



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

**DISEÑO DE LA CARRETERA CALLE LA RECOLECCIÓN, ANTIGUA
GUATEMALA, RUTA NACIONAL 14 (RN-14)**

Walter Aparicio Avila Torres

Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA CARRETERA CALLE LA RECOLECCIÓN, ANTIGUA
GUATEMALA, RUTA NACIONAL 14 (RN-14)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

WALTER APARICIO AVILA TORRES

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2007

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	Ing. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
EXAMINADOR	Ing. Carmen Marina Mérida Alva
EXAMINADOR	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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 CARRETERA CALLE LA RECOLECCIÓN, ANTIGUA GUATEMALA, RUTA NACIONAL 14 (RN-14),

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2005.

Walter Aparicio Avila Torres

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por su valiosa colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.

La Municipalidad de La Antigua Guatemala, por permitirme desarrollar este trabajo de graduación en su localidad.

La Facultad de Ingeniería, por haber participado durante toda mi formación académica.

La Universidad de San Carlos, por haberme albergado todos estos años en tan prestigiosa casa de estudios.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por darme la vida y poder cumplir una meta más de todas las etapas de mi vida.
- MI ABUELITA** Por su experiencia y consejos de lucha por la vida, siempre estuvo a mi lado motivándome para cumplir todos mis propósitos personales.
- MIS PADRES** Por todo el apoyo incondicional que recibí desde el inicio de mis estudios y la confianza de creer en mí para llegar a cumplir un sueño que ellos empezaron un día dándome la oportunidad de estudio.
- MIS HERMANOS** Por compartir este éxito en mi vida.
- MIS AMIGOS** Que de una forma u otra estuvieron involucrados en apoyarme en la culminación de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE LA ANTIGUA GUATEMALA	
1.1 Antecedente históricos	1
1.1.1 Primer traslado de la ciudad.....	2
1.1.2 Segundo traslado de la ciudad	3
1.1.3 Tercer traslado de la ciudad	4
1.1.4 Crecimiento de la traza de la urbana.....	4
1.2 Ubicación geográfica.....	5
1.2.1 República de Guatemala	5
1.2.2 Región central V	6
1.3 Demografía	10
1.3.1 Población por género	12
1.3.2 Población por edades.....	12
1.3.3 Población por grupo étnico.....	13
1.3.4 Población por área de residencia	14
1.3.5 Densidad poblacional	14
1.4 Características físicas	14
1.4.1 Extensión territorial.....	15
1.4.2 Fisiografía.....	15

1.4.3	Hidrografía	15
1.5	Condiciones climáticas	16
1.6	Recursos naturales.....	16
1.6.1	Uso potencial del suelo	16
1.6.2	Capacidad de uso del suelo	17
1.6.3	Minería e hidrocarburos	18
1.6.4	Flora.....	18
1.6.5	Fauna.....	19
1.6.6	Bosque	19
1.7	Actividades agrícolas.....	19
1.8	Servicios	20
1.8.1	Salud.....	20
1.8.2	Vivienda	21
1.8.3	Infraestructura vial	22
1.8.4	Infraestructura eléctrica	23
1.8.5	Agua y saneamiento.....	23
1.8.6	Servicios públicos.....	24
2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
2.1	Estaciones totales	25
2.2	Procedimiento para un levantamiento topográfico utilizando una estación total Sokkia Set500	25
2.3	Traslado de información de campo de la estación total a la computadora, usando el programa prolink.....	30
3.	DISEÑO DE CARRETERA	
3.1	Parámetros de diseño.....	33
3.2	Creación del proyecto.....	35

3.3	Importar la información de campo.....	37
3.4	Generar la superficie.....	38
3.5	Curvas de nivel	40
3.6	Diseño de alineamiento horizontal	41
3.7	Diseño de sub-rasante	44
3.8	Secciones transversales	47
3.9	Movimiento de tierras.....	50
3.10	Hojas finales	53
3.11	Estudio de suelos.....	54
3.12	Resultados del ensayo de suelo	56
4.	PRESUPUESTO	
4.1	Concepto renglones de trabajo	57
4.2	Integración de precio unitario	63
4.2	Presupuesto de trabajo diseño requerido	63
4.3	Presupuesto de trabajo diseño propuesto.....	65
5.	RIESGO, VULNERABILIDAD Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
5.1	Riesgo y vulnerabilidad	69
5.2	Estudio de Impacto ambiental.....	72
5.3	Evaluación de impacto ambiental del proyecto	74
5.4	Impacto ambiental que será producido	76
5.5	Medidas de mitigación	78
6.	DATOS FINALES DEL DISEÑO	
6.1	Diseño requerido.....	79
6.1.1	Datos de rectas	79
6.1.2	Datos de curvas	79

6.1.3	Movimiento de tierras.....	80
6.1.4	Obras de drenaje	82
6.2	Diseño propuesto	83
6.2.1	Datos de rectas.....	83
6.2.2	Datos de curvas	83
6.2.3	Movimiento de tierras.....	84
6.2.4	Obras de drenaje	86
CONCLUSIONES.....		87
RECOMENDACIONES		89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
APÉNDICES.....		93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Regiones de la República de Guatemala	6
2.	Departamento Sacatepéquez, Municipio Antigua Guatemala	7
3.	Municipio de Antigua Guatemala	10
4.	Menú principal de la una Estación Total Sokkia SET500	26
5.	Menú principal para selección de trabajo	26
6.	Selección de un trabajo nuevo y el trabajo de coordenadas	27
7.	Inicializando ángulo de dirección de inicio	27
8.	Menú de ingreso de estación de inicio	28
9.	Menú para realizar conservación de azimut	29
10.	Selección de coordenadas del punto de vuelta	30
11.	Menú principal del programa Sokkia Prolink	31
12.	Cuadro de diálogo para crear un nuevo proyecto	36
13.	Cuadro de diálogo para importar puntos de topografía	37
14.	Cuadro de diálogo para la creación de la superficie	39
15.	Red de la superficie generada por el programa	39
16.	Cuadro para generara curvas de nivel	40
17.	Curvas de nivel etiquetadas	41
18.	Menú para configuración etiquetas de línea central	42
19.	Diseño de línea central etiquetado	43
20.	Cuadro de diálogo para generar el perfil del terreno	44
21.	Opciones para crear curvas verticales	45
22.	Menú para definir el alineamiento vertical diseñado	46
23.	Menú para definir la típica de diseño	49
24.	Menú para relacionar superficie con alineamiento vertical	50
25.	Menú para crear las secciones del diseño	51

26. Menú para seleccionar típica, taludes y cunetas	51
---	----

TABLAS

I. Centros poblados de Antigua Guatemala	11
II. Población por genero	12
III. Población por edades	13
IV. Población por grupo étnico	13
V. Población por área de residencia	14
VI. Uso del suelo	16
VII. Áreas del suelo aprovechables	18
VIII. Minería e hidrocarburos	18
IX. Cobertura forestal	19
X. Productos Agrícolas	20
XI. Población y locales de población	21
XII. Infraestructura vial de Antigua Guatemala	22
XIII. Rutas alternas de Antigua Guatemala	22
XIV. Número de usuarios e índice de electrificación	23
XV. Número de servicios públicos	24
XVI. Clasificación de suelos para infraestructura de pavimentos	55
XVII. Puntos de intersección, diseño requerido	79
XVIII. Datos de elementos de curva, diseño requerido	80
XIX. Movimiento de tierras, diseño requerido	80
XX. Localización de tuberías, diseño requerido	83
XXI. Puntos de intersección, diseño propuesto	83
XXII. Datos de elementos de curva, diseño propuesto	83
XXIII. Movimiento de tierras, diseño propuesto	84
XXIV. Localización de tuberías, diseño propuesto	86

GLOSARIO

Altimetría

Parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada uno de los puntos respecto a un plano de referencia. Con ella se consigue representar el relieve del terreno.

