

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

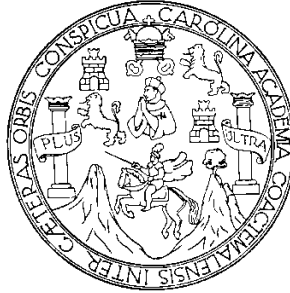
**DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA ALDEA
AGUA DE LA MINA Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA
ALDEA LAS TROJES, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA.**

Gemeli Suriel González Ixén

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, agosto de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA ALDEA
AGUA DE LA MINA Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA
ALDEA LAS TROJES, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXÉN

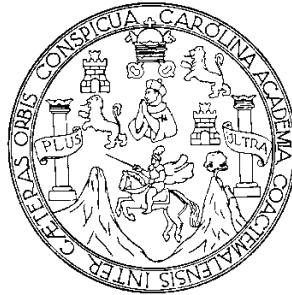
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2008

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	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
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 DE LA PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA ALDEA
AGUA DE LA MINA Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA
ALDEA LAS TROJES, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, DEPARTAMENTO DE
GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 9 de octubre de 2007.

Gemeli Suriel González Ixén

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fuente de mi vida, mi apoyo y fortaleza
Mis padres	Luis Eduardo González Santos Marta Luz Ixén Prado
Mis hermanos	Oliver Stuard González Ixén Daniel Eduardo González Ixén
Mis sobrinos	Bequer Misael González Méndez Sara Abigail González Méndez Daniela Michelle González Márquez
Mis cuñadas	Carolina Márquez y Rosaura Méndez
Mis amigos y compañeros, en especial a	Todas aquellas personas que de una u otra manera supieron entregarme tiempo y dedicación.
Mis amigos y hermanos de la iglesia	Por exhortarme en todo momento a mantener mi fe en Dios, por compartir las alegrías y tristezas que sola no hubiera podido sobrellevar.
Mi patria	Mi libre, querida y bendecida Guatemala.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme realizar mis metas, ya que es Él quien encaminada, dirige mis pasos y permite que sucedan las cosas.
Mis padres	Quienes por amor y la ayuda de Dios han sabido instruirme en el buen camino, permitiendo así que sea la persona que ahora soy.
Mis amigos y compañeros	Todos aquellos que hicieron de mis años de estudio un ambiente grato, no es necesario mencionar nombres pues cada uno se sabe aludido.
Mis amigos y hermanos de la iglesia	Por las oraciones y buenos deseos que se que tienen para mí.
La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el plantel que me brindó la oportunidad de realizar uno de mis sueños.
La Municipalidad de Amatitlán	Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y permitir que sea parte del desarrollo de tan bello municipio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos históricos	1
1.1.1. Monografía del lugar	1
1.1.2. Antecedentes de las aldeas	1
1.2. Aspectos físicos	3
1.2.1. Localización y colindancias	3
1.2.2. Extensión territorial	4
1.2.3. Clima	4
1.2.4. Hidrografía	4
1.2.5. Clasificación del suelo	5
1.3. Servicios básicos	5
1.3.1. Vías de acceso	5
1.3.2. Infraestructura	5
1.3.3. Agua potable	6
1.3.4. Drenaje y letrización	6
1.3.5. Centros educativos	6
1.3.6. Centros de salud	7
1.4. Identificación del problema	7

1.4.1.	Situación actual	7
1.4.2.	Tipo de pavimento actual	8
1.4.3.	Tipo de drenaje existente	8
1.5.	Población	8
1.5.1.	Población total	8
1.5.2.	Población beneficiada	9
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño de la pavimentación de la calle principal de la aldea Agua de la Mina	11
2.1.1.	Ubicación del proyecto en mapa	11
2.1.2.	Análisis de suelos	12
2.1.2.1.	Clasificación del suelo	12
2.1.2.1.1.	Ensayo granulométrico	12
2.1.2.1.2.	Límites de consistencia	13
2.1.2.2.	Ensayos para controlar la construcción del pavimento	14
2.1.2.2.1.	Determinación del contenido de humedad	14
2.1.2.2.2.	Densidad máxima y humedad óptima	14
2.1.2.3.	Ensayo para determinar la resistencia del suelo	14
2.1.2.3.1.	Ensayo valor soporte del suelo	15
2.1.3.	Levantamiento topográfico	15
2.1.3.1.	Planimetría	15
2.1.3.2.	Altimetría	15
2.1.3.3.	Secciones transversales	16
2.1.4.	Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras	16

2.1.4.1.	Cálculo de elementos de curvas horizontales	16
2.1.4.2.	Cálculo de la subrasante	21
2.1.4.3.	Cálculo de elementos de curva verticales	22
2.1.4.4.	Cálculo del drenaje transversal	25
2.1.4.5.	Cálculo de volúmenes de movimiento de Tierra	28
2.1.5.	Pavimentos rígidos	28
2.1.5.1.	Generalidades de un pavimento	28
2.1.5.2.	Definición de pavimento rígido	29
2.1.5.3.	Capas de un pavimento	31
2.1.5.3.1.	Sub-rasante	31
2.1.5.3.2.	Sub-base	31
2.1.5.3.3.	Base	32
2.1.5.3.4.	Capa de rodadura	33
2.1.5.4.	Factores de diseño	34
2.1.5.4.1.	Módulo de ruptura de concreto	34
2.1.5.4.2.	Módulo de reacción del suelo	35
2.1.5.4.3.	Tránsito y cargas de diseño	35
2.1.5.4.4.	Tipo de juntas	37
2.1.5.4.4.1.	Juntas longitudinales	37
2.1.5.4.4.2.	Juntas transversales	38
2.1.5.4.4.3.	Juntas de expansión	38
2.1.5.4.4.4.	Juntas de construcción	38
2.1.6.	Diseño de pavimento rígido de la carretera	39
2.1.6.1.	Método de capacidad	39
2.1.6.2.	Método simplificado	39
2.1.7.	Presupuesto	45
2.1.8.	Cronograma de ejecución física y financiera	47

2.1.9.	Evaluación preliminar ambiental	48
2.1.9.1.	Impacto ambiental que será producido	50
2.1.9.2.	Medidas de mitigación	51
2.1.10.	Evaluación socio económica	53
2.1.10.1.	Valor presente neto	53
2.1.10.2.	Tasa interna de retorno	54
2.2.	Diseño del alcantarillado sanitario de la aldea Las Trojes	56
2.2.1.	Ubicación del proyecto en mapa	56
2.2.2.	Levantamiento topográfico	57
2.2.2.1.	Topografía	57
2.2.2.1.1.	Planimetría	57
2.2.2.1.2.	Altimetría	57
2.2.3.	Trazo del alcantarillado sanitario	58
2.2.3.1.	Trazo de la red	58
2.2.3.2.	Pendientes	58
2.2.3.3.	Descargas	58
2.2.4.	Localización de la descarga	59
2.2.5.	Cálculo e integración de de caudales	59
2.2.5.1.	Caudal domiciliar	63
2.2.5.1.1.	Factor de retorno	64
2.2.5.2.	Caudal de conexiones ilícitas	64
2.2.5.3.	Caudal de infiltración	65
2.2.5.4.	Caudal comercial	66
2.2.5.5.	Factor de caudal medio	66
2.2.5.6.	Factor de <i>Harmond</i>	67
2.2.5.7.	Determinación de caudal sanitario	68
2.2.6.	Diseño de pozo de visita	68

2.2.7. Conexiones domiciliarias	68
2.2.7.1. Candela	69
2.2.7.2. Tubería secundaria	69
2.2.8. Diseño de la red de drenaje	70
2.2.9. Presupuesto	74
2.2.10. Cronograma de ejecución física y financiera	76
2.2.11. Evaluación preliminar ambiental	77
2.2.11.1. Impacto ambiental que será producido	79
2.2.11.2. Medidas de mitigación	81
2.2.12. Evaluación socio económica	82
2.2.12.1. Valor presente neto	82
2.2.12.2. Tasa interna de retorno	83
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA	89
APÉNDICE	91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de ubicación del proyecto	11
2	Sección típica de una carretera	16
3	Elementos de una curva horizontal	20
4	Tipos de curvas verticales	23
5	Elementos de curva vertical	23
6	Diagrama para cálculo de área para corte y relleno	28
7	Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte	44
8	Esquema de ingresos y egresos económicos para el diseño de la pavimentación	54
9	Mapa de ubicación del proyecto	56
10	Diagrama para cálculo de cotas invert	73
11	Esquema de ingresos y egresos económicos para el diseño del alcantarillado sanitario	83

TABLAS

I	Nombre de aldeas, caseríos y cantones del municipio de Amatitlán	2
II	Descripción del sistema vial del municipio	5
III	Descripción de los centros educativos del municipio	6
IV	Descripción de los servicios de salud prestados en municipio	7
V	Valores de constate “K”, según velocidad de diseño	24
VI	Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes	36
VII	Categorías de carga por eje	41
VIII	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K	42
IX	Valores de K para diseño sobre bases granulares (PCA)	42
X	TPDC permisible, carga por eje categoría 1	43
XI	Presupuesto del diseño de la pavimentación	46
XII	Cronograma de ejecución física y financiera del diseño de la pavimentación	47
XIII	Presupuesto del alcantarillado sanitario	75
XIV	Cronograma de ejecución física y financiera del diseño del alcantarillado sanitario	76
XV	Cálculo hidráulico del drenaje sanitario	93
XVI	Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular	103
XVII	Presupuesto de pavimentación con integración de renglones	105
XVIII	Presupuesto de drenaje con integración de renglones	107

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
A	Área
AASTHO	<i>American Association of Highways and Transportation Officials</i>
ACI	<i>American Concrete Institute</i>
a/A	Relación de áreas
d/D	Relación de diámetros
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
L/seg	Litros por segundo
L/hab/día	Litros por habitante por día
PSI	Libras por pulgada cuadrada
PV	Pozo de visita
PVC	Cloruro de polivinilo
Q	Caudal en litros por segundo
Qdom	Caudal domiciliar
Qilíc	Caudal de conexiones ilícitas
Qinf	Caudal de infiltración
Qmed	Caudal medio
Qu	Presión última sobre el suelo
q/Q	Relación de caudales
r	Tasa de crecimiento poblacional

Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad en metros por segundo
v/V	Relación de velocidades
γ	Valor del diagrama de iteración
Σ	Sumatoria de una serie de valores
\emptyset	Diámetro
%	Pendiente del terreno

GLOSARIO

Aguas negras	Se refieren a las aguas de desecho provenientes de usos domésticos, comerciales e industriales.
Altimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud vertical del terreno, que indica la diferencia de altitud entre el punto en que se está situado y un punto de referencia.
Ancho de calzada	Es la distancia transversal al eje de la carretera destinada a la circulación de vehículos.
Bombeo	Pendiente dada la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.
Canal	Conducto que tiene superficie libre, en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que los conduce al sistema de drenaje.

Carril	Superficie de rodamiento que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por unidad de tiempo.
Colector	Tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras indeseables de la población al lugar de descarga.
Colector principal	Sucesión de tramos, que partiendo de la descarga, siguen la dirección de los gastos mayores.
Compactación del suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia su capacidad para soporte de cargas.
Cota invert	Cota de la parte inferior del tubo ya instalado.
Curva circular simple	Es el arco de curva circular de radio constante que une a dos tangentes.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua promedio que consume cada habitante por día.

Especificaciones	Normas que rigen el diseño geométrico de las carreteras, las cuales son una función del tipo de carretera requerido para llenar la finalidad previamente establecida.
Grado máximo de curvatura	De acuerdo con el tipo de carretera se fija un grado máximo de curva a usarse, que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.
Medidas de mitigación	Conjunto de acciones y obras a implementarse para reducir, atenuar o eliminar el impacto de las amenazas, mediante la disminución de la vulnerabilidad de los sistemas y sus componentes.
Pendiente máxima	La mayor pendiente que se permite en un proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno.
Pendiente mínima	Es la pendiente que se fija para permitir el drenaje.
Período de diseño	Tiempo durante el cual, la obra diseñada presentará un servicio satisfactorio.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
Rasante	Perfil del eje longitudinal de la carretera en la superficie de rodadura.

Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes de una carretera.
Sobreancho	Longitud adicional que se añade a la sección a la sección transversal del camino en una curva horizontal.
Superficie de rodadura	Área destinada a la circulación de vehículos, o bien la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas de tránsito.
Talud	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica, que delimita los volúmenes de corte o terraplén, y está contenido entre la cuneta y el terreno original.
TIR	Tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, es decir, el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.
Topografía	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.
VPN	Es el Valor Presente Neto. Se basa en la suposición de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) tiene como base primordial, identificar, analizar y proponer la solución más idónea a los problemas que se presenten, conforme a las necesidades de las diversas comunidades que conforman el territorio guatemalteco. El presente estudio técnico fue realizado en las aldeas Agua de la Mina y Las Trojes, ubicadas, en el municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala, el cual consta de las siguientes partes:

Primordialmente, es necesario conocer los factores ambientales, físicos, económicos, sociales y políticos en el que se desenvuelven los habitantes de las comunidades en estudio, en ese sentido, en el primer capítulo, se hace una descripción de los lugares, en la que se puede encontrar: clima, topografía, tipo de suelo, orografía, recursos hidrológicos, entre otros.

El presente trabajo describe el procedimiento seguido para diseñar la pavimentación de la calle principal para la aldea Agua de la Mina. Los datos fueron tomados en cuenta de acuerdo a las necesidades de los pobladores del lugar.

Para la aldea Las Trojes, se presenta el diseño de la red de drenaje; se describen algunas consideraciones para el diseño del sistema, así como el procedimiento para determinar el caudal sanitario, velocidades, diámetros de tubería, cotas invert y la profundidad de los pozos de visita. Además, se presentan las medidas de mitigación al impacto ambiental y un estudio socioeconómico del proyecto.

OBJETIVOS

General

- Diseñar adecuadamente la pavimentación de la aldea Agua de la Mina y la red de drenaje sanitario de la aldea Las Trojes, en el municipio de Amatitlán, Guatemala.

Específicos

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico, paralelo a un diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Agua de la Mina y Las Trojes, del municipio de Amatitlán, Guatemala.
2. Diseñar un esquema de infraestructura vial de la aldea Agua de la Mina adecuada al lugar, 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.
3. Mejorar las condiciones sanitarias y urbanísticas de la aldea Las Trojes, disminuyendo la contaminación producida por las aguas servidas descargadas a cielo abierto.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura y la salud son dos aspectos fundamentales para el desarrollo de una comunidad. La falta de estos elementos es dificultad para mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Después de una exhaustiva investigación y observación de las necesidades de las comunidades, se eligieron los proyectos que se verán en este documento.

En el primer capítulo se presenta una breve descripción monográfica del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala.

En el segundo capítulo se presenta el diseño de la pavimentación del camino principal que conduce a la aldea Agua de la Mina. El diseño de la estructura se hará con base en todos los criterios adecuados, investigando previamente los requerimientos necesarios para el diseño de carreteras. De la misma manera, contiene el diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea Las Trojes, de acuerdo con las consideraciones necesarias para la elaboración del mismo, y conteniendo además, las medidas de mitigación de impacto ambiental, así como el respectivo estudio socioeconómico para dichos proyectos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos históricos

1.1.1. Monografía del lugar

El municipio de Amatitlán fue fundado el 24 de junio de 1549 con el nombre de San Juan Amatitlán y fue catalogado como ciudad en el año de 1866, en los primeros años de la colonia el ingeniero JUAN BAUTISTA ANTOELLI trazó el primer plano original. El municipio de Amatitlán está situado a 1,200 metros de altura sobre el nivel del mar, su clima templado se ha visto modificado debido a la deforestación y alteración del régimen de lluvias, por lo que ahora es más cálido, su topografía es plana con suelo arenoso, está formada por siete barrios, los cuales son: Barrio la Cruz, Barrio San Juan, Barrio San Lorenzo, Barrio Hospital, Barrio El Rosario, Barrio San Antonio y Barrio El Ingenio; un Cantón llamado, Cantón Amanecer, y aproximadamente 90 Colonias.

1.1.2. Antecedentes de las aldeas

El municipio de Amatitlán cuenta con dieciséis aldeas y dos caseríos que en su mayoría se encuentran al oriente de la cabecera municipal. Las aldeas y caseríos se describen de la siguiente forma:

Tabla I. Nombre de aldeas, caseríos y cantones del municipio

No.	Nombres de las Aldeas
1.	Aldea Agua de la Mina
2.	Aldea Las Trojes
3.	Aldea Llano de Animas
4.	Aldea Mesillas Bajas
5.	Aldea El Durazno
6.	Aldea Laguna Seca
7.	Aldea Calderas
8.	Aldea Cerritos
9.	Aldea El Pepinal
10.	Aldea Eje Quemado
11.	Aldea Los Humitos
12.	Aldea Loma Larga
13.	Aldea San Carlos
14.	Aldea Tacatón

No.	Nombre de los Caseríos
1.	Caserío El Ceibillo
2.	Caserío Chumalán
3.	Caserío Casas Viejas
4.	Caserío Dos Cerros
5.	Caserío La Patillita
6.	Caserío Mesillas Altas
7.	Caserío El Chajil
8.	Caserío El Aceitillal
9.	Caserío El rincón
10.	Caserío del Chiquito
11.	Caserío Loma del Pito
12.	Caserío Manuelón
13.	Caserío Zacualpa

No.	Nombre de los Cantones
1.	Cantón San Juan
2.	Cantón San Rafael
3.	Cantón San Miguel

Aldea Agua de la Mina

Se encuentra ubicada al poniente de la cabecera municipal, a una distancia de tres kilómetros, y tiene una extensión territorial de diez kilómetros cuadrados aproximadamente. Su demarcación territorial es la siguiente:

- Al norte, con aldea Las Trojes de éste municipio.
- Al sur, con la finca El Rosario.
- Al oriente, con el perímetro urbano de la ciudad y autopista al Pacífico.
- Al poniente, con los comuneros de Santa María de Jesús del departamento de Sacatepéquez.

Aldea Las Trojes

Está ubicada al poniente de la cabecera municipal a una distancia de cuatro kilómetros, y tiene una extensión territorial de doce kilómetros cuadrados aproximadamente. Su demarcación territorial es la siguiente:

- Al norte, con comuneros de la finca Bárcenas, y colonia San Jorge.
- Al sur, con aldea Agua de las Minas.
- Al oriente, con el cementerio general y finca Santa Cléotilde.
- Al poniente, con los comuneros de Santa María de Jesús y finca Carmona del departamento de Sacatepéquez.

1.2 Aspectos físicos

1.2.1. Localización y colindancias

El municipio de Amatitlán está ubicado en la parte sur del departamento de Guatemala a 28 Kilómetros de la ciudad capital (distancia entre parques) limita al norte con los municipios de Villa Nueva, Villa Canales, y San Miguel Petapa, al sur con el municipio de Palín del departamento de Escuintla y Santa María de Jesús del departamento de Sacatepéquez, al este con los municipios de San Vicente Pacaya del departamento de Escuintla y Villa Canales del departamento de Guatemala, al oeste con el municipio de Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez.

Su demarcación limítrofe es la siguiente:

- Al norte con los municipios de Villa Nueva, Petapa y Villa Canales.
- Al sur con los municipios de Palín, San Vicente Pacaya del departamento de Escuintla.

- Al oriente con el municipio de Villa Canales
- Al poniente con el municipio de Santa María de Jesús y Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez.

1.2.2. Extensión territorial

El municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, tiene una extensión territorial de 204 Kilómetros cuadrados, está formado por una ciudad, catorce aldeas y trece caseríos.

1.2.3. Clima

Ubicado a una altura de 1,189 msnm, alcanza temperaturas parciales de 27.5°C máxima y 14.5 °C la mínima y temperaturas absolutas de 31.8 °C max. Y 8 °C min. La velocidad del viento alcanzada es de 99 Km/H según datos obtenidos por la estación del INSIVUMEH. Esto hace que el clima sea templado. El ciclo de lluvias es abundante aún, con tendencia a aminorar como consecuencia de la deforestación de la región.

1.2.4. Hidrografía

Contando con el atractivo de su bello lago que tiene movimiento turístico, por ser uno de los lugares más pintorescos del país visitado como paseo dominical o cualquier día de la semana y los dulces típicos amatitlanecos por su hermoso lago, que actualmente sufre contaminación siendo su extensión de 15.2 Kilómetros cuadrados, así mismo cuenta con una laguna situada en la aldea de Calderas y con ríos entre los que se pueden menciona Río de Michatoya, Río Mico I y II. Posee una humedad relativa de 76%, lluvia 1417.7mm y evaporización -99mm.

1.2.5. Clasificación del suelo

Su topografía es plana con suelo arenoso, aunque por la diferencia de alturas que existen respecto a sus aldeas pueden clasificarse distintas clases de suelos en todo su territorio.

1.3 Servicios básicos

1.3.1. Vías de acceso

Cuenta con 2 vías de acceso por la carretera que conduce hacia el Pacífico por la CA-9, 2 vías de acceso por la carretera que conduce al norte por la CA-9 y 1 vía por circunvalación al lago.

1.3.2. Infraestructura

En el aspecto de infraestructura cuenta con el 95% de pavimento en su casco urbano, tiene pavimentados algunos de los caminos principales que conducen hacia sus aldeas y cuenta con en su mayoría con caminos de terracería en el área rural.

Tabla II. Descripción del sistema vial del municipio

SISTEMA VIAL	
DESCRIPCIÓN	KILOMETROS
Calles y Avenidas Terracería, Urbano	3 Km.
Calles y Avenidas, Asfalto o Pavimentos, Urbano	30 Km.
Caminos Terracería, Rural	56 Km.
Carreteras Asfalto o Pavimento, Rural	33 Km.
Total.....	122 Km.

1.3.3. Agua potable

Cuenta con un nacimiento de agua en la finca El Barretal ubicada hacia la aldea de San José Calderas, que es el que provee el vital líquido al casco urbano y otros servicios que proporcionan el agua debido a la perforación de pozos en el área rural y algunos sectores del área urbana.

1.3.4. Drenaje y letrización

En el casco urbano cuenta con el sistema de drenaje sanitario y pluvial, sin embargo, es un sistema que debido al crecimiento poblacional está a punto del colapso. En el área rural es una minoría la que cuenta con sistema de drenaje y el resto cuenta con pozos de absorción y fosas sépticas.

1.3.5. Centros educativos

Cuenta con diversidad de centros educativos nacionales y privados:

Tabla III. Descripción de los centros educativos del municipio

CENTROS EDUCATIVOS	
DESCRIPCIÓN	No.
Escuelas Públicas, Pre primaria Urbana	53
Escuelas Públicas, Pre Primaria Rural	17
Escuelas Públicas, Pre Primaria Urbana	140
Escuelas Públicas, Primaria Rural	16
Institutos Nacionales, Básico Urbano	122
Institutos Nacionales, Básico Rural	05
Institutos Nacionales, Diversificado Urbano	01
Institutos Nacionales, Diversificado Rural	02
Centro Universitario (UPA - FISICC- UG)	01
Academias de computación, mecanografía y Costura	22
Centros de Capacitación	02
Colegios y Establecimientos Privados	36
Total.....	409

1.3.6. Centros de salud

Por su crecimiento poblacional los centros de salud con los que cuentan en el área urbana y rural son los siguientes:

Tabla IV. Descripción de los servicios de salud prestados en el municipio

SERVICIOS DE SALUD	
DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Hospital Nacional de Amatitlán	01
Hospitales Privados	04
Centros de Salud Modelo	01
Unidad Asistencial IGSS	01
Farmacias Estatales	02
Farmacias Privadas	30
Puestos de Salud (El cerrito, Llano de Animas y Calderas)	03
Botiquines Rurales	06
* Los puestos de salud de las Aldeas, Las Trojes, y Mesillas Bajas no están funcionando	

1.4. Identificación del problema

1.4.1. Situación actual

En la actualidad la aldea Agua de la Mina no cuenta con la infraestructura adecuada en su calle principal siendo esta de terracería. Actualmente los habitantes sufren por no poder transitar libremente por dicha calle, la falta de la infraestructura adecuada provoca que en época de verano se produzcan grandes polvaredas que ocasionan problemas respiratorios, dicha situación también provoca que en época de invierno dificulte el tránsito de personas y vehículos por empozamiento de agua.

La aldea Las Trojes todavía no cuenta con sistema de drenaje sanitario, lo cual provoca propagación de enfermedades ya que el desfogue de aguas negras se conducen hacia una fosa séptica, un pozo de absorción y en algunos casos a flor de tierra. Este es un problema que afecta el desarrollo de la calidad de vida de los habitantes de dicha comunidad.

1.4.2. Tipo de pavimento actual

El camino principal de la aldea Agua de la Mina es de terracería, los pasajes, callejones y algunas colonias también son de terracería. El camino principal de la colonia El Pedregal que conduce hacia la cañada; es el único que cuenta con pavimentación de adoquín.

1.4.3. Tipo de drenaje existente

La aldea Las Trojes no cuenta con el servicio de drenaje sanitario, actualmente en las viviendas cuentan con pozos de absorción, en algunos sectores cuentan con fosas sépticas y los carentes de estas desfogan sus aguas residuales sobre el nivel de suelo.

1.5. Población

1.5.1. Población total

La población total del municipio de Amatitlán al año 2007 es de 96,503 habitantes, según el censo del INE, con 70,949 habitantes en el área rural y 25,554 en el área urbana.

Para la estimación del número de habitantes de la población futura se utilizó el método del incremento geométrico, siendo su fórmula la siguiente:

$$P_n = P_o(1 + r / 100)^n$$

Donde:

P_n = Población futura

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Diferencia de años

De donde despejando para encontrar la tasa de crecimiento queda de la siguiente:

$$\gamma = \left(\sqrt[n]{\frac{P_n}{P_o}} - 1 \right) * 100$$

Si se sabe que para el año 2005 la población era de 91,479 habitantes y en el año 2007 es de 96,503 habitantes.

$$\gamma = \left(\sqrt[2]{\frac{96503}{91479}} - 1 \right) * 100$$
$$\gamma = 2.71\%$$

1.5.2. Población beneficiada

Las poblaciones beneficiadas para éste proyecto son:

- Aldea Las Trojes, con una población de 3,025 habitantes
- Aldea Agua de la Mina, con una población de 4,515 habitantes

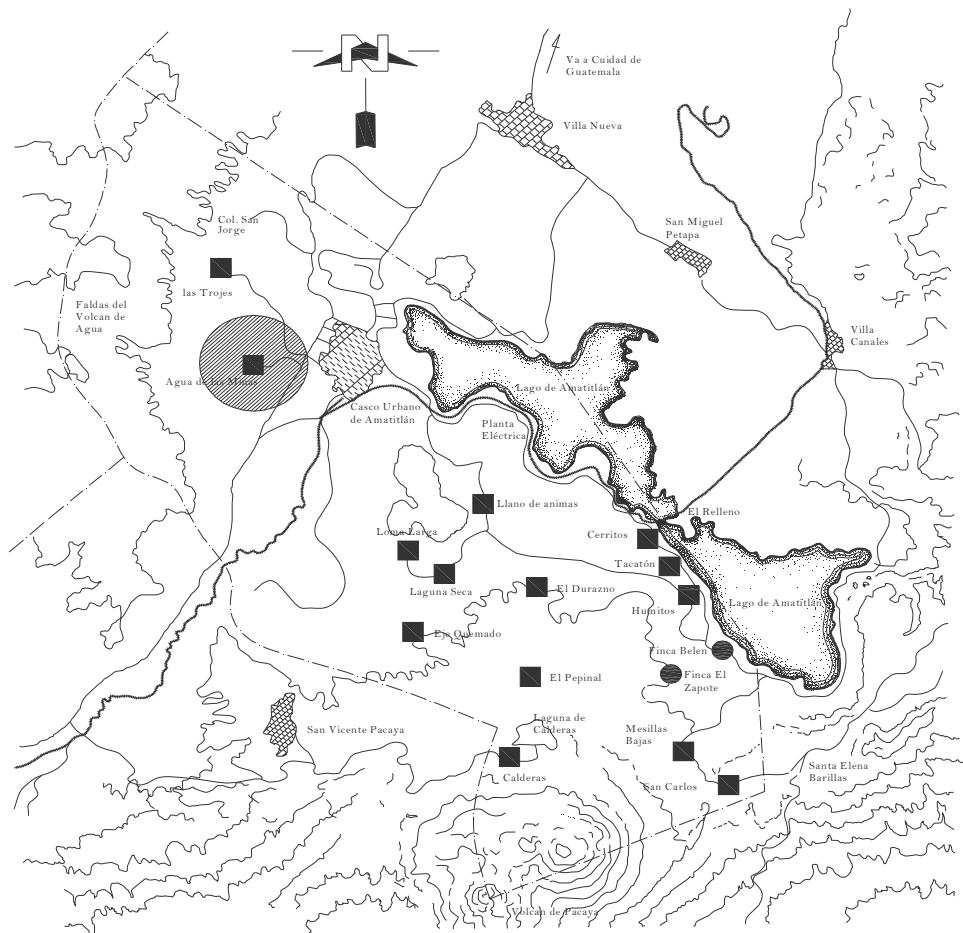
Las dos aldeas dan un total de 7,540 habitantes beneficiados.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la pavimentación de la calle principal de la aldea Agua de la Mina

2.1.1. Ubicación del proyecto en mapa

Figura 1. Mapa municipio de Amatitlán



Fuente: Municipalidad de Amatitlán.

