás tramos, verificando siempre que los valores de relación de tirantes y velocidad, cumplan con los rangos establecidos. En la siguiente tabla se presenta el diseño hidráulico de toda la red.

2.5.11 Cálculo hidráulico drenaje sanitario Jardines de la Virgen

Figura 2. Diseño Hidráulico para el alcantarillado sanitario

ESTACION	POZO		DISTANCIA		TERRENO	CASAS A	Po a	Po b	Po c	CAUDALES			DEL DISEÑO		TUBERIA			DISEÑO			COTA INVERT	COTA INGRESO									
	INICIAL	FINAL								Pa	Q dem	Q in	Q di	FH	Fm	S	Ø	Velocidad	V SECCIÓN	V SECCIÓN			Ø	Velocidad	Q SECCIÓN	V SECCIÓN	Q SECCIÓN				
					C. T. I.	C. T. F.																									
RAMAL 1 - 13 POZOS																															
E-7	E-6	7	6	97.30	111.31	108.29	3.1038	5	35	169	0.26	0.06	0.04	0.0022	4.17	1.520530	1.99	3.10	6	17.00	36.30	0.9651	0.041887	0.1400	0.4950	107.14	107.09	1.20			
E-8	E-6A	6	6A	46.52	143.8	107.38	1.9561	1	7	42	0.32	0.06	0.05	0.0021	4.15	1.757965	1.58	1.95	6	9.00	28.82	0.8848	0.060996	0.1700	0.5600	106.19	106.14	1.24			
E-9	E-6B	6A	6B	80.00	223.8	105.98	1.7500	4	10	28	0.35	0.38	0.52	0.0020	4.06	2.741754	1.50	1.75	6	14.00	27.36	0.9660	0.100202	0.2150	0.6440	104.74	104.69	1.29			
E-10	E-6C	6B	6C	80.00	303.8	105.98	1.5500	5	15	35	0.78	0.06	0.12	0.0020	3.97	4.026708	1.43	1.60	6	14.00	26.09	1.0239	0.154367	0.2600	0.7160	103.41	103.36	1.38			
E-11	E-5A	5	5A	82.00	385.8	104.74	1.6220	4	19	28	0.98	0.06	0.15	0.0020	3.92	5.028026	1.52	1.80	6	15.00	27.73	1.1567	0.181340	0.2900	0.7610	101.88	101.83	1.58			
E-12	E-5B	5A	5B	60.00	445.8	103.41	1.0223	3	22	21	1.13	0.06	0.17	0.0020	3.88	5.764920	1.60	2.00	6	11.00	29.19	1.2176	0.197521	0.2900	0.7610	100.63	100.58	1.65			
E-13	E-4	4	3	90.50	596.3	101.95	1.0131	3	25	21	1.27	0.06	0.19	0.0020	3.85	6.492527	1.98	0.75	6	11.00	17.88	0.9026	0.363185	0.4200	0.9210	100.13	100.08	1.87			
E-14	E-3	3	2	94.65	691	101.31	1.0098	44	123	308	5.80	0.10	0.87	0.0020	3.32	27.477196	1.13	0.50	10	17.00	57.26	1.1198	0.479684	0.4900	0.9910	98.88	98.83	2.15			
E-15	E-2	2	1	97.28	788.3	100.98	1.0033	28	151	196	10.57	0.10	1.05	0.0020	3.24	32.904260	1.29	0.66	10	17.00	65.37	1.3016	0.503391	0.5100	1.0090	98.19	98.14	2.19			
E-16	E-1	1	0	92.55	880.8	100.33	0.9977	14	165	98	11.55	0.10	1.14	0.0020	3.20	35.555259	1.23	0.60	10	16.00	62.33	1.2706	0.570486	0.5900	1.0390	97.58	97.53	2.24			
E-17	E-0	0	17	47.50	928.3	99.77	0.9962	1	166	7	11.62	0.10	1.15	0.0020	3.20	35.745452	1.13	0.50	10	9.00	57.26	1.2065	0.291594	0.3700	0.8880	99.45	99.40	1.91			
RAMAL 2 - 5 POZOS																															
E-6	E-8	8	8	89.07	89.07	108.29	0.0000	9	63	303	0.47	0.06	0.07	0.0020	4.08	2.470429	0.80	0.50	6	16.00	14.59	0.5976	0.189287	0.2800	0.7470	106.69	106.64	1.65			
E-8	E-9	9	9A	47.07	136.1	108.29	1.6146	3	12	84	0.62	0.06	0.09	0.0050	4.21	2.736890	1.45	1.65	6	9.00	26.45	0.9440	0.103474	0.2200	0.6510	105.87	105.82	1.71			
E-9	E-9A	9A	9A	60.00	196.1	107.53	1.0611	2	36	119	0.88	0.06	0.13	0.0050	4.15	4.108130	1.74	2.36	6	11.00	31.74	1.2041	0.129430	0.2450	0.8920	104.40	104.35	1.76			
E-9A	E-10	9A	10	97.24	293.4	104.56	1.5940	13	30	91	210	4.37	0.46	0.23	0.0038	3.99	7.205608	1.43	1.60	6	17.00	26.09	1.2241	0.276229	0.3600	0.9560	102.80	102.75	1.81		
E-10	E-10A	10	10A	100.00	393.4	104.56	1.7200	10	40	280	3.96	2.00	0.66	0.30	0.0050	4.04	7.393543	1.48	1.72	6	18.00	27.00	1.2689	0.273662	0.3600	0.8660	101.03	100.98	1.86		
E-10A	E-3	10A	3	101.71	495.1	102.84	1.5043	10	50	70	360	3.96	2.48	0.66	0.37	0.0050	4.04	7.393543	1.39	1.50	6	18.00	25.36	1.2065	0.291594	0.3700	0.8880	99.45	99.40	1.91	
RAMAL 2A - 0 POZOS																															
E-6	E-10	5	10	93.47	93.47	104.74	104.56	0.1926	6	42	202	0.32	0.06	0.05	0.0021	4.15	1.759316	0.80	0.50	6	16.00	14.59	0.5472	0.120489	0.2400	0.8840	103.12	103.07	1.49		
RAMAL 3 - 4 POZOS																															
E-9	E-9A	9A	9A	60.00	60	107.53	1.6333	4	28	28	1.35	0.21	0.06	0.03	0.0023	4.21	1.279611	1.45	1.63	6	11.00	26.45	0.7487	0.046378	0.1900	0.5170	105.40	105.35	1.20		
E-9A	E-12	9A	12	65.20	125.2	106.55	1.5337	5	35	63	169	2.13	0.47	0.06	0.07	0.0028	4.14	2.490389	1.43	1.60	6	12.00	26.09	0.9052	0.095471	0.2100	0.6330	104.31	104.26	1.29	
E-12	E-11	12	11	72.74	197.9	105.55	1.0431	17	20	77	140	370	4.14	1.03	0.06	0.15	0.0030	4.02	4.979892	1.48	1.70	6	13.00	27.00	1.1263	0.184388	0.2900	0.7610	103.02	102.97	1.34
E-11	E-11A	11	11A	100.00	297.9	104.31	1.9400	11	31	77	217	370	4.14	1.57	0.06	0.24	0.0045	4.02	7.476089	1.58	1.95	6	18.00	28.82	1.3319	0.293392	0.3500	0.8430	101.02	100.97	1.40
E-11A	E-2	11A	2	101.88	399.8	102.37	1.3742	10	41	70	287	381	2.05	0.06	0.31	0.0050	4.03	7.681163	1.34	1.40	6	18.00	24.44	1.1939	0.314241	0.3000	0.8910	99.55	99.50	1.47	
RAMAL 3A - 0 POZOS																															
E-10	E-11	10	11	96.11	96.11	104.56	104.31	0.2601	6	42	202	0.32	0.06	0.05	0.0021	4.15	1.759316	0.67	0.35	6	17.00	12.22	0.4797	0.143888	0.2600	0.7160	103.07	103.02	1.29		
RAMAL 4 - 4 POZOS																															
E-12	E-12A	12	12A	60.00	60	105.55	1.6833	3	21	21	1.01	0.16	0.06	0.02	0.0024	4.24	1.034759	1.42	1.58	6	11.00	25.90	0.6968	0.039948	0.1375	0.4900	103.45	103.40	1.20		
E-12A	E-13	12A	13	64.70	124.7	104.60	1.21484	5	35	56	169	270	0.42	0.06	0.06	0.0020	4.10	2.242041	1.86	2.15	6	12.00	30.28	0.9744	0.073462	0.1860	0.5870	102.01	101.96	1.25	
E-13	E-14	13	14	75.10	199.8	103.21	1.0183	18	49	105	236	506	0.78	0.06	0.12	0.0020	3.97	4.019214	1.56	1.90	6	13.00	28.46	1.1170	0.141240	0.2600	0.7160	100.63	100.48	1.35	
E-14	E-14A	14	14A	60.00	259.8	101.83	1.0104	13	22	49	154	236	742	1.13	0.06	0.17	0.0020	3.88	5.757871	1.30	1.32	6	11.00	23.71	1.0790	0.242797	0.3400	0.6300	99.69	99.64	1.40
E-14A	E-1	14A	1	54.20	314	101.04	1.0033	1	162	135	877	1.32	0.06	0.20	0.0020	3.84	6.726892	1.30	1.31	6	10.00	23.71	1.1284	0.283732	0.3700	0.8660	98.93	98.88	1.45		
RAMAL 5 - 2 POZOS																															
E-14	E-15	14	15	67.04	67.04	101.83	1.0146	0.5519	2	14	14	88	0.11	0.06	0.02	0.0027	4.29	0.786044	1.24	1.20	6	12.00	22.62	0.5893	0.054707	0.1275	0.4680	99.88	99.83	1.63	
E-15	E-16	15	16	33.15	100.2	101.46	1.0095	1.5395	1	3	14	28	68	0.16	0.06	0.02	0.0020	4.20	1.143639	1.41	1.55	6	6.00	25.72	0.7149	0.044464	0.1450	0.5070	99.31	99.26	1.69
E-16	E-0	16	0	92.08	192.3	100.95	99.77	1.2815	9	12	7	35	34	0.62	0.06	0.09	0.0046	4.17	3.245669	1.34	1.40	6	16.00	24.44	0.9407	0.132782	0.2500	0.7020	97.97	97.92	1.86

5.12 Presupuesto general del diseño del drenaje sanitario

Tabla I. Cuantificación de presupuesto del drenaje sanitario

Descripción: nivelación + trazo y estaqueado

Unidad: mtl

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Trazo y nivelación	2,519	Mtl	Q 3.00	Q 7,557.00
Total				Q 7,557.00
Total				Q7,557.00

Descripción: construcción de bodega de 7x3

Unidad: m²

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Lámina de 10' galvanizada	07	Unidades	Q 85.00	Q 595.00
Lámina de 12' galvanizada	21	Unidades	Q 102.00	Q 2,142.00
Clavo p/lámina de 3"	15	Libra	Q 4.00	Q 60.00
Bombilla 100 W	03	Unidades	Q 8.00	Q 24.00
Interruptor	03	Unidades	Q 6.00	Q 18.00
Tomacorrientes	02	Unidades	Q 6.00	Q 12.00
Clavo de 4"	10	Libra	Q 3.90	Q 39.00
Pasador para candado	01	Unidades	Q 30.00	Q 30.00
Candado	01	Unidades	Q 35.00	Q 35.00
Bisagra 2"x3" c/tornillo	01	Unidades	Q 10.00	Q 10.00
Paral madera de 3"x3"x10"	20	Unidades	Q 25.00	Q 500.00
Clavo de 3"	10	Libra	Q 3.90	Q 39.00
Total				Q 3,504.00

Continuación**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Hechura de bodega	01	global	Q 350.00	Q 350.00
Total				Q 350.00
total				Q 3,854..00

Descripción: colector de 2,519 metros

Unidad: ml

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Tubería PVC SDR 41 GRIS JC Drenaje D-3034 Φ 6"	376	Tubos	Q 436.76	Q164,221.76
Tubería PVC SDR 41 GRIS JC Drenaje D-3034 Φ 8"	16	Tubos	Q 670.94	Q 10,735.04
Tubería PVC SDR 41 GRIS JC Drenaje D-3034 Φ 10"	59	Tubos	Q 1,046.39	Q 61,737.01
Total				Q236,693.81

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Colocación tubería PVC de Φ 6"	376	Tubos	Q 6.50	Q 2,444.00
Colocación tubería PVC de Φ 8"	16	Tubos	Q 8.67	Q 138.72
Colocación tubería PVC de Φ 10"	59	Tubos	Q 10.83	Q 638.97
Total				Q 3,221.69

OTROS ELEMENTOS

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Excavación	643	m ³	Q 68.00	Q 9,400.00
Relleno	253	m ³	Q 45.00	Q 640.00
Retiro de material y limpieza	390	m ³	Q 50.00	Q 2,950.00
Total				Q 29,250.00
Total				Q269,165.50

Continuación

Descripción: pozos de visita 28 unidades

Unidad: unidad (los pozos de visita se miden por unidad).

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Cemento	156	Saco	Q 42.00	Q 6,552.00
Arena	8.33	m ³	Q 75.00	Q 624.75
Arena amarilla	17.47	m ³	Q 85.00	Q 1,484.95
Piedrín ½ "	12.48	m ³	Q 160.00	Q 1,996.80
Piedra bola	13.44	m ³	Q 170.00	Q 2,284.80
Ladrillo tayuyo de 0.06x0.11x0.23	19,127	Unidad	Q 1.50	Q28,690.50
Hierro No. 2	1.32	qq	Q 246.75	Q 325.71
Hierro No. 3	2.12	qq	Q 261.82	Q 555.06
Hierro No. 4	13.50	qq	Q 307.00	Q 4,144.5
Alambre de amarre	57.70	Lb	Q 5.00	Q 288.50
			Total	Q 46,947.57

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Construcción del pozo de visita	28	unidad	Q 1,924.17	Q 53,876.64
			Total	Q 53,876.64

OTROS ELEMENTOS

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Excavación	67	m ³	Q 68.00	Q 4,556.00
Retiro de material	97	m ³	Q 50.00	Q 4,850.00
			Total	Q 9,406.00

			Total	Q110,230.21
--	--	--	-------	-------------

Continuación

Descripción: conexiones domiciliars, 166 unidades

Unidad: unidad (las conexiones domiciliars se miden por unidad)

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Brocal	166	Unidades	Q 60.00	Q 9,960.00
Tapaderas	166	Unidades	Q 48.00	Q 7,968.00
Tubería de PVC de Φ 4"	78	Tubos	Q 109.00	Q 8,502.00
Candelas tubería concreto Φ 12"	166	Unidades	Q 40.00	Q 6,640.00
Silleta yee de PVC de Φ 6x4"	154	Unidades	Q 99.50	Q15,323.00
Silleta yee de PVC de Φ 8x4"	04	Unidades	Q 142.87	Q 571.48
Silleta yee de PVC de Φ 10x4"	08	Unidades	Q 163.27	Q 1,306.16
Total				Q50,270.64

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Colocación tubería PVC de Φ 4"	28	Unidades	Q 5.00	Q 140.00
Colocación de candelas	166	Unidades	Q 5.00	Q 830.00
Colocación de accesorios	166	Unidades	Q 10.00	Q 1,660.00
Total				Q 2,630.00