Back Sight

Comando que se usa para realizar una vista atrás dentro del replanteo de una línea, polígono, cuando se usa la estación total.

Build

Significa Construir, y es comando para crear la superficie o modelo tridimensional de las curvas de nivel.

Comando

Instrucción que al ser ejecutada realiza un proceso.

Cuadro de diálogo

Ventana interactiva que sirve para colocar valores con los cuales deberá trabajar un programa del sistema.

dwg

Formato de archivos gráficos bidimensionales y tridimensionales, utilizando por el programa básico Autocad.

External

Es la distancia entre el punto de intersección de las dos tangentes hacia la curva horizontal.

Icono

Elemento dentro de la pantalla del ambiente de Windows de cualquier programa que se refiere a un comando en específico y se visualiza por medio de una figura.

Job

Significa trabajo, dentro de la estación total este comando sirve para desplegar las diferentes opciones para almacenar los datos que obtendremos.

Job Selection

Significa selección de trabajo, y es el comando donde seleccionamos de una lista de números un número y le asignamos el nombre específico que identificará los datos al grabar en la memoria de la estación total.

Layer

Significa capa. Es un concepto creado por Autocad para agrupar entidades de forma que se pueda controlar su visualización conjunta o parcial. Un dibujo puede contener tantas capas como se desee.

Longitud de Curva

Es la distancia siguiendo la curva, desde el PC hasta el Pt.

Meas

Dentro de la estación total este comando sirve para desplegar las diferentes opciones para obtener los datos de mediciones que realizaremos al terreno en estudio, utilizando el conjunto de accesorios necesarios.

Planimetría

Parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos para determinar y representar la medición plana o distancia. Con ella se consigue representar la geometría del terreno.

Points

Significa puntos y es el menú del programa de diseño Land donde podremos crear, ver o modificar cualquier punto de medición obtenido por medio de la estación total para realizar el estudio.

Profiles

Significa perfiles y es el menú del programa Civil donde podremos crear, ver, modificar y diseñar todo lo relacionado con el alineamiento vertical de un terreno.

Sección Típica

Es la representación gráfica en el plano vertical de los elementos de una carretera o camino, según el tipo.

Terrain

Significa terreno y es el menú del programa Land donde podremos crear, ver o modificar la superficie tridimensional que necesitamos para obtener las curvas de nivel de un terreno.

RESUMEN

Se podría considerar que La Antigua Guatemala tiene un valor excepcional por sus características urbanas y su arquitectura, que constituyen patrimonio cultural e histórico de esta nación.

Tanto el intercambio cultural, la relación social, comercial y las costumbres son actividades que se han realizado a través de la historia, en espacios definidos por el hombre. A la fecha estas actividades se han podido realizar y se seguirán dando gracias a los diferentes accesos que tiene.

La ciudad cuenta con una entrada principal y una secundaria, la ruta principal es la RN-10 y la secundaria es la RN-14, la vía secundaria une los departamentos de Escuintla por la autopista Palin – Escuintla con Chimaltenango en la ruta CA-1.

Dentro de las necesidades para el desarrollo económico, social y cultural surge la creación de una vía principal por la RN-14 sin tener que acceder a vías departamentales para el ingreso a la ciudad de Antigua Guatemala, ayudando en varios aspectos importantes como es el volumen de tránsito liviano como pesado, siendo esta una vía para poder salir en caso que exista alguna emergencia o fenómeno natural que obstruya las otras vías, sabiendo que ha existido ese tipo de necesidad en años anteriores.

La selección de ruta de campo se realizó con una visita al lugar donde la municipalidad tiene prevista la conexión de la vía en estudio con la calle de la Recolección. Se usó Estación Total para el levantamiento de la planimetría y altimetría y el software Land Desktop para realizar todo el diseño y cálculo.

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar el diseño del tramo carretero que comunicara la calle La Recolección de Antigua Guatemala con la Ruta Nacional Catorce (RN-14).

ESPECÍFICOS

1. Aplicar métodos modernos para obtener el mejor estudio del alineamiento.
2. Proponer un diseño que cumpla con las especificaciones generales de caminos.
3. Realizar una propuesta económica factible para la realización del proyecto.
4. Obtener una guía básica para el desarrollo de diseños por computadora.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el buen uso de un tramo carretero desempeña un papel muy importante en el desarrollo de una población, por lo que se vuelve obligatorio buscar mecanismos de acceso para la comunicación necesaria de las comunidades de nuestro país que están en un crecimiento continuo.

Con el presente trabajo de graduación se pretende desarrollar detalles importantes en la planificación de proyectos de carretera y con ello utilizar métodos y herramientas modernas propias para la ingeniería civil. El crecimiento poblacional, el desarrollo económico, social y cultural y las mejoras a la conservación de la Ciudad de Antigua Guatemala crean la necesidad de interconectar una ruta de comercio importante entre Escuintla y Chimaltenango hacia el centro de comercio de Antigua Guatemala.

El informe está compuesto por cinco capítulos muy importantes, el capítulo uno presenta la monografía del municipio, el capítulo dos presenta el uso de una estación total como método moderno para levantamientos topográficos, el capítulo tres presenta los parámetros que se usaron para el diseño del tramo carretero, así como una guía práctica del software de diseño que se usó para el diseño geométrico horizontal y vertical, con ello el capítulo cuatro nos refleja el presupuesto que se necesita para realizar dicho proyecto.

El capítulo cinco nos enfoca a la importancia de realizar el menor daño posible al ambiente que rodea dicho proyecto, tomando en cuenta una medida de mitigación al cualquier impacto ambiental que se genere en la ejecución del proyecto.

1. MONOGRAFÍA

1.1 Antecedentes históricos

Pedro de Alvarado fundó la capital el 25 de julio de 1524 en Iximché (Tecpán Guatemala), lo que fue la corte Cakchiquel a la que llamó Santiago en honor al Apóstol Mayor. Debido a la insurrección indígena, esta ciudad fue abandonada y por segunda vez, fue asentada en el Valle de Almolonga el 22 de noviembre de 1527. La Ciudad de la Antigua Guatemala fue fundada el 21 de noviembre de 1542 en Valle de Pancán o Panchoy, siendo reconocida como capital del Reino de Guatemala durante 230 años. Por Decreto de la Asamblea Legislativa No. 2772 del 30 de marzo de 1944, la Antigua Guatemala fue declarada Monumento Nacional. Después, por Decreto No. 1254 del 12 de octubre de 1944, el Congreso la declaró Ciudad Emérita. El Instituto Panamericano de Geografía e Historia la declaró Monumento de América en julio de 1965 y la UNESCO la declaró Patrimonio Mundial y Cultural en 1979.