2.1.2. Análisis de suelos

Para realizar el diseño del pavimento es necesario realizar un estudio o análisis de suelos el cual determina por los distintos ensayos las características del suelo, entre los ensayos podemos mencionar:

- Ensayos para la clasificación de suelo (Granulometría y Límites de Atterberg)
- Ensayo de densidad máxima y humedad óptima (Proctor)
- Ensayo para la determinación de la resistencia del suelo (CBR)

2.1.2.1. Clasificación del suelo

La clasificación de suelo se determina por medio de dos ensayos diferentes siendo estos: el granulométrico y los límites de Atterberg.

2.1.2.1.1. Ensayo granulométrico

Este ensayo ayuda a conocer las propiedades que poseen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en las partículas que lo componen.

Los resultados de éste ensayo, correspondientes al suelo de la aldea Agua de la Mina, según AASHTO T-27 son:

% de grava: 3.00

% de arena: 80.00

% de finos: 17.00

Clasificación C. S.U.: SM

Clasificación P.R.A.: A-2-4

2.1.2.1.2. Límites de consistencia

Los límites de consistencia nos sirven para determinar las propiedades plásticas de los suelos arcillosos limosos y se determinan por su contenido de humedad, estos son:

Límite líquido: representa el estado del suelo cuando este se comporta como una pasta fluida y mide la resistencia del suelo a un determinado contenido de humedad.

Límite plástico: es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico.

Índice de plasticidad: es la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades dentro del cual el suelo se encuentra en estado plástico.

Los resultados de laboratorio del ensayo de los límites de consistencia según AASHTO T-89 y T-90 son los siguientes:

% Límite líquido: 0.00

% Límite plástico: 0.00

% Índice plástico: 0.00

Clasificación C. S.U.: SM Arena limosa de color café claro

2.1.2.2. Ensayos para controlar la construcción del pavimento

Los ensayos para el control de la construcción de pavimentos son los siguientes:

2.1.2.2.1. Determinación del contenido de humedad

Es la cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte (CBR) y los límites de consistencia.

2.1.2.2.2. Densidad máxima y humedad óptima (Proctor)

Para alcanzar la densidad máxima es necesario que la masa de suelo tenga una humedad determinada, misma que se conoce como humedad óptima. Para éste ensayo existen dos métodos, (1) Proctor Estándar y (2) Proctor modificado. Para carreteras en Guatemala se debe utilizar el ensayo Proctor modificado; el proceso analítico debe hacerse según la norma AASHTO T-180.

Densidad máxima: 1778 kg/m³ o 111 lb/pie³

Humedad óptima: 13.5%

2.1.2.3. Ensayo para determinar la resistencia del suelo

La resistencia del suelo es determinada por medio del ensayo CBR (valor soporte del suelo), el cual se describe a continuación:

2.1.2.3.1. Ensayo valor soporte del suelo (CBR)

Se le denomina ensayo de relación soporte porque mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. Es utilizado como una forma de clasificación de la capacidad de un suelo, para conocer si funciona como subrasante o material base en construcción. Los resultados de laboratorio del ensayo de CBR según AASHTO T-193 son los siguientes:

Golpes	C(%)	CBR(%)	γ(lb/pie³)
30	96.8	25	107.4
60	98.9	64.5	109.7

2.1.3. Levantamiento Topográfico

2.1.3.1. Planimetría

La planimetría es la parte de la topografía que estudia todas las medidas y variaciones que se presentan en un plano horizontal, para realizar dicho estudio se aplicó el método de poligonal abierta con conservación de azimut para lo cual se utilizó el siguiente equipo topográfico:

- Estación Total
- Estadía (con prisma)
- Estacas o marcas

2.1.3.2. Altimetría

La altimetría es la parte de la topografía que trata de la medida de las alturas; para este levantamiento se aplicó el método Geométrico simple.

2.1.3.3. Secciones Transversales

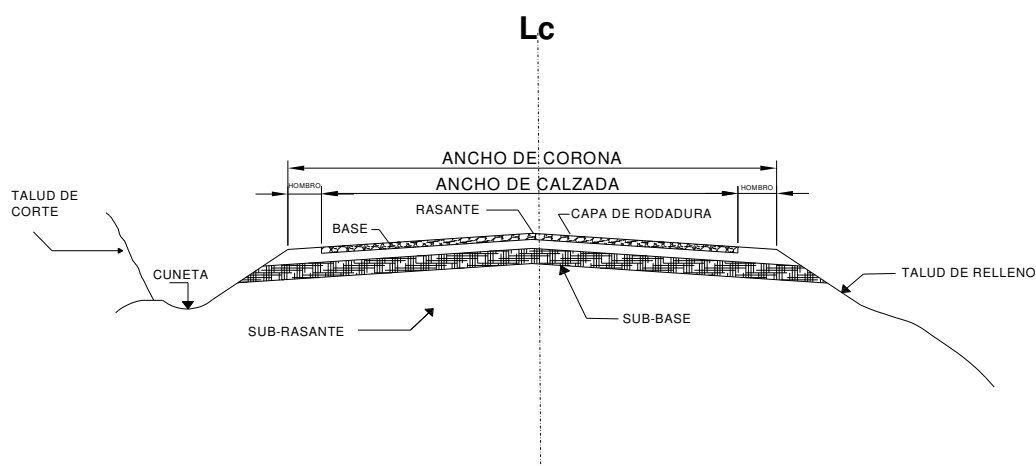
Método por medio del cual se calculan las curvas transversales y que consiste en obtener las cotas de los puntos medidos tomando como referencia el eje central hacia los lados, es decir hacia puntos que nos interesen como por ejemplo ancho de vía, banqueta existente, barranco, talud, cerco, poste, etc. dichos puntos se encuentran perpendiculares respecto al eje central de la carretera.

2.1.4. Diseño geométrico de carretera y movimiento de tierras

2.1.4.1. Cálculo de elementos de curvas horizontales

Estos elementos, son aquellos que definen el perfil del terreno en dirección normal al eje del alineamiento horizontal.

Figura 2. Sección típica de una carretera



- **Ancho de corona:** es la superficie de la carretera que se encuentra delimitada por las aristas del terreno y los interiores de las cunetas. Los elementos que definen el ancho de corona son: la rasante, ancho de calzada, pendiente transversal y los hombros.
- **Rasante:** es la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo de la corona, en la parte superior del pavimento. Este elemento es fundamental para el diseño, ya que señala el nivel final de la carretera.
- **Ancho de calzada:** el ancho de calzada es la parte del ancho de corona, destinada a la circulación de vehículos, constituido por uno o más carriles.
- **Hombros:** el hombro es el área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada, que se diseña para obtener ventajas tales como la conservación del pavimento, la protección contra humedad y posibles erosiones en la calzada, proporcionando al mismo tiempo seguridad al usuario, al disponer de un espacio adicional fuera del ancho de la misma. Cabe mencionar que por las condiciones del terreno no se incluyeron hombros en el diseño.
- **Cunetas y contracunetas:** son obras de drenaje que pertenecen a la sección típica. Son canales o conductos abiertos para la conducción del agua de lluvia, estas se construyen paralelamente al eje de la carretera para drenar dichas aguas.

- **Pendiente transversal:** es la pendiente que se le asigna a la corona en el eje perpendicular al de la carretera. Según su relación con los hombros y el alineamiento horizontal pueden darse tres tipos:
 - a. Pendiente por bombeo: es la pendiente transversal que se da a la corona, en las tangentes del alineamiento horizontal, con el objetivo de facilitar el escurrimiento superficial del agua.
 - b. Pendiente por peralte: es la inclinación dada a la corona sobre una curva, para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga que ejerce el peso del vehículo en movimiento.
 - c. Pendiente por transición: es el bombeo dado para el cambio gradual de la pendiente por peralte, hacia la pendiente por bombeo.

- **Taludes:** Son los planos inclinados de la terracería que pertenecen a la sección típica de una carretera. Los taludes determinan los volúmenes de tierra tanto en corte como en relleno. Este proyecto no cuenta con taludes significativos; asimismo es necesario mencionar que la calle se encuentra definida.

El cálculo de los elementos de las curvas horizontales es realizado en planimetría, donde la línea final y las curvas horizontales definirán la ruta a seguir y componen la guía fundamental para el trazo de la carretera. Para el diseño de las curvas y el cálculo de las mismas se siguió el patrón que a continuación se explica, utilizando como modelo la primera curva:

Los datos de campo obtenidos son los siguientes:

- External [E] = 3.98 m.
- Delta [Δ] = 22°36'37

Para calcular los elementos que componen la curva se procedió de la siguiente manera:

1. Sub-tangente [St]

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

$$St = \frac{E}{\tan\left(\frac{\Delta}{4}\right)} \rightarrow St = \frac{3.98}{\tan\left(\frac{22^{\circ}36'37''}{4}\right)} = 9.55 \text{ m}$$

2. Radio [R]

Es la distancia perpendicular al principio de curva [PC] o principio de tangente [PT] hacia el centro.

$$R = \frac{St}{\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)} \rightarrow R = \frac{9.55}{\tan\left(\frac{22^{\circ}36'37''}{2}\right)} = 47.77 \text{ m.}$$

3. Grado de curvatura [G]

En Guatemala se define como el ángulo central que sobre una circunferencia define un arco de 20 metros de longitud. Es decir, que el grado de curva [G] es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.

$$G = \frac{1145.9156}{R} \rightarrow G = \frac{1145.9156}{129.87} = 23^{\circ}59'18''$$

4. Longitud de curva [LC]

Es la distancia medida desde el principio de la curva [PC], al principio de tangente [PT], sobre la curva diseñada.

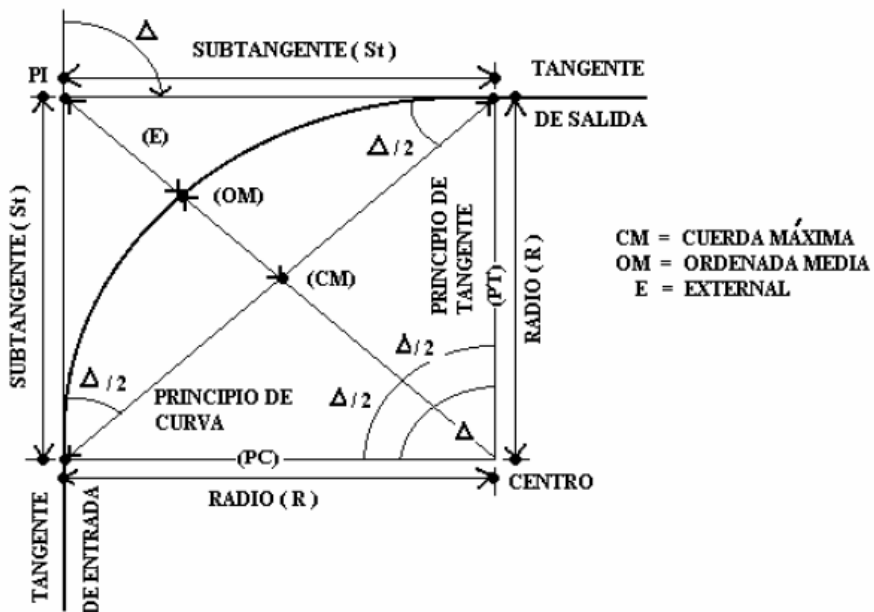
$$LC = \frac{(20 \times \Delta)}{G} \rightarrow LC = \frac{(20 \times 22^\circ 36' 37'')}{23^\circ 59' 18''} = 18.85 \text{ m}$$

5. Cuerda máxima [CM]

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

$$CM = 2 \times R \times \text{Sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) \rightarrow CM = 2 \times 47.77 \times \text{Sen}\left(\frac{22^\circ 36' 37''}{2}\right) = 18.73 \text{ m}$$

Figura 3. Elementos de una curva horizontal



2.1.4.2. Cálculo de la subrasante

La subrasante es la que define el volumen del movimiento de tierras, por lo que de un buen diseño depende la economía del proyecto, realizar un buen diseño de la subrasante significa que sea la que ocasione el menor movimiento de tierra.

Para el cálculo se debe obtener lo siguiente:

- Definir la sección típica de la carretera
- El alineamiento horizontal y el perfil longitudinal del tramo
- Las secciones transversales
- Las especificaciones necesarias
- Datos de la clase del terreno
- Haber determinado puntos obligados

La subrasante se proyecta sobre el perfil longitudinal del terreno, este proceso es por medio de aproximación, y alineamiento vertical debe combinarse con el horizontal.

Se debe tener cuidado de balancear el corte con el relleno en una distancia no mayor de los quinientos metros, se debe dejar arriba el corte para facilitar el transporte del mismo, solamente en pendientes menores de 4% se permitirá que el corte quede pendiente debajo de los rellenos.

Los criterios que se utilizaron en el diseño de la subrasante de la carretera para éste trabajo, se apegan a los criterios de una subrasante en los tres tipos de terreno: llano, montañoso y ondulado considerado hacer el menor movimiento de tierras posible.

2.1.4.3. Cálculo de elementos de curvas verticales

Una carretera posee curvas horizontales y verticales, es decir que la carretera trabaja en tres dimensiones, para el diseño las carreteras se desglosan en planimetría y altimetría. Cuando nos referimos a altimetría, necesariamente se deben estudiar las curvas verticales y los parámetros que la conforman, éste tipo de curva se observa cuando el perfil de la carretera cambia de pendiente. Las curvas verticales se caracterizan por ser cóncavas o convexas.

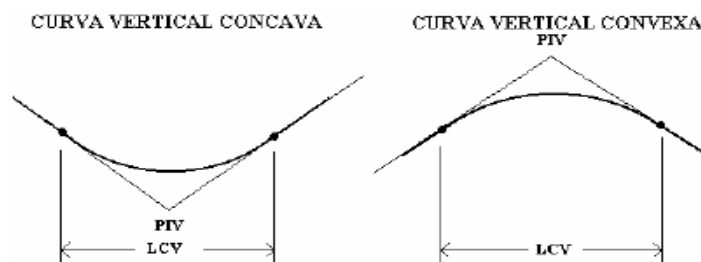
También existen curvas de ascenso con ambas pendientes positivas (convexas), y curvas en descenso con ambas pendientes negativas (cóncava), el propósito de una curva vertical radica en proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas pueden ser circulares o parabólicas, pero en nuestra nación se utiliza la parabólica simple.

Las especificaciones técnicas para curvas verticales que la Dirección General de Caminos establece se encuentran en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. Cuando se diseñan las curvas verticales se debe considerar la longitud, para evitar con esto traslapes entre curvas, tomando en cuenta la mejor visibilidad para los conductores.

Para el diseño de carreteras rurales se ha establecido que la longitud de curva debe ser igual a la velocidad de diseño. Ya que esto reduce de gran manera los costos del proyecto, ya que las curvas amplias ocasionarán movimientos de tierra. En esta carretera existen tramos bastante planos, para los cuales se considera una longitud de curva mayor a la velocidad (40km/h) a excepción de donde el movimiento de tierras es bastante considerable.

Para mostrar el procedimiento a seguir para el cálculo de curvas verticales, tomaremos como referencia la segunda curva vertical que se evidencia en los planos:

Figura 4. Tipos de curvas verticales



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

$$L_{cv} = K \times A$$

Donde:

- L_{cv}: Longitud de curva vertical
- K: Constante de velocidad de diseño
- A: Diferencia de pendientes (P₂-P₁)

Figura 5. Elementos de curva vertical

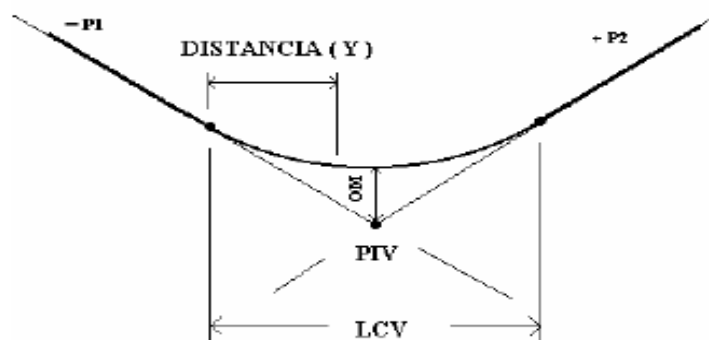


Tabla V. Valores de constante “K”, según velocidad de diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO	VALOR DE K, SEGÚN TIPO DE CURVA	
	K.P.H.	CÓNCAVA
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	22	29
90	29	43
100	36	60

Chequear si cumple las siguientes condiciones:

- Apariencia

$$K = \frac{Lcv}{A} \leq 30$$

$$K = \frac{120}{5.34} = 22.47 \leq 30 \text{ Si cumple}$$

- Comodidad

$$K = \frac{Lcv}{A} \geq \frac{v^2}{360}$$

$$K = \frac{120}{5.34} = 22.47 \geq \frac{30^2}{360} \text{ Si cumple}$$

- Drenaje

$$K = \frac{Lcv}{A} \leq 43$$

$$K = \frac{120}{5.34} = 22.47 \leq 43 \text{ Si cumple}$$

- Seguridad:

$$L = K * A \quad L = 22.47 * 5.34 = 120$$

Entonces procedemos a calcular la ordenada media así como también los principios de curva, principios de tangentes y correcciones por curva a subrasante:

$$OM = \frac{AxLcv}{800} = \frac{(0.41 - 5.76) \times 120}{800} = 1.074 \text{ m}$$

$$Est \text{ PCV} = Est \text{ PIV} - \frac{Lcv}{2} \rightarrow Est \text{ PCV} = (0 + 365.863) - \frac{120}{2} = 0 + 305.863$$

$$Est \text{ PTV} = Est \text{ PIV} + \frac{Lcv}{2} \rightarrow Est \text{ PTV} = (0 + 365.863) + \frac{120}{2} = 0 + 425.863$$

$$D = \left[\frac{Lcv}{2} - (Est \text{ PIV} - Est) \right]^2 \rightarrow D = \left[\frac{120}{2} - (0 + 365.863 - 0 + 365.863) \right]^2 = 3,600$$

$$Y = \frac{OM}{\left(\frac{Lcv}{2}\right)^2} \times D \rightarrow Y = \frac{1.074}{\left(\frac{120}{2}\right)^2} \times 3,600 = 1.074 \text{ m (OM)}$$

Donde:

OM = Ordenada media

EstPIV = Estación del punto de intersección

EstPCV = Estación de principio de curva vertical

EstPTV = Estación de principio de tangente de curva vertical

Est = Estación de la cual se desea conocer la corrección

D = Distancia a partir del extremo al punto que se corregirá

Y = Corrección vertical

2.1.4.4. Cálculo del drenaje transversal

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

Para calcular cada una de las variables de éste elemento utilizaremos la fórmula de Kippich para el tiempo de concentración t , y el método racional para el cálculo del caudal.

Calculando con el método racional:

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

Donde:

Q = caudal [m^3/s]

I = intensidad de lluvia [mm/h]

C = coeficiente de escorrentía, en el cual se utilizará $C=0.80$
(terreno con mucha loma)

A =Área de la cuenca. [Ha]

$$I = \frac{a}{b + t}$$

Donde:

a y b = variación en cada región, de los datos
proporcionados por el INSIVUMEH

t = tiempo de concentración en minutos

Fórmula de Kippich para el tiempo:

$$t = \left(\frac{0.886 * L^3}{H} \right)^{0.385} * 60$$

Donde:

L = longitud del cauce (km.)

H = diferencia de elevación entre el punto más lejano y el punto
analizado. (m)

$$t = \left(\frac{0.886 * 0.65^3}{150} \right)^{0.385} * 60 = 5.06 \text{ min} \qquad I = \frac{965}{3.1 + 5.06} = 118.26 \text{ mm/h}$$

Nota: los datos a=965 y b=3.1 pertenecen a la estación hidrológica número 8 código 06.01.00 denominada INSIVUMEH, correspondiente al departamento de Guatemala, con un período de retorno de 30 años.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0.8 * 118.26 * 9.5671}{360} = 2.51 \text{ m}^3/\text{s}$$

Utilizando Manning

$$D = \left(\frac{Q * n * 4^{\frac{5}{3}}}{s^{\frac{1}{2}} * \pi} \right)^{\frac{3}{8}} = \left(\frac{2.5 * 0.013 * 4^{\frac{5}{3}}}{0.10^{\frac{1}{2}} * \pi} \right)^{\frac{3}{8}} = 0.66 \text{ m}$$

Donde:

n= coeficiente de rugosidad del material

n= 0.013 (Riblock)

Área de descarga

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \qquad A = \frac{\pi * 0.66^2}{4} = 0.342 \text{ m}^2$$

Usando un $\phi = 24" \approx 0.6096\text{m}$

$$A = \frac{\pi * 0.6096^2}{4} = 0.29 \text{ m}^2$$

$$\text{No.tubos} = \frac{0.342}{0.29} = 1.18 \text{ m}^2 \approx 2 \text{ tubos de } 24"$$

2.1.4.5. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra

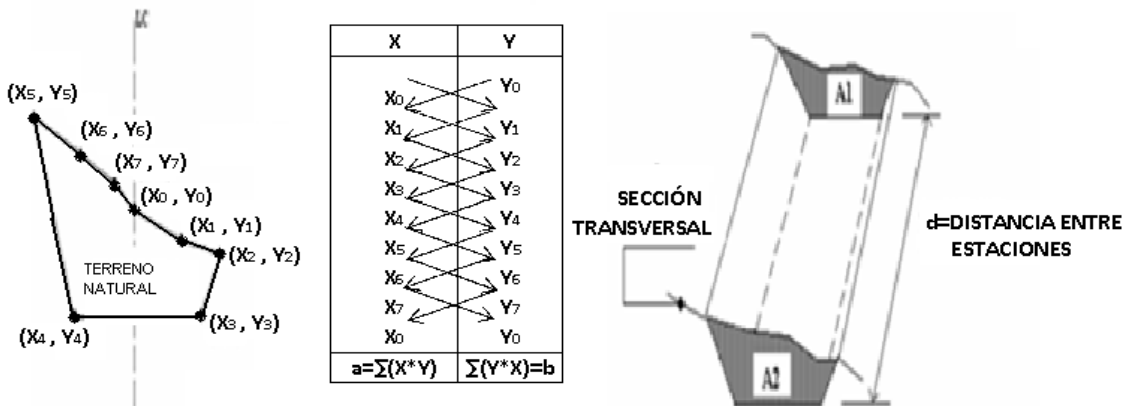
Es una de los principales renglones que proporcionan una buena referencia del costo directo de la carretera, ya que dependiendo de la experiencia del diseñador, logrará realizar un balance óptimo entre el corte y el relleno. Por tal razón es que el cálculo de movimiento de tierras debe realizarse de una manera óptima para lograr un mejor balance y así proporcionar el costo mínimo, con la mejor calidad de la carretera.

Figura 6. Diagrama para cálculo de área para corte y relleno

$$\text{ÁREA} = \frac{\sum(X_1 + Y_{1+1}) - \sum(Y_1 + X_{1+1})}{2}$$

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

V=VOLUMEN DE TIERRA
A1=ÁREA DE SECCIÓN 1
A2=ÁREA DE SECCIÓN 2



2.1.5. Pavimentos rígidos

2.1.5.1. Generalidades de un pavimento

Pavimento es toda estructura multicapa que se coloca sobre la subrasante de una carretera, integrada principalmente por la sub-base, la base y la carpeta de rodadura; provee un servicio al usuario con la debida seguridad, confort y durabilidad.

Tiene el objetivo de distribuir las cargas de tránsito sobre el suelo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos y proteger al suelo de los efectos adversos del clima que afecten su resistencia al soporte.

Según la carpeta de rodadura, los pavimentos pueden ser: flexibles, rígidos y semirrígidos; los pavimentos de losas de concreto son pavimentos rígidos, mientras que los pavimentos de asfalto son flexibles.

2.1.5.2. Definición de pavimento rígido

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

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

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

En virtud de estar los pavimentos rígidos sujetos a los esfuerzos ya anotados, es notorio que para que estos pavimentos cumplan en forma satisfactoria y económica la vida útil que de ellos se espera, es necesario que el proyecto esté basado en los siguientes factores:

- a) Volumen, tipo y peso del tránsito a servir en un futuro previsible.
- b) Valor relativo de soporte y características de la subrasante.
- c) Clima de la región.
- d) Resistencia y calidad del concreto a emplear.

Si en el proyecto de un pavimento no se toma en cuenta alguno de los puntos mencionados, el pavimento no será económico.

El conocimiento del volumen y las características del tránsito actual y del previsible son necesarios para poder fijar el número y el ancho de las vías requeridas para satisfacerlo, y el peso de las cargas por rueda son imprescindibles para el cálculo de los espesores de las losas.

Antes de iniciar la construcción de la losa ya sea reforzada o sin refuerzo, se necesita hacer ciertas cantidades de trabajos previos, tales como construcción de bordillo, instalaciones subterráneas como drenajes, electricidad, teléfonos, tubería de agua, movimiento de tierras, etc.

Después de estos trabajos previos, se afina y compacta la subrasante la cual se hace con motoniveladora y compactadora. La base en la mayoría de los casos es necesaria y la clase de materiales a utilizarse depende del CBR de la subrasante, la cual consiste en esparcir el material selecto por medio de una motoniveladora, dejándolo a la altura necesaria.

2.1.5.3. Capas de un pavimento

2.1.5.3.1. Sub-rasante

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño correspondiente a la estructura prevista.

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.

2.1.5.3.2. Sub-base

Es la primera capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar. Está constituida por una capa de material selecto o estabilizado, de un espesor establecido por el diseñador el cual debe de estar compactado, según las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso menor de 10 cm. ni mayor de 70 cm. Deberá estar libre de vegetales, basura, terrones de arcilla, y/o cualquier otro material que pueda causar fallas en el pavimento, en éste proyecto por la calidad del suelo no se necesario colocar sub-base. Sus funciones son:

- Eliminar la acción del bombeo
- Aumentar el valor soporte
- Hacer mínimos los efectos de cambio de volumen en los suelos de la subrasante

La sub-base está compuesta por suelos granulares en estado natural o mezclados, los cuales deberán llenar los siguientes requisitos:

- Valor soporte: debe tener un CBR mínimo de 30 (AASHTO T-193), efectuando sobre muestra saturada a 95% de compactación (AASHTO T-180).
- Granulometría: el tamaño máximo de las piedras del material que se utilice para sub-base no debe ser mayor de 7cm y no tener más del 50% en peso, partículas que pasen el tamiz No. 200.
- Plasticidad y cohesión: el material que pase por el tamiz No. 40, no deberá tener un índice de plasticidad mayor de 6% (AASHTO T-90), ni un límite líquido mayor que 25% (AASHTO T-89). En casos especiales, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero no podrá ser mayor de 8%. El equivalente de arena no puede ser menor de 25% (AASHTO T-176).

2.1.5.3.3. Base

Es la capa de espesor diseñado, constituyente de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originales por el tránsito, a las capas subyacentes y sobre la cual se coloca la carpeta de rodadura. Si el suelo no cumpliera con los requerimientos se procederá como en éste proyecto a estabilizar el suelo que dará como resultado una capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una base destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas, a la capa de sub-base, la cual debe tener el ancho, espesores y proporciones indicadas en los planos.

El material de base debe estar conformado de grava de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno y libre de materia vegetal, basura o terrones de arcilla, para éste proyecto se utilizará una capa de selecto con un espesor de 10 cm. Asimismo, debe llenar los requisitos siguientes:

- Valor soporte: debe tener un C.B.R, mínimo de 90, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación (AASHTO T-180).
- Abrasión: el material que quede retenido en el tamiz No. 4, no debe de tener un desgaste mayor de 50 a 500 revoluciones en la prueba de la AASHTO T-96.

2.1.5.3.4. Capa de rodadura

Está constituida por losas de concreto simple o reforzado, diseñada para soportar las cargas inducidas por la circulación del tránsito.

En pavimentos rígidos es necesario que la capa de rodadura tenga otros elementos no estructurales, para proteger tanto esta capa como las inferiores; entre las cuales, podemos mencionar:

- Juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para su impermeabilización).
- Bordillos.
- Cunetas o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en su superficie.

La capa de rodadura debe de estar diseñada para cumplir las siguientes funciones:

- a) Proteger la superficie sobre la cual está construido el pavimento de los efectos destructivos del tránsito.
- b) Prevenir la infiltración del agua a las capas inferiores.
- c) Proveer un valor soporte elevado a fin de que resista las cargas provenientes de los vehículos y estas se distribuyan a las capas inferiores.
- d) Textura superficial poco resbaladiza aun cuando se encuentre húmeda.
- e) Proporcionar buena visibilidad y seguridad por su color claro al tráfico nocturno de vehículos.