OTROS ELEMENTOS

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Excavación	690	m ³	Q 68.00	Q 46,920.00
Retiro de material y limpieza	221	m ³	Q 50.00	Q 16,575.00
Total				Q 63,495.00

Total				Q116,395.64
-------	--	--	--	-------------

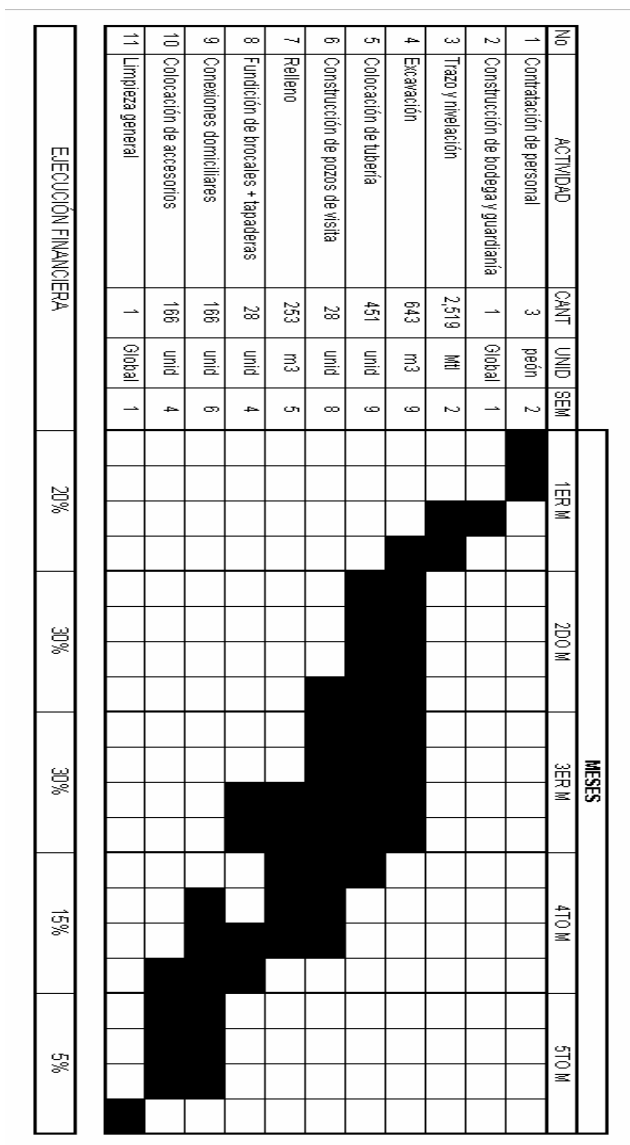
Continuación

Presupuesto global alcantarillado sanitario

DESCRIPCION	
Materiales	Q 337,416.02
Desperdicio del 5%	Q 16,870.80
Mano de obra	Q 67,635.33
Otros elementos	Q 102,151.00
GASTOS DIRECTOS	Q 524,493.65
Prestaciones (40% de m.o.)	Q 27,054.13
Gastos de administración (15% GD)	Q 78,674.05
GASTOS INDIRECTOS	Q 105,728.18
UTILIDAD (10% GASTOS DIRECTOS)	Q 52,449.37
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 682,671.19
COSTO POR VIVIENDA	Q 4,112.48
COSTO POR VIVIENDA	\$ 541.56

NOTA: El cambio de dólares, al día viernes 14 julio 2,006 es de Q 7.59372

Figura 3. Cronograma de ejecución - inversión (drenaje sanitario)



2.6 Tratamiento de aguas residuales

Se denominan aguas residuales a las aguas de abastecimiento de una población después de haber sido utilizadas por el hombre e impurificarlas en la satisfacción de sus necesidades; debido a este uso se alteran sus propiedades cualitativas (físico-química y microbiológica), y por consiguiente, se transforman en producto contaminante para los cuerpos receptores.

Se deberá seleccionar sistemas de tratamiento que sean de requerimientos tecnológicos de operación, adecuados al ente que deberán hacerlo; también, que los costos de operación estén dentro de las posibilidades de capacidad de pago de las personas que se atenderán, a fin que el sistema sea sostenible.

Las normas generales para el diseño de alcantarillado (del INFOM, en el capítulo 3) establecen que aunque existe una variedad de posibilidades, se deberá efectuar el estudio de las opciones en el siguiente orden:

- a) Lagunas de estabilización

- b) Tratamiento primario de las Fosas Sépticas o Tanques Imhoff con secado de lodos y disposición del efluente en el subsuelo o por irrigación extensa.

- c) Igual a lo anterior, para el tratamiento secundaria por filtros percoladores y sedimentación secundario o por algún tipo de biofiltro, para descargar en corrientes de agua.

- d) Tratamientos que sean adecuados al medio y que den un efluente con características iguales o mejores que las indicadas arriba.

2.6.1 Importancia del tratamiento

El tratamiento de aguas residuales, es necesario para mantener niveles de salubridad aceptables, (según el INFOM, en el capítulo 3) todas las descargas deberán tener un tratamiento adecuado a las condiciones del cuerpo receptor de la descarga. Los procesos de tratamiento a desarrollar deberán cumplir con los siguientes objetivos:

- ◆ La retención de las sustancias contaminantes, tóxicas y reutilizables, presentes en las aguas residuales.

- ◆ El tratamiento de los lodos como subproducto del proceso
 - Digestión o degradación del lodo
 - Disposición final.

En este proyecto, Jardines de la Virgen, el énfasis del tratamiento estará en función de la remoción de microorganismos presentes (bacterias, patógenos, etc.); la remoción de sólidos y materia orgánica; el control de nutrientes, si fuera necesario; y disposición final del lodo.

Tabla II. Nivel de tratamiento alcanzado por los diversos sistemas en función del proceso unitario que realizan.

SISTEMA	NIVEL DE TRATAMIENTO	OBJETIVO DEL PROCESO
Tanque Inhoff	Primario	Remoción de SS y DBO Digestión de lodos
Sedimentado primario	Primario	Remoción de SS
Lagunas de estabilización	Primario secundario terciario	Remoción de SS DBO y Patógenos
Zanjas de oxidación	Secundario	Remoción de DBO
Lagunas aireadas	Secundario	Remoción de DBO
Filtros percoladores	Secundario	Remoción de DBO
Lodos activos	Secundario	Remoción de DBO

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente -CEPIS-

Aspectos Técnicos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, Perú, Octubre 1,993

SS = Sólidos sedimentables

DBO = demanda bioquímica de oxígeno

2.6.2 Procesos del tratamiento

Los procesos de tratamiento de aguas negras se clasifican por su grado de tratamiento en:

- ◆ Tratamiento primario
- ◆ Tratamiento secundario
- ◆ Tratamiento terciario

2.6.2.1 Tratamiento primario

Son los que reducen los sólidos sedimentables y algo del DBO. Los elementos patógenos no se reducen en forma sensible. Es decir, que con estos tratamientos se reduce el daño al medio, pero no se protege la salud.

2.6.2.2 Tratamiento secundario

En éstos se realiza con un grado más avanzado la remoción de sólidos, transformando los orgánicos no sedimentables, aparte de los que están en solución de nitratos. Durante estos procesos hay una reducción sensible del número de patógenos en especial por los procesos aeróbicos. Con éstos se reducen notablemente el daño al medio al disminuir el DBO a valores comparables con los de los cuerpos naturales; se reduce el riesgo a la salud pero no se remueven nutrientes, que en los cuerpos con periodos de retención prolongados, aumentan la concentración a los valores que tienden a producir la eutroficación.

2.6.2.3 Tratamiento terciario

Es aquél en el cual se remueven los sólidos en solución, en especial nitratos y fosfatos o también los metales pesados.

2.6.3 Sistemas del tratamiento

Se han diseñado muchos sistemas de tratamiento de aguas negras en general, entre más avanzados, son más complejos y requieren de mayor energía para operar.

2.6.4 Limitaciones en la selección

Se puede decir, que para que funcionen las Plantas de Tratamiento de Aguas Negras, se requiere del espacio necesario para la ubicación de las mismas, a la vez que su implementación le corresponda a un Ingeniero Sanitario conocedor del tema, para que éste dentro de las condiciones que se tengan en cada caso, tome la decisión mas conveniente a hacer en el proceso de tratamiento.

2.6.5 Propuesta de tratamiento de aguas residuales

Las aguas negras son líquidos turbios que contienen sólidos en suspensión (desechos), provenientes de las actividades de los seres humanos. Frescas son de color gris y olor a moho. Con el tiempo cambian a un color negro y su olor es ofensivo. Uno de los objetivos de diseño más importante de los sistemas de tratamiento individual es el tratamiento efectivo del agua residual, de modo que no provoque condiciones nocivas ni tenga impacto alguno, sobre los usos beneficiosos de las aguas subterráneas de la zona. Las razones para tratar las aguas negras se pueden resumir de la siguiente forma:

◆ Consideraciones higiénicas

Eliminar o reducir al máximo los organismos patógenos de origen enterico, para evitar la contaminación que contribuya a trastornos orgánicos en las personas.

◆ Consideraciones estéticas

Eliminar todas aquellas materias orgánicas o de otro tipo, que son ofensivas para el bienestar, agrado y salud de las comunidades y que inciden en el aspecto estético y urbanístico de los sectores cercanos a donde escurren las aguas negras.

◆ Consideraciones económicas

Las aguas negras sin tratamiento, diluidas a un río, lago u otro podrían desvalorizar la propiedad, perjudicarlos servicios de agua para consumo humano, industrial y disminuir la cantidad del agua de regadío.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se propone que el efluente pase un tratamiento primario o sea por una fosa séptica.

Un proceso de tratamiento de las aguas residuales que suele usarse para los residuos domésticos es la fosa séptica. La fosa séptica consiste en tanques que permiten la sedimentación y eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios; para conseguir un correcto funcionamiento, las fosas sépticas, independientemente del material de construcción empleado, deben ser estructuralmente resistentes. Para limitar la descarga de sólidos en el efluente de la fosa séptica, se usan tanques de dos compartimientos.

El volumen de desechos y la cantidad de población que se tenga para las fosas sépticas tienen limitantes, el volumen máximo para una fosa séptica es de 37 m³ cuando se refiere a descarga y cuando de población se trata, se puede tomar entre 55 a 60 viviendas, no importando el número de personas que habitan en cada una. Por lo que se propone colocar 3 fosas sépticas.

2.7 Evaluación de impacto ambiental

La presente ley tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

Son objetivos específicos de la ley, los siguientes:

- a) La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos, y la duración del medio ambiente general.
- b) La prevención, regulación y control de cualquiera de las actividades que origine deterioro del medio ambiente y contaminación de los sistemas ecológicos, y excepcionalmente, la prohibición en casos que afecten la calidad de vida y el bien común.
- c) Orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la ocupación en todos los niveles, para formar una conciencia ecológica en toda la población.
- d) Diseñar la política ambiental y coadyuvar en la ocupación del espacio.
- e) Crear toda clase de incentivos y estímulos, para fomentar programas.

- f) Promover iniciativas que se encaminan a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente; el uso integral y manejo racional de las cuencas y sistemas hídricos.
- g) Utilizar la tecnología apropiada y aprovechar las fuentes limpias, para la obtención de energía.
- h) Salvar y curar aquellos cuerpos de agua que estén amenazados o en grave peligro de extinción.
- i) Promover otras actividades que se consideren necesarias para el logro de esta ley.

La evaluación consiste en la identificación de recursos de aguas superficiales y subterráneas, su calidad y uso presentes y las normas reglamentarias aplicadas. La calidad del agua podría alterarse con la acción propuesta de un desagüe. Se pueden preparar modelos de calidad de aguas para predecir los impactos y luego la calidad futura del agua debe compararse a las normas reglamentarias y a la tolerancia de los organismos cuyo hábitat son esas aguas. La evaluación de impacto ambiental tiene por objeto establecer los límites de contaminación permisibles para las descargas de aguas servidas o de desecho, procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y municipalidades del país, en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras, quienes deberán, previo a dicha descarga, someter tales aguas a un proceso purificador para eliminar su efecto contaminante y poder así mantener la calidad del agua.

Se consideran dos tipos de descarga de aguas servidas, a saber:

- a) Descarga directa, o sea la que directamente dé la entidad generadora al cuerpo del agua receptor.

- b) Descarga indirecta, es la de aquellas entidades generadoras en las que su sistema de afluentes está conectado al sistema público de alcantarillado.

Los requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, se exigirán a los dos tipos de descarga.

Se prohíbe la descarga directa o indirecta de aguas servidas de procedencia municipal, industrial o agropecuaria, a los cuerpos de agua receptores si su contenido de desechos contaminantes no está dentro de los requisitos mínimos y límites máximos permisibles de contaminación aquí establecidos, según su procedencia.

Para los descargadores indirectos, son las municipalidades las encargadas de velar por el cumplimiento de los requisitos mínimos aquí establecidos, que les correspondan según su clasificación.

Para la descarga directa de aguas servidas provenientes de las municipalidades, en cuerpos de aguas receptores superficiales, subterráneos y costeros, se deberá cumplir con los requisitos mínimos aquí establecidos.

Las aguas municipales de desecho recogidas mediante sistemas de desagüe, podrán descargarse directamente en los cuerpos de agua receptores superficiales, subterráneos o costeros, siempre y cuando su procedencia original sea de:

- a) Origen doméstico y de instalaciones adaptadas para fines comerciales, cuya nocividad haya sido previamente corregida por medio de procesos químicos o biológicos.

- b) Las que sean vertidas por personas individuales.
- c) Las provenientes de centro clínicos y hospitalarios, albergues, hoteles y restaurantes, cuya nocividad haya sido previamente corregida por medio de procesos químicos o biológicos.
- d) Las provenientes de establecimientos comerciales cuyas instalaciones hayan sido especialmente construidas para el efecto, pero con un sistema de desagües similar al doméstico, previo el tratamiento correspondiente indicado en el inciso a) anterior.
- e) Las que hubieren sido tratadas en plantas fluviales.

Muchos países han tomado acciones positivas para proteger los recursos naturales y la salud pública contra la contaminación ambiental, y para restaurar y mejorar la calidad de su medio ambiente. Han desarrollado o están desarrollando estrategias legislativas de procedimientos y técnicas, para evaluar los cambios ambientales potenciales causados por:

- 1) el desarrollo de nuevas localidades
- 2) el desarrollo de localidades existentes
- 3) la forma de mejorar las localidades alteradas o contaminadas
- 4) el uso de recursos naturales
- 5) nuevos y significantes políticas y programas de gobierno

La meta común de todas estas leyes ambientales, procedimientos y reglamentos, es la de establecer una política ambiental sustantiva que proteja los recursos naturales, la calidad ambiental y la salud tanto pública como ecológica, y que mejor integre los objetivos económicos, sociales y ambientales. Parte integral de este objetivo es el desarrollo de procedimientos sistemáticos de evaluación del impacto ambiental (EIA).

La EIA es tanto un sistema de advertencia temprana como un proceso de análisis continuo que protege los recursos ambientales sensitivos contra daños injustificados o no anticipado. La EIA corresponde a ambos, es decir es un proceso de toma de decisión y un documento que proporciona una evaluación sistemática, reproducible e interdisciplinaria de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica en particular.

La EIA es, con frecuencia, un componente clave en la planificación de instalaciones nacionales, regionales o locales y en la referente a utilización de terrenos.