Esta Ciudad fue un escenario de diversos sucesos significativos para Guatemala, como la introducción de la Imprenta en 1660, la fundación de la Universidad de San Carlos en 1676 y la publicación del periódico la Gaceta de Goathemala en 1729, además de la inauguración de la tercera catedral de Santiago de Guatemala en 1681, cuando este país celebró una de las fiestas más suntuosas del período hispánico. Con su trazo reticular, Antigua escenifica asimismo un contraste interesante entre un diseño de linaje occidental y los espacios que impone la naturaleza. Fundada con el nombre de Santiago de los Caballeros de Guatemala, el subsuelo se ha encargado de contradecir en el pasado la obra de cuantos quisieron engrandecer su esplendor.

Rodeada por los volcanes de Agua, de Fuego y Acatenango, ha padecido erupciones, tormentas de ceniza, flujos de lodo y terremotos que han ocasionado frecuentes estragos. Sin embargo, su imponente arquitectura barroca, la grandeza de sus edificaciones restauradas o en ruinas, ha resistido gran diversidad de sismos y desastres naturales.

El 21 de julio de 1524 llegó Pedro de Alvarado a las tierras de "Ixinché" hoy Tecpán Guatemala en Chimaltenango, la cual era ciudad fortaleza de los Kaqchiqueles y lugar donde tenían concentrado su centro político. Pedro de Alvarado conquista estas tierras, fundando la capital del Reino de Guatemala el 25 de Julio de 1524 a la que llamó la Ciudad de Santiago de Guatemala en honor al Apóstol Santiago, este acontecimiento fue la fundación de la primera ciudad.

1.1.1 Primer traslado de la ciudad

El traslado fue hacia el Valle de Almolonga (Ciudad Vieja), valle que reunía características adecuadas para vivir en el lugar; como agua suficiente. Esta ciudad quedó erigida por el Teniente Gobernador, Jorge de Alvarado, el 22 de noviembre de 1527, día de Santa Cecilia. En el año de 1534 fue nombrado Francisco Marroquín como Obispo del Papa. En 1541 Pedro de Alvarado es herido de muerte en México, posteriormente Doña Beatriz de la Cueva pidió su nombramiento, el cual le fue entregado el 9 de septiembre de 1541. Entre la noche del 10 y el 11 de septiembre de 1541 bajó del Volcán Hunaphpú un torrente de agua, unida a un terremoto, destruyendo e inundando la Ciudad de Santiago. Por ello los habitantes del lugar se vieron obligados a trasladarse a un nuevo sitio para establecer la Capital de Guatemala.

1.1.2 Segundo traslado de la ciudad

Posterior a la destrucción de la ciudad, cincuenta y cinco vecinos asistieron a la sesión del Cabildo abierto el 27 de septiembre de 1541, dando como resultado cuarenta y tres votos a favor del traslado de la ciudad. Durante la reunión se nombró una comisión compuesta por los Alcaldes ordinarios, Gonzalo de Ortiz y Cristóbal de Salvatierra, el Tesorero Real, Francisco de Castellanos y otros diez vecinos. El 22 de octubre de 1541 se celebró un Cabildo abierto en el cual se supone que Antonelli presentó un informe favorable a la elección del Valle de Panchoy para el sitio de la nueva ciudad. Se ha dicho que Antonelli argumentó en el sentido de que el sitio de Panchoy era preferible al de Tiangues de Chimaltenango (propuesta paralela, para el traslado de la Ciudad), porque era superior en abastecimiento de agua y más abundante en fuentes de madera y piedras para la construcción.

El 16 de marzo de 1542 la ciudad se trasladó al Valle de Panchoy y de nuevo se le bautizó como “Ciudad de Santiago”, agregándosele “de los Caballeros de Guatemala”, sin embargo las autoridades eclesiásticas hacen público el traslado en solemne procesión el jueves Habeas Christi (21 de junio de 1543). La Ciudad de Santiago fue la primera capital planificada de América, mérito que merece reconocerle a Juan Bautista Antonelli, a quien se le destinó el trazo de la nueva ciudad.

La Antigua Guatemala llegó a ser la metrópoli del Reino de Guatemala durante la época de la Colonia a mediados del siglo XVI hasta finales del siglo XVIII.

En diciembre de 1586 ocurrió un terremoto que causó pánico, el cual cobró varias víctimas, daños en edificios y derrumbes en carreteras, a partir de este ocurrieron una serie de terremotos los cuales concluyeron con un terremoto el día 29 de julio de 1773 (terremoto de Santa Marta), en donde la Ciudad quedó parcialmente destruida. Por ello los habitantes del lugar se vieron obligados a trasladar nuevamente la ciudad.

1.1.3 Tercer traslado de la ciudad

El 6 de septiembre de 1773 el capitán general traslada el gobierno de su Majestad al Valle de la Ermita, más adelante en enero de 1774 la declaran la nueva Ciudad de Guatemala. Fue designado Luis Diez Navarro, para delinear la Nueva Guatemala y despojan edificios y casas particulares de todo aquello que pudiese ser útil en la nueva ciudad. Así como la Ciudad se traslada completamente al Valle de la Ermita o Valle de las Vacas y se le da el nombre de “Nueva Guatemala de la Asunción”.

1.1.4 Crecimiento de la traza urbana

Juan Bautista Antonelli fue encomendado para realizar la traza de la nueva Ciudad, la cual fue la primera capital reconocida debidamente planificada en toda América. Antonelli no tomó en cuenta que la ciudad estuviera expuesta a otros peligros tales como: el nivel del agua cercano al suelo, y que es una zona de fallas y terremotos, por lo que no se podían construir edificios de mucho peso, a pesar de ello la ciudad era de lo mejor, ya que tenía abundante agua, terreno llano y contaba con buen drenaje.

Cuando se hizo la ciudad fue orientada norte-sur, este-oeste, llevándolo a cabo en una forma rectilínea iniciándose la misma con una plaza central y trazando dos cuadros de cien metros cada uno en todas direcciones.

En 1542 se ejecutaron las primeras reparticiones de sitios y el primer cabildo se verificó el 10 de marzo de 1543. Se trasladó el Santísimo a la Catedral Provisional en la procesión de Habeas Hábeas. En el siglo XVII y XVIII, los españoles ocuparon la ciudad hasta sus periferias por lo que se descuidó el crecimiento de la ciudad de Santiago de Guatemala.

El Casco Original de Santiago de Guatemala trazado en el Valle de Panchoy alrededor de 1543-44 según diseño de Antonelli. A finales del Siglo XVI la Ciudad ya se había extendido y alrededor de los Conventos se formaron barrios de indios, como Candelaria, San Francisco y San Sebastián. A finales del Siglo XVII, la Ciudad trepaba los cerros contiguos e integró a su casco Santa Ana y Jocotenango. En 1773 la Ciudad llegó a su máxima extensión.

1.2 Ubicación geográfica

1.2.1 República de Guatemala

Guatemala se encuentra agrupada o dividida en 8 regiones, de acuerdo a su similitud con relación a clima, producción, entre otros, las cuales son 22 regiones, de acuerdo al Decreto 70-86 del Congreso de la República del 17 de noviembre de 1936. De las que Sacatepéquez pertenece a la Región No. V, que la conforman: Sacatepéquez, Escuintla y Chimaltenango.