2.1.5.4. Factores de diseño

2.1.5.4.1. Módulo de ruptura de concreto (MR)

La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo de flexión como de compresión. Sin embargo la relación de esfuerzos compresivos de resistencia a la compresión, es bastante pequeña como para influenciar el diseño del espesor de la losa. En cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores y por eso son usados estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos.

La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto y está definido con el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. La resistencia a la tensión del concreto es relativamente baja, por lo cual por motivo de seguridad para el cálculo se tomó el valor más bajo que es de 550 PSI.

2.1.5.4.2. Módulo de reacción del suelo (K)

Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada en un área cargada, dividida entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. El valor de K está expresado en libras por pulgada cuadrada (PSI/plg²).

Este módulo nos proporciona la característica de resistencia que implica la elasticidad del suelo. Se dice que es igual al coeficiente del esfuerzo aplicado por una placa entre la deformación correspondiente, producida por dicho esfuerzo. Esta propiedad del suelo es muy importante en el diseño de pavimentos, pero debido a que la prueba de carga de plato es tardada y cara, el valor de K, es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR), o una prueba del valor R.

El resultado es válido ya que no se requiere una determinación exacta del valor K; las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del pavimento, asiendo una aproximación por medio del resultado del ensayo del valor soporte CBR se obtuvo un valor K de 250.

2.1.5.4.3. Tránsito y cargas de diseño

El tránsito es el número y los pesos por eje pesados, durante la vida de diseño, son las variables del pavimento de concreto. Éstos son derivados de estimaciones siguientes; el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos lo llamaremos TPD y el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones, lo llamaremos TPDC, para el diseño de éste proyecto se obtuvo un rango de 5-18%.

El tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, el crecimiento anual es del 2% al 6% que corresponden a factores de proyección de tránsito a 20 años de 1.2 a 1.8. (ver tabla IV). Pero el uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no son aplicables, ya que estas calles llevan poco tránsito, por lo que las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2% por año (factor de proyección 1.1 a 1.3).

Tabla VI. Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes

PORCENTAJE ANUAL DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO %	FACTOR DE PROYECCIÓN 20 AÑOS	FACTOR DE PROYECCIÓN 40 AÑOS
1	1.1	1.2
1½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 18

2.1.5.4.4. Tipos de juntas

El objetivo principal de éstas es el de permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento.

Cuando un concreto se agrieta puede que sea debido a las siguientes condiciones:

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

Las juntas que usualmente se usan en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales, que a su vez se clasifican como el de contracción, de construcción y de expansión.

2.1.5.4.4.1. Juntas longitudinales

Éstas se colocan paralelamente al eje longitudinal del pavimento, para prevenir la formación de las grietas longitudinales; pueden ser en forma mecánica o unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81m) y es la que determina qué ancho tendrá el carril, para éste diseño únicamente se utilizará la del centro que coincidirá con el eje central de la carretera determinando el ancho de cada uno de los carriles.

2.1.5.4.4.2. Juntas transversales

La función de éstas, es la de controlar las grietas causadas por la retracción del secado del concreto. Las juntas transversales deberán de tener una ranura que tenga, por lo menos, tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se deberán de construir perpendicularmente al tráfico. Se pueden llamar también juntas de contracción, ya que controlarán el agrietamiento transversal que produce la contracción del concreto. Se deberán de separar a una distancia no mayor de 15 pies (4.57m), por seguridad en éste proyecto estarán espaciadas a cada tres metros y medio.

2.1.5.4.4.3. Juntas de expansión

Son necesarias únicamente cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Se dejará una separación de dos centímetros, donde sea necesario. Su función es disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Es obligatoria su colocación frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

2.1.5.4.4.4. Juntas de construcción

Son necesarias cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son de tipo trabado, debido a que llevan barras de acero o material adecuado que forman tabiques, y cara vertical con una traba apropiada.

2.1.6. Diseño de pavimento rígido de la carretera

Existen dos métodos para el cálculo del espesor de pavimentos rígidos, (1) método de capacidad y (2) método simplificado. (según Portland Cement Association (PCA))

2.1.6.1. Método de capacidad

Este es aplicado cuando existen posibilidades de obtener datos de distribución de carga por eje de tránsito. Este método asume datos detallados de carga por eje, que son obtenidos de estaciones representativas.

2.1.6.2. Método simplificado

Al contrario del anterior, éste se aplica cuando no es posible obtener datos de carga por eje, y se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado, en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

En este proyecto se utilizará el método simplificado, ya que no se cuenta con los datos de carga por eje. El procedimiento para calcular la dimensión del espesor de losas de un pavimento se describe a continuación:

1. Determinar la categoría de la vía, por medio de la tabla de Categorías por eje (ver tabla VII).

De acuerdo con la tabla se determina la categoría 2, donde se refiere a calles colectoras, carreteras rurales y secundarias.

2. Establecer el tipo de junta a utilizar:

Juntas Longitudinales: la profundidad de la ranura superior será igual a tres cuartos del espesor de la losa y únicamente se utilizará la del centro que coincidirá con el eje central de la carretera determinando el ancho de cada uno de los carriles.

Juntas Transversales: la ranura superior de éstas juntas será igual a tres cuartos del espesor de la losa y estarán espaciadas a cada tres metros y medio.

Ambas juntas deberán estar selladas con material elastomérico para prevenir así la infiltración de cualquier fluido.

3. Determinar con base en el tipo de suelo, el soporte de las subrasante; un valor aproximado a través del porcentaje de CBR. (Ver figura 7).

Con base en el tipo de suelo con que se cuenta en la subrasante, que es un SM según S.C.U. y un A-2-4, según el sistema P.R.A., esto da como resultado un suelo de soporte alto con un rango de valores de K que va de 180 a 220 PSI, (Ver tabla VIII). Determinamos un valor de K según la figura, en la cual obtuvimos un k igual a 250.

4. Con base en el valor K de la subrasante determinar el espesor de la base (Según la tabla IX). Se determinó una base no tratada, con un valor k de subrasante igual al dato más alto del rango que es de 220 PSI y un espesor de 4". El espesor de la base es bajo debido a que la subrasante tiene un soporte alto.

5. Determinar el porcentaje de tránsito promedio diario de camiones o el promedio diario de vehículos, según tabla VII de la cual se obtuvo un rango de 5-18 %. A su vez determinar el espesor de losa según la tabla X. El espesor de losa según la tabla es de 6 pulgadas con un MR de 550 PSI, se tomó este valor de MR bajo debido a que el concreto tiene una resistencia baja a la flexión.

Tabla VII. Categorías de carga por eje

Carga por eje Categoría	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			Máxima Carga por Eje KPS	
		TPD	TPDC		EJE DOMICILIO	EJE TANDEM
			%	Por día		
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 ARTESANALES (BAJO)	700 a 5000	5-18	DE 40 A 100	26	44
3	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS (MEDIO) SUPERCARRE-TERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	3000-12000 2 CARRILES 3000-50000	8-30	DE 500 A 5000	30	52
4	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIO ALTO)	3000-20000 2 CARRILES 3000-15000 4 CARRILES O MAS	8-30	DE 1500 A 8000	34	60

Fuente: Westergaard H. N. Computación of stresses in concrete roads. Pág. 48

Tabla VIII. Tipos de suelos de sub-rasante 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
ÁRENAS Y MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON CANTIDADES MODERADAS DE LIMO Y ARCILLA	MEDIO	130 -170
ÁRENAS Y MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA RELATIVAMENTE LIBRES DE FINOS Y PLÁSTICOS	ALTO	180 – 220
SUB-BASES TRATADAS CON CEMENTO	MUY ALTO	250 – 400

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 49

Tabla IX. Valores de K para diseño sobre bases granulares (PCA)

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: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 14

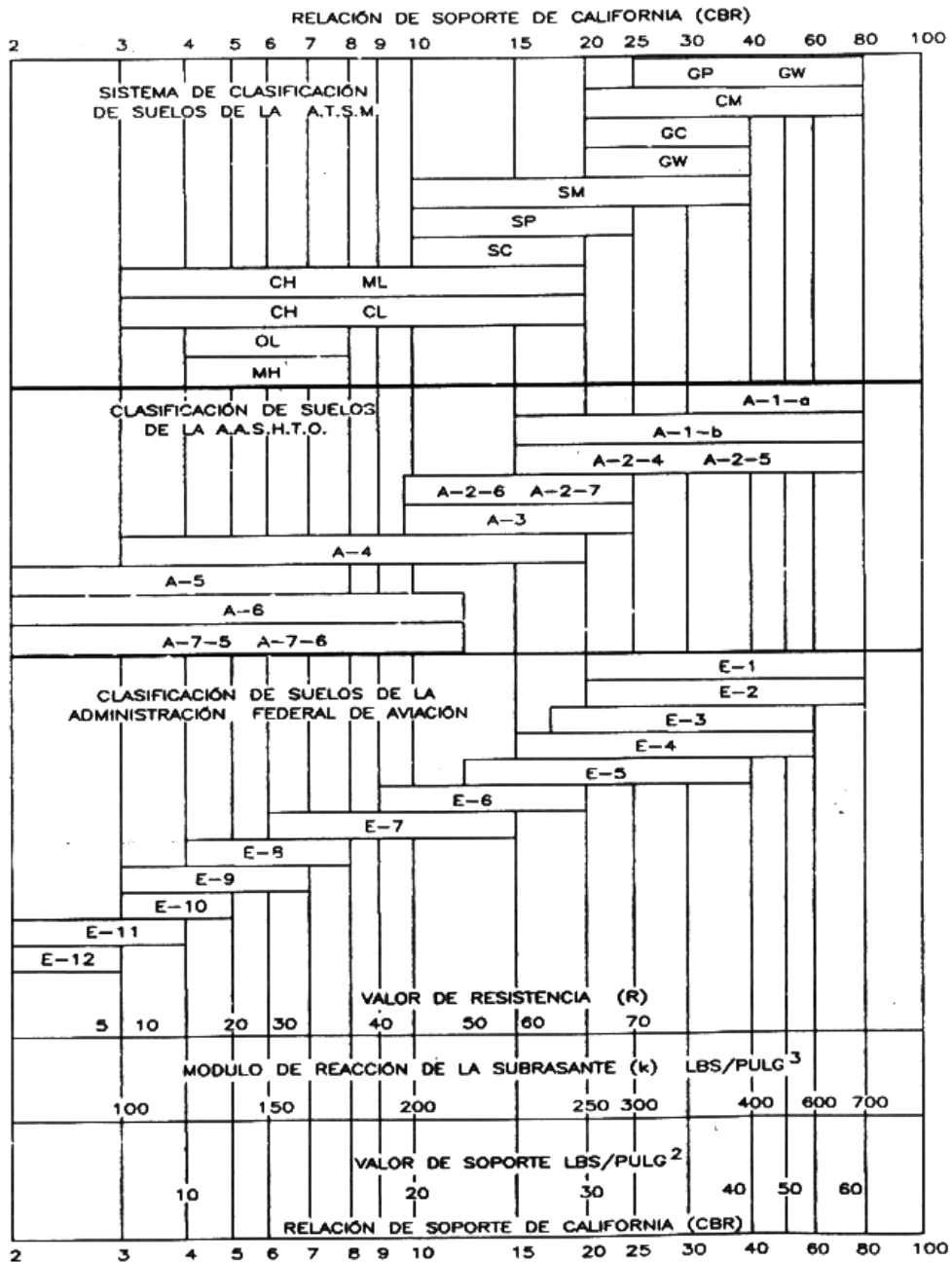
Tabla X. TPDC permisible, carga por eje categoría 2

Permisible con juntas con agregados de trabe (no necesita dovelas)

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

Fuente: Westergaard H. N. Computación of stresses in concrete roads. Pág. 51

Figura 7. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.



2.1.7. Presupuesto

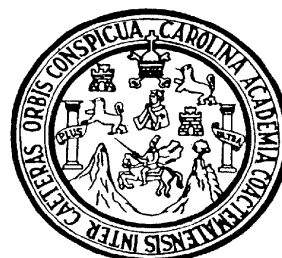
En la integración del presupuesto del diseño de la pavimentación se consideraron los siguientes aspectos:

- a. **Materiales:** para el efecto se tomaron como base los precios que se manejan en la región.
- b. **Mano de obra:** en éste renglón se consideró la mano de obra calificada y no calificada aplicando un promedio de los salarios que se pagan en la región.
- c. **Costo indirecto:** es la suma de todos los gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo.
- d. **Imprevistos:** en éste renglón se tomarán en cuenta las posibles variaciones de precios de materiales.

Tabla XI. Presupuesto del diseño de la pavimentación

CUADRO DE RESUMEN

PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXÉN

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN

UBICACIÓN: ALDEA AGUA DE LA MINA, MUNICIPIO DE AMATITLÁN

No.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	TOTAL
1	Preliminares	2123,77	ml	Q. 4,78	Q 10.141,35	\$ 1.308,56
2	Trazo y nivelación	11.681	m ²	Q. 14,12	Q 164.931,98	\$ 21.281,55
3	Movimiento de tierra	130	m ³	Q 1.278,44	Q 166.197,82	\$ 21.444,88
4	Preparación de base	11.681	m ²	Q. 49,05	Q 572.940,05	\$ 73.927,75
5	Pavimento	11.681	m ²	Q. 145,46	Q 1.699.079,71	\$ 219.236,09
6	Cunetas	2123,77	ml	Q. 110,43	Q 234.527,92	\$ 30.261,67
7	Junta elastomérica	5421,64	ml	Q. 14,10	Q 76.445,12	\$ 9.863,89
8	Drenaje transversal	1	global	Q. 22.369,56	Q. 22.369,56	\$ 2.886,39
TOTAL					Q 2.946.633,52	\$ 380.210,78

COSTO DEL PROYECTO:

Dos millones novecientos cuarenta y seis mil seiscientos treinta y tres quetzales con 52/100

Trescientos ochenta mil doscientos diez dólares con 78/100

§ 1.00 = Q. 7.75 según publicación con fecha 08/10/07

2.1.8. Cronograma de ejecución física y financiera

Tabla XII. Cronograma de ejecución física y financiera del diseño de la pavimentación

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO DEL PROYECTO PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE PRINCIPAL DE LA ALDEA
AGUA DE LA MINA

RENGLONES DE TRABAJO	1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				5 MES		AVANCE	INVERSIÓN
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	%	
1 Preliminares	■	■	■	■															0,34	Q 10.141,35
2 Trazo y nivelación		■	■	■	■														5,60	Q 164.931,98
3 Movimiento de tierra		■	■	■	■	■	■												5,64	Q 166.197,82
4 Preparación de base			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						19,44	Q 572.940,05
5 Pavimento				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			57,66	Q 1.699.079,71
6 Cunetas y bordillos					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7,96	Q 234.527,92
7 Junta elastomérica					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2,59	Q 76.445,12
8 Drenaje transversal					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0,76	Q. 22.369,56
TOTAL																			100,00	Q2.946.633,52

2.1.9. Evaluación preliminar ambiental

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, evaporación, etc.

- **Descripción del proyecto:**

El proyecto consiste en el diseño, cálculo y planificación de la construcción de la pavimentación del camino principal de la aldea Agua de la Mina, que está ubicada en el municipio de Amatitlán.

Datos del proyecto:

--Longitud de la pavimentación:	2,123.77 metros.
--Cantidad de vías:	2 vías.
--Ancho de vías:	2.75 metros.
--Material de construcción:	Concreto

- **Consideraciones sobre áreas protegidas**

El proyecto no se encuentra ubicado dentro de un área protegida, por lo tanto no se tienen consideraciones sobre estas áreas.

- **Consideraciones sobre ecosistemas naturales**

- ¿Cruza el proyecto un sistema terrestre natural? No.
- Estado actual del ecosistema: No aplica.

- **Otras consideraciones**

Cruza el proyecto alguna de las siguientes zonas:

- Zona de alto valor escénico: No
- Área turística: No
- Sitio ceremonial: No
- Sitio arqueológico: No
- Área de protección agrícola: No
- Área de asentamiento humano: Sí
- Área de producción forestal: No
- Área de producción pecuaria: No

- **Trabajos necesarios para la preparación del terreno**

El manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, explotación de bancos, cortes y excavaciones del terreno, derrame de lubricantes, combustible, como preparación de bancos de depósito de desperdicio.

- **Uso de recursos naturales del área**

El río cercano no es caudaloso y no traslada materiales que puedan ser utilizados para la construcción, únicamente cantos rodados que arrastra en época de crecidas.

- **Sustancias o materiales que serán utilizados**

Diesel y lubricantes para la maquinaria y equipo menor, madera, cemento, arena, piedra graduada, material de relleno, algún aditivo para el concreto.

2.1.9.1. Impacto ambiental que será producido

- **Residuos y/o contaminantes que serán generados**

Dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

- **Emisiones a la atmósfera**

El componente atmosférico se verá impactado por las siguientes actividades:

- a) Operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo.
- b) Explotación de bancos de material.
- c) Acarreo de material.

Durante la realización de estas actividades se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

- **Sitios arqueológicos**

No existen sitios arqueológicos en el área de influencia del área a construir.

- **Desechos sólidos**

Dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos, producto de la maquinaria como: filtros, repuestos usados, depósitos de aceite y basura producida por los trabajadores.

- **Ruidos y/o vibraciones**

Los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, exploración de bancos de material y durante la fase de colocación del pavimento. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores de la empresa contratista y a los pobladores de las comunidades aledañas.

- **Contaminación visual**

Una mala selección del sitio donde se instale la bodega, la explotación de bancos de material de préstamo a donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje.

2.1.9.2. Medidas de mitigación

- **Emisiones a la atmósfera**

Verificar que a toda la maquinaria y equipo que se utilizará en la construcción del proyecto tenga los mejores controles en sus servicios preventivos, realizándolos a tiempo y usando elementos de calidad, así se podrá reducir en buen porcentaje el daño a la atmósfera.

- **Desechos sólidos**

El material que sea producto del corte de desperdicio tendrá que ser depositado en bancos autorizados por la municipalidad y debidamente controlados para no ocasionar daños a la vegetación o propiedades cercanas. Los productos resultantes del mantenimiento de la maquinaria y equipo (lubricantes, aceites, filtros, etc.) será necesario contactar a empresas que reciclan con éste tipo de residuos para evitar una contaminación del suelo.

- **Ruidos y/o vibraciones**

Se necesitaría equipo adecuado para las personas que trabajen con maquinaria que produce decibels mayores a lo normal y que puedan afectar de forma parcial o permanente el sistema auditivo o el sistema nervioso.

- **Contaminación visual**

Para no crear alteración de paisajes en donde se instalen campamentos de trabajo y donde se realice el depósito de material de desperdicio será necesario sembrar árboles.

2.1.10. Evaluación Socioeconómica

2.1.10.1. Valor Presente Neto (VPN)

Esta es una alternativa para tomar decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale o no realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas. Es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Las fórmulas del VPN son:

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

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

Donde:

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

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

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

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

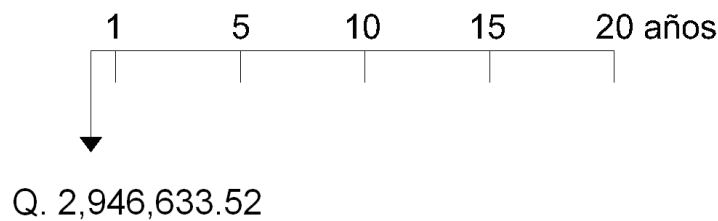
n = Período de tiempo que pretende la duración de la operación.

Proyecto de pavimentación en la aldea Agua de la Mina:

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto: Q 2.946.633,52

Figura 8. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto



$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 2,946,633.52$$

$$\text{VPN} = -2,946,633.52$$

Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica, es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$a) (P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

$$b) \text{ Valor Presente de Costos} = \text{Valor Presente de Ingresos}$$

$$c) \text{ Costo anual} = \text{Ingreso anual}$$

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

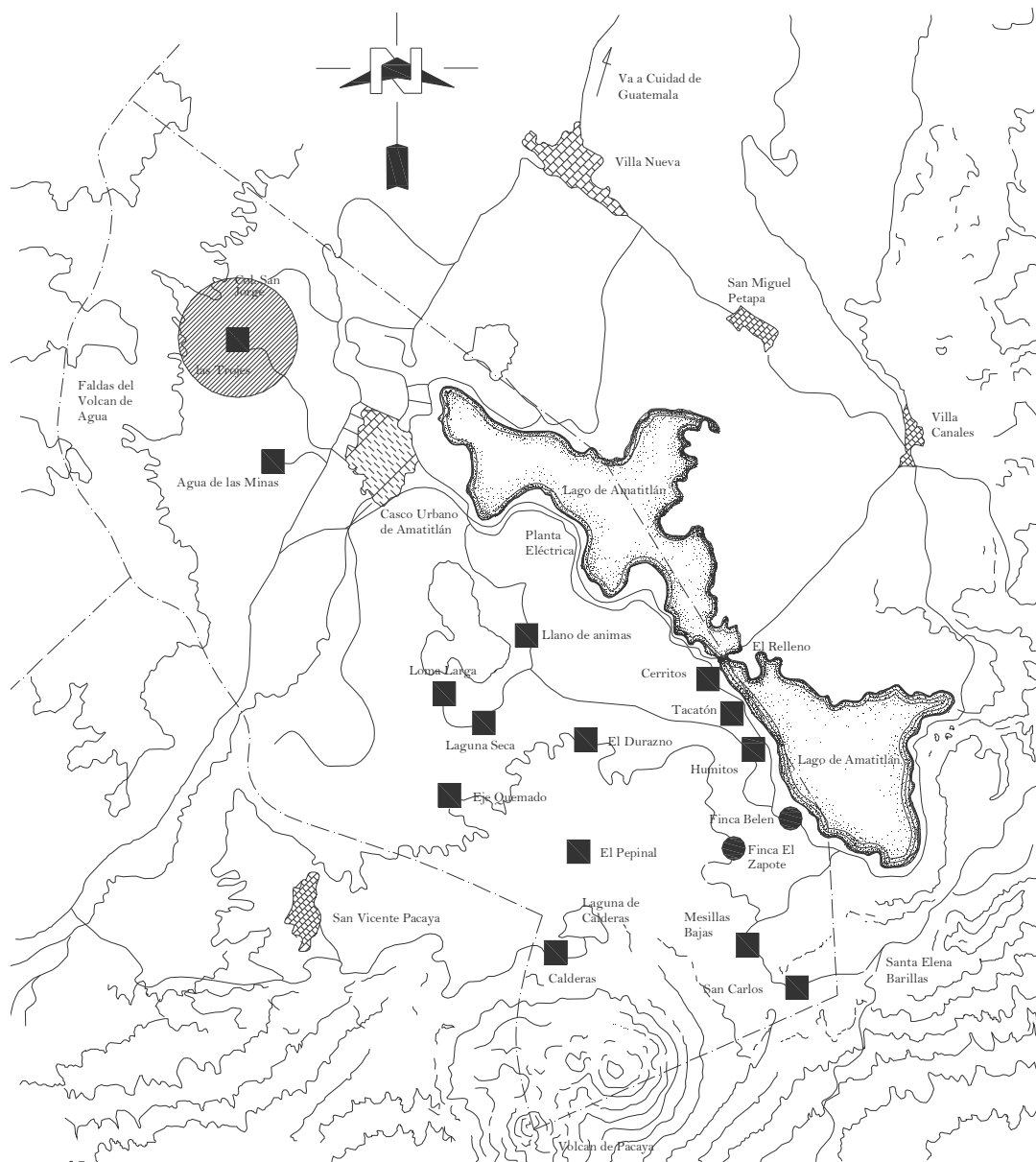
Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de éstas fórmulas. Lo que procede para éste caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

2.2 Diseño del alcantarillado sanitario de la aldea Las Trojes

2.2.1. Ubicación del proyecto en mapa

Figura 9. Mapa municipio de Amatitlán



Fuente: Municipalidad de Amatitlán.

2.2.2. Levantamiento topográfico

2.2.2.1. Topografía

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia. El estudio topográfico es el proceso de trabajo que se realiza previo a un estudio de proyecto de pre-inversión de una infraestructura básica, el cual conlleva dos actividades en el campo: el trazo planimétrico y el trazo altimétrico, utilizando para los mismos, aparatos de precisión.

La topografía se divide en dos ramas:

2.2.2.1.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios basados en un norte magnético para su orientación. Para el levantamiento planimétrico se aplicó el método de poligonal abierta con conservación de azimut, se utilizó estación total, una estadía y cinta métrica.

2.2.2.1.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. La altimetría es la parte de la topografía que trata de la medida de las alturas; para éste levantamiento se aplicó el método Geométrico simple, se utilizó estación total, una estadía y cinta métrica. En el caso del drenaje sanitario es necesario ver alturas de nivel de la línea central como las de las casas a servir.

2.2.3. Trazo del alcantarillado sanitario

2.2.3.1. Trazo de la red

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

Criterios utilizados para la ubicación de pozos de visita:

- En el inicio de la red
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores a 100 metros

2.2.3.2. Pendientes

La pendiente está en función de la topografía del terreno.

2.2.3.3. Descargas

De acuerdo con la topografía del área, se seleccionó las partes más bajas para la ubicación de las plantas de tratamiento, para que el sistema trabaje por gravedad.

2.2.4. Localización de la descarga

Para la localización de la descarga en un 83% de la población a servir se ubicó un cuerpo receptor, el cual estará después del proceso de tratamiento del agua residual, en este caso se hará una conexión a un sistema de colectores existentes.

2.2.5. Cálculo e integración de caudales

Para el cálculo de caudales y su integración se utilizaran distintas fórmulas de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

Fórmula de Chezy

Fórmula utilizada para encontrar la velocidad:

$$V = C * \sqrt{R_H * S}$$

Donde:

V = velocidad en m/s

R_H = radio hidráulico

S = pendiente en %

C = coeficiente

Fórmula de Manning

Mediante experimentos, Manning llegó a la conclusión de que el coeficiente "C", en la fórmula de Chezy, debería variar como $R_H^{1/6}$. Donde C es el coeficiente de velocidad que depende del radio hidráulico.

$$C = \frac{R_H^{1/6}}{N}$$

Al sustituir en la fórmula de Chezy el coeficiente de Manning, queda así:

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

El radio hidráulico R_H , en una sección circular equivale a $D/4$, por lo que al sustituir en la expresión anterior, nos queda así:

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

Fórmula de continuidad

Para efecto de cálculo, se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente en el cual la velocidad media permanece constante, en cualquier sección, por el efecto de la gravedad y con una velocidad tal que la carga disponible, compense el rozamiento. La ecuación de continuidad se expresa de la siguiente forma.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

V = velocidad en m/s

A = área en m²

El área de una tubería circular es:

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

Donde:

A = área en m²

D = diámetro de la tubería en metros

El valor del coeficiente “n” depende del material de la tubería. Para drenajes se utilizan los siguientes valores:

n = 0.013 tubo de cemento diámetro mayor de 24”

n = 0.015 tubo de cemento diámetro menor de 24”

n = 0.010 tubo PVC

Diámetros mínimos

El diámetro mínimo utilizado en el sistema es de 6” en tubería de PVC, cumpliendo también con las normas del INFOM. También se utilizará tubería PVC de 8”.

Velocidades máximas y mínimas

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3.00m/s.
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0.60m/s.

Las velocidades mínimas fijadas, son con el objetivo de que impedir que ocurra la decantación de los sólidos, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, entre otros), hacen un efecto abrasivo a la tubería, por lo que se recomienda una velocidad máxima de 3.00m/s

Dotación

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

Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en Litros/habitante/día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300L/hab./día.

Para el diseño de este proyecto, se tomará una dotación de 125L/hab./día. En base a un estudio realizado en las diferentes aldeas jurisdiccionales de la Municipalidad de Amatitlán.

2.2.5.1. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos; está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje, como los jardines y lavado de vehículos.

$$Q_{DOM} = \frac{No.Habitantes * Dotación * F.R.}{86400}$$

Donde:

- Q_{DOM} = caudal domiciliar en L/seg.
- Dotación = de agua en L/hab./día
- No. Habitantes = número de habitantes
- FR = Factor de retorno

Ejemplo: Se cuenta con una población de 120 habitantes, cuya dotación es de 175 lt/hab/día, si el factor de retorno es de 0.75. El caudal domiciliar queda de la siguiente manera:

$$Q_{DOM} = \frac{120hab * 175lt / hab / dia * 0.75}{86400} = 0.1823lts / seg$$

2.2.5.1.1. Factor de retorno

Este factor, sirve para afectar el valor de caudal domiciliar, en virtud de que no toda el agua de consumo humano va a ser utilizada para ciertas actividades específicas, ya que existe una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras domiciliar, como los jardines y lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por dicho factor, que puede variar entre 0.70 y 0.80. Para efectos del presente diseño se tomará un valor de 0.75.