2.7.1 La importancia de un programa de EIA

◆ **Protección de los recursos naturales, calidad ambiental y salud pública.** Un programa efectivo de EIA sirve para identificar por adelantado las acciones que podrían tener efectos adversos significativos en los recursos naturales; en la calidad del medio ambiente local, regional o nacional; y en la salud y seguridad humanas. A este respecto, el programa de EIA es una medida preventiva importante que reduce riesgos potenciales al bienestar del medio ambiente natural.

◆ **Revelación abierta y completa de todas las consecuencias ambientales de la acción propuesta.** Un programa efectivo de EIA presenta un mecanismo normativo para documentar y revelar el espectro completo de los efectos de una acción propuesta. Esta revelación estimula un examen meticuloso de todas las acciones que podrían afectar al medio ambiente natural.

◆ **Consideración objetiva de todas las alternativas razonables.**

El centro del proceso de EIA es la comparación objetiva y sistemática de alternativas razonables para identificar la menos dañina al medio ambiente, que llenará el propósito y necesidad establecidos por la acción propuesta.

◆ **Establecimiento de una base uniforme cuantitativa/cualitativa para la identificación y caracterización de todos los impactos ambientales relevantes.** Los pasos sistemáticos incluidos en un programa efectivo de EIA ofrecen asistencia técnica con relación a los tipos de efectos ambientales que deben evaluarse, la extensión de metodologías técnicas que pueden usarse en estas evaluaciones y los tipos de técnicas predecir los efectos potenciales resultantes de una acción propuesta.

◆ **Aplicación de las mejores prácticas administrativas para disminuir los impactos ambientales.** La identificación temprana de los efectos potenciales de una acción propuesta, pueden promover el uso de las mejores prácticas administrativas o soluciones tecnológicas innovativas para eliminar, reducir o mitigar impactos adversos significativos.

2.7.2 Circunstancias que requieren una EIA

Los reglamentos para implementar un proceso de EIA deben incluir un grupo de procedimientos para identificar las circunstancias generales o específicas que necesitan una EIA en gran escala. Estos procedimientos deben ser capaces de distinguir acciones propuestas cuyos impactos anticipados posiblemente no sean significativos.

Un impacto ambiental es un cambio de hecho en el medio ambiente causado por la implementación de un proyecto o de la alternativa seleccionada, un plan, un programa, o una política.

Un impacto ambiental significativo es, por lo general, un impacto que puede alterar las propiedades de un recurso natural o artificial de manera considerable. Como se nota, virtualmente todo desarrollo, re-desarrollo, acción remediante o el uso de recursos afectan los atributos del medio existente; las acciones que puedan considerarse como sujetas a EIA, deben incluir no sólo los proyectos físicos sino también políticas administrativas, planes y programas que tengan el potencial de afectar significativamente la calidad del medio ambiente. Puede asumirse que ciertos tipos generales de proyectos (por ejemplo represas, embalses, plantas hidráulicas, autopistas) debido a su naturaleza o propósito, generan impactos ambientales significativos.

2.8 Evaluación socio-económica

Si bien es cierto que al asignar recursos a los estados y municipios se puede lograr un mejor desarrollo regional, esto no es suficiente. También es importante para el desarrollo económico y social del país la calidad de los proyectos de inversión y de los programas a los que se canalizan los recursos. Por consiguiente, para lograr un mejor desarrollo regional, cada proyecto de inversión y cada programa deberían estar respaldados por una evaluación social, que permitiera conocer cuantitativamente el impacto en bienestar social, que produce la ejecución de dichos proyectos.

La evaluación social es una herramienta que consiste en identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios sociales que tiene un proyecto para el país o para una región en un horizonte de tiempo. De esta forma se puede conocer objetivamente la conveniencia de ejecutar ese proyecto. Algunos de los beneficios que se obtienen a través de la evaluación social de proyectos, son:

- ◆ Conocer o determinar la conveniencia para el país, estado o región de ejecutar un proyecto específico.

- ◆ Comparar proyectos para priorizar programas en términos de la aportación que éstos hacen a la riqueza y al bienestar social de la región o del país.

- ◆ Asegura que la generación de empleo se traduzca en beneficios reales, a lo largo de la vida del proyecto, al recomendar los que son rentables para la sociedad.

- ◆ Maximiza los beneficios que se obtienen de un presupuesto limitado; al distinguir entre los proyectos que reportan beneficios netos al país, de los que generan costos netos.

- ◆ Ahorro en recursos públicos, al evitar proyectos que no reportan un beneficio real.

Es necesario coadyuvar institucionalmente al desarrollo humano de los guatemaltecos, especialmente al de los más vulnerables y excluidos, a través de la reducción de la pobreza, para obtener información y presentar alternativas que sirvan de orientación a los sectores público y privado, y a la sociedad civil, para el análisis de los problemas nacionales considerados prioritarios, y sus posibles soluciones.

El proceso de la inversión pública es el conjunto de actividades y tareas destinadas a asegurar el uso eficiente y equitativo de los recursos disponibles, tanto de aquellos que provienen del ahorro interno como de los que son obtenidos por la vía de donaciones y endeudamiento interno y externo. En el proceso de la inversión pública es posible distinguir las siguientes actividades:

A raíz de la existencia de una necesidad insatisfecha, resulta la primera actividad del proceso de inversión que se inicia con la idea, es decir la **identificación** del proyecto y la precisión del problema. En el planteamiento y

análisis del problema, corresponde definir la necesidad que se pretende satisfacer o se trata de resolver. De este análisis, se precisará el bien que se desea construir o el servicio que se pretende prestar. En esta instancia es posible adoptar diversas decisiones, tales como abandonarla, postergar su estudio o profundizar en éste. De ahí que la aprobación de una iniciativa de inversión se hace por etapas, y hasta agotar satisfactoriamente la anterior puede aprobarse la siguiente, en esa misma medida se asignarán los recursos de presupuesto.

Si la decisión es continuar, se realiza la **formulación** del proyecto que consiste en el desarrollo secuencial de las etapas de preinversión asociadas a la toma de decisiones, con la finalidad que, durante dicho proceso se aporten elementos de juicio técnico económicos que permitan conocer la conveniencia y factibilidad de llevar a cabo la idea del proyecto.

Paralelamente se estará **evaluando** cada una de las etapas del proceso, analizando la viabilidad técnica de las alternativas propuestas, descartando las que no son factibles técnica y económicamente, profundizando en las alternativas consideradas más convenientes, para que finalmente se estudie la alternativa viable con la cual se ejecutará el proyecto. Las actividades de identificación, formulación y evaluación serán responsabilidad de las instituciones postulantes o entes sectoriales.

Evaluada la alternativa por los entes sectoriales, se realiza el **análisis técnico-económico**, que consiste en revisar el documento del proyecto que respalda su formulación y que puede ser Perfil, Prefactibilidad o Factibilidad o su diseño final. Cualquiera que sea el nivel de estudio, los aspectos a analizar son: la metodología utilizada, la definición correcta del proyecto, el estudio de las alternativas presentadas, análisis de costos de inversión y operación y el financiamiento.

Adicionalmente, se debe analizar si el proyecto es compatible con las políticas sectoriales. Como resultado de este análisis se elabora el informe que contiene la recomendación sobre a la conveniencia de ejecutar el proyecto, así como las observaciones de índole técnico – económico que lo sustenten o lo mejoren en su desarrollo, según lo que corresponda.

Las fases en la vida de toda iniciativa de inversión son:

Preinversión. En esta fase se identifican iniciativas de inversión y se formulan, evalúan y seleccionan las opciones más rentables desde el punto de vista económico social. Es en esta fase donde se conocen los elementos necesarios y suficientes para la toma de decisiones.

La fase de preinversión está conformada por varias etapas, las cuales determinan el grado de desarrollo de la información relativa de un proyecto, para la toma de decisiones. Al terminar una etapa se debe analizar si se puede tomar la decisión de ejecutarla con base en la información existente, o se necesita avanzar a la siguiente para ganar certidumbre; en este caso se debe determinar si los costos incurridos para obtener certidumbre adicional, superan a los beneficios derivados del desarrollo de la misma.

Idea, Está asociada a la identificación del problema y consiste en puntualizar la necesidad insatisfecha o problema por resolver, su localización geográfica, la identificación de los beneficios esperados, los objetivos, el sector de la economía y la institución que lo identifica.

Perfil. En esta etapa se incorpora información adicional y se precisa aquella proveniente del nivel anterior. La información adicional debe referirse a la cuantificación preliminar de la oferta y la demanda y el tamaño del proyecto, a partir de la información disponible; un análisis preliminar de alternativas técnicas, una estimación de montos de inversión, costo anual de operación

promedio y vida útil. Con base en la información anterior se debe hacer una evaluación técnico – económica de las alternativas planteadas, como solución al problema.

Prefactibilidad. En esta etapa se precisa con mayor detalle la información proveniente del nivel anterior y se incorporan datos adicionales para descartar ciertas alternativas y perfeccionar las restantes. Para cada una de las alternativas se harán evaluaciones económicas y técnicas, con el propósito de identificar aquéllas que presenten la mayor rentabilidad económica social y descartar las restantes.

Factibilidad. Consiste en perfeccionar la alternativa que presente mayor rentabilidad económica y social, reduciendo su rango de incertidumbre a límites aceptables, mediante la realización de todos los estudios que sean necesarios.

Diseños finales. Comprende la elaboración de diseños finales de arquitectura e ingeniería, la definición de aspectos administrativos, legales e institucionales, la inscripción de terrenos y la definición final detallada de todos los costos del proyecto.

Es necesario mencionar que el grado de desarrollo de la fase de preinversión, dependerá de la naturaleza y dimensión del proyecto.

Inversión. La fase de inversión comprende la etapa de ejecución, la cual involucra el desarrollo de todas las acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto tal y como fue especificado y dimensionado en la preinversión. Aquí se realizan las obras físicas, se adquiere e instala el equipo, se capacita al personal y se establece la supervisión del proyecto. En esta última actividad se pretende vigilar su desarrollo y recomendar las medidas administrativas o

cambios que sean necesarios, cuando no se esté ejecutando el proyecto de acuerdo con lo programado.

Operación. Es la última fase del proyecto, en ésta se generan los bienes y servicios para los cuales fue ejecutado. Es importante indicar que al iniciar esta fase, se debe disponer de los recursos de funcionamiento necesarios para una eficiente operación del mismo, ya que sin ellos, no se generarán los beneficios esperados.

2.8.1 VPN y TIR

Cuando se analizó el ciclo del proyecto, se pudo observar que la evaluación tiene tres momentos; evaluación antes, que es la que se realiza durante el proceso de la preinversión; evaluación durante, que se realiza cuando se está ejecutando el proyecto y que nos sirve para ver si el mismo se está realizando de acuerdo con lo planificado; y por último, la evaluación ex post, que se aplica al haber transcurrido algún tiempo y el proyecto ya se encuentra en operación y en esencia nos permite medir si se están obteniendo los resultados esperados.

La evaluación de un proyecto en la fase de preinversión se realiza con el fin de decidir si se debe llevar a cabo o no dicha inversión; un proyecto a nivel de perfil debe contener aspectos evaluativos relacionados con la parte financiera, y el aspecto económico –social y ambiental debe ser considerado tanto para proyectos sociales, como para proyectos productivos.

Evaluación cuantitativa

De acuerdo con los dos tipos de proyectos definidos; proyectos *productivos* y *sociales*, es necesario establecer la diferencia en cuanto a la metodología para la evaluación de cada uno de ellos.

a) Para proyectos productivos:

Para los proyectos de tipo productivo, será necesario que el enfoque de la evaluación sea de carácter financiero; es decir los ingresos y costos del proyecto se calcularan en términos monetarios a los precios vigentes en el mercado. Un análisis completo de sus beneficios, deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- ◆ Costos de inversión
- ◆ Costos de operación
- ◆ Ingresos
- ◆ Flujos de fondos
- ◆ Indicadores de evaluación financiera
- ◆ Valor Actual Neto, VAN
- ◆ Tasa Interna de Retorno, TIR
- ◆ Relación Beneficio / Costo
- ◆ Análisis de sensibilidad

El valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto, se define como el valor actualizado de los beneficios, menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida; una inversión es rentable sólo si el valor actualizado del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados utilizando una tasa pertinente. El cuadro siguiente ilustra los criterios de decisión que permite el VAN.

Resultados decisión

Positivo (VAN mayor que cero)

Indiferente (VAN = Cero)

Negativo (VAN menor que cero)

Para el análisis del proyecto de alcantarillado sanitario en la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, del municipio de Villa Nueva, se asume una tasa de interés del 6%; debido a dado que el proyecto es de carácter social, la tasa debe ser lo más baja posible. Se deberá cobrar un costo simbólico por derecho de conexión domiciliar; Q150.00 por vivienda, en el primer año. Así mismo se deberá cobrar una cuota simbólica de Q12.65 mensuales por cada vivienda, por concepto de energía eléctrica, para el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales; recaudando una cantidad anual de Q151.80 por vivienda. Si tomamos en cuenta que hay 166 hogares, se obtienen los siguientes resultados:

$$\text{por_acometida_domiciliar} = \# \text{casas} * (\text{derecho} / \text{conexión} / \text{domiciliar})$$

$$\text{por_acometida_domiciliar} = 166 * 150.00$$

$$\text{por_acometida_domiciliar} = 24,900$$

$$\text{cuota_simbólica} = \# \text{casas} * (\text{cuota} / \text{anual} / \text{vivienda})$$

$$\text{cuota_simbólica} = 166 * 151.81$$

$$\text{cuota_simbólica} = 25,198.80 \cong 25,200.00$$

Para mantenimiento se tomará 5% de materiales y operación.

$$\text{mantenimiento} = 2,000.00 * 12 * 1.05$$

$$\text{mantenimiento} = 25,200.00$$

La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor de serie uniforme valor presente, el cual es:

$$P = A * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] =$$

$$P = 25,200 * \left[\frac{(1+0.06)^{41} - 1}{0.06 * (1+0.06)^{41}} \right] =$$

$$P = 381,478.00$$

El Valor Presente Neto es exactamente el mismo para los ingresos como para los egresos durante los 41 años, por lo tanto, al realizar la suma algebraica se eliminan uno al otro. También, el aporte comunitario por la acometida domiciliar se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único, de la siguiente manera:

$$P = F * \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$P = 24,900 * \frac{1}{(1+0.06)^{41}}$$

$$P = 2,283.80$$

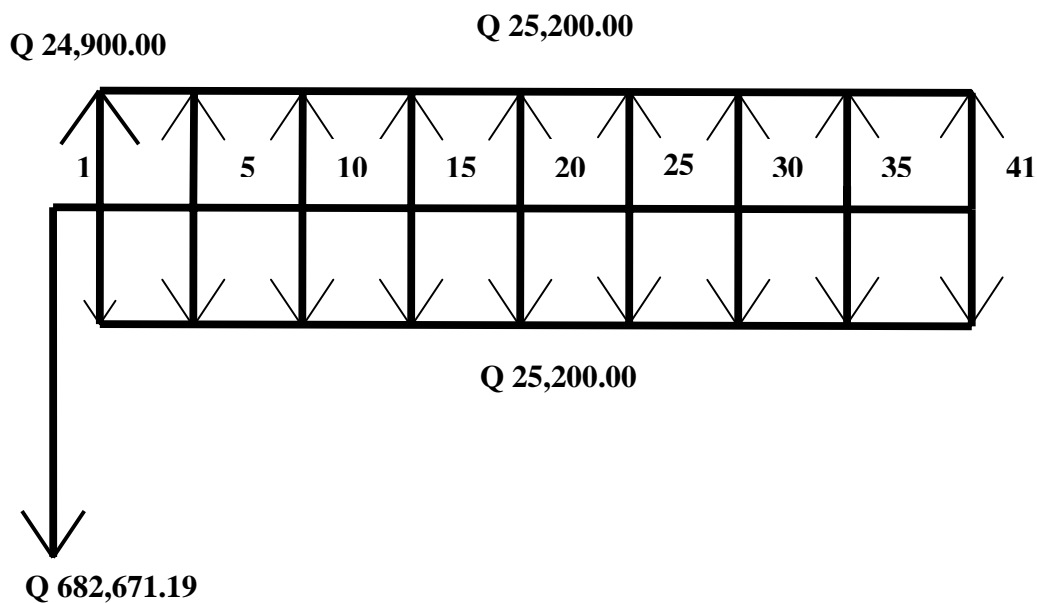
Entonces, el Valor Presente Neto de este proyecto a una tasa de interés de retorno de 6% queda de la siguiente manera:

$$VPN = 2,283.80 - 682,671.19 + 381,478.00 - 381,478.00$$

$$VPN = -680,387.39$$

Como se puede observar, el Valor Presente Neto de este proyecto es negativo, es decir que no produce utilidad alguna; puesto que el proyecto es de carácter social y su objetivo es promover el desarrollo en la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, del municipio de Villa Nueva, teniendo como beneficiarios los habitantes de dicha colonia, con el saneamiento adecuado y la reducción de enfermedades.