Las 8 Regiones que conforman la República son:

REGIÓN I

- ▶ Guatemala

REGIÓN II

- ▶ Alta Verapaz
- ▶ Baja Verapaz

REGIÓN III

- ▶ Zacapa
- ▶ Chiquimula
- ▶ Izabal

REGIÓN IV

- ▶ Jalapa
- ▶ Jutiapa
- ▶ Santa Rosa

REGIÓN V

- ▶ Sacatepéquez
- ▶ Escuintla
- ▶ Chimaltenango

REGIÓN VI

- ▶ Quetzaltenango
- ▶ Sololá
- ▶ Suchitepéquez
- ▶ Totonicapán

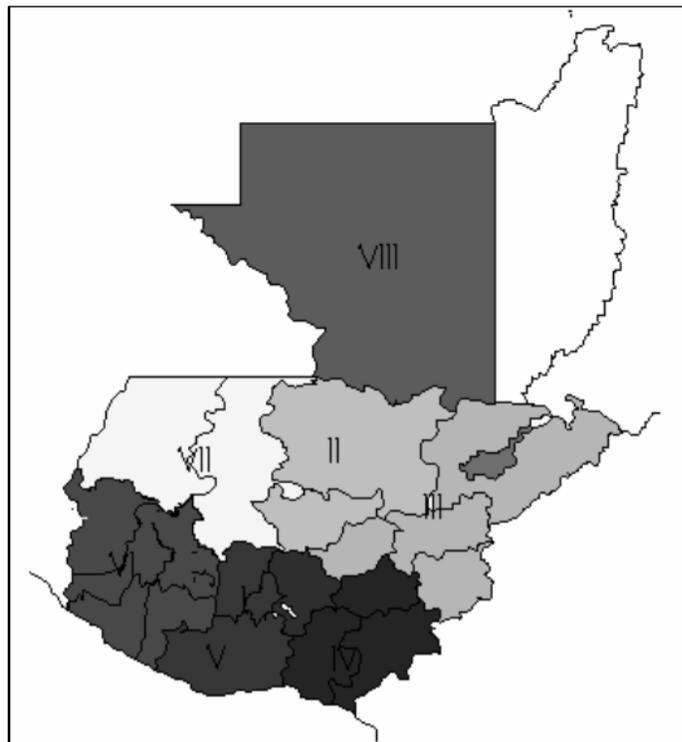
REGIÓN VII

- ▶ San Marcos
- ▶ Huehuetenango
- ▶ El Quiché

REGIÓN VIII

- ▶ Petén

Figura 1. **Regiones de la República de Guatemala**



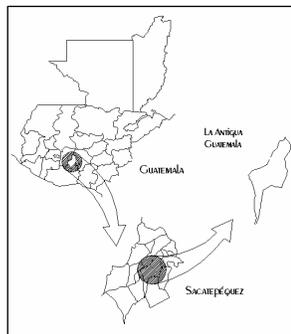
1.2.2 Región central V

La región central es conformada por: Sacatepéquez, Chimaltenango y Escuintla, su extensión territorial es de 6,828 Km. 2, el cual es un 6.20 % de ocupación territorial.

Limitando al Norte con el Quiché, al este con Guatemala, al oeste con Sololá y Suchitepéquez y al sur con el Océano Pacífico. Posee una altitud entre 7,000 y 3,980 MSNM. Su población total es de 272,820 habitantes.

El departamento de Sacatepéquez está situado en la región V o Central de la República a 1,530 metros sobre el nivel del mar y pertenece al "Complejo Montañoso del Altiplano Central". Su cabecera departamental es Antigua Guatemala y se encuentra a 54 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de cuatrocientos sesenta y cinco (465) kilómetros cuadrados, con los siguientes límites: Al Norte, con el Departamento de Chimaltenango; al Sur, con el Departamento de Escuintla; al Este, con el Departamento de Guatemala; y al Oeste, con el Departamento de Chimaltenango. Se ubica en la latitud 14° 33' 24" y en la longitud 90° 44' 02". Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952.50 mm., con un clima templado y semi- frío.

Figura 2. Departamento Sacatepéquez, Municipio Antigua Guatemala



Su jurisdicción departamental comprende 16 municipios que son: Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas, Alotenango y San Antonio Aguas Calientes.

La etimología de Sacatepéquez, según el historiador Fuentes y Guzmán, proviene de "Sacat" que significa yerba o zacate; y "tepet", cerro; que quiere decir cerro de hierba o zacate.

En la época de la colonia fue llamada por Felipe II, como "Muy Noble y Muy Leal Ciudad de Santiago de los Caballeros" por considerarla como una metrópoli que se había convertido en un emporio de riqueza y de importancia dado que sus habitantes se preocupaban por obtener un desarrollo social, cultural y económico del cual surgieron nuevos valores en la ciencia, las letras y las artes.

El trazo de la nueva ciudad se encomendó al ingeniero real Juan Bautista Antonelli, nueve años después se levantaban los primeros edificios públicos, templos y viviendas, a las cuales habrían de seguir con el tiempo otras construcciones de mayor suntuosidad, como el Palacio de los Capitanes Generales, el del Ayuntamiento, la Universidad de San Carlos de Borromeo, el Palacio Arzobispal, el Seminario, la Real Aduana, los hospitales, así como los monumentales templos católicos de La Merced, La Catedral, San Francisco y Concepción; así también, las Iglesias El Carmen, Candelaria y Santa Rosa.

Durante esa época surgieron nobles y generosos personajes como el Obispo Francisco Marroquín, el Hermano Pedro José de Betancourt, Fray Bartolomé de las Casas, Fray Domingo de Betanzos, Fray Rodrigo de la Cruz, el Presbítero Mariano Navarrete y otros más de gran recordación, cuya intercesión ayudó a mejorar las condiciones de vida de los indígenas que fueron sacrificados durante varias generaciones para cargar con las pesadas piedras que se utilizaban en la construcción de los edificios de esa época.

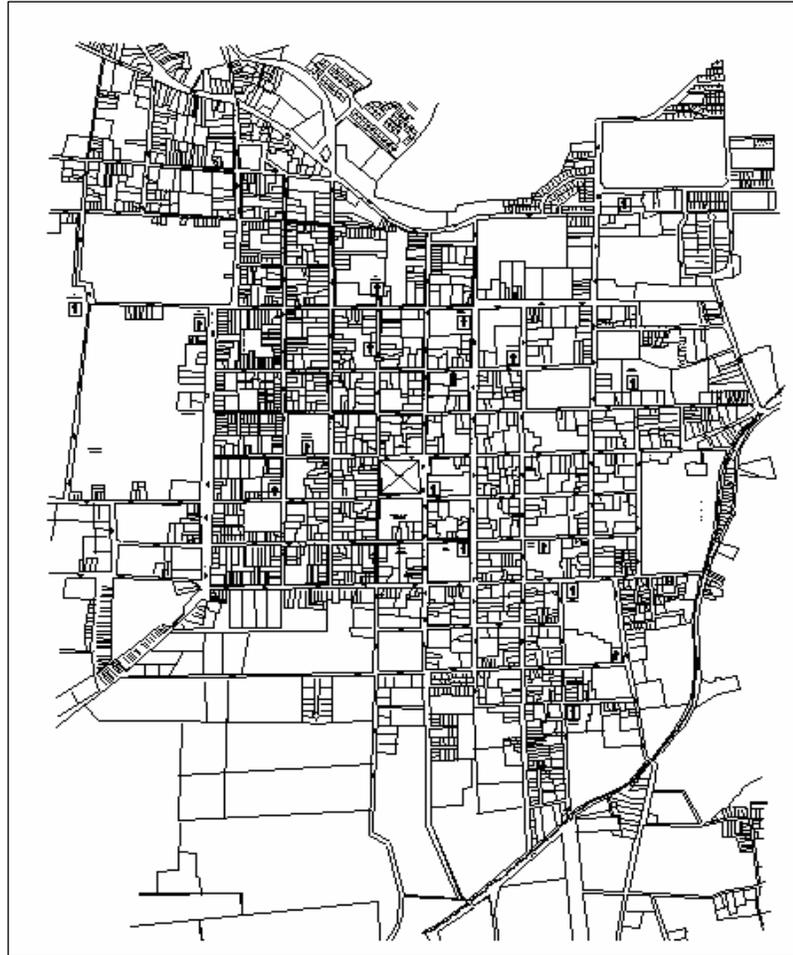
Durante la colonia, la capital del reino de Guatemala tuvo 37 capitanes generales o gobernadores, entre éstos, hubo 3 condes y 2 marqueses, siendo los más sobresalientes el conde de la Gomera y el marqués de Lorenzana.