2.2.5.2. Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. El porcentaje de viviendas por conexiones ilícitas puede asumirse entre 0.50 a 2.50 por ciento.

$$Q_{CILICITAS} = \frac{CIA}{360} = \frac{CI(A * \%)}{360}$$

Donde:

- Q = Caudal (m³/s)
- C = Coeficiente de esorrentía
- i = Intensidad de lluvia (mm/hora)
- A = Área que es factible conectar ilícitamente

2.2.5.3. Caudal de infiltración

Para calcular éste caudal, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuenta durante la construcción. En base que, el sistema de drenaje será de tubería PVC, no se considera caudal de infiltración, ya que este material, proporciona una alta impermeabilidad en las juntas y el tubo mismo, por lo que previene la infiltración del agua subterránea.

Existen dos formas de medir el caudal: en litros diarios por hectáreas y en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de los tronques domiciliarios, para lo cual se asumirán 6 metros lineales por cada vivienda. Este factor puede variar entre 12,000 y 20,000 litros diarios por kilómetro de tubería.

Como se menciona anteriormente, para prevenir los casos que se puedan dar, se manejó un caudal de infiltración de 12,000 litros diarios por kilómetro de tubería.

Para la estimación del caudal de infiltración que entra en los alcantarillados, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de junta usada en las tuberías y la calidad de la mano de obra y supervisión con que se cuenta en la construcción.

$$Q_{Inf} = \frac{12000 * Distancia(mts)}{86400 * 1000}$$

2.2.5.4. Caudal Comercial

Como su nombre indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales. Comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía entre 600 y 3000L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$$Q_{COM} = \text{Dotación} * \text{No.comercios}$$

Donde:

Q_{COM}	=	caudal comercial
Dotación	=	en L/comercio/día
No. comercios	=	número de comercios

2.2.5.5. Factor de caudal medio

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0.002 y 0.005.

$$f_{Q_{meido}} = \frac{Q_{SAN}}{No.hab.}$$

Donde:

F_{QMEDIO}	=	factor de caudal medio
No. hab	=	número de habitantes

El valor de caudal medio, es aceptable en nuestro medio, obtenerlo de las formas siguientes.

- a) Según Dirección general de Obras Públicas, (DGOB):
- b)

$$f_{QMEDIO} = \frac{Q_{MEDIO}}{No.Hab.} \quad 0.002 \leq f_{QMEDIO} \leq 0.005$$

- c) Según Municipalidad de Guatemala

$$f_{QMEDIO} = 0.003$$

- d) Según Instituto de Fomento Municipal, (INFOM):

$$f_{QMEDIO} = 0.0046$$

2.1.1.1 Factor de *Harmond*

También conocido como factor de flujo instantáneo, éste es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

Se calcula por medio de la fórmula de *Harmond*:

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

Donde: FH = Factor de *Harmond*

P = Población en miles

Ejemplo: tomando una población de 120 habitantes.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{120/1000}}{4 + \sqrt{120/1000}} = 4.22$$

2.2.5.7. Determinación de caudal sanitario

Este se determina realizando la sumatoria de los caudales domiciliario, de conexiones ilícitas y el de infiltración.

2.2.6. Diseño de pozo de visita

Sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de tubería, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento; se pueden construir de cualquier material, siempre que sea impermeable y duradero dentro del período de diseño.

Los pozos de visita son estructuras caras, por lo que deben estudiarse las diversas alternativas que existen para su construcción; el material más utilizado es el ladrillo tuyo de punta, fundidos en obra, o bien de tubería de 36 pulgadas de diámetro.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros. Cuando la diferencia sea mayor que 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

2.2.7. Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central. Constan de las siguientes partes:

2.2.7.1. Candela

Para la candela domiciliar se empleará un tubo de concreto cuyo diámetro sea de 12 pulgadas, el mismo deberá estar impermeabilizado por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

2.2.7.2. 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 de 4 pulgadas en tubería de PVC; debe tener una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua, y que forme un ángulo con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en sentido contrario a la corriente del líquido.

2.2.8. Diseño de la red de drenaje

Parámetros de diseño:

Población actual	1158 habitantes
Población futura	1981 habitantes
Tasa de crecimiento	2.71 %
Periodo de diseño	20 años
Densidad de vivienda	6 hab/vivienda
Dotación de agua potable	175 lts/hab/día
Factor de retorno	0.75
Material a utilizar	tubería de PVC
Coeficiente de rugosidad (n)	0.01
Análisis del tramo PV-2 a PV-3	
Cota terreno inicio	991.066 m.
Cota terreno final	985.572 m.
Distancia	64.75 m.
Viviendas del tramo	20

Población actual $P_o = 6hab / vivienda(20viviendas) = 120hab$

Población futura $P_n = 120(1 + 2.71/100)^{20} = 205hab$

Pendiente del terreno $S = \frac{(cot\ inicial - cot\ final)}{dis\ tan\ cia} = \frac{(991.066 - 985.572)}{64.75} = 8.48\%$

Se utilizaron las poblaciones actuales y futuras, para que el sistema funcione correctamente al inicio y al final del período de diseño, cumpliendo con los criterios adoptados.

- Análisis de situación actual:

$$Q_{DOM} = \frac{120hab * 175lt / hab / dia * 0.75}{86400} = 0.1823lts / seg$$

$$Q_{Inf} = \frac{12000 * 64.75(mts)}{86400 * 1000} = 0.0090lts / seg$$

$$Q_{ilic} = 0.2 * 0.1823 = 0.03646lts / seg$$

$$Q_{med} = 0.1823 + 0.0090 + 0.03646 = 0.2278lts / seg$$

$$f_{Q_{medio}} = \frac{0.2278}{120} = 0.002 \geq 0.002 \rightarrow OK$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{120/1000}}{4 + \sqrt{120/1000}} = 4.22$$

$$Q_{dis} = 0.002 * 4.22 * 120 = 1.01286lts / seg$$

- Análisis de situación futura:

$$Q_{DOM} = \frac{205hab * 175lt / hab / dia * 0.75}{86400} = 0.311lts / seg$$

$$Q_{Inf} = \frac{12000 * 64.75(mts)}{86400 * 1000} = 0.0090lts / seg$$

$$Q_{ilic} = 0.2 * 0.311 = 0.0622lts / seg$$

$$Q_{med} = 0.311 + 0.0090 + 0.0622 = 0.3822lts / seg$$

$$f_{Q_{medio}} = \frac{0.3822}{205} = 0.002 \geq 0.002 \rightarrow OK$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{205/1000}}{4 + \sqrt{205/1000}} = 4.14$$

$$Q_{dis} = 0.002 * 4.14 * 205 = 1.706 \text{ lts / seg}$$

Utilizando tubería de PVC de un diámetro de 6 pulgadas y una pendiente igual a la del terreno, que en este caso es de 8.48%, para evitar exceso de excavación, se tiene, que utilizando la fórmula de *Manning*, se calcula la velocidad y el caudal a sección llena del tubo, donde:

$$V = \frac{0.03429}{n} * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{0.03429}{0.01} * 6^{\frac{2}{3}} * 0.0848^{\frac{1}{2}} = 3.30 \text{ m / s}$$

$$Q = V * A \quad A = \frac{\pi}{4} * D^2 \quad Q = 3.30 * \frac{\pi}{4} * 6^2 * 0.64516 = 60.20 \text{ lts / seg}$$

$$q / Q = \frac{0.2613}{60.20} = 0.00434 \quad v / V = 0.229291$$

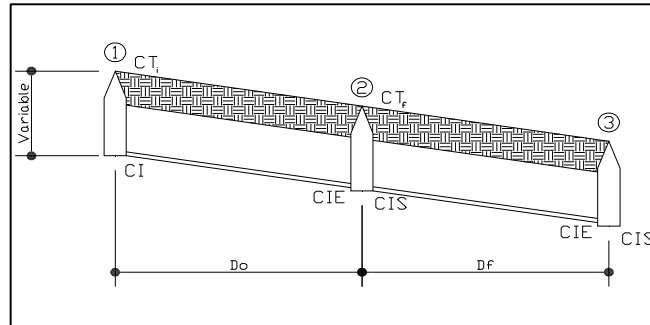
$$V_{actual} = 0.229291 * 3.30 = 0.757 \text{ m / s}$$

$$q / Q_{futuro} = \frac{0.4712}{60.20} = 0.00783 \quad v / V = 0.273304$$

$$V_{futuro} = 0.273304 * 3.30 = 0.902 \text{ m / s}$$

De acuerdo con estos resultados, se comprueba que se cumplen los rangos de velocidades mínimas y máximas.

Figura 10. Diagrama para cálculo de cotas invert.



$$CI = CT_i - (H_{MIN} + E_t + \text{DiámetroTubo})$$

$$CT_f = CT_i - (D_o * S\%_{\text{terreno}})$$

$$S\% = \frac{(CT_i - CT_f)}{100} * D_o$$

$$CIE = CI - D_o * S\%$$

$$CIS = CIE - 5\% \Phi_{TUBO}$$

Donde:

CI=	Cota invert inicial
CT _i =	Cota de terreno inicial
CT _f =	Cota de terreno final
H _{MIN} =	Altura mínima que depende del tráfico de calle
E _t =	Espesor de tubería
Φ _{TUBO} =	Diámetro de tubo
S%=	Pendiente expresada en porcentaje
D _o =	Distancia horizontal
CIE=	Cota invert de entrada
CIS=	Cota invert de salida

Si se sabe que $CTi=991.006$, $D=64.75m$, $S=8.4\%$ y $\Phi=6''$

$$CI = 991.006 - (1.00) = 990.006m$$

$$CIE = 990.006 - (64.75 * 0.084) = 984.567m \quad CIS = 984.567 - 0.084 * 0.1524 = 984.55m$$

El volumen de excavación es igual al producto del ancho de zanja, por el promedio de la altura de pozos, por la distancia horizontal.

$$Volumen = 0.60 * \left(\frac{1.00 + 1.00}{2} \right) * 55.06 = 55.04m^3$$

Los demás tramos se diseñan de la misma forma. (ver en anexos el cuadro del cálculo hidráulico).

2.2.9. Presupuesto

En la integración del presupuesto del diseño del alcantarillado sanitario se consideraron los siguientes aspectos:

- e. Materiales: para el efecto se tomaron como base los precios que se manejan en la región.
- f. Mano de obra: en éste renglón se consideró la mano de obra calificada y no calificada aplicando un promedio de los salarios que se pagan en la región.
- g. Costo indirecto: es la suma de todos los gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo.
- h. Imprevistos: en éste renglón se tomarán en cuenta las posibles variaciones de precios de materiales.

Tabla XIII. Presupuesto del alcantarillado sanitario

CUADRO DE RESUMEN

PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXÉN

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

UBICACIÓN: ALDEA LAS TROJES, MUNICIPIO DE AMATITLÁN

No	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	TOTAL
1	Preliminares	3027,30	ml	Q 5.31	Q 16,073.60	\$ 2,074.01
2	Línea de drenaje de 6"	1896,28	ml	Q 140.04	Q 265,560.23	\$ 34,265.84
3	Línea de drenaje de 8"	1131,02	ml	Q 230,43	Q 260,618.41	\$ 33,628.18
4	Conexiones domiciliarias 6"	147,00	unidad	Q 537.97	Q 79,081.02	\$ 10,204.00
5	Conexiones domiciliarias 8"	119,00	unidad	Q 619.94	Q 73,772.93	\$ 9,519.09
6	Pozos de visita	48,00	unidad	Q6,342.99	Q 304,463,48	\$ 39,285.61
TOTAL					Q 999.569,68	\$128.976,73

COSTO DEL PROYECTO:

Novcientos noventa y nueve mil quinientos sesenta y nueve quetzales con 68/100

Ciento veintiocho mil novecientos setenta y seis dólares con 73/100

\$ 1.00 = Q. 7.75 según publicación con fecha 08/10/07

2.2.10. Cronograma de ejecución física y financiera

Tabla XIV. Cronograma de ejecución física y financiera del diseño del alcantarillado sanitario

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO DEL PROYECTO DRENAJE SANITARIO DE ALDEA LAS TROJES

REGLONES DE TRABAJO		1 MES				2 MES				3 MES				4 MES				5 MES				AVANCE %	INVERSIÓN
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Preliminares	■	■	■	■																	1.61	Q 16,073.60
2	Línea de drenaje de 6"					■	■	■	■	■	■	■	■									26.57	Q 265,560.23
3	Línea de drenaje de 8"													■	■	■	■	■	■	■	■	26.07	Q 260,618.41
4	Conexiones domiciliars 6"					■	■	■	■	■	■	■	■									7.91	Q 79,081.02
5	Conexiones domiciliars 8"													■	■	■	■	■	■	■	■	7.38	Q 73,772.93
6	Pozos de visita					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	30.46	Q 304,463.48
TOTAL																						100.00	Q999,569.67

2.2.11. Evaluación preliminar ambiental

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, evaporación, etc.

- **Descripción del proyecto:**

El proyecto consiste en el diseño, cálculo y planificación de la introducción del alcantarillado sanitario de la aldea Las Trojes que está ubicada en el municipio de Amatitlán.

Datos del proyecto:

--Longitud del colector principal:	3,027.30 metros.
--Cantidad conexiones domiciliarias:	266 conexiones.
--Pozos de visita:	48 unidades.
--Material de construcción:	diversos materiales

- **Consideraciones sobre áreas protegidas**

El proyecto no se encuentra ubicado dentro de un área protegida por lo tanto no se tienen consideraciones sobre estas áreas.

- **Consideraciones sobre ecosistemas naturales**

- ¿Cruza el proyecto un sistema terrestre natural? No.
- Estado actual del ecosistema: No aplica.

- **Otras consideraciones**

Cruza el proyecto alguna de las siguientes zonas:

- Zona de alto valor escénico: No
- Área turística: No
- Sitio ceremonial: No
- Sitio arqueológico: No
- Área de protección agrícola: No
- Área de asentamiento humano: Sí
- Área de producción forestal: No
- Área de producción pecuaria: No

- **Trabajos necesarios para la preparación del terreno**

El manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, explotación de bancos, cortes y excavaciones del terreno, derrame de lubricantes, combustible, como preparación de bancos de depósito de desperdicio.

- **Uso de recursos naturales del área**

La Aldea cuenta con un rico banco de selecto y materiales como arena y grava que podrían utilizarse para la construcción del mismo.

- **Sustancias o materiales que serán utilizados**

Diesel y lubricantes para la maquinaria y equipo menor, madera, cemento, arena, piedra graduada, material de relleno, algún aditivo para el ensamble del colector principal.

2.2.11.1. Impacto ambiental que será producido

- **Residuos y/o contaminantes que serán generados**

Dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

- **Emisiones a la atmósfera**

El componente atmosférico se verá impactado por las siguientes actividades:

- d) Operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo.
- e) Explotación de bancos de material.
- f) Acarreo de material.

Durante la realización de estas actividades se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

- **Sitios arqueológicos**

No existen sitios arqueológicos en el área de influencia del área a construir.

- **Desechos sólidos**

Dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos, producto de la maquinaria como: filtros, repuestos usados, depósitos de aceite y basura producida por los trabajadores.

- **Ruidos y/o vibraciones**

Los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, exploración de bancos de material y durante la fase de colocación del pavimento. El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores de la empresa contratista y a los pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

- **Contaminación visual**

Una mala selección del sitio donde se instale la bodega, la explotación de bancos de material de préstamo a donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje.

2.2.11.2. Medidas de mitigación

- **Emisiones a la atmósfera**

Verificar que a toda la maquinaria y equipo que se utilizará en la construcción del proyecto tenga los mejores controles en sus servicios preventivos, realizándolos a tiempo y usando elementos de calidad, así se podrá reducir en buen porcentaje el daño a la atmósfera.

- **Desechos sólidos**

El material que sea producto del corte de desperdicio tendrá que ser depositado en bancos autorizados por la municipalidad y debidamente controlados para no ocasionar daños a la vegetación o propiedades cercanas. Los productos resultantes del mantenimiento de la maquinaria y equipo (lubricantes, aceites, filtros, etc.) será necesario contactar a empresas que reciclan con éste tipo de residuos para evitar una contaminación del suelo.

- **Ruidos y/o vibraciones**

Se necesitaría equipo adecuado para las personas que trabajen con maquinaria que produce decibels mayores a lo normal y que puedan afectar de forma parcial o permanente el sistema auditivo o el sistema nervioso.

- **Contaminación visual**

Para no crear alteración de paisajes en donde se instalen campamentos de trabajo y donde se realice el depósito de material de desperdicio será necesario sembrar árboles.

2.2.12. Evaluación Socioeconómica

2.2.12.1. Valor Presente Neto (VPN)

Esta es una alternativa para tomar decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale o no realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas. Es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

Las fórmulas del VPN son:

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

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

Donde:

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

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

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

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

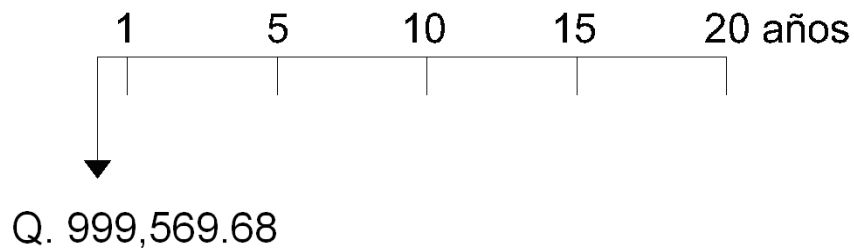
n = Período de tiempo que pretende la duración de la operación.

Proyecto de alcantarillado sanitario en la aldea Las Trojes:

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto: Q 999.569,68

Figura 11. Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto



$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 999,569.68$$

$$\text{VPN} = -999,569.68$$

Como el VPN es menor que cero, nos indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.2.12.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$d) (P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = Inversión inicial

L = Valor de rescate

D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

$$e) \text{ Valor Presente de Costos} = \text{Valor Presente de Ingresos}$$

$$f) \text{ Costo anual} = \text{Ingreso anual}$$

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las tres fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para éste proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso de éstas fórmulas. Lo que procede para éste caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4.5%, la cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos de la pavimentación y alcantarillado sanitario, contribuirán a mejorar la calidad de vida para cada una de las aldeas, ya que se beneficiarán directamente cuando éstos se construyan, satisfaciendo de ésta manera, una necesidad que ambas comunidades presentaban.
2. La investigación realizada en la aldea Agua de la Mina, muestra que es una población de un estatus social bajo y que además cuenta con un sin fin de necesidades que son precisas satisfacer; su desarrollo se debe a que se encuentra en la cabecera municipal y departamental.
3. Con la pavimentación de la calle principal, se dará una respuesta positiva al problema que año con año se ha ido agravando, coadyuvando a que el tramo sea transitable en cualquier época del año y así contribuir al desarrollo integral del municipio.
4. El costo total de la pavimentación es de Q.2,946,633.52, por lo que se estima un costo de Q. 252.26 por metro cuadrado de pavimento, de lo es preciso mencionar que con la cantidad de 2,123.77 metros lineales de pavimento se verán beneficiados 4,515 habitantes directamente más los que utilizan este camino como vía alterna.

5. Con la introducción de una red de drenaje sanitario se eliminarán las aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y se eliminarán las fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos, y la consecuente disminución de enfermedades que éstos puedan transmitir a los habitantes del lugar.
6. Elaborando el proyecto del alcantarillado sanitario se tendrá una inversión de Q. 330.44 por habitante, para un total de 3,025 personas que se verán beneficiadas y tendrán la oportunidad de ser parte del desarrollo integral de su comunidad.
7. El impacto ambiental producido para el proyecto del alcantarillado sanitario será más que satisfactorio para dicha comunidad, ya que sin el proyecto las aguas servidas son desfogadas a flor de tierra para lo cual cuando éste se lleve a cabo serán debidamente conducidas y tratadas.
8. Con la elaboración de dichos proyectos se contribuye con el desarrollo de las comunidades y por consiguiente, el desarrollo del municipio y a su vez se disminuyen los factores que pueden afectar la mejora de los 7,540 habitantes que componen dichas aldeas.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución de los proyectos de pavimentación y el drenaje sanitario, para que se cumpla con todas las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos y, para que se verifique que los materiales a utilizar sean de calidad.
2. Orientar a la población para que haga buen uso de los proyectos diseñados, para garantizar el buen funcionamiento de los mismos.
3. Al construir la pavimentación se debe implementar un plan de mantenimiento, para así coadyuvar a la estructura para que rinda el tiempo para el cual fue diseñado, ya que por falta de mantenimiento y las inclemencias del clima la estructura puede presentar fallas anticipadas o llegar al colapso antes de su vida útil.
4. Se debe implementar un plan para dar el mantenimiento respectivo al sistema de drenaje sanitario, una vez construido, para que no se acumulen materiales que puedan obstruir el colector y los pozos de visita.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes. República de Guatemala, impresos industriales, 1975.
2. Hernández, Jorge Mynor. Características de los Tipos de Pavimentos. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Octubre de 1998.
3. Hun Aguilar, Ligia Elizabeth. Diseño del Pavimento rígido y Drenaje pluvial para un sector de la Aldea Santa María Cauqué, del municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Septiembre de 2003.
4. Instituto de Fomento Municipal. Normas Generales Para Diseño de Alcantarillados. Guatemala 2001.
5. Ministerio de Ambiente Y Recursos Naturales. Principios de Evaluación Ambiental. Guatemala 2000.
6. Paz Stubbs, Ana Luisa. Pavimentos, tipos y usos. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Mayo de 2000.

Apéndice

Tabla XV. Cálculo hidráulico de drenaje sanitario

Nombre del Proyecto: Drenaje Sanitario, Aldea Las Trojes

Municipio: Amatitlán

Departamento: Guatemala

Período de diseño: 20 años

DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO

De	A			longitud		Pend.	No.	No.	Población	Población				
		cota	cota	longitud	acum.						casas	casas	Futura	Actual
		inicial	final	metros										
0	1	1000.001	998.513	23.55	23.55	6.32%	6	6	61	36				
1	2	998.513	991.066	89.8	113.35	8.29%	6	12	123	72				
2	3	991.066	985.572	64.75	178.1	8.48%	8	20	205	120				
3.1	3	986.163	985.572	66.68	244.78	0.89%	4	24	246	144				
3	4	985.572	980.447	96.72	341.5	5.30%	13	37	380	222				
4	5	980.447	975.502	93.88	435.38	5.27%	6	30	308	180				
5	6	975.502	970.734	91.02	526.4	5.24%	3	40	410	240				
6	7	970.734	964.869	75.24	601.64	7.80%	8	48	493	288				
7.1	7	967.842	964.869	29.13	630.77	10.21%	1	49	503	294				
7	8	964.869	958.983	93.6	724.37	6.29%	7	37	380	222				
8	9	958.983	952.374	89.01	813.38	7.43%	7	47	482	282				
9	10	952.374	949.687	25.28	838.66	10.63%	2	57	585	342				
10	10	954.7	949.687	69.27	907.93	7.24%	3	60	616	360				
10	11	949.687	943.965	64.31	972.24	8.90%	8	68	698	408				
11	12	943.965	940.403	33.53	1005.8	10.62%	2	62	636	372				
12	13	940.403	930.979	94.06	1099.8	10.02%	10	78	800	468				
13	14	930.979	925.878	36.97	1136.8	13.80%	2	64	657	384				
14	15	925.878	918.553	38.39	1175.2	19.08%	1	63	647	378				
15	16	918.553	911.221	41.12	1216.3	17.83%	3	66	677	396				
16	17	911.221	902.629	38.81	1255.1	22.14%	5	71	729	426				
17	18	902.629	893.253	63.12	1318.2	14.85%	1	72	739	432				
18	19	893.253	886.159	51.11	1369.4	13.88%	1	72	739	432				
19	20	886.159	879.553	32.79	1402.1	20.15%	1	73	749	438				
20	21	879.553	877.225	14.9	1417	15.62%	1	73	749	438				
21	22	877.225	870.097	51.58	1468.6	13.82%	2	75	770	450				
22	23	870.097	862.827	40.35	1509	18.02%	3	78	800	468				
23	24	862.827	853.267	51.67	1560.6	18.50%	4	82	842	492				
24	25	853.267	847.296	93.78	1654.4	6.37%	2	84	862	504				

Factor de	Factor de	Qm	Qm	Q dom.	Q dom.	Qcon-ilic	Qcon-ilic	Q infilt
hardmon	hardmon	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
futuro	actual	Qdom + Qinf + Qcon. Ilícitas		actual	futuro	actual	futuro	act. - fut.
		actual	futuro					
4.2957	4.3415	0.0689	0.1153	0.0547	0.0934	0.0109	0.0187	0.0033
4.2177	4.2800	0.1470	0.2402	0.1094	0.1871	0.0219	0.0374	0.0157
4.1439	4.2210	0.2435	0.3989	0.1823	0.3118	0.0365	0.0624	0.0247
4.1137	4.1967	0.2965	0.4830	0.2188	0.3742	0.0438	0.0748	0.0340
4.0328	4.1312	0.4521	0.7396	0.3372	0.5768	0.0674	0.1154	0.0474
4.0736	4.1644	0.3886	0.6217	0.2734	0.4677	0.0547	0.0935	0.0605
4.0168	4.1181	0.5106	0.8214	0.3646	0.6236	0.0729	0.1247	0.0731
3.9775	4.0860	0.6086	0.9815	0.4375	0.7483	0.0875	0.1497	0.0836
3.9730	4.0822	0.6235	1.0043	0.4466	0.7639	0.0893	0.1528	0.0876
4.0328	4.1312	0.5053	0.7928	0.3372	0.5768	0.0674	0.1154	0.1006
3.9822	4.0898	0.6270	0.9922	0.4284	0.7327	0.0857	0.1465	0.1130
3.9382	4.0536	0.7399	1.1828	0.5195	0.8886	0.1039	0.1777	0.1165
3.9260	4.0435	0.7824	1.2486	0.5469	0.9354	0.1094	0.1871	0.1261
3.8953	4.0181	0.8788	1.4072	0.6198	1.0601	0.1240	0.2120	0.1350
3.9181	4.0369	0.8178	1.2996	0.5651	0.9666	0.1130	0.1933	0.1397
3.8602	3.9888	1.0059	1.6119	0.7109	1.2160	0.1422	0.2432	0.1528
3.9103	4.0305	0.8579	1.3552	0.5833	0.9977	0.1167	0.1995	0.1579
3.9142	4.0337	0.8523	1.3418	0.5742	0.9821	0.1148	0.1964	0.1632
3.9028	4.0242	0.8908	1.4036	0.6016	1.0289	0.1203	0.2058	0.1689
3.8845	4.0090	0.9509	1.5026	0.6471	1.1069	0.1294	0.2214	0.1743
3.8809	4.0061	0.9706	1.5300	0.6563	1.1225	0.1313	0.2245	0.1831
3.8809	4.0061	0.9777	1.5371	0.6563	1.1225	0.1313	0.2245	0.1902
3.8774	4.0031	0.9932	1.5604	0.6654	1.1380	0.1331	0.2276	0.1947
3.8774	4.0031	0.9952	1.5625	0.6654	1.1380	0.1331	0.2276	0.1968
3.8704	3.9973	1.0243	1.6070	0.6836	1.1692	0.1367	0.2338	0.2040
3.8602	3.9888	1.0627	1.6688	0.7109	1.2160	0.1422	0.2432	0.2096
3.8471	3.9778	1.1136	1.7508	0.7474	1.2784	0.1495	0.2557	0.2168
3.8406	3.9724	1.1485	1.8012	0.7656	1.3095	0.1531	0.2619	0.2298

f medio	f medio	Qdiseño	Qdiseño					
				diámetro	Pendiente	área tubería	velocidad	capacidad llena
actual	futuro	actual	futuro	pulgadas	Tubería	m ²	sección llena	l/s
					%			
0.003	0.003	0.4689	0.7920	6	6.32	0.0182	2.8461	51.9177
0.003	0.003	0.9245	1.5582	6	8.29	0.0182	3.2606	59.4788
0.003	0.003	1.5196	2.5516	6	8.48	0.0182	3.2982	60.1636
0.003	0.003	1.8130	3.0396	6	0.89	0.0182	1.0660	19.4449
0.003	0.003	2.7514	4.5939	6	5.30	0.0182	2.6064	47.5443
0.003	0.003	2.2488	3.7625	6	5.27	0.0182	2.5986	47.4030
0.003	0.003	2.9650	4.9467	6	5.24	0.0182	2.5915	47.2726
0.003	0.003	3.5303	5.8780	6	7.80	0.0182	3.1613	57.6659
0.003	0.003	3.6005	5.9935	6	10.21	0.0182	3.6172	65.9837
0.003	0.003	2.7514	4.5939	6	6.29	0.0182	2.8394	51.7943
0.003	0.003	3.4600	5.7623	6	7.43	0.0182	3.0853	56.2805
0.003	0.003	4.1590	6.9111	6	10.63	0.0182	3.6914	67.3371
0.003	0.003	4.3670	7.2523	6	7.24	0.0182	3.0460	55.5630
0.003	0.003	4.9181	8.1550	6	8.90	0.0182	3.3774	61.6090
0.003	0.003	4.5052	7.4789	6	10.62	0.0182	3.6905	67.3193
0.003	0.003	5.6003	9.2700	6	9.49	0.0182	3.4876	63.6190
0.003	0.003	4.6432	7.7049	6	11.09	0.0182	3.7711	68.7907
0.003	0.003	4.5742	7.5920	6	13.87	0.0182	4.2170	76.9237
0.003	0.003	4.7808	7.9303	6	12.97	0.0182	4.0773	74.3752
0.003	0.003	5.1235	8.4910	6	16.99	0.0182	4.6665	85.1229
0.003	0.003	5.1918	8.6028	6	11.69	0.0182	3.8706	70.6052
0.003	0.003	5.1918	8.6028	6	9.97	0.0182	3.5746	65.2058
0.003	0.003	5.2601	8.7143	6	14.05	0.0182	4.2437	77.4106
0.003	0.003	5.2601	8.7143	6	8.91	0.0182	3.3803	61.6617
0.003	0.003	5.3964	8.9370	6	11.88	0.0182	3.9027	71.1915
0.003	0.003	5.6003	9.2700	6	13.06	0.0182	4.0920	74.6437
0.003	0.003	5.8713	9.7122	6	15.60	0.0182	4.4720	81.5751
0.003	0.003	6.0063	9.9324	6	5.83	0.0182	2.7348	49.8870