Figura 4. Análisis gráfico del valor presente neto (Diagrama de flujo de efectivo)



La Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa Interna de Retorno se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, entendiéndose éstos, como la diferencia entre los beneficios brutos, menos los costos brutos actualizados. Como criterio general debe compararse la TIR del proyecto con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado. Si se tomara una tasa de descuento hipotética, por ejemplo un 12 % que es muy común, ésta sirve de indicador o parámetro para la toma de decisiones, tal como lo ilustra el siguiente cuadro:

Resultados decisión

TIR mayor que 12 % = Se acepta

TIR igual a 12 % = Es indiferente

TIR menor que 12 % = Se rechaza

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se procede a calcular las respectivas cantidades que representen el valor presente neto. Se propone una tasa de -97%, entonces se obtiene:

$$P = \frac{24,900.00}{(1 - 0.97)^1}$$

$$P = 830,000.00$$

Luego de sumar algebraicamente el egreso de la inversión inicial y las anualidades que se estipularon anteriormente para el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, se obtiene un valor presente neto de:

$$VPN = -682,671.19 + 830,000.00 + 381,478.00 - 381,478.00$$

$$VPN = 147,382.81$$

Mientras que con una tasa de -96%, se obtiene

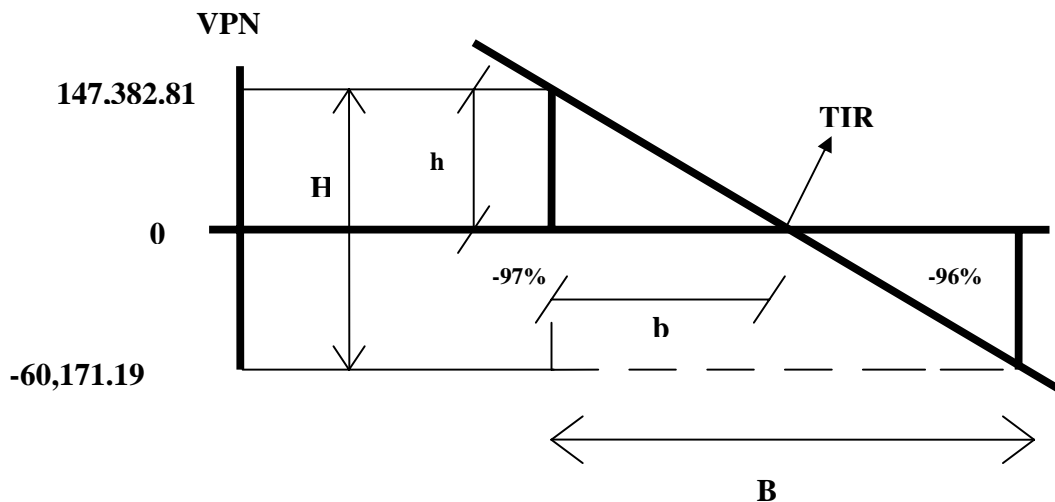
$$P = \frac{24,900.00}{(1 - 0.96)^1}$$

$$P = 622,500.00$$

$$VPN = -682,671.19 + 622,500.00 + 381,478.00 - 381,478.00$$

$$VPN = -60,171.19$$

Figura 5. Diagrama de flujo de efectivo.



Del diagrama se obtienen los siguientes datos:

$$B = 1\%$$

$$b = x$$

$$h = 147,382.81$$

$$H = 147,382.81 + 60,171.19$$

$$H = 207,554.00$$

Se hace una relación de triángulos para obtener:

$$\frac{B}{H} = \frac{b}{h} = \frac{1}{207,554.00} = \frac{x}{147,382.81}$$

$$\frac{B}{H} = \frac{x}{h} = x = 0.71$$

$$\text{TIR} = -97\% + 0.71\% = -96.29\%$$

En este proyecto, la tasa interna de retorno es negativa, y como ya se mencionó antes el proyecto es de carácter social. Es decir, es un proyecto del sector público que tiene como objetivo principal proveer servicios a la ciudadanía buscando el bienestar público y no las ganancias.

3. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO

3.1 Análisis y determinación del volumen de tránsito

3.1.1 Volumen de tránsito

Los estudios de volumen de tránsito sirven para determinar el número de vehículos que pasan por un punto dado; y esto permitirá evaluar el índice de accidentes, dato muy útil para la planeación y determinación de proyectos.

3.1.2 Especificaciones para los ejes de camiones

a) Un eje sencillo

Está compuesto, normalmente, de dos llantas en automóviles livianos y en camiones pesados, por cuatro llantas.

b) Un eje en tandem

Está compuesto por dos ejes sencillos, cada uno tiene cuatro llantas; por lo cual, el eje en tandem tiene ocho llantas.

3.1.3 La carga máxima utilizada en Guatemala

El eje simple de la carga de 18,000 libras podría ser definido como el eje con esa carga, cuyas repeticiones causarían en el comportamiento del pavimento, el mismo efecto que causaría la repetición de cualquier combinación de ejes con carga de diferente magnitud. Se hace notar que en las calles y carreteras es recomendable limitar las cargas de las ruedas, por ejes simples y tandem de los vehículos.

3.1.4 Conteo del tránsito

El método utilizado para el conteo de vehículos es el manual; ya que su propósito es clasificar los vehículos de acuerdo con su tipo: autobuses, camiones sencillos, vehículos, etc.

3.2 Descripción del proyecto

Jardines de la Virgen es una colonia cuyas calles son de terracería en su totalidad. En época de invierno, el tránsito por dichas calles se torna difícil y se ocasionan otros problemas como:

- ◆ Dificil acceso de los habitantes a la colonia.
- ◆ Inundación de algunas calles y avenidas, que torna imposible el paso
- ◆ Proliferación de zancudos y mosquitos, debido a las aguas estancadas, en algunos sectores.

Cabe mencionar que la colonia Jardines de la Virgen, posee también pocas deflexiones, tanto verticales como horizontales, razón por la cual no se consideró necesario el replanteo de las curvas en ambos planos. El presente trabajo contempla únicamente los trabajos necesarios para la colocación del pavimento.

3.3 Estudios topográficos

Los estudios topográficos son los mismos que ya se mencionaron en el capítulo 2 en el diseño del drenaje, ya que se refiere a la misma colonia donde se aplicará la pavimentación.

3.4 Toma de muestra de suelos

Como el terreno natural de una carretera o calle (rasante natural) no puede soportar las cargas de las ruedas de los vehículos que constantemente transitan, sin que sufra una deformación considerable; debiendo proporcionar a la vez, una superficie de rodadura adecuada, es necesario construir encima del suelo, un pavimento que distribuya uniformemente la carga de las ruedas y proporcione una superficie de rodamiento cómoda y segura. Es importante también, que este pavimento esté construido de tal forma que ninguna de sus partes sufra tensiones superiores a las que pueda resistir y que, además, sea duradero.

3.5 Ensayos de laboratorio

El estudio de suelos para el diseño de la estructura de los pavimentos, comprende una serie de ensayos que a continuación se detallan:

3.5.1 Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaño los granos que lo componen. Existen dos tipos de análisis granulométrico:

- a) Por tamices: seco o lavado No 200
- b) Por sedimentación

Del ensayo, análisis granulométrico, con tamices y lavado previo y según la norma AASHTO T-27, (American Association of State Highway and Transportation Officials) el suelo se clasifica en el subgrupo A-2-4, pues el porcentaje de suelo que pasa por el tamiz 200 es 26.28% menor que el 35% requerido.

Los suelos A-2-4: pertenecen a este sub-grupo, aquellos materiales cuyo contenido de material fino es igual o menor que el 35% y cuya fracción que pasa por el tamiz 40.

3.5.2 Límites de consistencia (Límites de Atterberg)

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o, bien, por el ensayo de límites de Atterberg o de consistencia, como también se les conoce.

Dentro de los primeros, se pueden citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: dilatación, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Los límites de Atterberg son:

- a) Limite liquido
- b) Limite plástico

3.5.2.1 Límite líquido

Es el porcentaje de humedad, respecto del peso seco de la muestra, en el cual pasa de estado líquido a estado plástico. Casagrande fue quien formuló el procedimiento para determinar este límite.

$$LL = W (N 7 25)^{0.121}$$

LL = límite líquido

W = porcentaje de humedad

N = número de golpes

Este ensayo de límites de Atterberg según la norma AASHTO T-89 da un valor de 31.7 %

3.5.2.2 Límite plástico

Es el porcentaje de humedad, respecto del peso seco de la muestra, secada al horno, en el cual el suelo cohesivo pasa de estado semisólido a estado plástico. El proceso es rodillar bolitas de suelo, formando filamentos de 1/8" hasta que se rompan.

Al momento de romperse se determina la humedad contenida y se calcula con la siguiente fórmula:

$$LP = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

LP = límite plástico

Pw = peso del agua contenido en la muestra

Ps = peso seco de la muestra

3.5.2.3 Índice plástico

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Según Atterberg:

- IP = 0 Suelo no plástico
- IP = 0 a 7 Suelo de baja plasticidad
- IP = 7 a 17 Suelo medianamente plástico

Este ensayo nos da un IP = 6.1%, por lo que puede decirse que el suelo en mención, es un limo de baja plasticidad.

3.5.3 Proctor modificado

El ensayo proctor permite conocer las características de compactación de un suelo como; humedad óptima de compactación (que es cuando alcanzara su máxima compactación) y densidad máxima. Existen dos tipos de análisis:

- ◆ Proctor estándar
- ◆ Proctor modificado

En este trabajo se describe el ensayo proctor modificado, según AASHTO T-180 por ser el más usado en pavimentos; según datos de laboratorio este valor es de 17.6% y tiene una densidad seca máxima de 1,644 t/m³ o bien 102.6 lb/pie³.

3.5.4 Valor Soporte California (C.B.R)

El ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio) sirve para determinar la capacidad soporte que tiene un suelo compactado a su densidad máxima, en las peores condiciones de humedad que pueda tener en el futuro. Éste se expresa como el porcentaje de esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón estándar en la muestra de suelo, compactado con el patrón de piedra triturada de propiedades conocidas. Según la norma AASHTO T-193 y datos del laboratorio, el C.B.R. de la muestra es del 16.3% a 58.6% de compactación.

3.6 Análisis de resultados

Para determinar las características físicas y mecánicas de una muestra representativa del suelo de fundación o sub-rasante, es necesario tener los resultados de laboratorio de cada uno de los ensayos practicados para que, posteriormente, se proceda al análisis de los resultados obtenidos, lo cual le servirá de base para tomar las precauciones necesarias en la construcción de la obra.

De los resultados de laboratorio obtenemos las siguientes características del suelo:

Descripción: arena limosa color café

Clasificación P.R.A. A – 2 – 4

LL: 31.7 %

IP: 6.1%

Peso unitario máximo: 102.6 lbs / pie³

Humedad óptima: 17.6 %

C.B.R.: 16.3% al 58.6 de compactación

El material cumple con los requisitos para una subrasante, pues el límite líquido no es mayor que 50% y el C.B.R. es mayor que el 5% hasta el 95% de compactación.

3.7 Pavimento rígido

Pavimento es una estructura que transmite las cargas concentradas en las ruedas de los vehículos, al suelo de fundación, sin que éste falle. Un pavimento debe dar comodidad, con una superficie lisa, no resbaladiza y resistente a los efectos climáticos como el sol, la lluvia y el hielo.

El pavimento rígido está formado por losas de concreto, las que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, utilizan la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande. En este tipo de pavimento, la mayor parte de capacidad estructural es proporcionada por la losa de concreto; además, existen los pavimentos flexibles, que están constituidos por asfaltos, en los cuales, la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas, las cuales se distribuyen por el contacto de partículas en todo el espesor del pavimento.

El pavimento rígido ofrece menor mantenimiento, por su naturaleza y concepto y menores requerimientos de diseño y colocación. También si las condiciones del lugar son favorables su utilización puede ser más barata que el flexible.

3.8 Componentes estructurales del pavimento

3.8.1 Rasante

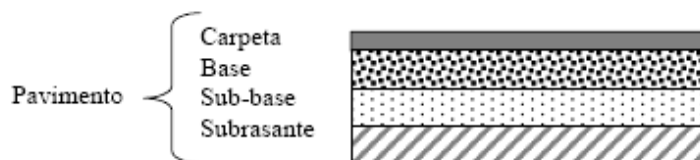
Es la representación sobre un plano vertical del eje central de una carretera sobre el cual circulan los vehículos. Este plano es paralelo a la subrasante y la diferencia entre ellos está determinada por el espesor del pavimento. En la definición de la rasante se calculan las curvas verticales y horizontales.

El trazo del camino actual tiene muy pocas curvas y éstas curvas tienen un radio grande, por lo que no se consideró necesario cambiarlo. Para efectos de dibujo se tomó la topografía, la cual mostró, como puede observarse en los planos, curvas ya definidas, tanto en el eje vertical como horizontal.

3.8.2 Pavimento

Es la estructura que descansa sobre la subrasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de subbase, base y capa de rodadura. Tiene como objeto distribuir las cargas unitarias del tránsito sobre el suelo para disminuir su esfuerzo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos y protegiendo al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia y durabilidad.

Figura 6 Capas del pavimento.



3.8.3 Subrasante

Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento, es la que está definida en los planos después del movimiento de tierras. Su función es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada. Dependiendo de sus características, puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

En Jardines de la Virgen, contiene arenas y mezclas de arena y grava, relativamente libres de finos plásticos; el apoyo o soporte que ofrece es alto; y el rango de valores de k está entre 180 - 220 PSI.

3.8.4 Sub-base

Es la capa de pavimento que transmite directamente las cargas a la subrasante y absorbe las irregularidades de la subrasante para que no afectar las capas superiores. Es utilizada en pavimentos rígidos, cuando la subrasante no tiene las cualidades deseadas para eliminar esta capa.