El año de 1773, fue fatídico para la opulenta metrópoli del reino de Guatemala, pues el 29 de julio ocurrió el devastador terremoto de Santa Marta, que arruinó la mayoría de sus hermosos edificios y viviendas, obligando su traslado a la nueva Guatemala de la Asunción, donde terminó el período colonial en 1821.

Sacatepéquez y Antigua Guatemala eran 2 municipios pertenecientes al Departamento de Chimaltenango. El 12 de septiembre de 1839, la Asamblea Nacional Constituyente declaró a Sacatepéquez como departamento independiente y designó a Antigua Guatemala como su cabecera.

El Departamento de Sacatepéquez fue creado por Decreto del 11 de diciembre de 1879. Estuvo integrado por 24 municipios, algunos de los cuales fueron clasificados posteriormente como aldeas; actualmente se encuentra conformado por 16 municipios.

Figura 3. **Municipio de Antigua Guatemala**



1.3 Demografía

Para el año 2002 la Antigua Guatemala tenía una población total de 46,275 habitantes, incluyendo sus aldeas.

Tabla I. Centros poblados de Antigua Guatemala

CENTROS POBLADOS DE ANTIGUA GUATEMALA				
No.	LUGAR POBLADO	CATEGORÍA DEL LUGAR	POBLACIÓN	PORCENTAJE
1	Antigua Guatemala	Ciudad	16,041	35.08
2	El Hato	Aldea	1,814	3.94
3	San Mateo Milpas Altas	Aldea	1,582	3.43
4	San Felipe de Jesús	Aldea	4,268	9.34
5	Santa Inés del Monte Pulciano	Aldea	1,237	2.68
6	San Juan Gascon	Aldea	491	1.04
7	Santa Ana	Aldea	1,372	3.00
8	San Cristóbal El Bajo	Aldea	883	1.90
9	San Cristóbal El Alto	Aldea	304	0.67
10	San Gaspar Vivar	Aldea	933	2.01
11	Santa Catalina Bobadilla	Aldea	692	1.48
12	San Pedro las Huertas	Aldea	2,353	5.12
13	San Juan del Obispo	Aldea	3,629	7.91
14	San Bartolomé Becerra	Aldea	1,716	3.72
15	Agua Colorada	Caserío	374	0.79
16	Buena Vista	Caserío	345	0.72
17	Santa Isabel	Caserío	121	0.23
18	Guardianía del Hato	Caserío	645	1.38
19	La Cumbre	Caserío	105	0.20
20	El Tambor	Caserío	179	0.36
21	El Guayabal	Caserío	549	1.17
22	Pueblo Nuevo	Caserío	692	1.51
23	Vuelta Grande	Caserío	180	0.36
24	San Sebastián el Cerrito	Colonia	1,089	2.35
25	Bernabé	Colonia	282	0.60
26	Candelaria	Colonia	200	0.41
27	El Naranjo	Colonia	490	1.07
28	El Manchen	Colonia	675	1.45
29	Jardines de Hunapú	Colonia	454	0.96
30	El Hermano Pedro	Colonia	520	1.15
31	El Portal Salinas	Finca	29	0.03
32	La Azotea	Finca	36	0.05

Continuación

CENTROS POBLADOS DE ANTIGUA GUATEMALA				
No.	LUGAR POBLADO	CATEGORÍA DEL LUGAR	POBLACIÓN	PORCENTAJE
33	Retana	Finca	202	0.41
34	Pavón	Finca	46	0.07
35	San Pedro el Panorama	Finca	850	1.62
36	El Pintado	Finca	5	0.01
37	Colombia	Finca	40	0.06
38	Las Salinas	Finca	46	0.07
39	La Esperanza	Finca	27	0.03
40	San Pedro el Alto	Lotificación	447	0.95
41	La Arenera Norte	Lotificación	162	0.33
42	Jardines de Antigua	Lotificación	170	0.34
TOTAL			46,275	100

1.3.1 Población por género

La población masculina simboliza el 50.39 % y la población femenina el 49.61 %, situación que se conserva a nivel nacional y departamental en los últimos años.

Tabla II. **Población por género**

POBLACIÓN POR GÉNERO AÑO 2,002			
LUGAR		MASCULINO	FEMENINO
República	11,986,558	6,040,834	5,945,724
Departamento	276,761	141,799	134,962
Antigua Guatemala	46,275	23,321	22,954

Fuente: Instituto Nacional de Estadística –INE- y Centro Latinoamericano de Demografía –CELADE-, Guatemala: Estimaciones de población por departamento y municipio, Guatemala, abril de 1997.

1.3.2 Población por edades

En 2002, la población por edad se estima de 21,795 habitantes jóvenes que representan el 46.95 %.

Para la población en edad productiva las estimaciones indican a 22,391 habitantes que representan el 48.38 %, por lo que se concluye que La Antigua Guatemala cuenta con una población apta para el mercado laboral.

La población sobrante es de 2,125 habitantes que representan el 4.67% compuesta por personas adultas.

Tabla III. Población por edades

POBLACIÓN POR RANGOS DE EDAD			
RANGO DE EDAD	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
< 1 Año	616	565	1,181
1 - 6 Años	3,508	3,418	6,926
7 - 12 Años	3,168	3,061	6,229
13 - 15 Años	1,592	1,551	3,143
16 - 19 Años	2,163	2,117	4,280
20 - 64 Años	11,336	11,057	22,391
65 - Mas	939	1,186	2,125
TOTAL	23,322	22,955	46,275

Fuente: Instituto Nacional de Estadística –INE- 2002.

1.3.3 Población por grupo étnico

La Antigua Guatemala, tiene un porcentaje de población indígena 9.94% y de no indígena de 90.06%.

Tabla IV. Población por grupo étnico

POBLACIÓN POR GRUPO ÉTNICO			
LUGAR		INDÍGENA	NO INDÍGENA
República	11,986,558	5,087,637	6,898,921
Departamento	276,761	115,133	161,628
Antigua Guatemala	46,275	4,602	41,673

Fuente: Instituto Nacional de Estadística –INE- y Centro Latinoamericano de Demografía –CELADE-, Guatemala: Estimaciones de población por departamento y municipio, Guatemala, abril de 2002.

1.3.4 Población por área de residencia

En La Antigua Guatemala prevalece la población con residencia rural, que representa el 52.12%, el porcentaje de residencia urbana es de 70.03%. En el nivel nacional predomina la residencia en el área rural con un porcentaje del 64.55%.