relaciones	Relación	velocidad	tirante	relaciones	relación	velocidad	tirante
q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D
Actual	Actual	actual	actual	futuro	futuro	futuro	futuro
0.0090	0.3105	0.8838	0.0670	0.0153	0.3645	1.0373	0.09
0.0155	0.3645	1.1884	0.0860	0.0262	0.4285	1.3971	0.11
0.0253	0.4236	1.3971	0.1090	0.0424	0.4953	1.6335	0.14
0.0932	0.6260	0.6673	0.2060	0.1563	0.7274	0.7754	0.27
0.0579	0.5438	1.4173	0.1630	0.0966	0.6315	1.6460	0.21
0.0474	0.5125	1.3319	0.1480	0.0794	0.5965	1.5502	0.19
0.0627	0.5559	1.4405	0.1690	0.1046	0.6473	1.6774	0.22
0.0612	0.5518	1.7445	0.1670	0.1019	0.6420	2.0294	0.22
0.0546	0.5335	1.9299	0.1580	0.0908	0.6206	2.2447	0.20
0.0531	0.5294	1.5031	0.1560	0.0887	0.6169	1.7516	0.20
0.0615	0.5539	1.7088	0.1680	0.1024	0.6437	1.9861	0.22
0.0618	0.5539	2.0445	0.1680	0.1026	0.6437	2.3763	0.22
0.0786	0.5946	1.8113	0.1890	0.1305	0.6893	2.0997	0.24
0.0798	0.5984	2.0211	0.1910	0.1324	0.6926	2.3393	0.25
0.0669	0.5677	2.0952	0.1750	0.1111	0.6593	2.4331	0.23
0.0880	0.6151	2.1451	0.2000	0.1457	0.7119	2.4827	0.26
0.0675	0.5677	2.1410	0.1750	0.1120	0.6593	2.4862	0.23
0.0595	0.5478	2.3101	0.1650	0.0987	0.6366	2.6847	0.21
0.0643	0.5598	2.2826	0.1710	0.1066	0.6508	2.6536	0.22
0.0602	0.5498	2.5658	0.1660	0.0998	0.6384	2.9791	0.21
0.0735	0.5832	2.2575	0.1830	0.1218	0.6762	2.6172	0.24
0.0796	0.5965	2.1323	0.1900	0.1319	0.6926	2.4758	0.25
0.0680	0.5697	2.4176	0.1760	0.1126	0.6610	2.8051	0.23
0.0853	0.6096	2.0605	0.1970	0.1413	0.7055	2.3847	0.25
0.0758	0.5890	2.2986	0.1860	0.1255	0.6829	2.6651	0.24
0.0750	0.5871	2.4023	0.1850	0.1242	0.6795	2.7806	0.24
0.0720	0.5940	2.6561	0.1810	0.1191	0.6711	3.0012	0.23
0.1204	0.6745	1.8446	0.2340	0.1991	0.7790	2.1303	0.30

altura pozo	cota invert	altura pozo	cota invert	altura de pozo	cota invert	cota invert	pendiente	volumen excavación
agua arriba	agua arriba	agua abajo	agua abajo		entrada	salida	tubería	entre pozo
1.50	998.55	1.50	997.06	1.50	998.55	998.55	6.32	31.79
1.50	997.06	1.50	989.62	1.50	997.06	997.06	8.29	121.23
1.50	989.62	1.50	984.12	1.50	989.62	989.62	8.48	87.41
1.50	984.71	1.50	984.12	1.50	984.71	984.71	0.89	90.02
1.50	984.12	1.50	979.00	1.50	984.12	984.12	5.30	130.57
1.50	979.00	1.50	974.05	1.50	979.00	979.00	5.27	126.74
1.50	974.05	1.50	969.28	1.50	974.05	974.05	5.24	122.88
1.50	969.28	1.50	963.42	1.50	969.28	969.28	7.80	101.57
1.50	966.39	1.50	963.42	1.50	966.39	966.39	10.21	39.33
1.50	963.42	1.50	957.53	1.50	963.42	963.42	6.29	126.36
1.50	957.53	1.50	950.92	1.50	957.53	957.53	7.43	120.16
1.50	950.92	1.50	948.24	1.50	950.92	950.92	10.63	34.13
1.50	953.25	1.50	948.24	1.50	953.25	953.25	7.24	93.51
1.50	948.24	1.50	942.52	1.50	948.24	948.24	8.90	86.82
1.50	942.52	1.50	938.95	1.50	942.52	942.52	10.62	45.27
1.50	938.95	1.50	930.03	1.50	938.95	938.95	9.49	126.98
1.00	930.03	2.00	924.93	2.00	930.03	929.03	11.09	49.91
1.00	924.93	3.00	917.60	3.00	924.93	922.93	13.87	69.10
1.00	917.60	3.00	910.27	3.00	917.60	915.60	12.97	74.02
1.00	910.27	3.00	901.68	3.00	910.27	908.27	16.99	69.86
1.00	901.68	3.00	892.30	3.00	901.68	899.68	11.69	113.62
1.00	892.30	3.00	885.21	3.00	892.30	890.30	9.97	92.00
1.00	885.21	3.00	878.60	3.00	885.21	883.21	14.05	59.02
1.00	878.60	2.00	876.28	2.00	878.60	877.60	8.91	20.12
1.00	876.28	2.00	869.15	2.00	876.28	875.28	11.88	69.63
1.00	869.15	3.00	861.88	3.00	869.15	867.15	13.06	72.63
1.00	861.88	3.00	851.82	3.00	861.88	859.88	15.60	93.01
1.50	851.82	1.50	846.35	1.50	851.82	851.82	5.83	126.60

25	26	847.296	839.499	59.66	1,714.08	0.13	5	89	913	534
26	27	839.499	836.58	34.12	1,748.20	0.09	3	92	944	552
27	28	836.58	831.171	93.55	1,841.75	0.06	13	105	1078	630
28	29	831.171	830.675	8.36	1,850.11	0.06	2	107	1098	642
29	29	832.964	830.675	46.17	1,896.28	0.05	4	111	1139	666
29	30	830.675	827.152	57.87	1,954.15	0.06	6	117	1201	702
30	30	830.689	827.152	64.02	2,018.17	0.06	7	124	1273	744
30	31	827.152	825.656	43.45	2,061.62	0.03	10	134	1375	804
31	31	827.779	825.656	78.19	2,139.81	0.03	10	144	1478	864
31	32	825.656	820.404	79.43	2,219.24	0.07	18	162	1663	972
32	33	820.404	817.346	79.04	2,298.28	0.04	7	169	1734	1014
33	33	820.425	817.346	76.74	2,375.02	0.04	11	180	1847	1080
33	34	817.346	814.915	64.50	2,439.52	0.04	16	196	2011	1176
34	35	814.915	809.456	52.95	2,492.47	0.10	1	197	2022	1182
35	36	809.456	802.74	40.00	2,532.47	0.17	4	201	2063	1206
36	37	802.74	796.296	53.01	2,585.48	0.12	4	205	2104	1230
37	38	796.296	790.303	39.53	2,625.01	0.15	5	210	2155	1260
38	39	790.303	781.053	46.84	2,671.85	0.20	4	214	2196	1284
39	40	781.053	773.587	37.90	2,709.75	0.20	2	216	2217	1296
40	41	773.587	769.664	20.73	2,730.48	0.19	0	216	2217	1296
41	42	769.664	761.986	39.63	2,770.11	0.19	2	218	2237	1308
42	43	761.986	754.788	43.32	2,813.43	0.17	1	219	2247	1314
43	44	754.788	750.017	29.52	2,842.95	0.16	1	220	2258	1320
44	45	750.017	740.841	61.38	2,904.33	0.15	3	223	2289	1338
45	46	740.841	736.762	33.81	2,938.14	0.12	2	225	2309	1350
46	47	736.762	731.957	37.18	2,975.32	0.13	2	227	2330	1362
47	48	731.957	725.078	48.13	3,023.45	0.14	3	230	2360	1380
48	D	725.078	724.9	3.85	3,027.30	0.05	0	230	2360	1380

3.8250	3.9594	1.2115	1.9030	0.8112	1.3875	0.1622	0.2775	0.2381
3.8160	3.9517	1.2491	1.9639	0.8385	1.4343	0.1677	0.2869	0.2428
3.7789	3.9205	1.4042	2.2201	0.9570	1.6369	0.1914	0.3274	0.2558
3.7734	3.9159	1.4273	2.2587	0.9753	1.6681	0.1951	0.3336	0.2570
3.7628	3.9069	1.4774	2.3399	1.0117	1.7305	0.2023	0.3461	0.2634
3.7474	3.8938	1.5511	2.4602	1.0664	1.8240	0.2133	0.3648	0.2714
3.7301	3.8791	1.6366	2.6000	1.1302	1.9331	0.2260	0.3866	0.2803
3.7065	3.8591	1.7520	2.7932	1.2214	2.0890	0.2443	0.4178	0.2863
3.6842	3.8400	1.8722	2.9911	1.3125	2.2449	0.2625	0.4490	0.2972
3.6468	3.8079	2.0801	3.3389	1.4766	2.5255	0.2953	0.5051	0.3082
3.6331	3.7961	2.1676	3.4808	1.5404	2.6347	0.3081	0.5269	0.3192
3.6124	3.7782	2.2986	3.6972	1.6406	2.8061	0.3281	0.5612	0.3299
3.5839	3.7535	2.4826	4.0055	1.7865	3.0556	0.3573	0.6111	0.3388
3.5821	3.7520	2.5009	4.0316	1.7956	3.0712	0.3591	0.6142	0.3462
3.5753	3.7461	2.5502	4.1120	1.8320	3.1335	0.3664	0.6267	0.3517
3.5686	3.7402	2.6013	4.1942	1.8685	3.1959	0.3737	0.6392	0.3591
3.5603	3.7330	2.6615	4.2932	1.9141	3.2738	0.3828	0.6548	0.3646
3.5538	3.7274	2.7117	4.3745	1.9505	3.3362	0.3901	0.6672	0.3711
3.5506	3.7246	2.7389	4.4172	1.9688	3.3674	0.3938	0.6735	0.3764
3.5506	3.7246	2.7417	4.4201	1.9688	3.3674	0.3938	0.6735	0.3792
3.5474	3.7218	2.7691	4.4630	1.9870	3.3985	0.3974	0.6797	0.3847
3.5458	3.7204	2.7861	4.4877	1.9961	3.4141	0.3992	0.6828	0.3908
3.5443	3.7190	2.8011	4.5105	2.0052	3.4297	0.4010	0.6859	0.3949
3.5395	3.7149	2.8424	4.5752	2.0326	3.4765	0.4065	0.6953	0.4034
3.5364	3.7122	2.8690	4.6173	2.0508	3.5077	0.4102	0.7015	0.4081
3.5333	3.7095	2.8961	4.6599	2.0690	3.5389	0.4138	0.7078	0.4132
3.5287	3.7055	2.9355	4.7227	2.0964	3.5856	0.4193	0.7171	0.4199
3.5287	3.7055	2.9361	4.7232	2.0964	3.5856	0.4193	0.7171	0.4205

0.003	0.003	6.3429	10.4809	6	12.23	0.0182	3.9599	72.2337
0.003	0.003	6.5441	10.8085	6	8.56	0.0182	3.3118	60.4118
0.003	0.003	7.4097	12.2158	6	5.78	0.0182	2.7226	49.6645
0.003	0.003	7.5420	12.4306	6	5.93	0.0182	2.7580	50.3092
0.003	0.003	7.8060	12.8590	6	4.96	0.0182	2.5211	45.9888
0.003	0.003	8.2004	13.4985	6	6.10	0.0182	2.7957	50.9973
0.003	0.003	8.6583	14.2401	8	5.52	0.0324	3.2241	104.5536
0.003	0.003	9.3081	15.2913	8	3.44	0.0324	2.5451	82.5373
0.003	0.003	9.9534	16.3336	8	2.72	0.0324	2.2602	73.2957
0.003	0.003	11.1039	18.1887	8	6.61	0.0324	3.5271	114.3798
0.003	0.003	11.5477	18.9032	8	3.87	0.0324	2.6980	87.4933
0.003	0.003	12.2414	20.0187	8	4.01	0.0324	2.7475	89.0991
0.003	0.003	13.2424	21.6262	8	3.77	0.0324	2.6629	86.3559
0.003	0.003	13.3046	21.7261	8	9.37	0.0324	4.1977	136.1267
0.003	0.003	13.5533	22.1250	8	13.04	0.0324	4.9531	160.6269
0.003	0.003	13.8015	22.5229	8	11.21	0.0324	4.5931	148.9498
0.003	0.003	14.1109	23.0188	8	10.10	0.0324	4.3594	141.3727
0.003	0.003	14.3579	23.4145	8	15.48	0.0324	5.3964	175.0008
0.003	0.003	14.4811	23.6119	8	14.42	0.0324	5.2090	168.9253
0.003	0.003	14.4811	23.6119	8	9.28	0.0324	4.1777	135.4782
0.003	0.003	14.6043	23.8091	8	14.33	0.0324	5.1919	168.3701
0.003	0.003	14.6658	23.9076	8	14.31	0.0324	5.1883	168.2523
0.003	0.003	14.7273	24.0061	8	12.77	0.0324	4.9024	158.9826
0.003	0.003	14.9116	24.3011	8	14.13	0.0324	5.1569	167.2344
0.003	0.003	15.0343	24.4975	8	12.06	0.0324	4.7643	154.5018
0.003	0.003	15.1569	24.6936	8	12.92	0.0324	4.9310	159.9084
0.003	0.003	15.3406	24.9874	8	14.29	0.0324	5.1856	168.1644
0.003	0.003	15.3406	24.9874	8	4.68	0.0324	2.9658	96.1801

0.0878	0.6151	2.4356	0.2000	0.1451	0.7119	2.8189	0.26
0.1083	0.6541	2.1663	0.2220	0.1789	0.7559	2.5034	0.29
0.1492	0.7181	1.9551	0.2610	0.2460	0.8263	2.2498	0.34
0.1499	0.7181	1.9804	0.2610	0.2471	0.8276	2.2826	0.34
0.1697	0.7440	1.8757	0.2780	0.2796	0.8566	2.1597	0.36
0.1608	0.7335	2.0506	0.2710	0.2647	0.8442	2.3602	0.35
0.0828	0.6040	1.9473	0.1940	0.1362	0.6992	2.2542	0.25
0.1128	0.6610	1.6824	0.2260	0.1853	0.7632	1.9425	0.29
0.1358	0.6975	1.5766	0.2480	0.2228	0.8039	1.8169	0.32
0.0971	0.6334	2.2339	0.2100	0.1590	0.7305	2.5766	0.27
0.1320	0.6926	1.8687	0.2450	0.2161	0.7970	2.1503	0.32
0.1374	0.7008	1.9255	0.2500	0.2247	0.8065	2.2159	0.32
0.1533	0.7227	1.9246	0.2640	0.2504	0.8315	2.2143	0.34
0.0977	0.6349	2.6650	0.2110	0.1596	0.7321	3.0730	0.27
0.0844	0.6077	3.0101	0.1960	0.1377	0.7008	3.4712	0.25
0.0927	0.6242	2.8670	0.2050	0.1512	0.7196	3.3053	0.26
0.0998	0.6384	2.7831	0.2130	0.1628	0.7350	3.2042	0.27
0.0820	0.6021	3.2494	0.1930	0.1338	0.6959	3.7553	0.25
0.0857	0.6096	3.1752	0.1970	0.1398	0.7039	3.6665	0.25
0.1069	0.6508	2.7189	0.2200	0.1743	0.7500	3.1333	0.28
0.0867	0.6132	3.1838	0.1990	0.1414	0.7071	3.6710	0.25
0.0872	0.6132	3.1816	0.1990	0.1421	0.7071	3.6685	0.25
0.0926	0.6242	3.0602	0.2050	0.1510	0.7196	3.5280	0.26
0.0892	0.6169	3.1812	0.2010	0.1453	0.7119	3.6710	0.26
0.0973	0.6334	3.0175	0.2100	0.1586	0.7305	3.4804	0.27
0.0948	0.6279	3.0960	0.2070	0.1544	0.7243	3.5715	0.27
0.0912	0.6224	3.2274	0.2040	0.1486	0.7167	3.7163	0.26
0.1595	0.7321	2.1712	0.2700	0.2598	0.8392	2.4888	0.35

1.00	846.35	2.00	838.05	2.00	846.35	845.35	12.23	80.54
1.50	838.05	1.50	835.13	1.50	838.05	838.05	8.56	46.06
1.50	835.13	1.50	829.72	1.50	835.13	835.13	5.78	126.29
1.50	829.72	1.50	829.23	1.50	829.72	829.72	5.93	11.29
1.50	831.51	1.50	829.23	1.50	831.51	831.51	4.96	62.33
1.50	829.23	1.50	825.70	1.50	829.23	829.23	6.10	78.12
1.50	829.24	1.50	825.70	1.50	829.24	829.24	5.52	86.43
1.50	825.70	1.50	824.21	1.50	825.70	825.70	3.44	58.66
1.50	826.33	1.50	824.21	1.50	826.33	826.33	2.72	105.56
1.50	824.21	1.50	818.95	1.50	824.21	824.21	6.61	107.23
1.50	818.95	1.50	815.90	1.50	818.95	818.95	3.87	106.70
1.50	818.98	1.50	815.90	1.50	818.98	818.98	4.01	103.60
1.50	815.90	1.50	813.47	1.50	815.90	815.90	3.77	87.08
1.50	813.47	1.50	808.51	1.50	813.47	813.47	9.37	71.48
1.00	808.51	3.00	801.29	3.00	808.51	806.51	13.04	72.00
1.50	801.29	1.50	795.35	1.50	801.29	801.29	11.21	71.56
1.00	795.35	3.00	789.35	3.00	795.35	793.35	10.10	71.15
1.00	789.35	3.00	780.10	3.00	789.35	787.35	15.48	84.31
1.00	780.10	3.00	772.64	3.00	780.10	778.10	14.42	68.22
1.00	772.64	3.00	768.71	3.00	772.64	770.64	9.28	37.31
1.00	768.71	3.00	761.04	3.00	768.71	766.71	14.33	71.33
1.00	761.04	2.00	753.84	2.00	761.04	760.04	14.31	58.48
1.00	753.84	2.00	749.07	2.00	753.84	752.84	12.77	39.85
1.00	749.07	2.00	739.39	2.00	749.07	748.07	14.13	82.86
1.50	739.39	1.50	735.31	1.50	739.39	739.39	12.06	45.64
1.50	735.31	1.50	730.51	1.50	735.31	735.31	12.92	50.19
1.50	730.51	1.50	723.63	1.50	730.51	730.51	14.29	64.98
1.50	723.63	1.50	723.45	1.50	723.63	723.63	4.68	5.20

Tabla XVI. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030	0.0975	0.05011	0.393	0.019693
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1000	0.05204	0.401	0.020868
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1025	0.05396	0.408	0.022016
0.0125	0.00237	0.103	0.000244	0.1050	0.05584	0.414	0.023118
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1075	0.05783	0.420	0.024289
0.0175	0.00391	0.129	0.000504	0.1100	0.05986	0.426	0.025500
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1125	0.06186	0.432	0.026724
0.0225	0.00569	0.152	0.000865	0.1150	0.06388	0.439	0.028043
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1175	0.06591	0.444	0.029264
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1200	0.06797	0.450	0.030587
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1225	0.07005	0.456	0.031943
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1250	0.07214	0.463	0.033401
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1275	0.07426	0.468	0.034754
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1300	0.07640	0.473	0.036137
0.0400	0.01342	0.221	0.002966	0.1325	0.07855	0.479	0.037625
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1350	0.08071	0.484	0.039064
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1375	0.08289	0.490	0.040616
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1400	0.08509	0.495	0.042120
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1425	0.08732	0.501	0.043747
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.1450	0.08954	0.507	0.045397
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.1475	0.09129	0.511	0.046649
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.1500	0.09406	0.517	0.048629
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.1525	0.09638	0.522	0.050310
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.1550	0.09864	0.528	0.052082
0.0650	0.02758	0.305	0.008412	0.1575	0.10095	0.533	0.053806
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.1600	0.10328	0.538	0.055565
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.1650	0.10796	0.548	0.059162
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.1700	0.11356	0.560	0.063594
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.1750	0.11754	0.568	0.066763
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.1800	0.12241	0.577	0.070630
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.1850	0.12733	0.587	0.074743
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.1900	0.13229	0.596	0.078844
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.1950	0.13725	0.605	0.083036
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.2000	0.14238	0.615	0.087564
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.2050	0.14750	0.624	0.091040
0.0925	0.04642	0.381	0.017918	0.2100	0.15266	0.633	0.096634
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.2150	0.15786	0.644	0.101662

Fuente: Diseño de Acueductos y Alcantarillados pág. 282

Ricardo Alfredo López

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.16312	0.651	0.106191	0.5900	0.61396	1.066	0.654880
0.2250	0.16840	0.659	0.110976	0.6000	0.62646	1.072	0.671570
0.2300	0.17356	0.669	0.116112	0.6100	0.63892	1.078	0.688760
0.2350	0.17913	0.676	0.121092	0.6200	0.65131	1.083	0.705370
0.2400	0.18455	0.684	0.126232	0.6300	0.66363	1.089	0.722690
0.2450	0.19000	0.692	0.131480	0.6400	0.67593	1.094	0.739470
0.2500	0.19552	0.702	0.137260	0.6500	0.68770	1.098	0.755100
0.2600	0.20660	0.716	0.147930	0.6600	0.70053	1.104	0.773390
0.2700	0.21784	0.730	0.159020	0.6700	0.71221	1.108	0.789130
0.2800	0.22921	0.747	0.171220	0.6800	0.72413	1.112	0.805230
0.2900	0.24070	0.761	0.183170	0.6900	0.73596	1.116	0.821330
0.3000	0.25232	0.776	0.195800	0.7000	0.74769	1.120	0.837410
0.3100	0.26403	0.790	0.208580	0.7100	0.75957	1.124	0.853760
0.3200	0.27587	0.804	0.221800	0.7200	0.77079	1.126	0.867910
0.3300	0.28783	0.817	0.235160	0.7300	0.78219	1.130	0.883840
0.3400	0.29978	0.830	0.248820	0.7400	0.79340	1.132	0.897340
0.3500	0.31230	0.843	0.263270	0.7500	0.80450	1.134	0.912300
0.3600	0.32411	0.856	0.277440	0.7600	0.81544	1.136	0.926340
0.3700	0.33637	0.868	0.291970	0.7700	0.82623	1.137	0.939420
0.3800	0.34828	0.879	0.306490	0.7800	0.83688	1.139	0.953210
0.3900	0.36108	0.891	0.321720	0.7900	0.85101	1.140	0.970150
0.4000	0.37354	0.902	0.336930	0.8000	0.86760	1.140	0.989060
0.4100	0.38604	0.913	0.352460	0.8100	0.87759	1.140	1.000450
0.4200	0.39858	0.921	0.367090	0.8200	0.87759	1.140	1.000450
0.4300	0.40890	0.934	0.381910	0.8300	0.88644	1.139	1.009660
0.4400	0.42379	0.943	0.399630	0.8400	0.89672	1.139	1.021400
0.4500	0.43645	0.955	0.416810	0.8500	0.90594	1.138	1.031900
0.4600	0.44913	0.964	0.432960	0.8600	0.91491	1.136	1.047400
0.4700	0.46178	0.973	0.449310	0.8700	0.92361	1.134	1.047400
0.4800	0.47454	0.983	0.466470	0.8800	0.93202	1.131	1.054100
0.4900	0.48742	0.991	0.483030	0.8900	0.94014	1.128	1.060300
0.5000	0.50000	1.000	0.500000	0.9000	0.94796	1.124	1.065500
0.5100	0.51256	1.009	0.517190	0.9100	0.95541	1.120	1.070100
0.5200	0.52546	1.016	0.533870	0.9200	0.96252	1.116	1.074200
0.5300	0.53822	1.023	0.550600	0.9300	0.96922	1.109	1.074900
0.5400	0.55087	1.029	0.566850	0.9400	0.97554	1.101	1.074100
0.5500	0.56355	1.033	0.582150	0.9500	0.98130	1.094	1.073500
0.5600	0.57621	1.049	0.604440	0.9600	0.98658	1.086	1.071400
0.5700	0.58882	1.058	0.622970	0.9700	0.99126	1.075	1.065600
0.5800	0.60142	1.060	0.637500	0.9800	0.99522	1.062	1.056900

Fuente: Diseño de Acueductos y Alcantarillados pág. 282

Ricardo Alfredo López

Tabla XVII. Presupuesto de pavimentación con integración de renglones

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EPS INGENIERIA CIVIL

EPESISTA: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN
 PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN

UBICACIÓN: ALDEA AGUA DE LA MINA, MUNICIPIO DE AMATITLÁN



No.	REGLON	CANT	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL
1	PRELIMINARES					
1.1	Bodega	1	Unidad	Q.6,000.00	Q. 6,000.00	
1.2	Replanteo topográfico	2.12377	Km	Q.1,950.00	Q. 4,141.35	Q. 10,141.35
2	TRAZO Y NIVELACIÓN					
2.1	Trazo y nivelación	1	m ²	Q. 4.02	Q. 4.02	
2.2	Materiales	1	global	Q. 10.10	Q. 10.10	
2.3	Integración del renglón	11,681	m²	Q. 14.12	Q. 164,931.98	Q. 164,931.98
3	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3.1	Corte y extracción de material	1754.327	m ³	Q. 60.00	Q. 105,259.62	
3.2	Relleno + compactación con material existente	1279.705	m ³	Q. 40.00	Q. 51,188.20	
3.3	Relleno + compactación con material selecto	130	m ³	Q. 75.00	Q. 9,750.00	Q. 166,197.82
4	PREPARACION DE BASE					
4.1	Tendido de base	1	m ²	Q. 7.95	Q. 7.95	
4.2	Compactación	1	m ²	Q. 8.65	Q. 8.65	
4.3	Material para base	0.017	m ³	Q. 84.50	Q. 26.20	
4.4	Cisterna de agua	0.01	m ²	Q. 625.00	Q. 6.25	
4.5	Integración del renglón	11,681	m²	Q. 49.05	Q. 572,940.05	Q. 572,940.05
5	PAVIMENTO					
5.1	Formaleteado	1	m ²	Q. 3.20	Q. 3.20	
5.2	Hechura y colocación del concreto	0.15	m ³	Q. 130.00	Q. 19.50	
5.3	Corte de sisa	0.33	ml	Q. 3.20	Q. 1.06	
5.4	Aplicación de antisol	1	m ²	Q. 2.00	Q. 2.00	
5.5	Cemento	1.47	Saco	Q. 50.00	Q. 73.50	
5.6	Arena	0.08	m ³	Q. 135.00	Q. 10.80	
5.7	Piedrín	0.08	m ³	Q. 170.00	Q. 13.60	
5.8	Cortadora de concreto	1	m ²	Q. 3.20	Q. 3.20	
5.9	Alquiler formaleta	0.05	Día	Q. 30.00	Q. 1.50	
5.10	Agua	15	gal	Q. 0.50	Q. 7.50	
5.11	Antisol	0.08	gal	Q. 120.00	Q. 9.60	
5.12	Integración del renglón	11,681	m²	Q. 145.46	Q. 1,699,079.71	Q.1,699,079.71