En la pavimentación de Jardines de la Virgen no se colocará sub-base, ya que según la norma AASHTO T 193, el material debe tener un valor soporte (CBR) mínimo de 30%, efectuado sobre una muestra saturada a 95%. Y el suelo de Jardines de la Virgen, compactado a 95.30%, tiene un soporte del 44.20%.

3.8.5 Base granular

Es la capa que se coloca debajo de las losas de concreto y arriba de la subbase y está formada por la combinación de piedras y grava, con arena y

suelo en su estado natural; clasificándolos con trituración parcial, para construir una base integrante de un pavimento. Usualmente es llamado material selecto.

La base colocada en la pavimentación de Jardines de la Virgen tendrá la función de:

- a) Prevenir el bombeo
- b) Proporcionar una superficie uniforme para el soporte de las losas.
- c) Aumentar la capacidad estructural del pavimento.

3.8.6 Capa de rodadura

Es la capa superficial de concreto de cemento Pórtland, es decir, la losa. En Jardines de la Virgen, ésta tendrá la función de:

- a) Proveer un valor soporte elevado, para que resista muy bien las cargas concentradas que provienen de las ruedas de los automóviles, trabajando a flexión y distribuyéndolas bien al material existente debajo.
- b) Ofrecer una textura superficial poco resbaladiza aun cuando se encuentre húmeda, salvo que esté cubierta con lodo, u otro material.
- c) Proteger la superficie sobre la cual está construido el pavimento, de los efectos destructivos del tránsito.

3.7.6 Bombeo

El bombeo transversal es la pendiente necesaria para evacuar el agua hacia las orillas de la carretera y llevarla hacia los tragantes. La pendiente de bombeo utilizado en este caso será del 3% hacia los lados.

3.9 Parámetros de diseño

Al escoger la mejor opción en cuanto al tipo de pavimento a colocar en la colonia Jardines de la Virgen, se consideran algunos aspectos como los siguientes:

- a) Pruebas de laboratorio.
- b) Tipo de tránsito que pasará sobre el pavimento.
- c) Accesibilidad de los materiales a usar en la construcción del pavimento.

3.9.1 Período de diseño

El periodo de diseño utilizado para la pavimentación de las calles de la colonia Jardines de la Virgen es de 20 años, por considerar que la vida útil de los materiales empleados es de 20 años.

3.9.2 Diseño de la base

Para la base se consideraron los resultados de los ensayos realizados en laboratorio; considerando que el suelo es clasificación A-2-4, de acuerdo con lo establecido por la AASHTO, de la tabla No. IV se obtiene que el módulo de reacción de la subrasante (k) se encuentra entre 225–350 lbs/plg³. Y de la tabla No. III cuando k tiene un valor de 230, se obtiene un espesor de la base de 6 pulgadas, es decir de 15 centímetros de material selecto.

Tabla III. Efectos de la sub-base no tratada sobre los valores de K

SUBRASANTE VALORES DE k PSI.	SUB-BASE VALORES DE k PSI			
	4 PLG	6 PLG	9 PLG	12 PLG
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

FUENTE: Westergad H.N. computation of stresse in concrete roads. Pg 14

**VALORES DE DISEÑO DE k
PARA SUB-BASES TRATADAS CON CEMENTO**

SUBRASANTE VALORES DE k PSI.	SUB-BASE VALORES DE k PSI			
	4 PLG	6 PLG	8 PLG	10 PLG
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	-

FUENTE: Westergad H.N. computation of stresse in concrete roads. Pg 14

Tabla IV. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte

RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)																											
2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	40	60	80	100											
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA A.S.T.M. CH ML CH CL CP MH														EP		BW											
														EM													
														EP													
														BC													
														EM													
														EP													
														BC													
														CH													
														ML													
														CH													
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA A.A.S.H.T.O. A-1-a A-1-b A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7 A-3 A-4 A-5 A-6 A-7-5 A-7-6																											
CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE AVIACIÓN E-1 E-2 E-3 E-4 E-5 E-6 E-7 E-8 E-9 E-10 E-11 E-12																											
VALOR DE RESISTENCIA (R) 5 10 20 30 40 50 60 70																											
MODULO DE LA REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (K) LBS/PULG³ 100 150 200 250 300 400 600 700																											
VALOR DE SOPORTE LBS/PULG² 10 20 30 40 50 60																											
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20 25 30 40 60 80 100																											

3.9.3 Diseño espesor del pavimento

Se determinó TPD de 200 a 800 por medio de la tabla No. V sabiendo que la carga por eje es de categoría 1 ya que son calles residenciales; con la tabla No. VI para pavimentos con juntas con agregados (no necesita dovelas) se diseñó con hombros de concreto o bordillo tomando $k = 150$ (k está entre 180 – 220) y $MR = 550$ PSI. donde se obtuvo un espesor de losa de pavimento de 5.5”.

Tabla V. Categoría por ejes

CARGA POR EJE CATEGORIA	DESCRIPCION	TRAFICO			MAXIMA CARGA POR EJE KIPS	
		TPD	%	TPDC POR DÍA	EJE SENCILLO	EJE TANDEM
1	CALLES RESIDENCIALES CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)	200 A 800	1-3	ARRIBA DE 25	22	36
2	CALLES COLECTORAS CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTAS) CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTERIALES (BAJO)	700 A 5000	5-18	DE 40 A 1000	26	44
3	CARRETERAS ARTERIALES, CARRETERAS PRIMARIAS, (MEDIO) SUPERCARRETERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	3000 A 12000 2 CARRILES 3000 A 50000	8-30	DE 500 A 5000	30	52
4	CALLES ARTERIALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIO A ALTO)	3000 A 20000 2 CARRILES 3000 A 15000 4 CARRILES O MÁS	8-30	DE 1500 A 8000	34	60

FUENTE: Westergad H.N. computation of stresses in concrete roads. Pg 48

Los descriptores Alto, Medio y Bajo, se refieren al peso relativo de las cargas por eje, para el tipo de calle o carretera.

TPDC: Trafico Promedio Diario de Camiones

TPDC: Camiones dos ejes, camiones cuatro llantas excluidos

Tabla VI. TPDC permisible, carga por eje categoría I pavimentos con juntas con agregado (no necesita dovelas).

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
ESPESOR LOSA PLG	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			ESPESOR LOSA PLG	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI							
				4		0.2	0.9
4.5			0.1	4.5	2	8	25
5	0.1	0.8	3	5	30	130	330
5.5	3	15	45	5.5	320		
6	40	160	430				
6.5	330						
MR = 600 PSI							
5		0.1	0.4	4			0.1
5.5	0.5	3	9	4.5	0.2	1	5
6	8	36	98	5	6	27	75
6.5	76	300	760	5.5	73	290	730
7	520			6	610		
7.5							
520 MR = 550 PSI							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6	1	6	18	5	0.8	4	13
6.5	13	60	160	5.5	13	57	150
7	110	400		6	130	480	
7.5	620						

FUENTE: Westergad H.N. computation of stresses in concrete roads. Pg 51

3.9.3.1 Módulo de Ruptura (MR)

Debido al paso de vehículos sobre las losas de concreto, se producen esfuerzos de flexión y compresión. Los esfuerzos de compresión son tan mínimos que no influyen en el grosor de la losa. En cambio los esfuerzos de flexión están determinados por el módulo de ruptura del concreto MR, el cual se define como el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. En este caso se utilizó un MR de 550 PSI, pues se toma el 14% de la resistencia a compresión f'_c , $0.14 \times 4000 \text{ PSI} = 550 \text{ PSI}$, ya que es más fácil medir la resistencia a la compresión que a la tensión, debido a los problemas de agarre de las máquinas de prueba.

3.9.3.2 Soporte de la subrasante

Este valor está definido por el módulo Eestergard de reacción (k) de la subrasante. Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. El soporte se determina para este proyecto como alto ya que el suelo contiene arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos; pues del estudio de suelos se obtiene que el suelo es una arena limosa color café oscuro. En la tabla No. VII muestra los valores aproximados de k para cuatro tipos de suelo:

Tabla VII. Tipo de suelo de la subrasante y valores aproximados de K

TIPO DE SUELO	APOYO	RANGO DE VALORES DE k PSI
SUELOS DE GRANO FINO EN LOS CUALES PREDOMINAN LAS PARTÍCULAS DE LIMO Y ARCILLA	BAJO	75 - 120
SUELOS CON ARENAS Y MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON CANTIDADES MODERADAS DE LIMO Y ARCILLA	MEDIO	75 - 120
SUELOS CON ARENAS Y MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA RELATIVAMENTE LIBRES DE FINOS PLASTICOS	ALTO	75 - 120
SUB-BASES TRATADAS CON CEMENTO	MUY ALTO	75 - 120

FUENTE: Westergad H.N. computation of streses in concrete roads. Pg 49

3.9.4 Diseño mezcla de concreto

La mezcla para un pavimento rígido es algo muy importante; por eso se debe diseñar dependiendo directamente de su resistencia y el grosor de sus agregados. En este caso se necesita un concreto de 4000 PSI, por ser un concreto para pavimento, se debe usar un agregado grueso que resista a la abrasión (desgaste). La proporción volumétrica del concreto utilizada es 1:2:2, ya que con dicha proporción se obtiene un concreto de alta resistencia.

3.10 Conformación y curado del pavimento

3.10.1 Curado del concreto

El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Se conocen distintas formas del curado del concreto, pero el más usado en nuestro medio es el cubierto por tierra conservada húmeda, el cual tiene como objetivo mantener una capa de agua durante los primeros días. Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas o del paso del equipo o seres vivos.

3.11 Maquinaria propuesta.

Los diversos tipos de maquinaria para la construcción pueden clasificarse considerando el trabajo que realicen o bien teniendo en cuenta la función que ejecutan en la construcción. Así también, se podrá identificar una maquinaria, por la operación del proyecto de construcción en que interviene.

Los factores más importantes al hacer la selección de la maquinaria para realizar una operación de construcción, deben basarse en:

- ◆ Trabajo de operación específica a realizar
- ◆ Especificaciones de construcción
- ◆ Movilidad requerida por el equipo
- ◆ Influencia de las variaciones atmosféricas en el funcionamiento de la maquinaria.
- ◆ Tiempo programado para hacer el trabajo.
- ◆ Efectividad del trabajador en el uso del equipo.

Es determinante, saber escoger la maquinaria a utilizarse en cada una de las actividades a realizar, y determinar los recursos disponibles existentes (maquinaria y el estado en que ésta se encuentra).

Se inicia seleccionando las unidades motrices y unidades de tracción, luego, las escavadoras, la maquinaria de acarreo, alguna otra maquinaria para manejo de materiales, junto con la maquinaria para procesamiento. En tal conjunto, cada maquinaria es identificada por separado, pero puede agruparse. Las unidades motrices son un grupo de construcción. Éstas pueden ser motores de combustión interna que operen con gasolina o diesel.

Para acarrear los materiales sueltos, a granel, en un proyecto de construcción, puede usarse gran variedad de maquinaria, pero el camión de volteo es el más común que recorre las calles y las carreteras; se utiliza a menudo, como unidad de acarreo de materiales sueltos. También la escreteadora para movimiento de tierras funciona como una unidad de acarreo en una parte de su tiempo de trabajo. La selección de unidades para acarreo, adecuada para una operación dada en movimiento de materiales, depende de un análisis completo de trabajo.

La maquinaria de compactación se la que se hace la elección, puede estar diseñada para aplicar presión con su peso o con fuerza dinámica vibratoria o ambas. El esfuerzo aplicado por la maquinaria de compactación puede identificarse en cuatro formas distintas debidas a: 1) peso estático, 2) sección de amasado, 3) vibración, y 4) fuerza de impacto.

Un rodillo cilíndrico aplica primordialmente, peso estático. El esfuerzo de compactación de los neumáticos portadores de carga, da una acción de amasado, al tener su carga distribuida, tanto hacia fuera como hacia abajo, sobre el material de soporte. La acción vibratoria se integra en alguna maquinaria de compactación, mediante pesos que giran excéntricamente. La

fuerza de impacto es mas obvia en el pistón de aire, para el apisonado del material suelto de relleno.

3.11.1 Propuesta de la maquinaria a utilizar en este proyecto.

El equipo necesario para la construcción del pavimento rígido en Jardines de la Virgen es:

Vibrocompactadoras, (para compactar)

Un camión, (para transportar agregados mezcla y retirar desperdicios)

Una retroexcavadora, (para usos múltiples)

Un camión cisterna de agua, (para proveer el agua)

Equipo de seguridad. (cascos, botas de hule, guantes, etc.)

3.12 Presupuesto general pavimento rígido

Tabla VIII. Cuantificación de presupuesto del pavimento rígido.

Descripción: nivelación + trazo y estaqueado

Unidad: mtl

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Trazo y nivelación	2,519	Mtl	Q 3.00	Q 7,557.00
Total				Q 7,557.00
Total				Q 7,557.00

Descripción: construcción de bodega de 7x3

Unidad: m²

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Lámina de 10' galvanizada	07	Unidades	Q 85.00	Q 595.00
Lámina de 12' galvanizada	21	Unidades	Q 102.00	Q 2,142.00
Clavo p/lámina de 3"	15	Libra	Q 4.00	Q 60.00
Bombilla 100 W	03	Unidades	Q 8.00	Q 24.00
Interruptor	03	Unidades	Q 6.00	Q 18.00
Tomacorrientes	02	Unidades	Q 6.00	Q 12.00
Clavo de 4"	10	Libra	Q 3.90	Q 39.00
Pasador para candado	01	Unidades	Q 30.00	Q 30.00
Candado	01	Unidades	Q 35.00	Q 35.00
Bisagra 2"x3" c/tornillo	01	Unidades	Q 10.00	Q 10.00
Paral madera de 3"x3"x10"	20	Unidades	Q 25.00	Q 500.00
Clavo de 3"	10	Libra	Q 3.90	Q 39.00
Total				Q 3,504.00

Continuación

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Hechura de bodega	01	global	Q 350.00	Q 350.00
Total				Q 350.00
Total				Q 3,854.00

Descripción: elaboración del pavimento de 19,648.66 m²

Unidad: m²

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Base triturada 0.15 metros	2947.3	m3	Q 150.00	Q 442,095.00
Formaletas	5038	MI	Q 25.00	Q 125,950.00
Cemento	1244	Sacos	Q 42.00	Q 52,248.00
Arena	68	m3	Q 75.00	Q 5,100.00
Piedrín ½"	136	m3	Q 160.00	Q 21,760.00
Total				Q 647,153.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Conformación de la base	19,648.66	m2	Q 0.60	Q 11,789.20
Nivelación de subrasante	19,648.66	m2	Q 0.40	Q 7,859.46
Compactación de subrasante	19,648.66	m2	Q 0.55	Q 10,806.76
Nivelación de sub - base	19,648.66	m2	Q 4.35	Q 85,471.67
Compactación de sub - base	19,648.66	m2	Q 0.55	Q 10,806.76
Total				Q126,733.85

OTROS ELEMENTOS

DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	PRECIO / U	TOTAL
Movimiento de tierra	4,912.16	m3	Q 12.00	Q 58,945.92
Acarreo de material	6,533.18	m3	Q 32.00	Q 209,061.76
Fundición de la losa	2,947.30	m3	Q 765.35	Q2,255,716.05
Fundición de bordillo	75.57	m3	Q 765.35	Q 72,951.50
Total				Q2,596,675.23
Total				Q3,366,900.68