Tabla V. **Población por área de residencia**

POBLACIÓN POR ÁREA DE RESIDENCIA AÑO 2,002			
LUGAR		URBANA	RURAL
República	11,986,558	4,248,545	7,738,013
Departamento	276,761	195,117	81,644
Antigua Guatemala	46,275	22,153	24,122

Fuente: Instituto Nacional de Estadística –INE- y Centro Latinoamericano de Demografía –CELADE-, Guatemala: Estimaciones de población por departamento y municipio, Guatemala, abril de 1997.

1.3.5 Densidad poblacional

El municipio de Antigua presenta una densidad de 593 personas por kilómetro cuadrado al año 2002, densidad muy similar a la departamental que corresponde 595 personas por kilómetro cuadrado, para el mismo período.

1.4 Características físicas

El municipio de Antigua Guatemala forma parte del departamento de Sacatepéquez, esta localizado en la parte central del departamento y colinda al Norte con Jocotenango, Pastores y Santa Lucia Milpas Altas (Sacatepéquez).

Al Sur con Ciudad Vieja y Santa María de Jesús (Sacatepéquez) al Este, Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús (Sacatepéquez) y al Oeste Ciudad Vieja, San Antonio Aguas Calientes y Pastores (Sacatepéquez). Geográficamente se ubica en la latitud Norte 14° 33'30" y en la longitud Oeste de 90° 43'50". La altitud es de 1,530.17 metros sobre el nivel del mar.

1.4.1 Extensión territorial

La extensión territorial del municipio es de 78 kilómetros cuadrados. Cuenta con 1 ciudad, 13 aldeas y 13 caseríos.

1.4.2 Fisiografía

- ▶Montaña de Carmona.
- ▶Cerros: Santa Inés, El Astillero, Cucurucho, El Hoto, El Manchen, El Piñol, El Portal, La Candelaria y la Pedrera.
- ▶Volcanes: Agua, Acatenango y Fuego.

1.4.3 Hidrografía

El componente hidrográfico del municipio esta constituido por los ríos: Pensativo y Guacalate. Asimismo es irrigado por los ríos Colorado, El Pilar, El Sauce, Santa María, etc., se cuenta con la presencia de los riachuelos de San Miguel y Los Encuentros y entre las quebradas más importantes tenemos El Chato, Joya de Chilacayote y la Ventanilla.

1.5 Condiciones climáticas

Según la clasificación de zonas de vida, por el sistema Holdrige, el municipio de Antigua Guatemala se encuentra ubicado en un bosque húmedo montano bajo sub-tropical, cuyo símbolo es: BH-MB.

BH-MB indica que las condiciones son las siguientes: El patrón de lluvia varía entre 1957 mm y 1588 mm. Como promedio de 1344 mm/año y la temperatura varía entre 15-23 grados c. La evapotranspiración potencial media es de 0.75 mm/día. La topografía es variable y la elevación varía entre 1500-2400 metros sobre el nivel del mar.

1.6 Recursos naturales

1.6.1 Uso potencial del suelo

Se define al uso que debiera darse al recurso suelo en un área definida en un momento específico. El municipio de Antigua presenta las siguientes categorías de uso potencia.

Tabla VI. **Uso del suelo**

USO DEL SUELO DE ANTIGUA GUATEMALA		
DESCRIPCIÓN	%	ÁREA
Agrícola	35	3,427 Ha
Forestal	26	2,545 Ha
De protección	39	3,818 Ha

Fuente: Ministerio de Agricultura 2003.

1.6.2 Capacidad de uso del suelo

Se distingue tres clases agrológicas, que se identifican de la siguiente manera:

a) Clase II, Terrenos adecuados para cultivos limpios continuamente. Son de mediana profundidad, bien drenados con pendientes moderadas. Están expuestos a erosiones moderadas sean hídricas o eólicas. Su productividad es mediana y pueden cultivarse continuamente aplicando prácticas de conservación a través de: siembras en contorno (curvas a nivel. Cultivo en fajas y plantaciones de barreras vivas. De esta clase se incluye el 32.33% con un área de 2228.23 Hectáreas.

b) Clase VII, Tierras que son impropias para cultivos limpios, pero sí para permanentes con aplicación de prácticas intensas de conservación. Son de pendientes muy fuertes y muy superficiales. Son poco resistentes a las erosiones hídricas. Si se establecen bosques en ellos, debe controlarse los cortes y arrastres de trozas. Las áreas erosionadas deben reforestarse y excluir de ellas el pastoreo. El municipio presenta el 17.15% de tierras correspondientes a esta clase y un área de 1182.22 hectáreas.

c) Clase VIII, Terrenos inapropiados para uso agrícola o ganadero dentro de éstos se incluyen los playones, zonas muy rocosas o con numerosas cárcavas o barrancos profundos. Existe un tratamiento muy especial. En esta categoría se ubica el 51% del municipio con una extensión de 3,483.11.

La forma aprovechable del recurso suelo en el municipio de Antigua, se clasifica en las categorías siguientes:

Tabla VII. Áreas de suelo aprovechables

ÁREAS DE SUELO APROVECHABLES DE ANTIGUA GUATEMALA (AÑO 2001)		
DESCRIPCIÓN	%	ÁREA
Áreas Urbanas	12.46	1,220.08 Ha
Áreas sobre utilizadas	13.90	1,361.09 Ha
Áreas sub-utilizadas	32.01	5,134.42 Ha
Uso correcto	30.10	2,947.39 Ha

Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA.

1.6.3 Minería e hidrocarburos

En el municipio, los recursos mineros son escasos, contándose únicamente con basalto.

Tabla VIII. Minería e hidrocarburos

RECURSOS MINERALES DE ANTIGUA GUATEMALA				
CLASIFICACIÓN	YACIMIENTO	MATERIAL	LOCALIZACIÓN	
			NORTE	ESTE
Mineral	Las Nubes	Basalto	1614670	748505

Fuente: Ministerio de Energía y minas año 2002.

1.6.4 Flora

El tipo de cobertura forestal es importante desde el punto de vista ecológico y socioeconómico. Está conformada principalmente por especies de gravilea, eucalipto, ciprés, ilamo.

1.6.5 Fauna

La fauna característica del municipio se asocia con los cultivos que predominan el área, como: Sanates, ardillas, armados, tacuacines, venado, taltuzas, loros, y pericos.

1.6.5 Bosque

La mayor parte de área boscosa en Antigua Guatemala, se encuentra en: Finca Florencia con bosque natural mixto, finca el Hato con bosque natural de coníferas, los astilleros de San Mateo (bosque natural de coníferas), San Pedro las Huertas San Juan del Obispo (Bosque), San Cristóbal el Alto con bosque natural Mixto.

Tabla IX. Cobertura forestal

COBERTURA FORESTAL EN ANTIGUA GUATEMALA		
DESCRIPCIÓN	%	ÁREA
Área sin cobertura forestal	39.92	5,382.29
Asociación Mixto - cultivos	5.28	634.23
Bosque mixto	46.16	3,388.42
Bosques secundarios / arbustal	5.63	388.42

Fuente: Ministerio de Agricultura 2003.

1.7 Actividades agrícolas

Dado el nivel socioeconómico de la población, la producción es diversa, existen artesanías, ebanisterías, platerías, alfarerías, hierro forjado, industria, construcción, servicios de turismo y comercio. Gran parte de la población labora en la ciudad capital, dada la cercanía de la misma.