6	CUNETAS					
6.1	Formaleteado	1	ml	Q. 2.75	Q. 2.75	
6.2	Hechura y colocación del concreto	0.0919	m ³	Q. 145.00	Q. 13.33	
6.3	Tallado	1	ml	Q. 5.50	Q. 5.50	
6.4	Cemento	1.35	Saco	Q. 50.00	Q. 67.50	
6.5	Arena	0.07	m ³	Q. 135.00	Q. 9.45	
6.6	Piedrín	0.07	m ³	Q. 170.00	Q. 11.90	
6.7	Integración del renglón	2123.77	ml	Q. 110.43	Q. 234,527.92	Q. 234,527.92
7	JUNTA ELASTOMERICA					
7.1	Aplicación	1	m ²	Q. 4.10	Q. 4.10	
7.2	Limpieza final	1	m ²	Q. 2.50	Q. 2.50	
7.3	Material para aplicación	0.15	lb	Q. 50.00	Q. 7.50	
7.4	Integración del renglón	5421.64	ml	Q. 14.10	Q. 76,445.12	Q. 76,445.12
8	DRENAJE TRANSVERSAL					
8.1	Excavación y compactación	5	m ³	Q. 90.00	Q. 450.00	
8.2	Hechura y colocación del concreto + tubería	1	m ³	Q. 180.00	Q. 180.00	
8.3	Cemento	18	Saco	Q. 50.00	Q. 450.00	
8.4	Arena	3	m ³	Q. 135.00	Q. 135.00	
8.5	Piedrín	3	m ³	Q. 170.00	Q. 170.00	
8.6	Tablas de 10'	8	Tabla	Q. 45.00	Q. 360.00	
8.7	Tubo Riblock de 24"	6	Unidad	Q.2,855.76	Q. 5,711.52	
8.8	Integración del renglón	1	global	Q.7,456.52	Q. 22,369.56	Q. 22,369.56
TOTAL						Q.2,946,633.52
						\$ 380.210,78

COSTO DEL PROYECTO:

Dos millones novecientos cuarenta y seis mil seiscientos treinta y tres quetzales con 52/100
Trescientos ochenta mil doscientos diez dólares con 78/100

§ 1.00 = Q. 7.75 según publicación con fecha 08/10/07

Tabla XVIII. Presupuesto de drenaje con integración de renglones

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EPS INGENIERIA CIVIL
 EPESISTA: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN
 PROYECTO: DRENAJE SANITARIO
 UBICACIÓN: ALDEA LAS TROJES, MUNICIPIO DE AMATITLÁN



No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL	TOTAL
1	Preliminares					
1.1	Replanteo topografía	3027.30	ml	Q 5.31	Q 16,073.60	Q 16,073.60
2	Línea de drenaje de 6"					
2.1	Excavación de zanja de 0.90m	1.11	m ³	Q 57.71	Q 63.96	
2.2	Colocación de tubería	1.00	ml	Q 6.93	Q 6.93	
2.4	Tubería PVC 6"	0.17	tubos	Q 402.00	Q 67.20	
2.5	Pegamento PVC 1/4 Gal	0.02	unidad	Q 94.17	Q 1.94	
2.6	Integración de renglón	1896.28	ml	Q 140.03	Q265,560.23	Q265,560.23
3	Línea de drenaje de 8"					
3.1	Excavación de zanja de 0.90m	1.15	m ³	Q 57.71	Q 66.44	
3.2	Colocación de tubería	1.79	ml	Q 6.93	Q 12.36	
3.3	Relleno compactado	1.44	m ³	Q 27.70	Q 39.87	
3.4	Tubería PVC 8"	0.17	tubos	Q 660.78	Q 110.42	
3.5	Pegamento PVC 1/4 Gal	0.01	unidad	Q 94.17	Q 1.33	
3.6	Integración de renglón	1131.02	ml	Q 230.43	Q260,618.41	Q260,618.41
4	Conexiones domiciliars 6"					
4.1	Excavación de zanja	2.70	m ³	Q 57.71	Q 155.82	
4.2	Colocación de tubería	1.00	ml	Q 23.09	Q 23.09	
4.3	Instalación de candela	1.00	unidad	Q 57.71	Q 57.71	
4.4	Yee de 6"x4"	1.00	unidad	Q 116.00	Q 116.00	
4.5	Tubo de concreto de 12"	1.00	unidad	Q 45.00	Q 45.00	
4.6	Tubería PVC 4"	0.50	unidad	Q 171.80	Q 86.48	
4.7	Cemento	0.48	sacos	Q 46.50	Q 22.14	
4.8	Arena	0.02	m ³	Q 105.00	Q 2.50	
4.9	Piedrín	0.03	m ³	Q 155.00	Q 4.22	
4.10	Hierro 3/8"	1.00	varilla	Q 25.00	Q 25.00	
4.1	Integración de renglón	147.00	unidades	Q 537.97	Q 79,081.02	Q 79,081.02
5	Conexiones domiciliars 8"					
5.1	Excavación de zanja	2.70	m ³	Q 57.71	Q 155.82	
5.2	Colocación de tubería	1.00	ml	Q 23.09	Q 23.09	
5.3	Instalación de candela	1.00	unidad	Q 57.71	Q 57.71	
5.4	Yee de 8"x4"	1.00	unidad	Q 206.00	Q 206.00	
5.5	Tubo de concreto de 12"	1.00	unidad	Q 45.00	Q 45.00	
5.6	Tubería PVC 4"	0.50	unidad	Q 171.80	Q 86.62	

5.7	Cemento	0.27	sacos	Q 46.50	Q 12.50	
5.8	Arena	0.03	m ³	Q 105.00	Q 2.65	
5.9	Piedrín	0.03	m ³	Q 165.00	Q 5.55	
5.10	Hierro 3/8"	1.00	varilla	Q 25.00	Q 25.00	
5.11	Integración de renglón	119.00	unidades	Q 619.94	Q 73,772.93	Q 73,772.93
6 Pozos de visita						
6.1	Excavación	7.85	m ³	Q 59.24	Q 465.25	
6.2	Levan. De ladrillo de punta	8.50	m ²	Q 121.57	Q 1,033.31	
6.3	Repello	8.50	m ²	Q 28.93	Q 245.87	
6.4	Relleno compactado	1	m ²	Q 34.05	Q 34.05	
6.5	Fundición de base	1	unidad	Q 116.71	Q 116.71	
6.6	Relleno compactado	1	m ³	Q 29.02	Q 29.02	
6.7	Cemento	9.30	sacos	Q 48.50	Q 451.05	
6.8	Arena	0.64	m ³	Q 115.00	Q 73.60	
6.9	Piedrín	0.64	m ³	Q 185.00	Q 118.40	
6.10	Ladrillo tayuyo	985.00	unidad	Q 2.50	Q 2,462.50	
6.11	Acero No. 6	1.69	varilla	Q 65.00	Q 109.69	
6.12	Acero No. 4	3.38	varilla	Q 45.00	Q 151.88	
6.13	Acero No. 2	2.25	varilla	Q 13.00	Q 29.25	
6.14	Alambre de amarre	1.00	lb	Q 6.00	Q 6.00	
6.15	Cal hidratada	2.25	sacos	Q 27.30	Q 61.43	
6.16	Regla de 2"x3"x8'	10.00	p-t	Q 38.50	Q 385.00	
6.17	Tabla de 1"x12"x6'	12.00	p-t	Q 46.50	Q 558.00	
6.18	Clavo de 3"	1.00	lb	Q 6.00	Q 6.00	
6.19	Clavo de 2 1/2"	1.00	lb	Q 6.00	Q 6.00	
6.20	Integración de renglón	48.00	unidades	Q 6,342.99	Q304,463.47	Q304,463.47
TOTAL						Q999,569.67
						\$ 128,976.73

COSTO DEL PROYECTO:

Novecientos noventa y nueve mil, quinientos sesenta y nueve quetzales con 67/100

Ciento veintiocho mil, novecientos setenta y seis dólares con 73/100

\$ 1.00 = Q. 7.75 según publicación con fecha 08/10/07



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



INFORME No. 0166 S.S.

O.T. No.: 21.373

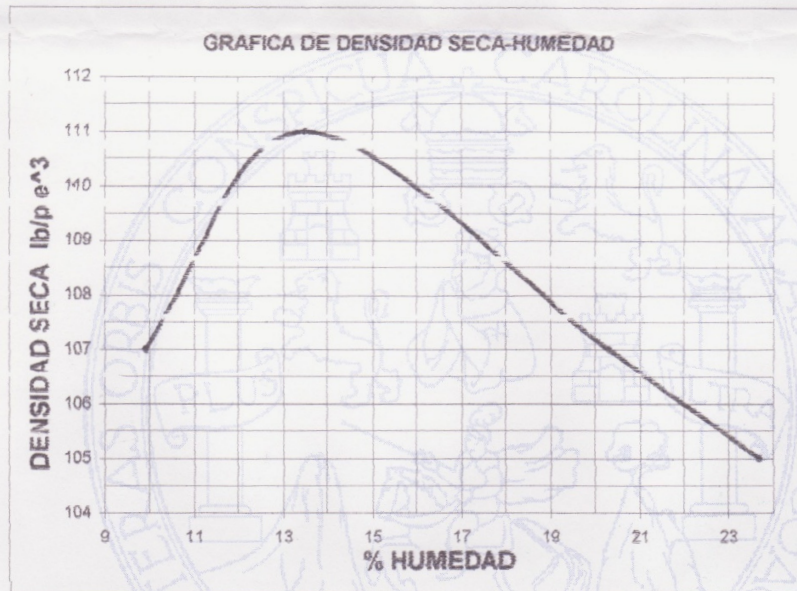
Interesado: Gemelli Sireli Gonzalez Ixer
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACION.

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

Proyecto: Trabajo De Graduación - EPS

Ubicación: Amatitlan, Guatemala

Fecha: 27 de mayo de 2007



Muestra No.: 1

Descripción del suelo: Arena limosa (color café claro)

Densidad seca máxima γ_d : 1778 Kg/m³ 111 lb/pe³

Humedad óptima Hop.: 13,5 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Ramea Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





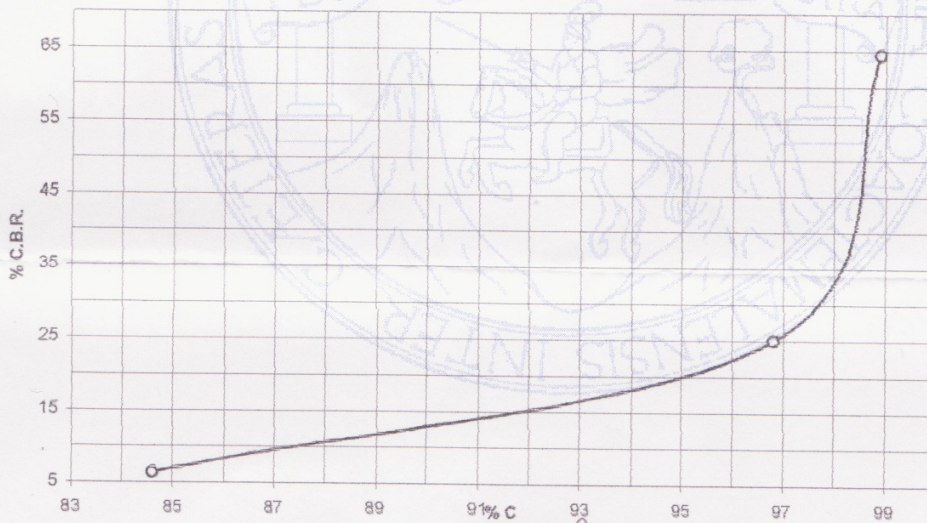
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 0167 S.S. O.T. No.: 21.373
 Interesado: Gemelir Suter González Ixeré
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo De Graduación - EPS
 Ubicación: Amatitlán, Guatemala
 Descripción del suelo: Arena limosa color café claro
 Muestra No.: 1
 Fecha: 21 de mayo de 2007

BETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pie ³)			
1	10	13,00	93,9	84,8	0,00	6,4
2	30	13,00	107,4	96,8	0,00	25,0
3	65	13,00	109,7	98,9	0,00	64,5

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



Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No. 0168 S.S.

O.T. No. 21.373

Interesado: General Simeón González Ixén

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, I-11

Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

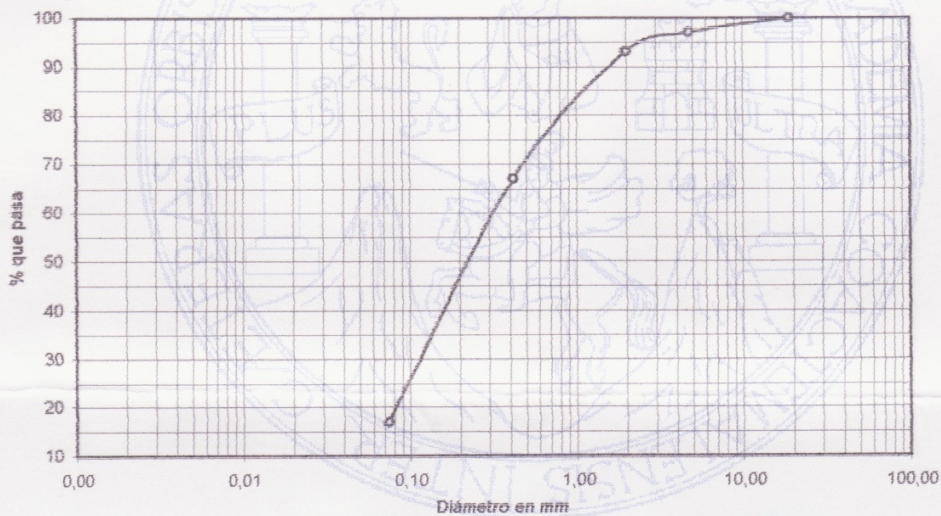
Procedencia: Amatitlán, Guatemala

Fecha: 21 de mayo de 2007

Muestra No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
1,5"	38,1	100,00
3/4"	19,00	100,00
4	4,76	97,00
10	2,00	93,00
40	0,42	67,00
200	0,074	17,00

% de Grava: 3,00
% de Arena: 80,00
% de Finos: 17,00



Descripción del suelo:

Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC

[Signature]
DIRECCION

[Signature]
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No. 0169 S.S.

O.T. No. 21.373

Interesado: Gemeli Suriel Gonzalez Ixén
Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

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

Ubicación: Amatitlán, Guatemala

FECHA: 21 de mayo de 2007

RESULTADOS:


ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	C.S.U.*	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0	0	SM	Arena limosa color café claro

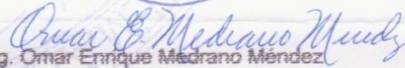
(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

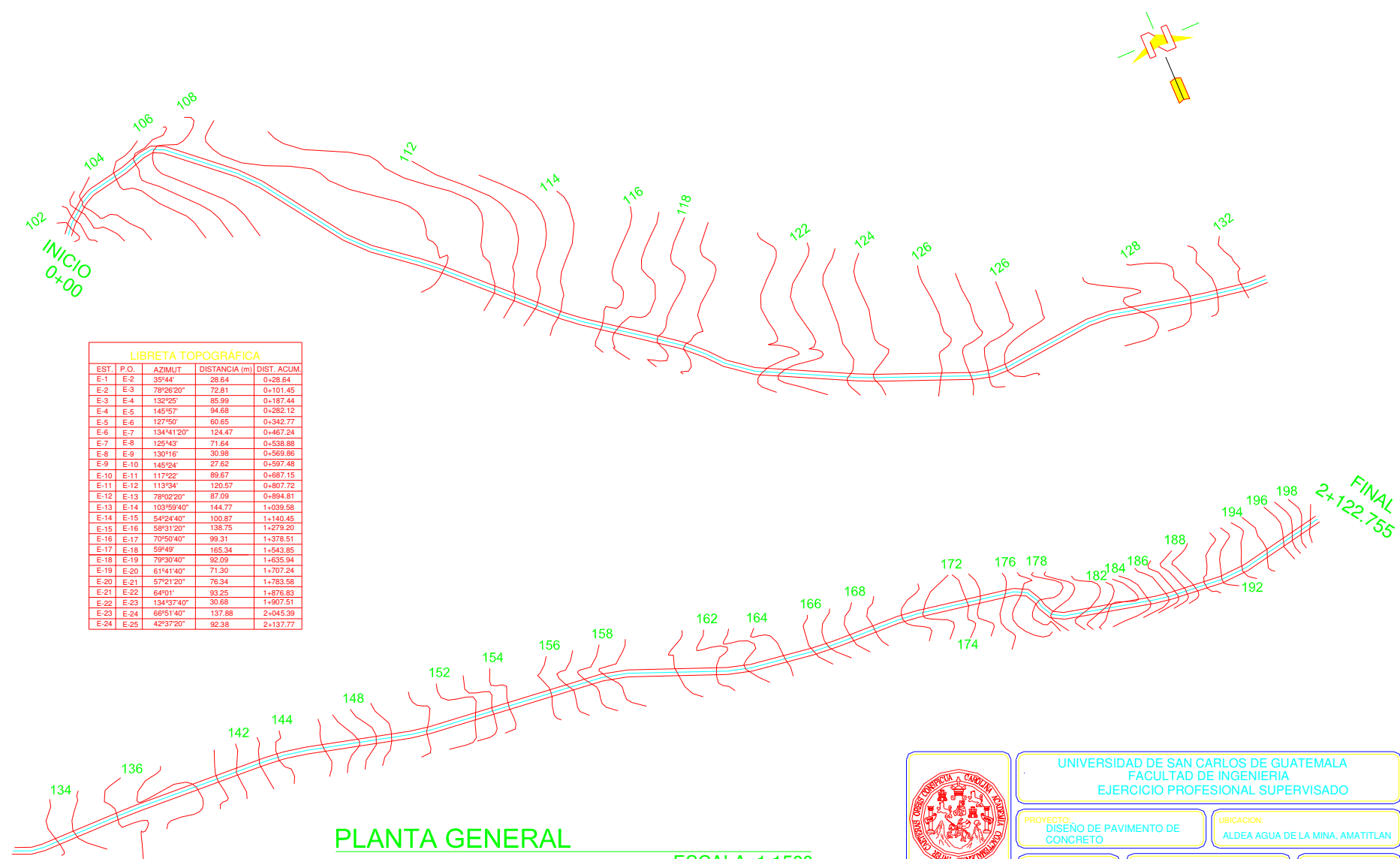
Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CII/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA (m)	DIST. ACUM.
E-1	E-2	35°44'	28.64	0+28.64
E-2	E-3	78°26'20"	72.81	0+101.45
E-3	E-4	132°25'	85.99	0+187.44
E-4	E-5	145°57'	94.68	0+282.12
E-5	E-6	127°50'	60.65	0+342.77
E-6	E-7	134°41'20"	124.47	0+467.24
E-7	E-8	125°43'	71.64	0+538.88
E-8	E-9	130°16'	30.99	0+569.86
E-9	E-10	145°24'	27.62	0+597.48
E-10	E-11	117°22'	89.67	0+687.15
E-11	E-12	113°34'	120.57	0+807.72
E-12	E-13	78°02'20"	87.09	0+894.81
E-13	E-14	103°59'40"	144.77	1+039.58
E-14	E-15	54°24'40"	100.87	1+140.45
E-15	E-16	58°31'20"	138.75	1+279.20
E-16	E-17	70°50'40"	99.31	1+378.51
E-17	E-18	59°49'	105.34	1+483.85
E-18	E-19	79°30'40"	92.09	1+575.94
E-19	E-20	61°41'40"	71.30	1+707.24
E-20	E-21	57°21'20"	76.34	1+783.58
E-21	E-22	64°01'	93.25	1+876.83
E-22	E-23	134°37'40"	30.68	1+907.51
E-23	E-24	66°51'40"	137.88	2+045.39
E-24	E-25	42°37'20"	92.38	2+137.77

PLANTA GENERAL ESCALA 1:1500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO	UBICACION: ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN	
	DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN	CONTENIDO: PLANTA GENERAL	ESCALA: INDICADA
	ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN	DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008
	CARNÉ: 2001-17380	ING. DISCAR ARGUETA HERNÁNDEZ - ASESOR	

G = 57°17'45"
Lc = 18.84
St = 10.19
Δ = 53°58'40"
R = 20.00

G = 14°19'26"
Lc = 18.90
St = 8.49
Δ = 13°32'00"
R = 80.00

G = 38°11'50"
Lc = 22.36
St = 11.73
Δ = 42°42'20"
R = 30.00

Lc = 25.30
St = 12.75
Δ = 18°07'00"
R = 80.00
G = 14°19'26"

G = 8°11'6"
Lc = 16.75
St = 6.39
Δ = 6°51'20"
R = 140.00

G = 7°9'43"
Lc = 12.71
St = 5.36
Δ = 4°33'00"
R = 160.00

G = 14°19'26"
Lc = 21.13
St = 10.83
Δ = 15°08'00"
R = 80.00

Lc = 15.66
St = 7.85
Δ = 8°58'20"
R = 100.00
G = 11°27'33"

Lc = 29.36
St = 14.98
Δ = 28°02'00"
R = 60.00
G = 19°5'55"

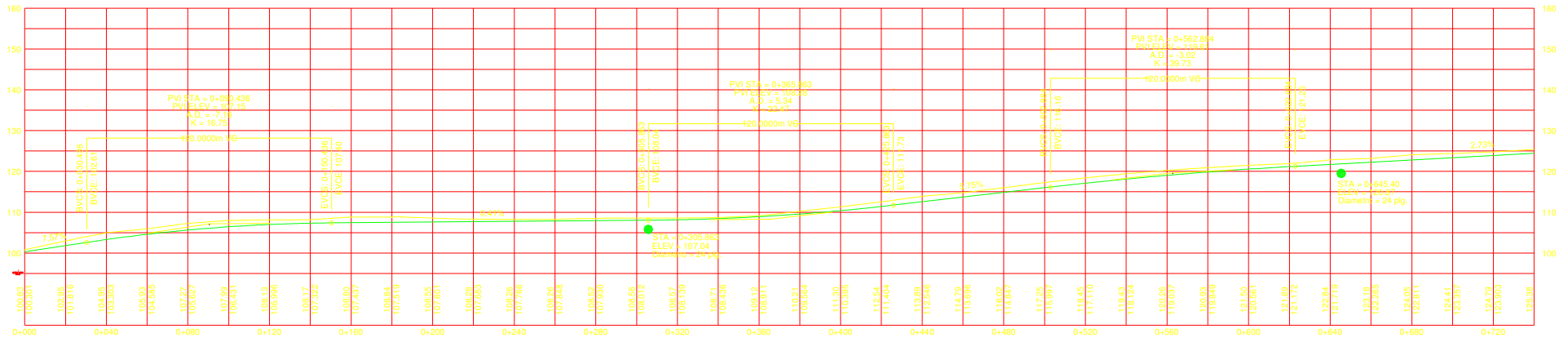
Lc = 15.92
St = 7.96
Δ = 3°48'00"
R = 240.00
G = 4°46'29"

0+720

INICIO
0+00

PLANTA

ESCALA 1:1000



SIMBOLOGIA	
EN PLANTA	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
Δ	ANGULO DELTA
Lc	LONGITUD DE CURVA
Sh	SUB-TANGENTE
R	RADIO
DT	DRENAJE TRANSVERSAL 1
+	ESTACION
—	LINEA CENTRAL

PERFIL
ESCALA

HOR 1:1000 VER 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO DE
CONCRETO

UBICACION:
ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN

DISEÑO:
GEMELI SURIEL
GONZALEZ IXEN

CONTENIDO:
PLANTA-PERFIL DE
EST. 0+000 A 0+720

ESCALA:
INDICADA

ESTUDIANTE:
GEMELI SURIEL
GONZALEZ IXEN

DIBUJO:
GEMELI SURIEL
GONZALEZ IXEN

FECHA:
MAYO 2008

CARNE:
2001-17380

ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR

2 / 8

0+720

1+440

PLANTA

ESCALA 1:1000

$L_c = 24.80$
 $St = 12.81$
 $\Delta = 35^{\circ}31'40''$
 $R = 40.00$
 $G = 28^{\circ}38'52''$

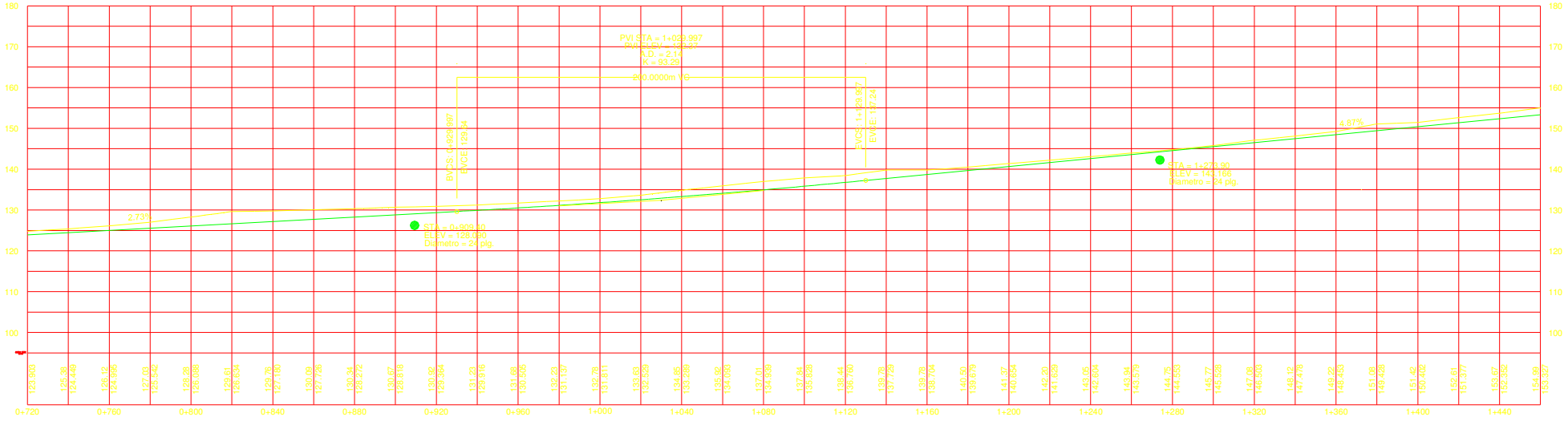
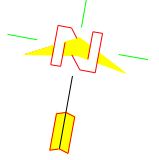
$G = 28^{\circ}38'52''$
 $L_c = 18.12$
 $St = 9.22$
 $\Delta = 25^{\circ}57'20''$
 $R = 40.00$

$L_c = 34.62$
 $St = 18.48$
 $\Delta = 49^{\circ}35'00''$
 $R = 40.00$
 $G = 28^{\circ}38'52''$

$G = 5^{\circ}43'46''$
 $L_c = 14.35$
 $St = 7.18$
 $\Delta = 4^{\circ}06'40''$
 $R = 200.00$

$G = 8^{\circ}11'6''$
 $L_c = 30.11$
 $St = 15.11$
 $\Delta = 12^{\circ}19'20''$
 $R = 140.00$

$L_c = 15.40$
 $St = 7.72$
 $\Delta = 11^{\circ}01'40''$
 $R = 80.00$
 $G = 14^{\circ}19'26''$

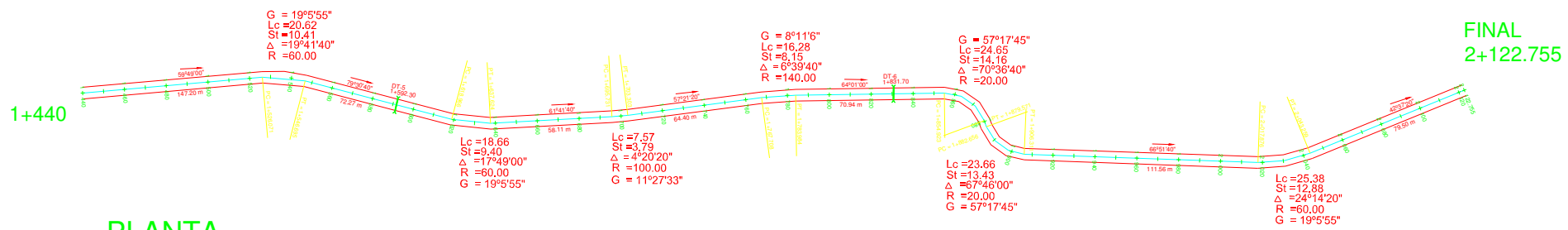
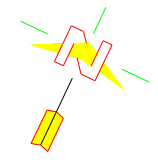


SIMBOLOGIA (EN PLANTA)	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
Δ	ANGULO DELTA
LC	LONGITUD DE CURVA
St	SUB-TANGENTE
R	RADIO
DT	DRENAJE TRANSVERSAL 1
+	ESTACION
—	LINEA CENTRAL