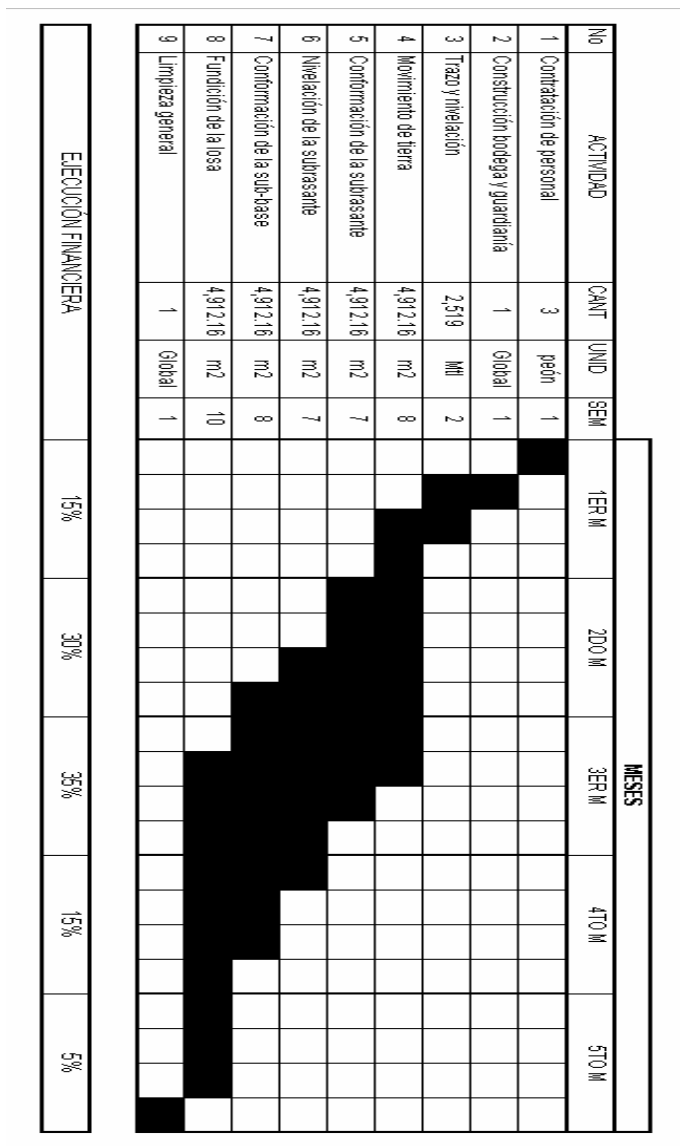
Continuación

Presupuesto global pavimentación rígida

DESCRIPCIÓN	
Materiales	Q 650,657.00
Desperdicio del 5%	Q 32,532.85
Mano de obra	Q 134,640.85
Otros elementos	Q 2,596,675.23
GASTOS DIRECTOS	Q 3,414,505.93
Prestaciones (40% de m.o.)	Q 53,856.34
Gastos de administración (15% GD)	Q 512,175.90
GASTOS INDIRECTOS	Q 566,032.23
UTILIDAD (10% GASTOS DIRECTOS)	Q 341,450.59
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 4,321,988.75
COSTO POR m²	Q 219.96
COSTO POR m²	\$ 28.96

NOTA: El cambio de dólares, al día viernes 14 julio 2,006 es de Q 7.59372

Figura 7. Cronograma de ejecución – inversión (pavimentación rígida)



CONCLUSIONES

1. Los proyectos de alcantarillado sanitario y la pavimentación, contribuirán grandemente a mejorar la calidad de vida para los habitantes de la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, del municipio de Villa Nueva, quienes se beneficiarán directamente cuando éstos se construyan, reducirán la transmisión de enfermedades gastrointestinales causadas por las aguas que fluyen a flor de tierra, así también, mejorarán el ornato y evitarán la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente.
2. El proyecto de alcantarillado sanitario, es de carácter social, su finalidad principal es proveer servicios a la ciudadanía buscando el bienestar público y no las ganancias.
3. La estructura del suelo de la colonia Jardines de la Virgen, zona 4, del municipio de Villa Nueva, esta conformada por arena y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos; donde el presente trabajo muestra como solución instalar pavimento rígido en todas sus calles y avenidas para las calles en mal estado,.
4. El pavimento rígido ofrece mayores ventajas que el pavimento flexible, debido a que su mantenimiento es bajo, su costo inicial en relación con el flexible es menor, y la disponibilidad de materiales brindan mayor facilidad para su construcción.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Villa Nueva, instruir a la población a servir, en el uso adecuado del drenaje sanitario, para que el sistema requiera el mantenimiento mínimo.
2. Al constructor, usar tubería de PVC con la norma ASTM 3034, ya que este tipo de material ofrece grandes ventajas hidráulicas.
3. Desarrollar a la menor brevedad, plantas de tratamiento, para la red de recolección de aguas negras. Esto, para que el desfogue de las aguas servidas no contamine el lugar a donde van a ir a dar.
4. Emplear el pavimento rígido como solución para la pavimentación de la colonia Jardines de la Virgen, ya que, ofrece mayores ventajas tanto técnicas como económicas.
5. Establecer un acuerdo entre las partes interesadas sobre los presupuestos y cronogramas de ejecución, ya que son una referencia, y no se deben tomar como definitivos al momento de realizar la contratación, están sujetos a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de construir.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alejandro Valladares, Jorge Félix. Guía teórica-práctica para el curso de Vías Terrestres I. Trabajo de graduación Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
2. Cabrera Rieple, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria II. Trabajo de graduación Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1989.
3. Hernández, Jorge Mynor. Características de los Tipos de Pavimentos. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1998.
4. Leiva Morán, Cesar Fernando. Mejoramiento de la Red de Alcantarillado Sanitario para la Estancia de la Virgen. Trabajo de graduación Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
5. Instituto de Fomento Municipal. **Normas Generales Para Diseño de Alcantarillados**. Guatemala 2001.

APÉNDICE



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



INFORME No. C 233 S.S.

O.T. No.

19,192

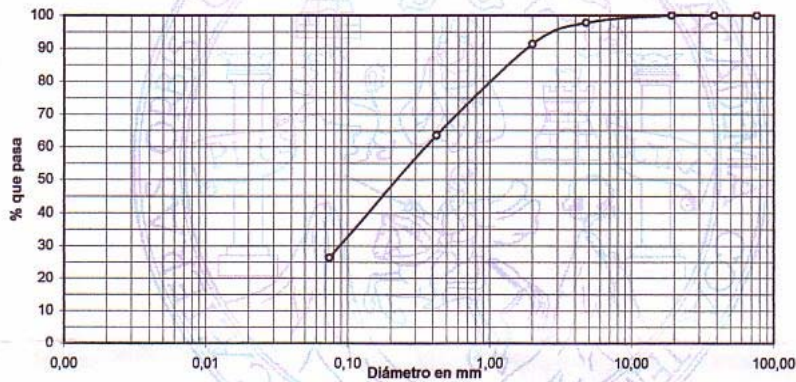
Interesado: Claudia Lorena Caballeros Chuvac
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27
 Proyecto: EPS
 Procedencia: Villa Nueva
 Fecha: 9 de septiembre de 2005
 Muestra No. arena limosa color café oscuro

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76,20	100,00
1 1/2"	38,10	100,00
3/4"	19,05	100,00
4	4,76	97,81
10	2,00	91,24
40	0,42	63,50
200	0,074	26,28

% de Grava: 2,19
 % de Arena: 71,53
 % de Finos: 26,3

Análisis por Sedimentación:	
Diámet. mm.	% que pasa

Gs:



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

Atentamente,

Vo. Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CIIUSAC.



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No. 234 S.S.

O.T. No. 19,192

Interesado: Claudia Lorena Caballeros Chuvac
Proyecto: Trabajo de Graduación EPS
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90
Pozo: 1

Ubicación: Villa Nueva

FECHA: 9 de septiembre de 2005

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	31,7	6,1	ML	Limo de baja plasticidad

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

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CIMUSAC



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





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



INFORME No. 231 S.S.

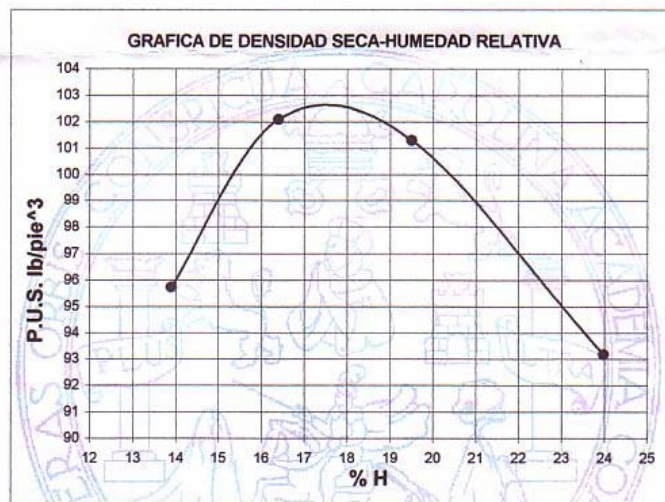
O.T. No.: 19,192

Interesado: Claudia Lorena Caballeros Chuvac
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

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

Proyecto: Trabajo de Graduación Eps

Ubicación: Jardines de la Virgen zona 4 Villa Nueva
Fecha: 9 de septiembre de 2005



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arena limosa color café oscuro
Densidad seca máxima γ_d : 1,644 t/m³ 102,6 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 17,6 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CI/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No.: 232 S.S.

O.T. No.: 19,192

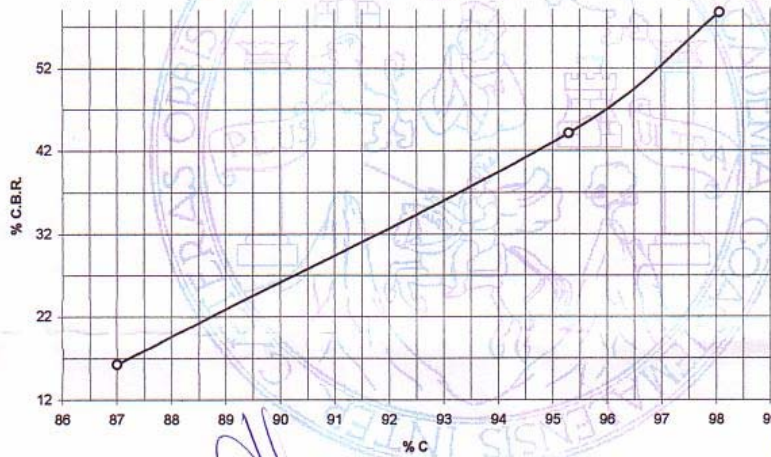
Interesado: Claudia Lorena Caballeros Chuvac
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)
Proyecto: Trabajo de Graduación Eps

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

Ubicación: Jardines de la Virgen zona 4 Villa Nueva
Descripción del suelo: Arena limosa color café oscuro
Muestra No.: 1
Fecha: 9 de septiembre de 2005

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d kg/m ³			
1	10	17,9	1430,0	87,00	1,5	16,3
2	30	17,9	1566,4	95,30	1,4	44,2
3	65	17,9	1611,8	98,07	1,6	58,6

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



Atentamente,

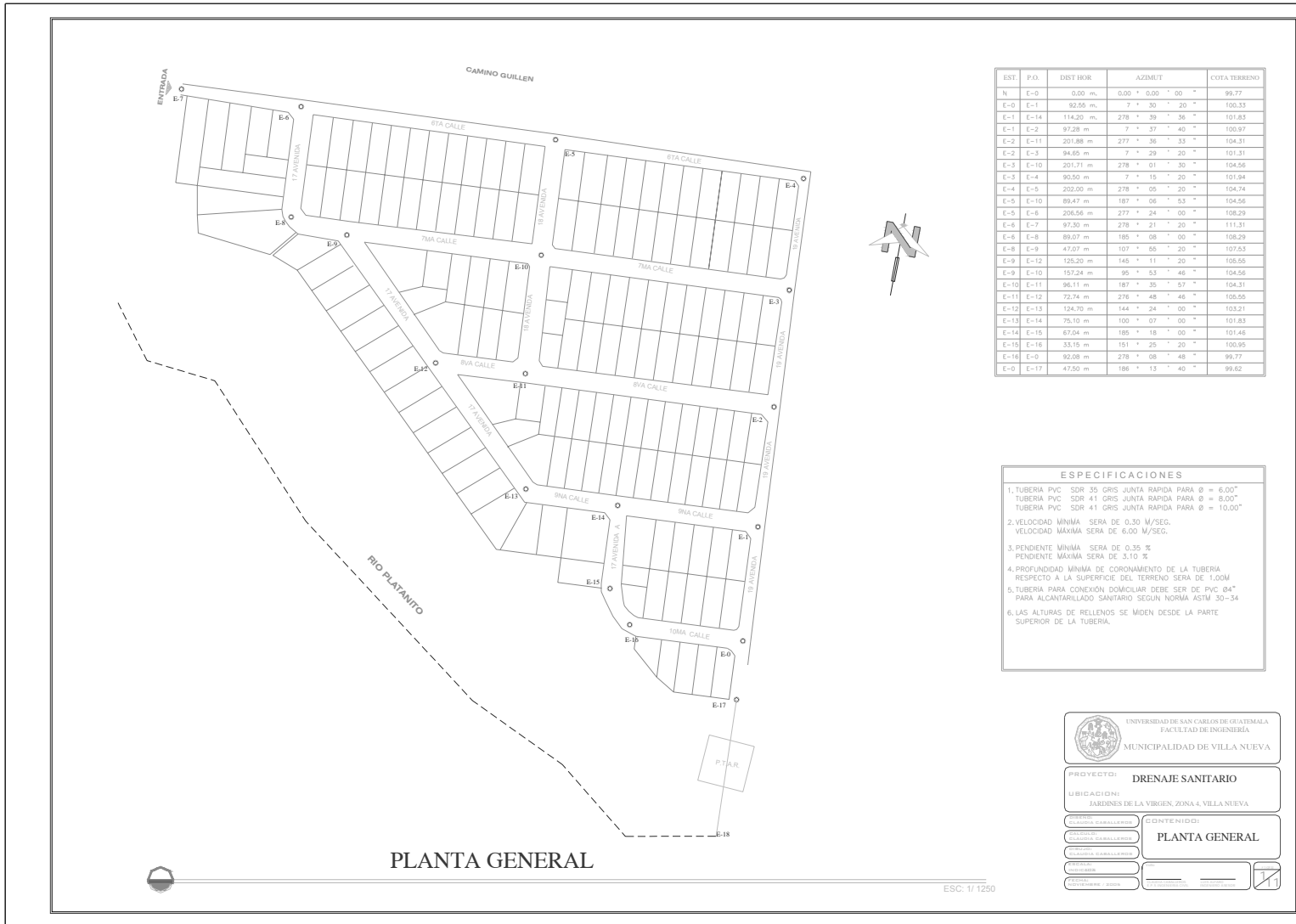
Vo. Bo.:

Cesar Alfonso Garcia Guerra
Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CII/USAC

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

DIRECCION
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
- Guatemala, C. A. -