La ciudad es rodeada por fincas de café que ocupan la mayor parte de la extensión del valle, siendo sustituida parte de esta plantación por productos no tradicionales principalmente la producción de flores para exportación. La principal producción agrícola del municipio se puede observar en el cuadro siguiente:

Tabla X. **Productos agrícolas**

PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS PRODUCIDOS EN ANTIGUA AÑO 2,000					
No.	NOMBRE DEL RUBRO	NOMBRE DEL PROPIETARIO/EMPRESA	AREA (Ha.)	CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL CICLO QQ	DESTINO DE LA PRODUCCIÓN
1	Maíz Blanco	Varios productores	4	320	nacional
2	Frijol Negro	Varios productores	7	280	nacional
3	Café	Varios productores	1,280	26,631 pergamino	nacional y/o exportación
4	Suchinni	Varios productores	5	900	nacional y/o exportación
5	Arveja China	Varios productores	20	2,860	nacional y/o exportación

Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, año 2000.

1.8 Servicios

1.8.1 Salud

Se encuentran ubicados dos hospitales: El hospital Nacional Pedro de Betancourt, que es de carácter regional y el hospital de ancianos Fray Rodrigo de la Cruz y un centro de salud.

1.8.2 Vivienda

En el municipio de Antigua Guatemala se concentra la mayoría de hogares, funcionando como centro urbano departamental de atracción y concentración de población.

Tabla XI. **Población y locales de habitación**

POBLACIÓN Y LOCALES DE HABITACIÓN PARTICULARES (VIVIENDAS) MUNICIPAL, AÑO 2000		
LUGAR	POBLACIÓN	VIVIENDA
Total departamento	248,019	54,414
Antigua Guatemala	41,097	9,890

Fuente: Publicación de los datos básicos del XI Censo de población y VI de habitación, Instituto Nacional de Estadística (INE), febrero 2003.

El índice de ocupación de 4 personas por vivienda para el año 2002. En cuanto a hacinamiento del municipio presenta un 33% más bajo que el porcentaje en relación al país (41%). El 32% de hogares carecen de servicios básicos comparados con el 34% en la república. Es necesario destacar que aunque el porcentaje sea menor al nacional, las autoridades de Gobierno y Municipales tienen que implementar políticas de vivienda que vengán a disminuir el índice actual, ya que según estudios realizados por la

Unidad de Análisis Económico de PNUD, indican que el número de personas que habita una vivienda puede ser causal de violencia familiar y, particularmente, de abuso infantil. El hacinamiento incide también en el rendimiento escolar.

1.8.3 Infraestructura vial

Tabla XII. Infraestructura vial de Antigua Guatemala

INFRAESTRUCTURA VIAL DE ANTIGUA GUATEMALA, AÑO 2003					
CÓDIGO RUTA	TIPO DE CARRETERA	INICIA	LUGAR INTERMEDIO	FINALIZA	LONGITUD KM.
Sac.4	Asfalto	Antigua Guatemala	San Felipe de Jesús	Km. 4 Jocotenango Sac.	4
Sac. 2	Terracería	Km. 0 Ciudad Vieja	Ciudad Vieja, San Miguel Escobar, San Pedro las Huertas	Km. 2 San Pedro las Huertas	2

Fuente: Zona vial de caminos Chimaltenango –Sacatepéquez, Año 2003

Tabla XIII. Rutas alternas de Antigua Guatemala

RUTAS CONCEDIDAS, MUNICIPIO DE ANTIGUA GUATEMALA, AÑO 2003					
CÓDIGO RUTA	TIPO DE CARRETERA	INICIA	LUGAR INTERMEDIO	FINALIZA	LONGITUD (Km.)
Nac. 10	Asfalto	Km. 30 San Lucas Sacatepéquez	Santa Lucía Milpas Altas-Antigua Guatemala-Ciudad Vieja	San Miguel Dueñas	24
Nac. 14	Asfalto	Km. 60 San Luis Pueblo Nuevo	Pastores-Jocotenango-Antigua Guatemala-Ciudad Vieja	Km.95 Las Lajas, Alotenango	35
Sac. 16	Asfalto	Antigua G.	Aldea San Bartolomé Becerra de Antigua G.	Colonia Plaza El Conquistador	2.5
Sac. 1	Pavimento	Km. 0 Antigua Guatemala	Santa Catarina Bobadilla-San Juan del Obispo	Km. 10 Santa María de Jesús	10
Sac. 10	Terracería	Antigua Guatemala	Cerro La Cruz	Cerro La Cruz	3
Sac.	Terracería	Cerro la Cruz	Aldea El Hato de Antigua Guatemala	San Bartolomé Milpas Altas	10
Sac.	Terracería	Km. 2 Ruta Sac. 1	INVAL San Cristóbal El Bajo	San Cristóbal el Alto	4
Sac.	Terracería	Km. 39.5 RN. 10	San Juan Gascón-San Mateo Milpas Altas	Santa Lucía Milpas Altas	8

Fuente: Zona vial de caminos Chimaltenango-Sacatepéquez, año 2003.

1.8.4 Infraestructura eléctrica

El municipio de Antigua Guatemala posee un índice del 26% del total del Departamento, lo que representa 10,436 usuarios, ya que existen algunas comunidades como la aldea El Hato donde el servicio de electrificación no se da en una forma eficiente.

Tabla XIV. **Numero de usuarios e índice de electrificación**

NÚMERO DE USUARIOS E ÍNDICE DE ELECTRIFICACIÓN AÑO 2,001		
LUGAR	USUARIOS	ÍNDICE DE ELECTRIFICACIÓN
Total República	1,699,548	82.3
Sacatepéquez	39,885	85.4
Antigua Guatemala	10,436	26

Fuente: Departamento de Atención al cliente Empresa Eléctrica de Guatemala y Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia año 2001.

1.8.5 Agua y saneamiento

El servicio de agua municipal, se surte con: 1 nacimiento y 6 pozos, se tiene acceso al agua por 24 horas, aunque el servicio de cloración es permanente en lugares alejados de la red hidráulica se han encontrado niveles bajos de cloro residual. La vigilancia de calidad no se ha encontrado muestras positivas a coliformes. La cobertura con agua potable y de alcantarillado el del 99.7%. Existe un servicio de recolección de basuras municipal de parques y calles, para el servicio domiciliar existen 22 vehículos recolectores de basura que no llenan los requisitos mínimos sanitarios. La basura se tira a cielo abierto en el basurero del Choconal además, existen múltiples botaderos de basura en los alrededores y aldeas del municipio. Aunque existen rastros para ganado mayor y menor los mismos tienen deficiencias en su infraestructura sanitaria.

Para la descarga de aguas servidas no se cuenta con una planta de tratamiento.

1.8.6 Servicios públicos

La Antigua Guatemala cuenta dentro de su infraestructura con: Mercado, cementerios, rastro de ganador mayor y menor, salón de usos múltiples. Además existen distintas organizaciones comunitarias, así como, consejos comunitarios de desarrollo.

Tabla XV. Numero de servicios públicos

INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL DEPARTAMENTO AÑO 2,001				
MUNICIPIO	MERCADO	CEMENTERIO	RASTRO	SALÓN COMUNAL
Antigua Guatemala	1	1	2	1

Fuente: Municipalidad de Antigua Guatemala, año 2001.

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

2.1 Estaciones totales

Son equipos de medición para control horizontal y vertical basados en ondas electromagnéticas, estos aparatos han ido desplazando rápidamente a los aparatos tradicionales por el fácil manejo, su forma rápida, exacta y digitalizada de los datos y el decremento en costo y tiempo durante la ejecución de proyectos.