PERFIL

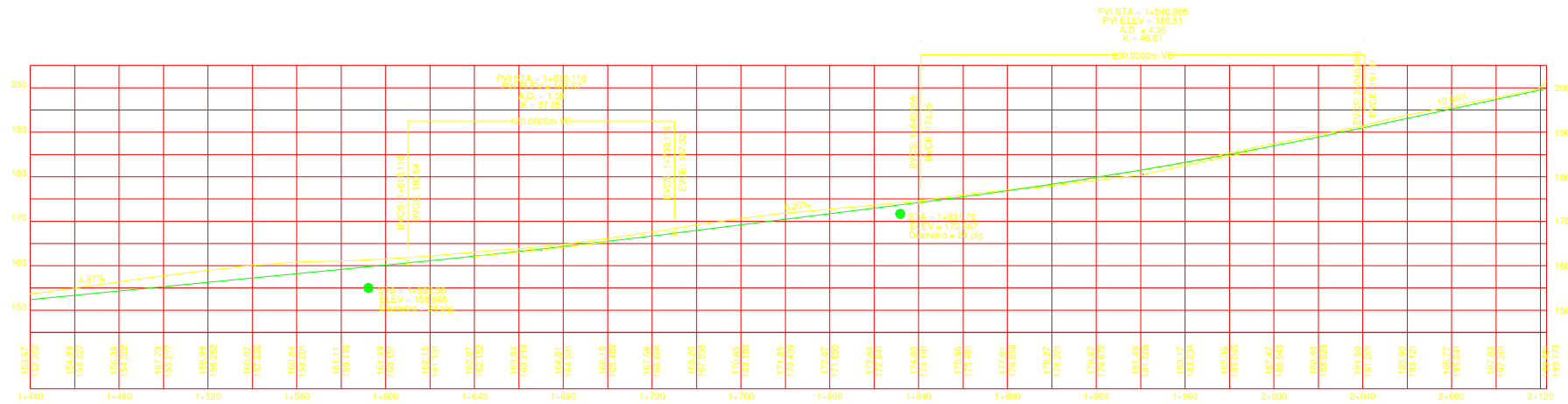
ESCALA HOR 1:1000 VER 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO	UBICACION: ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN	
ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE EST. 0+720 A 1+440	ESCALA: INDICADA
CARNE: 2001-17380	DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008	Visto: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS - ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR



PLANTA

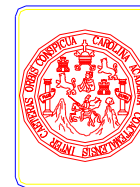
ESCALA 1:1000



PERFIL
ESCALA

HOR 1:1000 VER 1:500

SIMBOLOGIA (EN PLANTA)	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PC	PRINCIPIO DE TANGENTE HORIZONTAL
PI	PLANTO DE INTERSECCION
Δ	ANGULO DELTA
Lc	LONGITUD DE CURVA
St	SUB-TANGENTE
R	RADIO
DT	DRENAJE TRANSVERSAL 1
+	ESTACION
—	LINEA CENTRAL



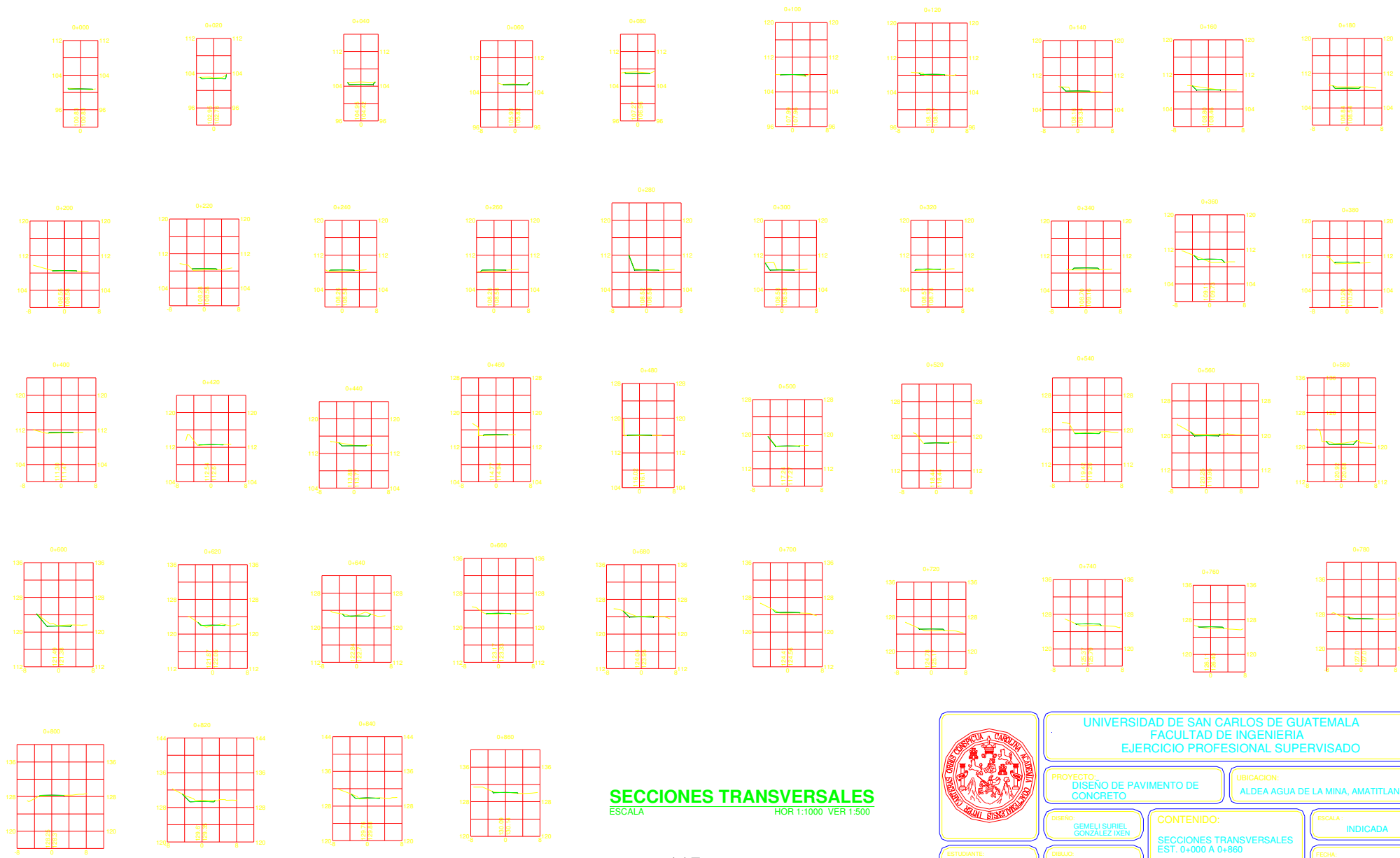
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO
UBICACION: ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN

DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE EST. 1+440 A 2+122.755
ESCALA: INDICADA

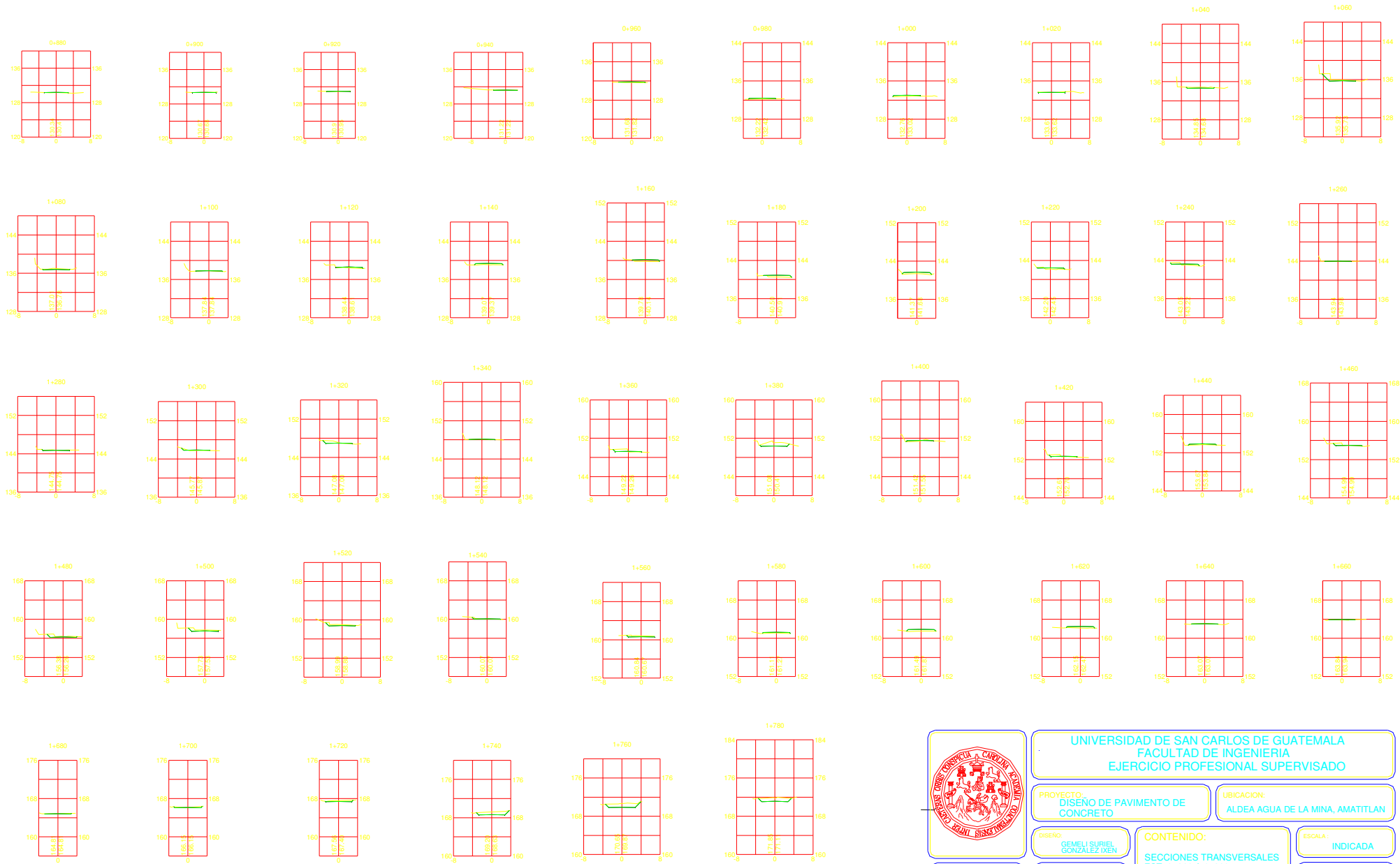
ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN
FECHA: MAYO 2008

CARNE: 2001-17380
GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR



SECCIONES TRANSVERSALES
 ESCALA HOR 1:1000 VER 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO	UBICACION: ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN
	DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000 A 0+860
	ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	ESCALA: INDICADA
	CARRNE: 2001-17380	FECHA: MAYO 2008



118
SECCIONES TRANSVERSALES
 ESCALA HOR 1:1000 VER 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
 DISEÑO DE PAVIMENTO DE
 CONCRETO

UBICACION:
 ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN

DISEÑO:
 GEMELI SURIEL
 GONZALEZ IXEN

CONTENIDO:
 SECCIONES TRANSVERSALES
 EST. 0+860 A 1+800

ESCALA:
 INDICADA

ESTUDIANTE:
 GEMELI SURIEL
 GONZALEZ IXEN

DIBUJO:
 GEMELI SURIEL
 GONZALEZ IXEN

FECHA:
 MAYO 2008

CARNE:
 2001-17380

WUOB:
 GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL TNG. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR



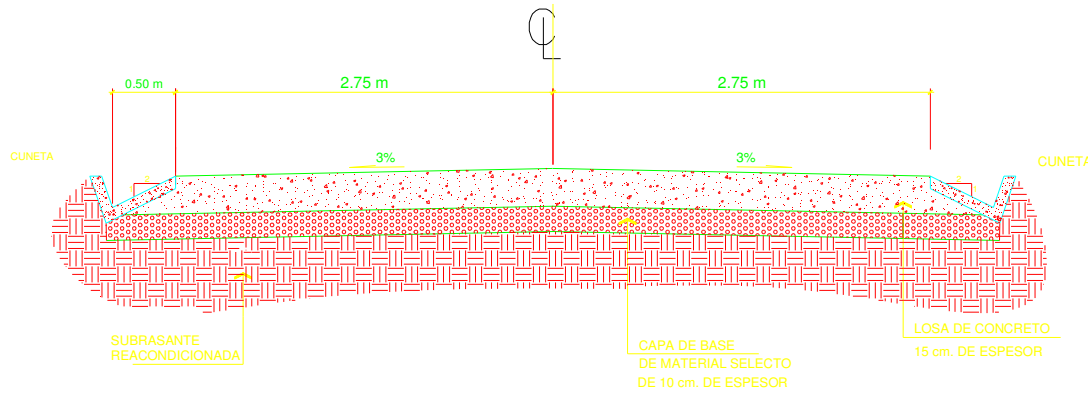
JUNTA LONGITUDINAL @ 3.50 m

SIN ESCALA



JUNTA TRANSVERSAL @ 2.75 m

SIN ESCALA

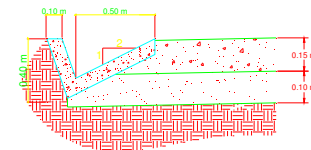


SECCION TIPICA FINAL

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES

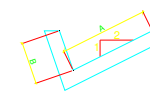
- CALLES RESIDENCIALES, CARRETERAS RURALES (BAJO A MEDIO)
- TPOD - ARRIBA DE 25
- CARGA MAXIMA POR EJE : SENCILLO 22 KIP. DOBLE 36 KIP
- ESPESOR DE LOSA DE CONCRETO: 15 CM
- ESPESOR DE LA BASE: 10 CM
- JUNTAS LONGITUDINALES: A LO LARGO DE LA CALLE, A LA MITAD DE LA MISMA (2.75 m)
- JUNTAS TRANSVERSALES: A CADA 3.50 METROS
- SUBRASANTE: CBR DE DISEÑO DE 64.5% SEGUN LABORATORIO AASHTO MODIFICADO T-180 CONSTRUIDA SEGUN ESPECIFICACIONES PARA PREPARACION DE LA SUBRASANTE
- BASE DE SELECTO: CBR DETERMINADO POR LA AASHTO T-193, MINIMO DE 70% EFECTUADO CON MUESTRA SATURADA AL 95% Y OTRAS ESPECIFICACIONES APPLICABLES
- LOSA DE CONCRETO: EL CONCRETO UTILIZADO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO CONFINADA DE 4000 PSI A LOS 28 DIAS CON UNA PROPORCION DE 1:2:2
- EL CBR INDICADO ES EL CORRESPONDIENTE A 0.01 PLG. DE PENETRACION SEGUN EL METODO AASHTO T 193 - 72 EN UNA MUESTRA COMPACTADA AL 95% DE LA DENSIDAD SECA MAXIMA OBTENIDA EN EL LABORATORIO OBTENIDA POR EL METODO AASHTO T 180-74
- EL CONCRETO CICLOPEO DE LAS CAJAS Y CABEZALES TENDRAN UNA PROPORCION DE 70% PIEDRA BOLA Y 30% DE CEMENTO.
- LA TUBERIA DE LOS DRENAJES TRANSVERSALES SERAN DE RIBLOCK, DE DIAMETRO DE 24 PULGADAS.
- EL CONCRETO UTILIZADO EN LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS SERA DE UNA RESISTENCIA DE 4000 PSI
- LA SAVIETA A UTILIZARSE TENDRA UNA PROPORCION 1:3 Y CON UN ESPESOR DE 1 CM.



DETALLE DE CUNETAS

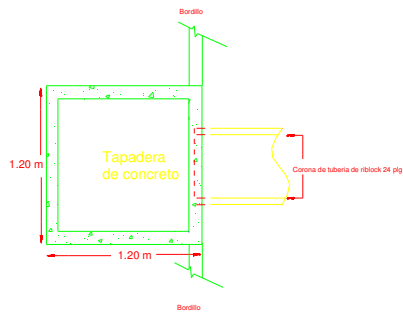
SIN ESCALA

AREA POR METRO
A + B = 0.82 m²/m



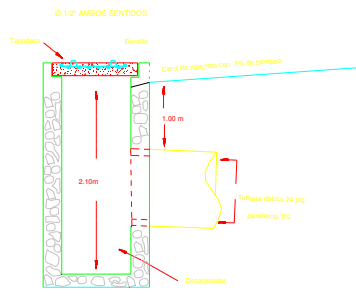
SUPERFICIE DE PAGO DE CUNETAS REVESTIDAS

SIN ESCALA



PLANTA DE CAJA DE ALIVIO

SIN ESCALA



SECCION CAJA DE ALIVIO

SIN ESCALA

Dimensiones:
Profundidad 2.10 m
Largo 1.20 m
Ancho 1.20 m

TABLA DE CABEZALES			
No.	Estación	Elevación	Diámetro
DT-1	0+305.86	107.04	24 plg.
DT-2	0+645.40	120.87	24 plg.
DT-3	0+909.40	128.09	24 plg.
DT-4	1+273.90	143.17	24 plg.
DT-5	1+592.30	158.67	24 plg.
DT-6	1+831.70	172.57	24 plg.

Nota: La altura, ancho y profundidad de los cabezales serán las mismas y se pueden observar en el detalle.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE PAVIMENTO DE
CONCRETO

UBICACION:
ALDEA AGUA DE LA MINA, AMATITLAN

DISEÑO:
GEMELI SURIEL
GONZALEZ IXEN

CONTENIDO:

ESCALA: INDICADA

ESTUDIANTE:
GEMELI SURIEL
GONZALEZ IXEN

DIBUJO:
GEMELI SURIEL
GONZALEZ IXEN

DETALLES

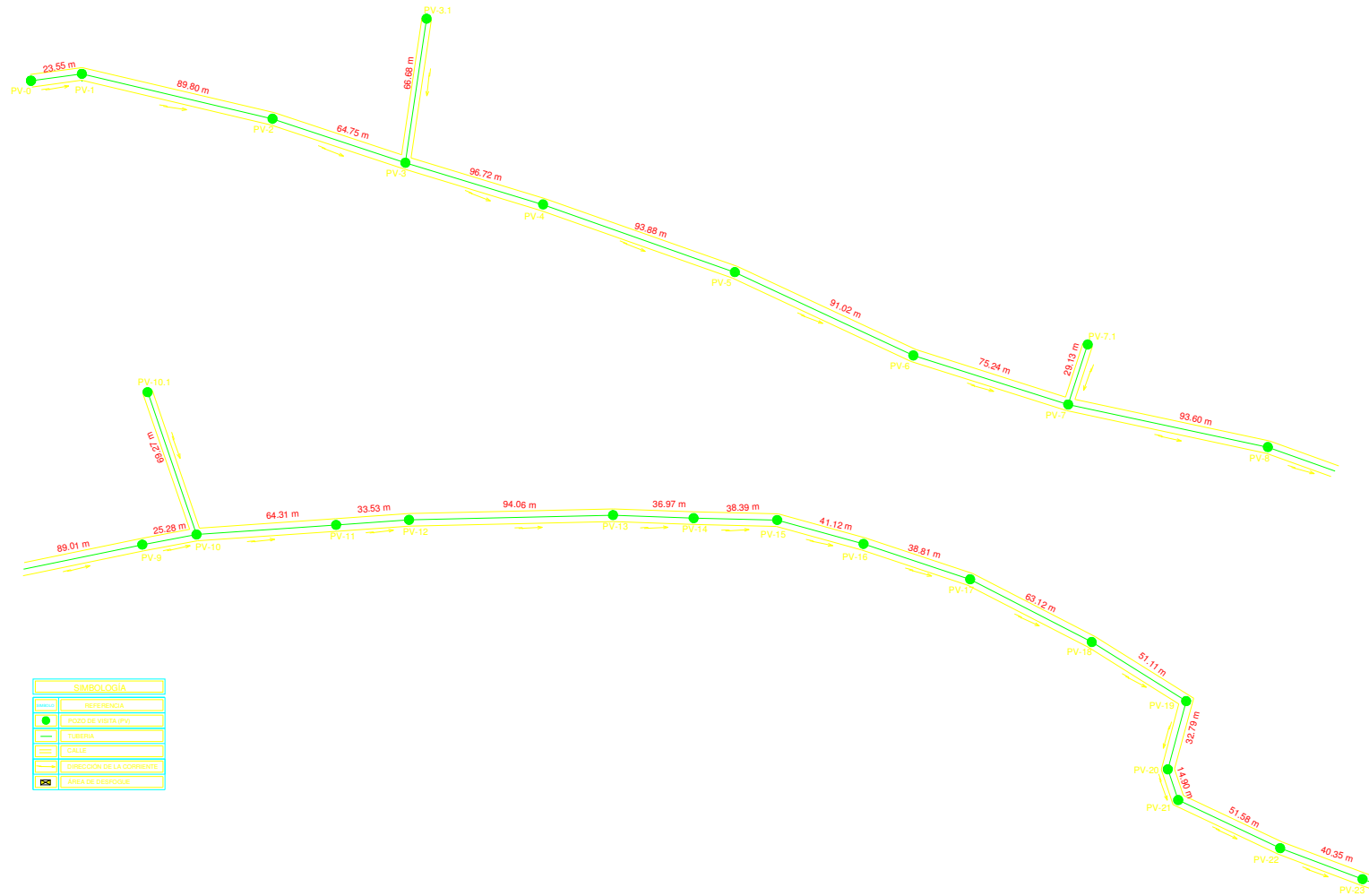
FECHA:
MAYO 2008

CARNE:
2001-17380

GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS: ING. CIVIL

ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR

8/8

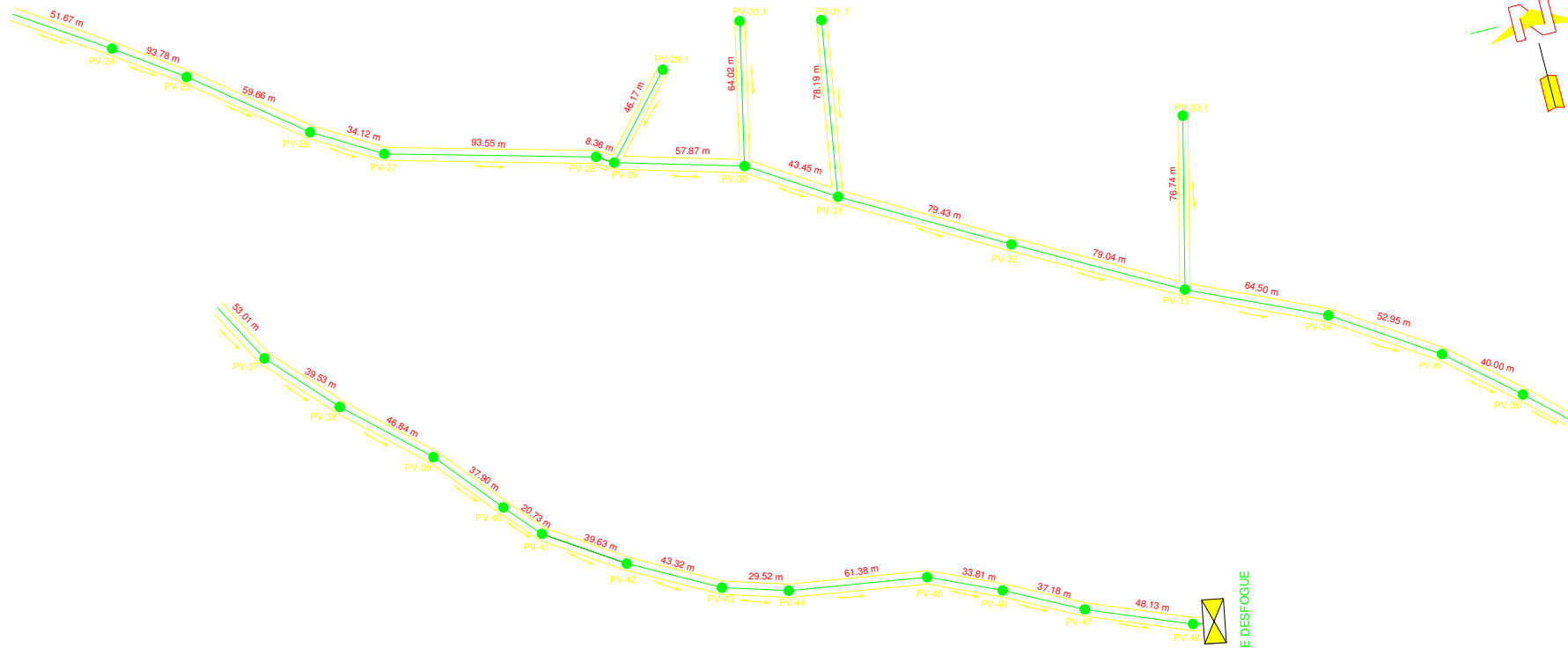


SIMBOLOGIA	
	REFERENCIA
	POZO DE VISTA (P.V.)
	TUBERIA
	CALLE
	DIRECCION DE LA CORRIENTE
	AREA DE DESFOQUE

PLANTA GENERAL TRAMO 1-2

ESCALA 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	UBICACION: ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN
DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: PLANTA GENERAL	ESCALA: INDICADA
ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008
CARNE: 2001-17380	PROFESOR: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARBUJETA HERNANDEZ - ASESOR	PAGINA: 1 / 9

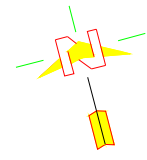


SIMBOLOGÍA	
	REFERENCIA
	POZO DE VISTA (PV)
	TUBERIA
	CALLE
	DIRECCION DE LA CORRIENTE
	ÁREA DE DESFOQUE

PLANTA GENERAL TRAMO 3-4

ESCALA 1: 1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
	PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	UBICACION: ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN		
	DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: PLANTA GENERAL		
	ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	ESCALA: INDICADA		
CARNE: 2001-17380	DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008		
GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL		ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR		
		<table border="1"> <tr> <td>2</td> <td>9</td> </tr> </table>	2	9
2	9			



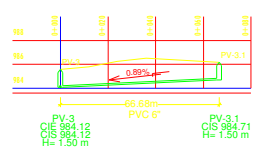
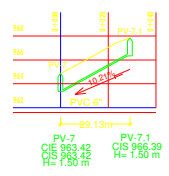
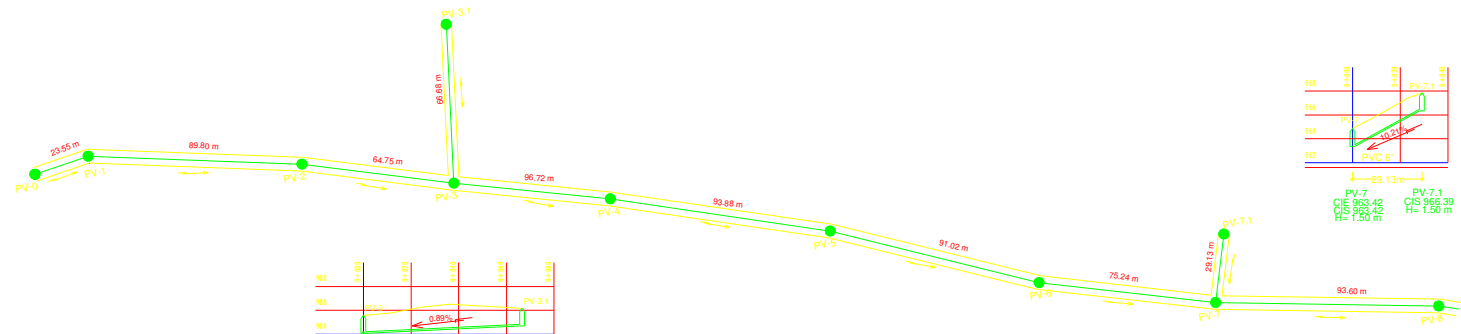
REFERENCIAS

- POZO DE VISITA (PV)
- H ALTURA DE POZO
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- % PENDIENTE
- m DISTANCIA HORIZONTAL

PV-7
 CIE 963.42
 CIS 963.42
 H= 1.50 m

PV-7.1
 CIE 966.39
 H= 1.50 m

CIE=COTA INVERT DE ENTRADA
CIS=COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL DE PV-0 A PV-8

ESCALA HORIZONTAL 1: 1000
ESCALA VERTICAL 1: 200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACION: ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN

ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN

CARNE: 2001-17380

CONTENIDO: PERFILES DEL TERRENO

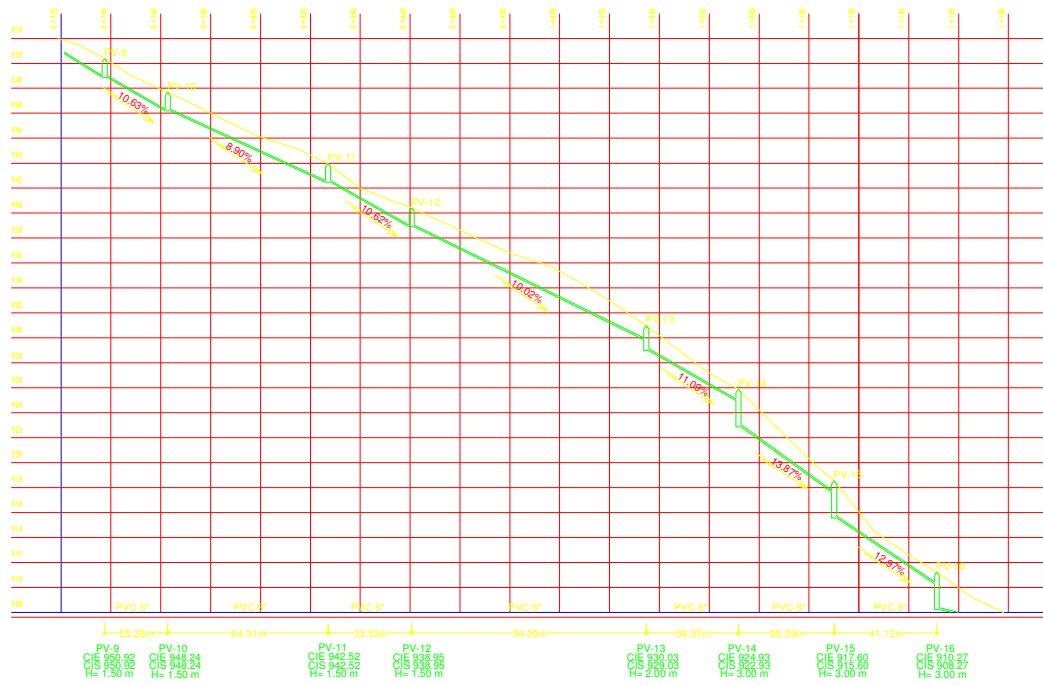
FECHA: MAYO 2008

ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO 2008

VO. BO. GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS INCL. CIVIL TNG. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR

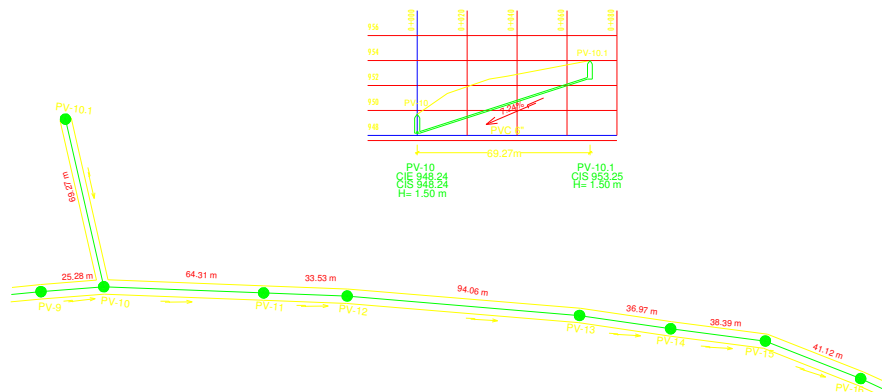
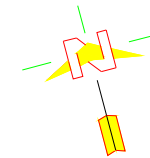
3 / 9



REFERENCIAS

- POZO DE VISATA (PV)
- TI ALTURA DE POZO
- DIRECCIÓN DE FLUJO
- % PENDIENTE
- m DISTANCIA HORIZONTAL

PV-7 CIE 963.42 CIS 963.42 H= 1.50 m
 PV-7.1 CIE 966.39 CIS 966.39 H= 1.50 m
 CIE=COTA INVERT DE ENTRADA
 CIS=COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL DE PV-9 A PV-16

ESCALA HORIZONTAL 1: 1000
 ESCALA VERTICAL 1: 200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO
 SANITARIO

UBICACION:
 ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN

DISEÑO:
 GEMELI SURIEL
 GONZALEZ IXEN

CONTENIDO:
 PERFILES DEL TERRENO

ESCALA:
 INDICADA

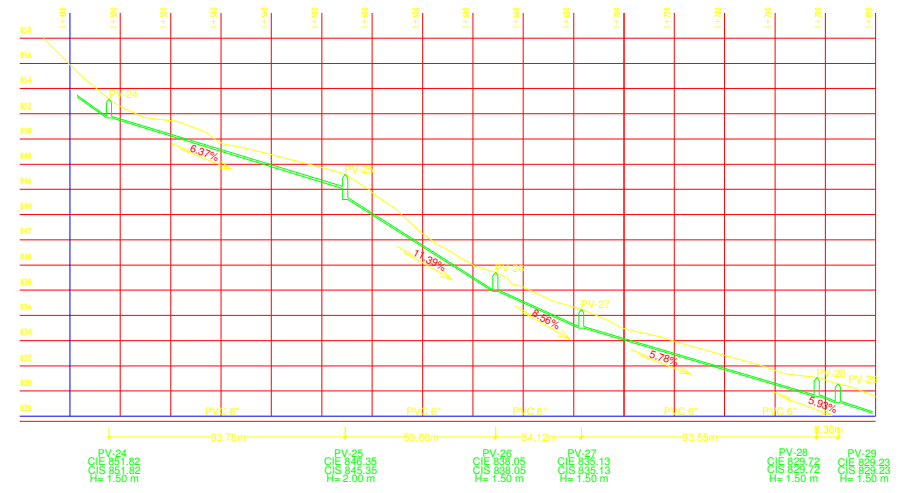
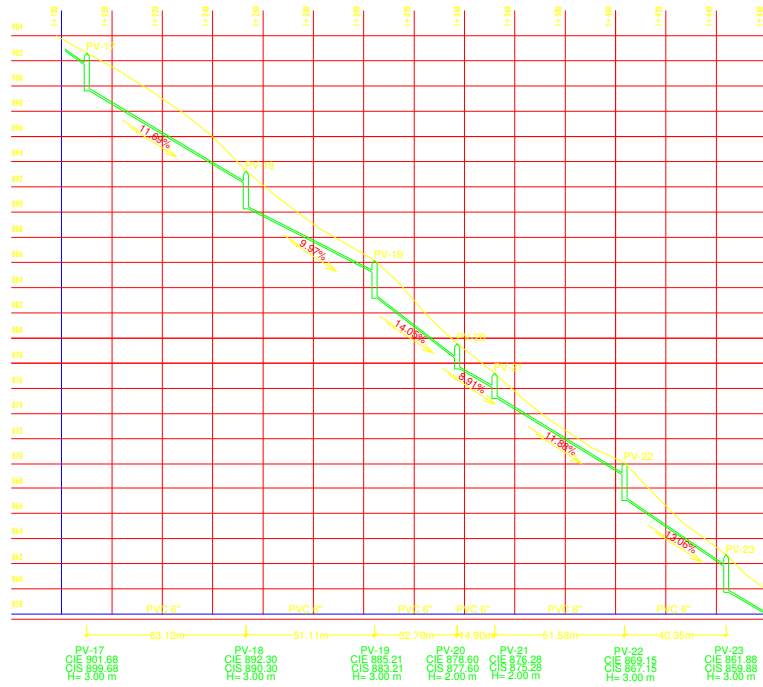
ESTUDIANTE:
 GEMELI SURIEL
 GONZALEZ IXEN

DIBUJO:
 GEMELI SURIEL
 GONZALEZ IXEN

FECHA:
 MAYO 2008

CARNE:
 2001-17380

GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR

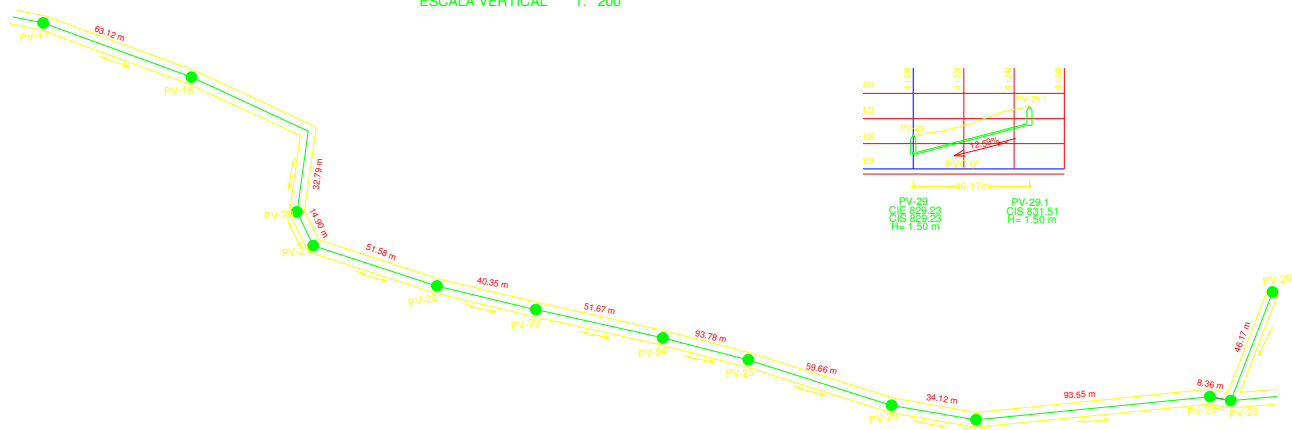


PERFIL DE PV-24 A PV-29

ESCALA HORIZONTAL 1: 1000
 ESCALA VERTICAL 1: 200

PERFIL DE PV-17 A PV-23

ESCALA HORIZONTAL 1: 1000
 ESCALA VERTICAL 1: 200



REFERENCIAS

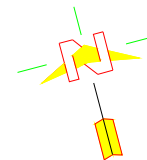
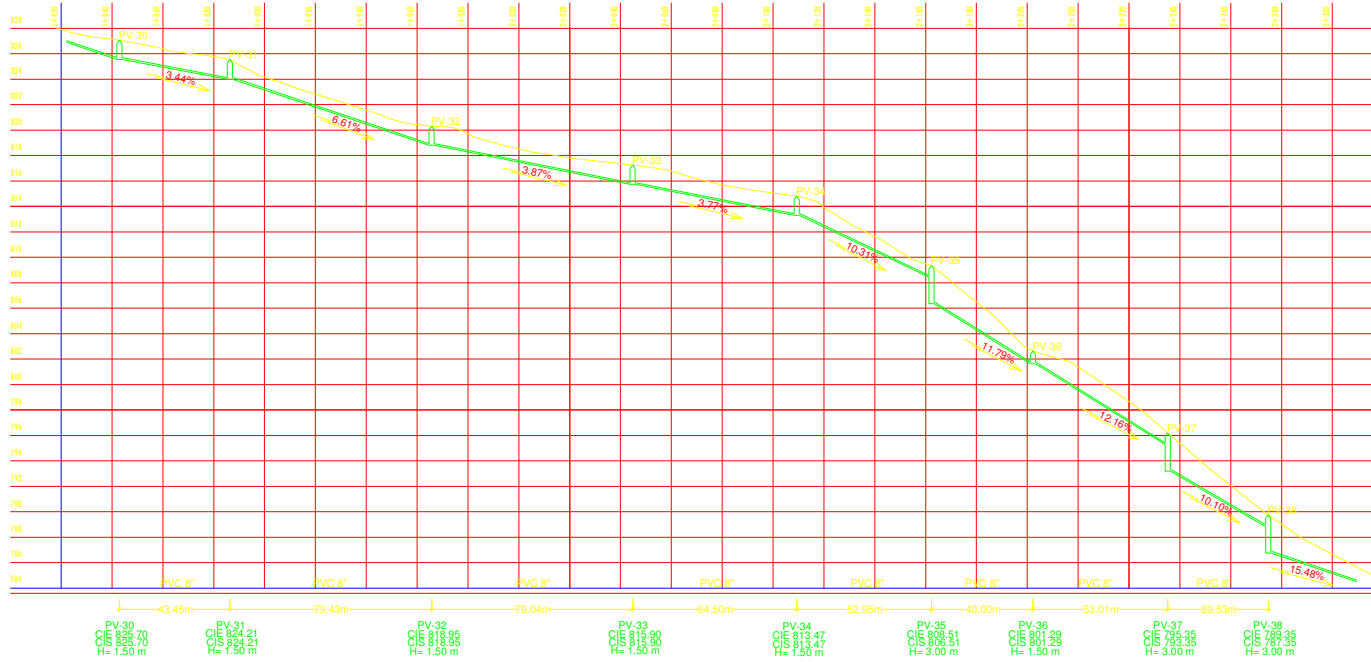
- POZO DE VISATA (PV)
- H ALTURA DE POZO
- DIRECCION DE FLUIDO
- % PENDIENTE
- m DISTANCIA HORIZONTAL

CIE=COTA INVERT DE ENTRADA
 CIS=COTA INVERT DE SALIDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	UBICACION: ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN
DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: PERFILES DEL TERRENO
ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	ESCALA: INDICADA
DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008
CARNE: 2001-17380	VOBO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA HERRANDEZ - ASESOR

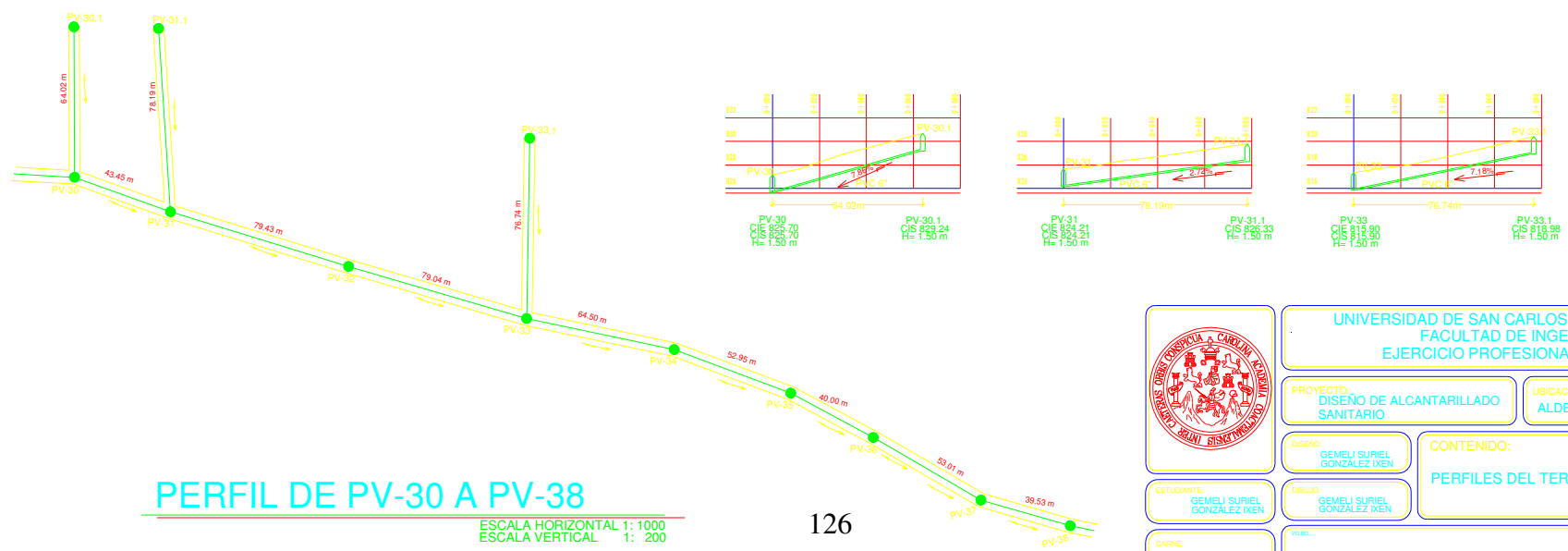
5
9



REFERENCIAS

- POZO DE VISATA (PV)
- H ALTURA DE POZO
- DIRECCION DE FLUJO
- % PENDIENTE
- m DISTANCIA HORIZONTAL

PV-7 CIE 963.42, CIS 963.42, H=1.50 m
 PV-7.1 CIE 966.39, CIS 966.39, H=1.50 m
 CIE=COTA INVERT DE ENTRADA
 CIS=COTA INVERT DE SALIDA



PERFIL DE PV-30 A PV-38
 ESCALA HORIZONTAL 1: 1000
 ESCALA VERTICAL 1: 200

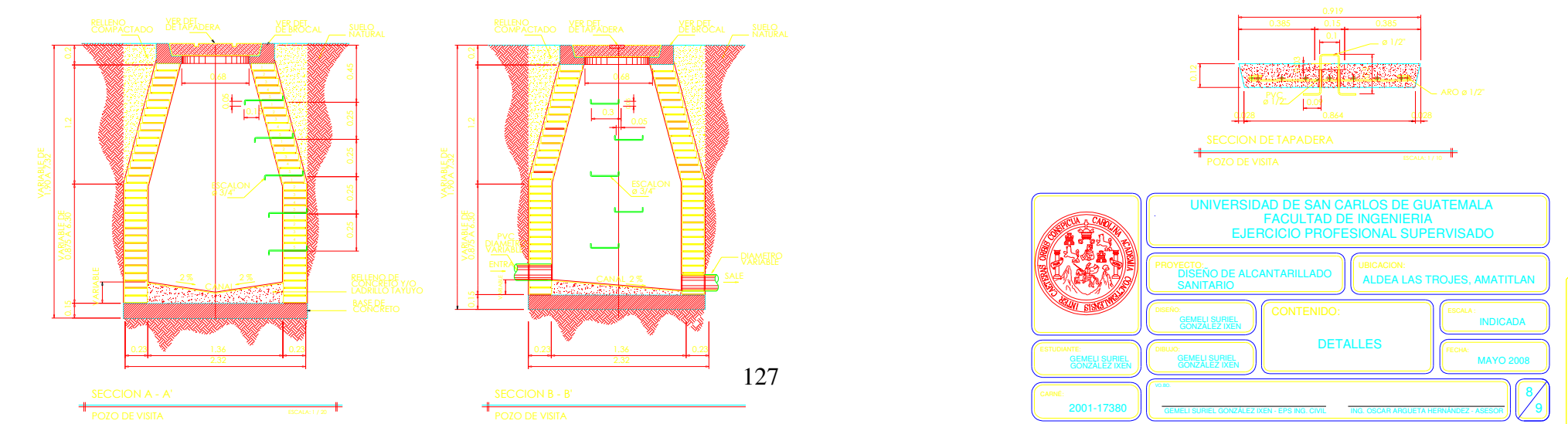
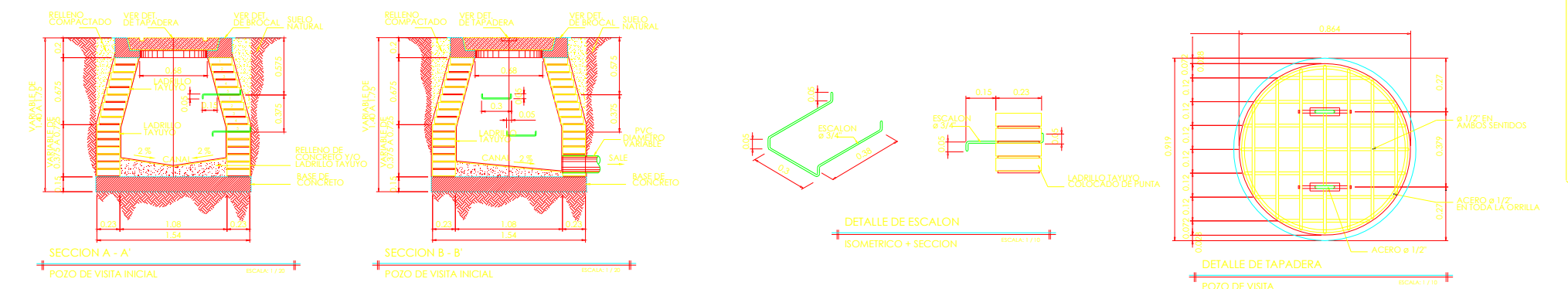
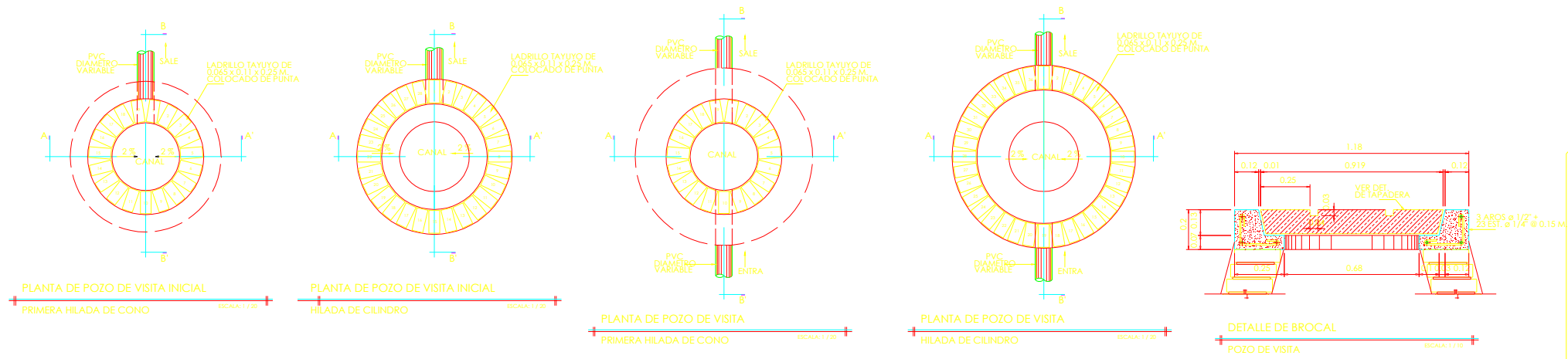
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

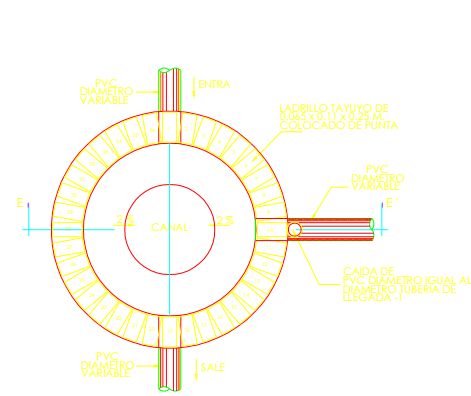
UBICACION:
ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN

DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: PERFILES DEL TERRENO	ESCALA: INDICADA
ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008
CARNÉ: 2001-17380	VOBO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL	TING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR

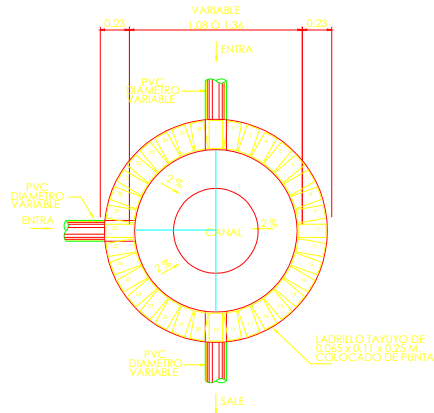
6	9
---	---



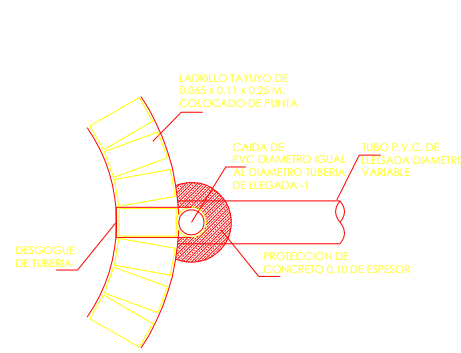
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	UBICACION: ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN
DISEÑO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	CONTENIDO: DETALLES	ESCALA: INDICADA
ESTUDIANTE: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	DIBUJO: GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN	FECHA: MAYO 2008
CARRNE: 2001-17380	GEMELI SURIEL GONZALEZ IXEN - EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ - ASESOR	



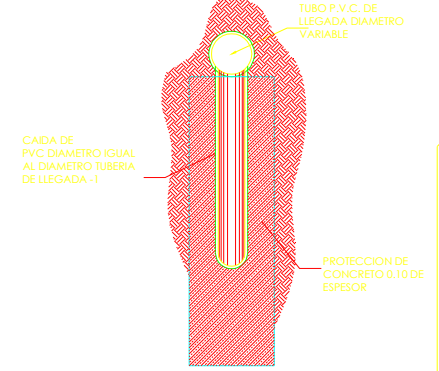
POZO DE VISITA ROMPE PRESION
SECCION F - F' ESCALA 1:20



PLANTA DE POZO DE VISITA
DOS ENTRADAS Y CAMBIO DE DIRECCION ESCALA 1:20

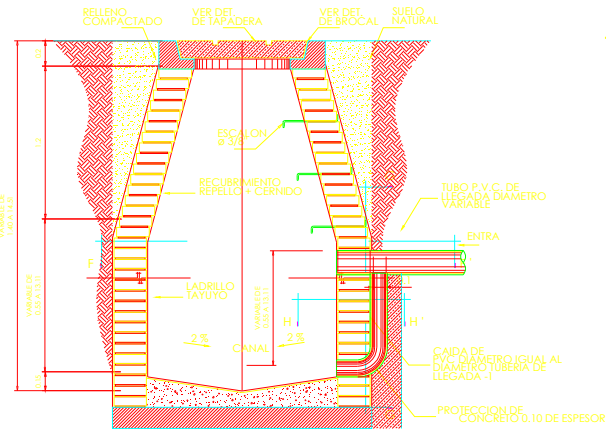


POZO DE VISITA ROMPE PRESION
SECCION H - H' ESCALA 1:10



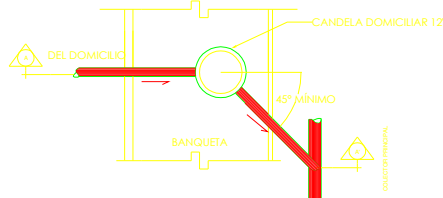
POZO DE VISITA ROMPE PRESION
SECCION G - G' ESCALA 1:10

CONCRETO 0.10 DE ESPESOR

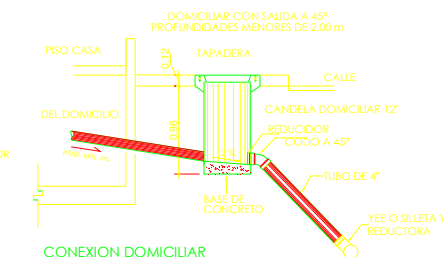


POZO DE VISITA ROMPE PRESION
SECCION E - E' ESCALA 1:20

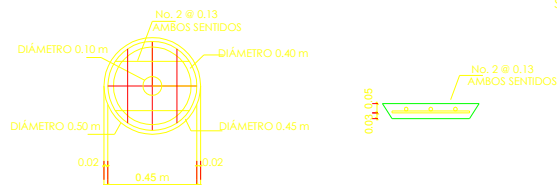
NOTA: ESTOS POZOS SE UBICARAN EN PENDIENTES DE LLEGADA SUPERIORES A 15%



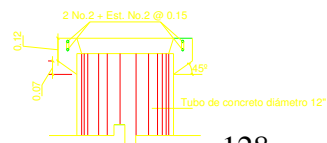
DETALLE DE CONEXIONES COMINCIALES
SIN ESCALA



CONEXION DOMICILIAR
SECCION A - A' SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO
SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO

- La Tapadera de Pozo de Visita debera identificarse con la nomenclatura de plano de Red General.
- Base de Concreto: Proporción 1:2:3
- Savieta de cemento: proporción 1:3
- Materiales:
 - Concreto: f'c 281 kg/cm²
 - Acero de Refuerzo corrugado: Fy 2810 kg/cm²
 - Ladrillo tayuyo de 0.065x0.11x0.25 m
 - Suelo:
 - Peso Unitario: 1800 kg/m³ (Asumido)
 - Valor Soporte: 15 Ton/m² (Asumido)

Longitudes de Desarrollo

Barra	Ø	L.D.
No. 3	3/8"	0.35 m.
No. 4	1/2"	0.45 m.
No. 5	5/8"	0.55 m.
No. 6	3/4"	0.65 m.
No. 8	1"	1.05 m.

Varios:
Las dimensiones estan dadas en metros salvo se indique otra cosa, asi como las estaciones y cotas de diseño.

CÓDIGO DE DISEÑO:

Diseño de toda la Red: Método del INFOM y Criterios de la Municipalidad
Tubería Ø de 6", 8", 10", 12", 15" y 18" será NOVAFORT P.V.C. norma ASTM F949
Descarga de Aguas Servidas: Conexión existente
Tipo de Red: Alcantarillado sanitario por gravedad
Población Actual: 1380 Hab.
Método de Población Futura: Geométrico
Crecimiento Poblacional: 2.71%
Período de Diseño: 20 Años
Población Futura: 2360 hab
Dotación: 175l/hab/día
Factor de Caudal Medio: 0.003 segun Municipalidad
Coeficiente de Rugosidad P.V.C.: 0.010
Formula de Diseño: Manning
Relaciones Hidráulicas: Q=A*V
Tratamiento de Agua: Ninguno
NOTA: En pendientes mayores a 15% se construirán pozos de visita rompe presión



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACION:
ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN

ESTUDIANTE:
GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN

CARNE:
2001-17380

DISEÑO:
GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN

DIBUJO:
GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN

CONTENIDO:
DETALLES

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAYO 2008

GEMELI SURIEL GONZÁLEZ IXEN - EPS ING. CIVIL

ING. OSCAR ANGUETA HEINRANDEZ - ASESOR

9/9