EST	P.O.	DIST HOR	AZIMUT	COTA TERRENO
N	E-0	0.00 m.	0.00 ° 0.00 ' 00 "	99.77
E-0	E-1	92.66 m.	7 ° 30 ' 20 "	100.33
E-1	E-14	114.20 m.	278 ° 39 ' 56 "	101.83
E-1	E-2	97.28 m	7 ° 37 ' 40 "	100.97
E-2	E-11	201.88 m	277 ° 36 ' 35 "	104.31
E-2	E-3	94.65 m	7 ° 29 ' 20 "	101.31
E-3	E-10	201.71 m	278 ° 01 ' 30 "	104.56
E-3	E-4	90.50 m	7 ° 15 ' 20 "	101.94
E-4	E-8	202.20 m	278 ° 06 ' 20 "	104.74
E-5	E-10	89.47 m	187 ° 06 ' 53 "	104.56
E-5	E-6	206.56 m	277 ° 24 ' 00 "	108.29
E-6	E-7	97.30 m	278 ° 21 ' 20 "	111.31
E-6	E-8	89.07 m	185 ° 08 ' 00 "	108.29
E-8	E-9	47.07 m	107 ° 55 ' 20 "	107.53
E-9	E-12	126.20 m	145 ° 11 ' 20 "	108.56
E-9	E-10	157.24 m	95 ° 53 ' 46 "	104.56
E-10	E-11	96.11 m	187 ° 35 ' 57 "	104.31
E-11	E-12	32.74 m	276 ° 48 ' 46 "	108.56
E-12	E-13	124.70 m	144 ° 24 ' 00 "	103.21
E-13	E-14	76.10 m	100 ° 07 ' 00 "	101.83
E-14	E-15	67.04 m	185 ° 18 ' 00 "	101.46
E-15	E-16	33.16 m	151 ° 25 ' 20 "	100.95
E-16	E-0	92.08 m	278 ° 08 ' 48 "	99.77
E-0	E-17	47.50 m	186 ° 13 ' 40 "	99.62

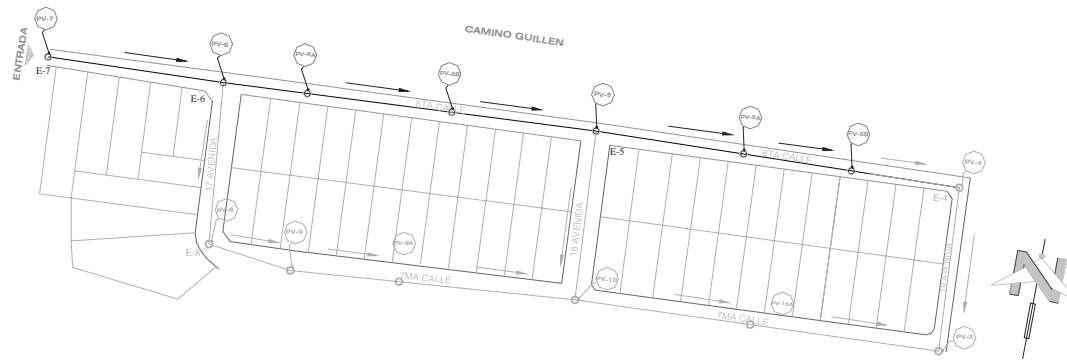
- ESPECIFICACIONES**
1. TUBERIA PVC SDR 35 GRIS JUNTA RAPIDA PARA Ø = 6.00"
TUBERIA PVC SDR 41 GRIS JUNTA RAPIDA PARA Ø = 8.00"
TUBERIA PVC SDR 41 GRIS JUNTA RAPIDA PARA Ø = 10.00"
 2. VELOCIDAD MÍNIMA SERA DE 0.30 M/SEG.
VELOCIDAD MÁXIMA SERA DE 6.00 M/SEG.
 3. PENDIENTE MÍNIMA SERA DE 0.35 ‰
PENDIENTE MÁXIMA SERA DE 3.10 ‰
 4. PROFUNDIDAD MÍNIMA DE CORONAMIENTO DE LA TUBERIA RESPECTO A LA SUPERFICIE DEL TERRENO SERA DE 1.00M
 5. TUBERIA PARA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE PVC Ø4" PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGUN NORMA ASTM 30-34
 6. LAS ALTURAS DE RELLENOS SE MIDEN DESDE LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

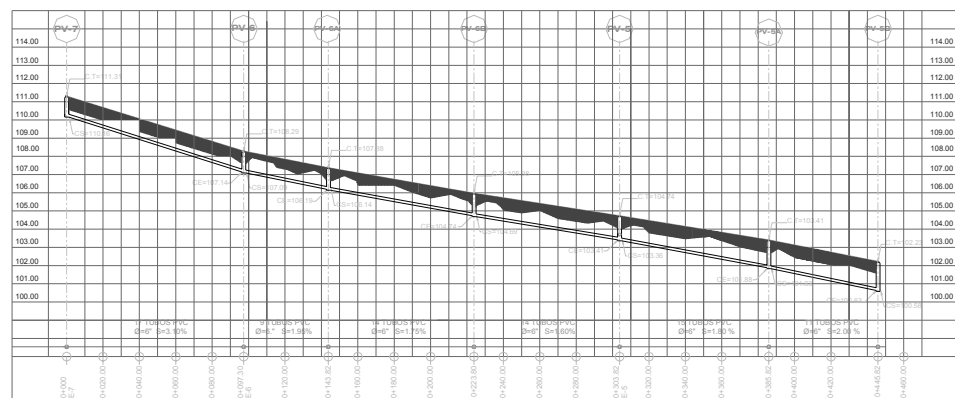
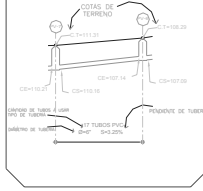
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
UBICACION: JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLA NUEVA

CONTENIDO:
PLANTA GENERAL

ESC: 1/1250



REFERENCIAS				
CE	COTA INVERT DE ENTRADA			
CS	COTA INVERT DE SALIDA			
HP	ALTURA DE POZO			
C.T.	COTA DE TERRENO			
6TA CALLE				
POZO	C.T.	CE	CS	HP
P.V. 7	111.31	110.21	110.10	1.10
P.V. 8	108.29	107.14	107.00	1.20
P.V. 9A	107.26	106.19	106.14	1.24
P.V. 9B	105.98	104.74	104.60	1.20
P.V. 5	104.74	103.41	103.36	1.38
P.V. 5A	103.41	101.88	101.83	1.58
P.V. 8B	102.23	101.63	101.58	1.45



PLANTA - PERFIL

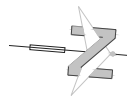
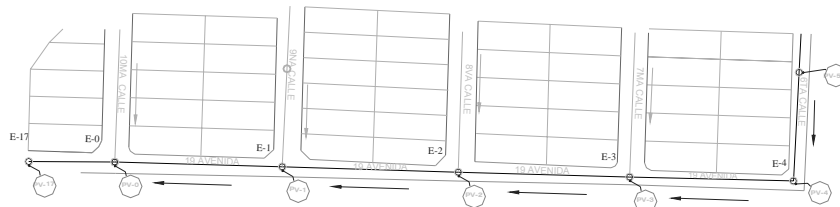
ESC. VER: 1/100
ESC. HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

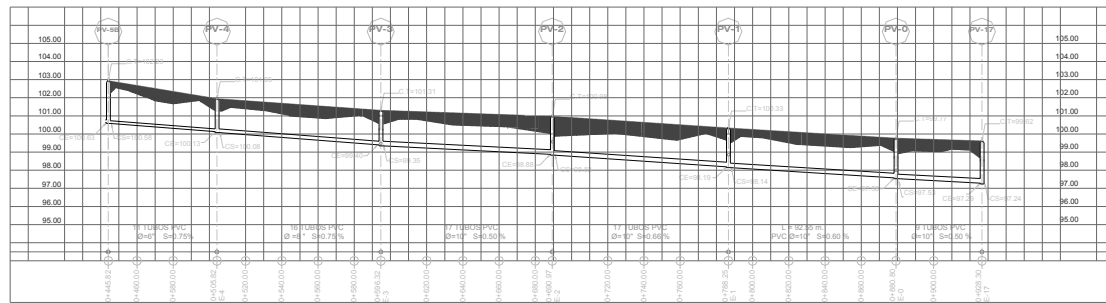
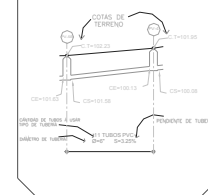
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

UBICACION: JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4 VILLA NUEVA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL



REFERENCIAS				
DE	COA	INVERT	DE	SAIDA
DE	COA	INVERT	DE	SAIDA
HP	ALTURA DE POZO			
C.T.	COTA DE TERRENO			
888 CALLE Y 19 AVENIDA				
POZO	C.T.	DE	COA	HP
P.V. 58	102.23	101.63	101.38	1.65
P.V. 4	101.95	100.13	100.08	1.87
P.V. 3	101.31	99.40	99.35	1.96
P.V. 2	100.08	98.88	98.83	2.15
P.V. 1	100.53	98.19	97.74	2.19
P.V. 0	99.77	97.08	97.53	2.24
P.V. 17	99.62	97.29	97.24	2.38



PLANTA - PERFIL

ESC. VER: 1/100
ESC. HOR: 1/1000

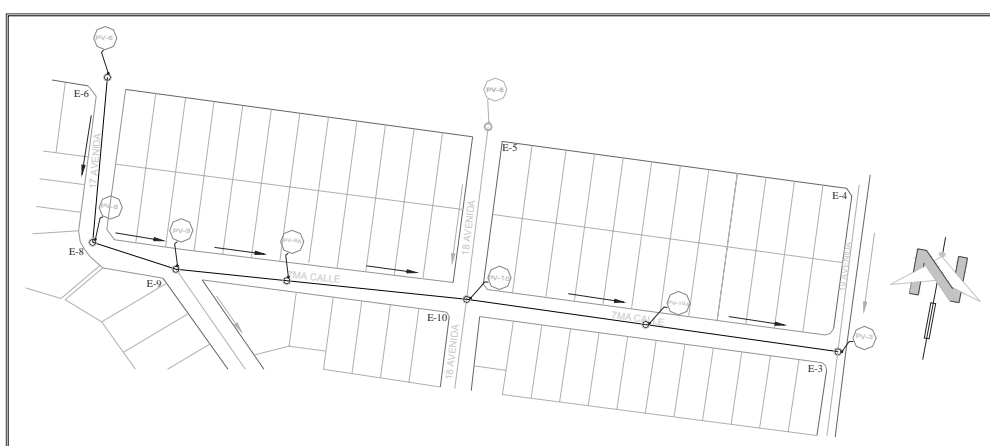
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

UBICACION: JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLA NUEVA

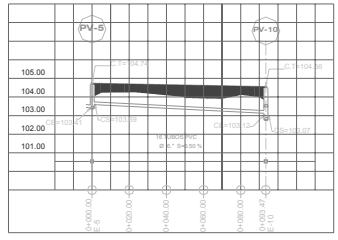
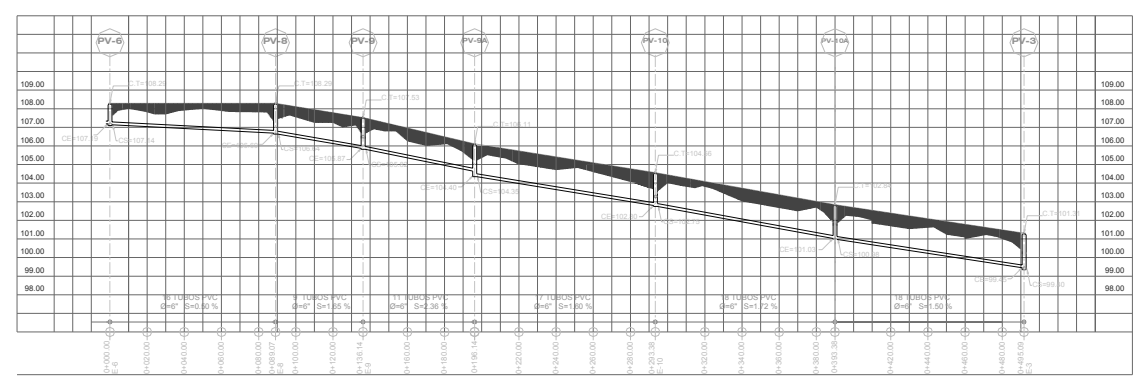
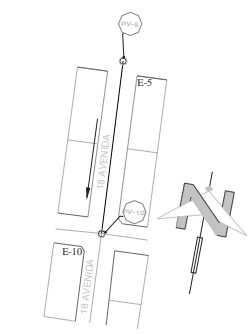
CONTENIDO: PLANTA PERFIL

3/1



REFERENCIAS

POZO	C.T.	CE	CIS	HP
18 AVENIDA				
P.V. 5	104.74	103.64	103.59	1.38
P.V. 10	104.56	103.12	102.07	1.59
17 AVENIDA 7MA CALLE				
P.V. 6	108.29	107.19	107.14	1.20
P.V. 8	108.29	108.09	108.54	1.78
P.V. 9	107.53	105.87	105.82	1.71
P.V. 9A	106.11	104.40	104.35	1.76
P.V. 10	104.56	102.80	102.75	1.81
P.V. 10A	102.84	100.93	100.88	1.86
P.V. 3	101.31	99.49	99.40	1.94



PLANTA - PERFIL

ESC. VER: 1/100
ESC. HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

UBICACION: **JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLANUEVA**

INGENIERO: **CLAUDIA CABALLERO**

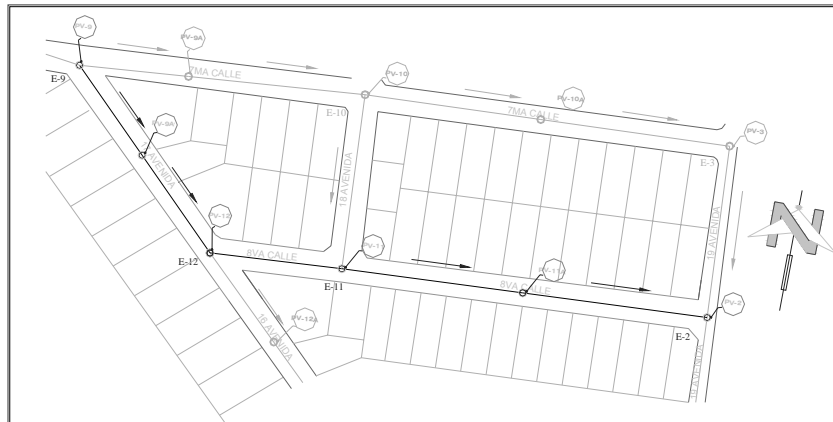
CONTENIDO: **PLANTA PERFIL**

PROYECTO: **DRENAJE SANITARIO**

UBICACION: **JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLANUEVA**

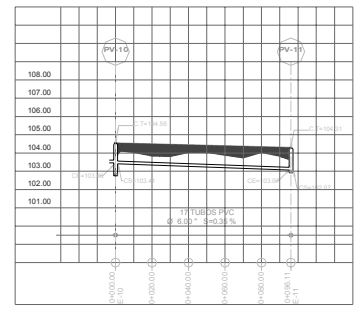
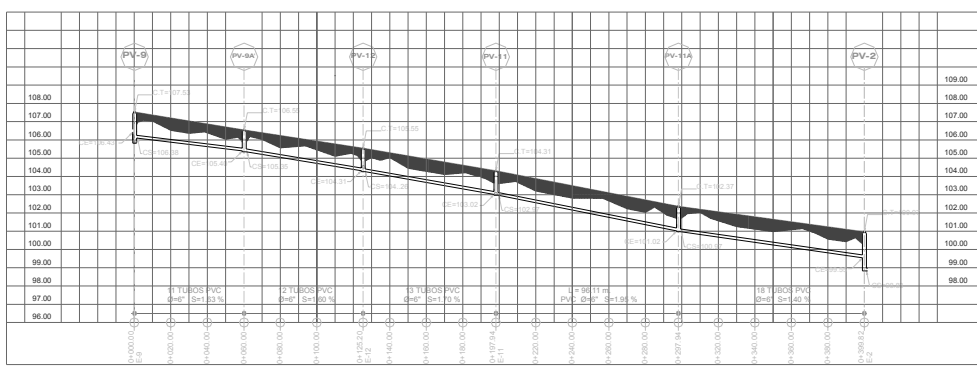
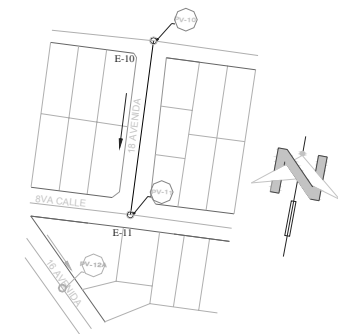
INGENIERO: **CLAUDIA CABALLERO**

CONTENIDO: **PLANTA PERFIL**



REFERENCIAS

POZO	C.T.	CE	CIS	HP
18 AVENIDA				
P.V. 10	104.56	105.46	105.41	1.91
P.V. 11	104.31	103.97	103.02	1.34
17 AVENIDA Y 8VA CALLE				
P.V. 9	107.83	106.43	106.38	1.45
P.V. 9A	106.55	105.40	105.30	1.25
P.V. 12	105.88	104.31	104.26	1.62
P.V. 11	104.31	103.02	102.97	1.34
P.V. 11A	102.37	101.02	100.97	1.40
P.V. 2	100.97	99.56	99.50	1.47



PLANTA - PERFIL

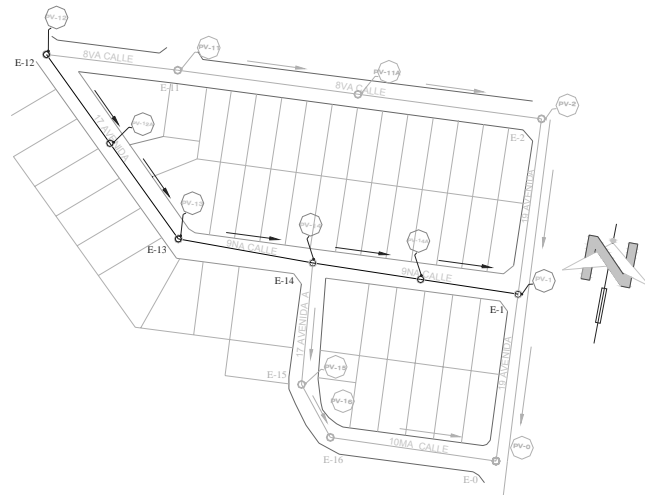
ESC. VER: 1/100
ESC. HOR: 1/1000



PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
UBICACION: JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLA NUEVA

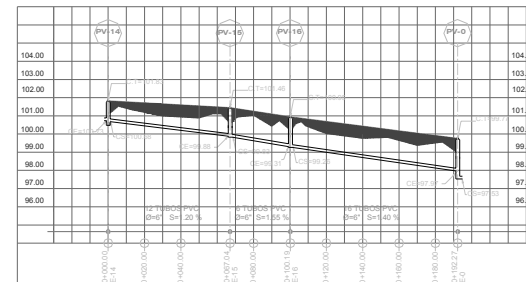
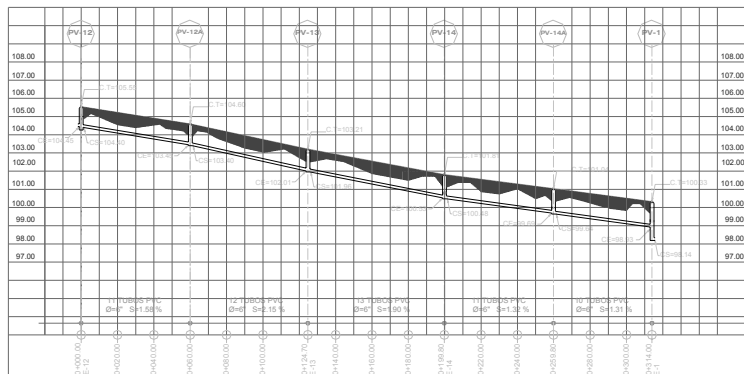
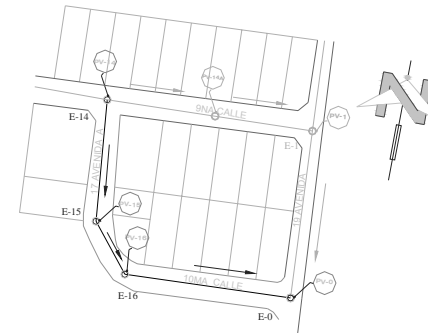
CONTENIDO:
PLANTA PERFIL

FECHA: 2023
AUTOR: []
REVISOR: []
APROBADO: []



REFERENCIAS

CE	COTA INVERT DE ENTRADA			
CS	COTA INVERT DE SALIDA			
HP	ALTURA DE POZO			
C.T. COTA DE TERRENO				
POZO	C.T.	CE	CS	HP
P.V. 12	100.00	104.80	104.40	1.20
P.V. 13	104.60	105.45	105.40	1.20
P.V. 14	103.21	102.01	101.96	1.25
P.V. 15	101.83	100.83	100.48	1.35
P.V. 16	101.04	99.60	99.64	1.40
P.V. 1	100.53	98.93	98.98	1.10
P.V. 14	101.83	100.73	100.68	1.35
P.V. 15	101.46	99.88	99.83	1.63
P.V. 16	100.95	99.31	99.26	1.69
P.V. 2	99.77	99.97	97.92	2.38



PLANTA - PERFIL

ESC. VER: 1/100
ESC. HOR: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
UBICACION: JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLANUEVA

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL

FECHA: 2022



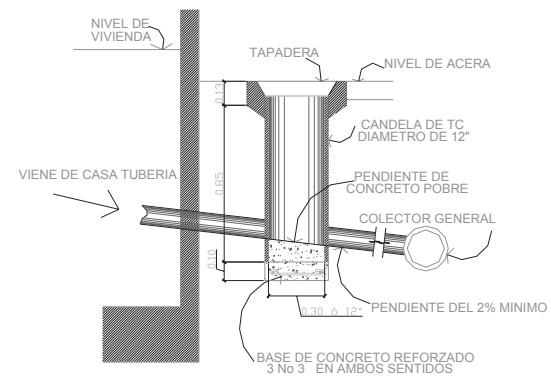
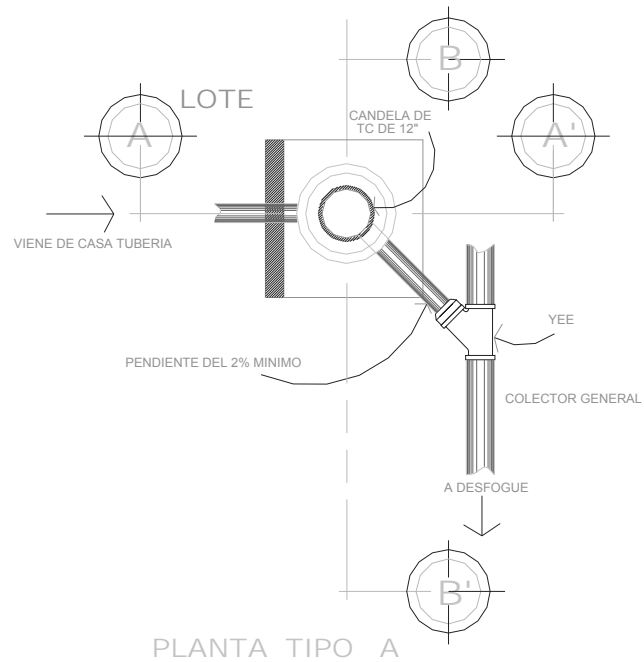
PLANTA - RESUMEN

ESC. 1/1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

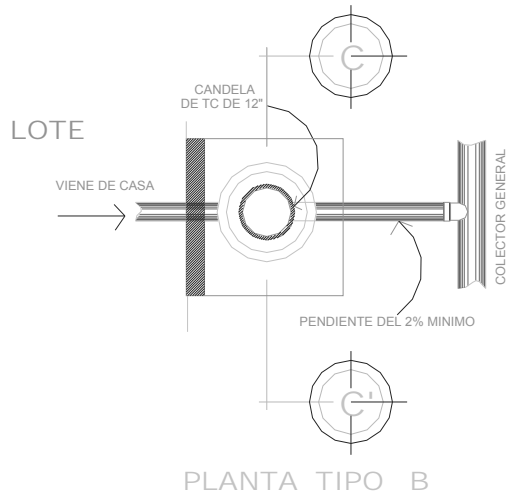
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
UBICACION: JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLANUEVA

CONTENIDO:
PLANTA RESUMEN

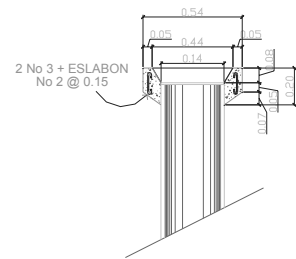


SECCION A - A'

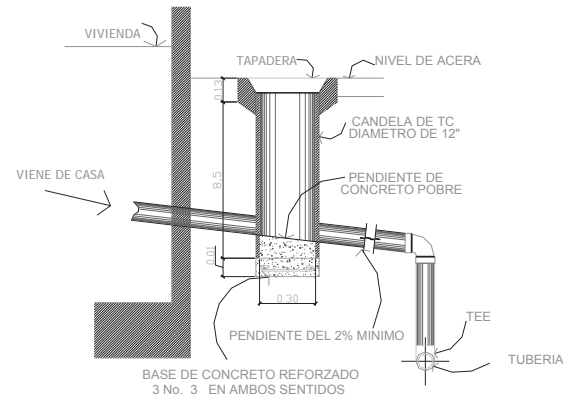
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO
UBICACION:	JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLANUEVA
TIPO:	CONEXIONES DOMICILIARES
ELABORADO POR:	[Signature]
REVISADO POR:	[Signature]
APROBADO POR:	[Signature]
FECHA:	[Date]



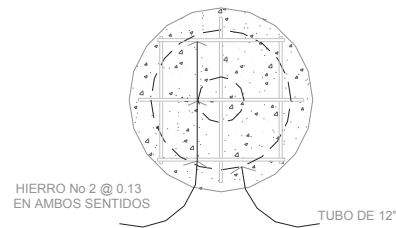
PLANTA TIPO B



SECCION B - B'



SECCION C - C'



PLANTA TAPADERA

SECCION TAPADERA

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA	
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO
UBICACION:	JARDINES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLANUEVA
CARRERA: ESCUELA: CURSO: GRUPO:	TITULO Y MATERIA: CONEXIONES DOMICILIARES
NOMBRE: IDENTIFICACION:	FECHA: ESCALA:



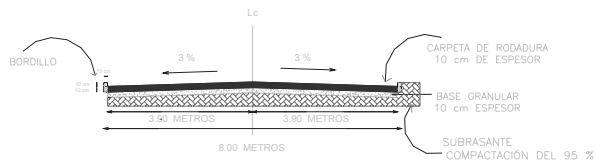
PLANTA GENERAL

ESC: 1/2000

EST.	P.D.	DIST HOR	AZMUT	COTA TERRENO
N	E-0	0.00 m.	0.00 ° 0.00 ' 00 "	99.77
E=0	E-1	92.55 m.	7 ° 30 ' 20 "	100.33
E-1	E-14	114.29 m.	278 ° 29 ' 36 "	101.83
E-1	E-2	97.28 m.	7 ° 37 ' 40 "	100.97
E-2	E-11	201.88 m.	277 ° 36 ' 33 "	104.31
E-2	E-3	94.65 m.	7 ° 29 ' 20 "	101.31
E-3	E-10	201.71 m.	278 ° 01 ' 30 "	104.56
E-3	E-4	90.50 m.	7 ° 15 ' 20 "	101.94
E-4	E-5	202.00 m.	278 ° 05 ' 20 "	104.74
E-5	E-10	89.47 m.	187 ° 06 ' 53 "	104.56
E-5	E-6	206.56 m.	277 ° 24 ' 00 "	108.29
E-6	E-7	97.30 m.	278 ° 21 ' 20 "	111.31
E-6	E-8	89.07 m.	185 ° 08 ' 00 "	108.29
E-8	E-9	47.07 m.	107 ° 55 ' 20 "	107.53
E-8	E-12	126.30 m.	145 ° 11 ' 20 "	105.55
E-8	E-10	157.24 m.	95 ° 53 ' 46 "	104.56
E-10	E-11	96.11 m.	187 ° 35 ' 07 "	104.31
E-11	E-12	72.74 m.	276 ° 48 ' 46 "	105.55
E-12	E-13	124.70 m.	144 ° 24 ' 00 "	103.21
E-13	E-14	76.10 m.	100 ° 07 ' 00 "	101.63
E-14	E-15	67.04 m.	185 ° 18 ' 00 "	101.46
E-15	E-16	33.15 m.	151 ° 25 ' 20 "	100.95
E-16	E-0	92.08 m.	278 ° 08 ' 48 "	99.77
E-0	E-17	47.50 m.	186 ° 13 ' 40 "	99.82

ESPECIFICACIONES

1. SUBRASANTE: SUELO NATURAL EL CUAL DEBERÁ COMPACTARSE ANTES DE COLOCARSE EL SELECTO PARA LA BASE COMPACTACION DEL 95%
2. BASE DE ESPESOR DE 10 cm COMPACTADOS DE MATERIAL SELECTO CON UNA COMPACTACION DEL 95 %
3. CARPETA DE RODADURA DE 10 cm DE ESPESOR DE CONCRETO HIDRAULICO CON RESISTENCIA 4000 PSI
4. PENDIENTE DE BOMBEO DE 3% HACIA EL BORDILLO
5. EL CEMENTO A USAR DEBERÁ SER CEMENTO PORTLAND, CON UNA RESISTENCIA DE 4000 PSI
6. EL CONCRETO DEBERA TENER UNA RELACION DE 1 : 2 : 2



SECCIÓN TÍPICA

ESC: 1/50



PROYECTO: **DISEÑO PAVIMENTO RIGIDO**
 UBICACIÓN: **INDIANES DE LA VIRGEN, ZONA 4, VILLA NUEVA**

DISEÑO Y CÁLCULO
 REDISEÑO Y CÁLCULO
 PLANIFICACIÓN GENERAL
 PLANIFICACIÓN DETALLADA
 PLANIFICACIÓN DE OBRAS
 PLANIFICACIÓN DE OBRAS DE OBRAS
 PLANIFICACIÓN DE OBRAS DE OBRAS

PLANTA GENERAL
SECCIÓN TÍPICA