Estos equipos cuentan con un teclado que contiene varias funciones, además de un sistema para almacenar electrónicamente los datos topográficos recolectores durante la ejecución de un levantamiento, para luego transferirlos a la computadora, en donde posteriormente se procesan y grafican.

En la actualidad existe una diversidad de marcas de estaciones totales, pero la más común en el medio es la marca Sokkia.

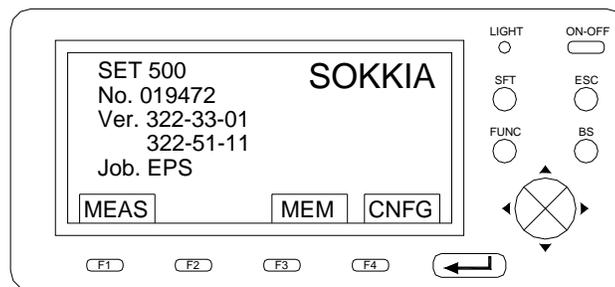
2.2 Procedimiento para un levantamiento topográfico utilizando una estación total Sokkia Set500

El procedimiento para manejar una estación total durante la ejecución de un levantamiento topográfico se resume en los pasos siguientes:

1. Se centra el aparato con el nivel de burbuja; para luego nivelarlo con el nivel tubular.

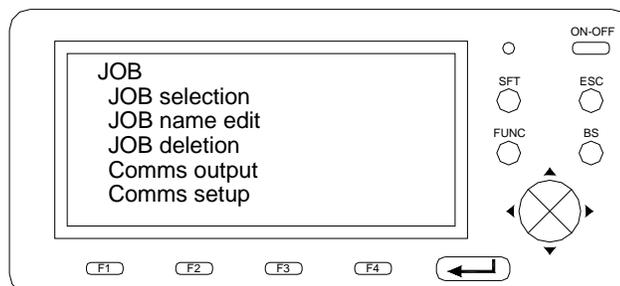
2. A continuación se enciende el aparato y se gira tanto en sentido vertical como horizontal para inicializarlo y obtener la pantalla de trabajo.
3. Del paso anterior se obtiene la pantalla con las funciones principales de la estación total.

Figura 4. **Menú principal de la una estación total sokkia set500**



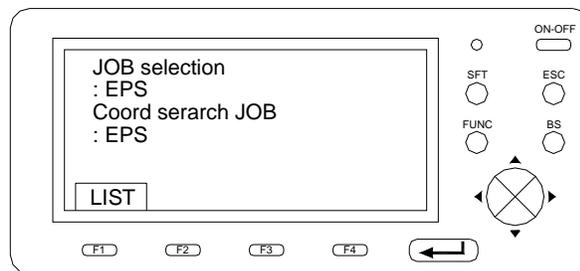
4. Para entrar a las funciones, la estación total tiene unas teclas enumeradas de F1 hasta F4 cada una de ella representa la opción que arriba se observa en la pantalla. La primera opción que se necesita para empezar el levantamiento es MEM (menú de memoria), luego JOB y en JOB SELECTION se selecciona trabajo y se edita el nombre del proyecto.

Figura 5. **Menú principal para selección de trabajo**



5. Se presenta ahora en pantalla dos opciones, figura 6, la primera es para seleccionar el trabajo nuevo y la segunda para seleccionar una memoria de puntos si ya se a realizado un levantamiento anterior y se necesita la información de ella para salir puntos conocidos, de lo contrario se selecciona el mismo trabajo y teclear ENTER.

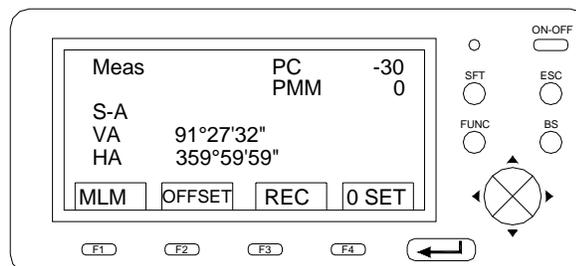
Figura 6. **Selección de un trabajo nuevo y el trabajo de coordenadas**



6. Ahora se selecciona la función MEAS (menú de medición), esta función tiene varias funciones que se pueden observar mediante la tecla FUNC (cambia el menú de la pantalla dentro de cualquier función).

Se busca un norte arbitrario o si se quiere se coloca la brújula tubular en la estación total y se encuentra el norte magnético, se selecciona la función 0SET y se tecllea F4, con ello se esta inicializando el ángulo horizontal a cero grados, cero minutos, cero segundos.

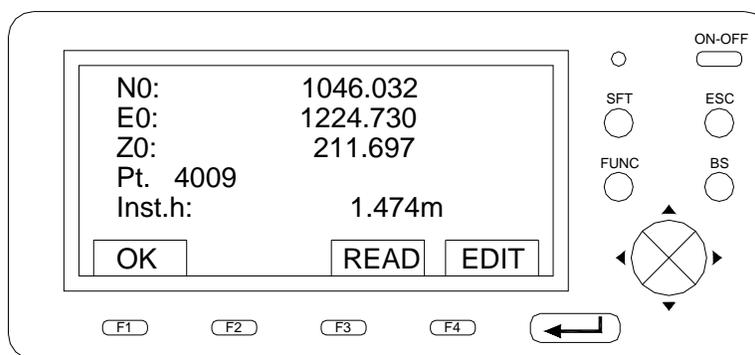
Figura 7. **Inicializando ángulo de dirección de inició**



- Realizando los pasos anteriores ya se esta listo para grabar la estación de inicio donde se centra el aparato, para ello se selecciona la función REC siempre dentro de MEAS y se entra a STN DATA con un ENTER.

La estación total pedirá el ingreso de una coordenada norte y este, elevación inicial, altura del instrumento, numeración para los puntos, descripción, fecha, nombre del operador, clima, viento, temperatura del ambiente donde se trabaje y la presión barométrica.

Figura 8. **Menú de ingreso de estación de inicio**



- Luego de introducir y grabar el primer punto con F1 (OK), en el menú que despliega la pantalla se selecciona la función COORD DATA o DIST+COORD DATA, la cual servirá para grabar los puntos que se seleccioné con el prisma, la información se graba automáticamente o se realiza una observación para chequear los datos.

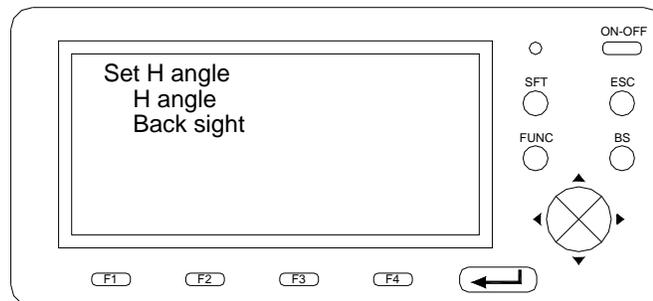
Cada punto se le puede dar diferente código, nombre o abreviatura y eso se realiza haciendo una observación del punto y luego con las flechas de manipulación de pantalla que aparecen en la estación total se edita.

9. Cuando se observa que estando en la primera estación ya no se pueden grabar mas puntos por razones de distancia, arbustos o de algún accidente topográfico, se necesita un cambio de estación.

Hay que recordar siempre, llevar en un cuaderno o libreta, las estaciones que se van grabando, así mismo los cambios de estación que se realicen ya que son los dos puntos que se introducirán a la estación total cuando se realice la conservación de azimut o mas conocida como vista atrás.

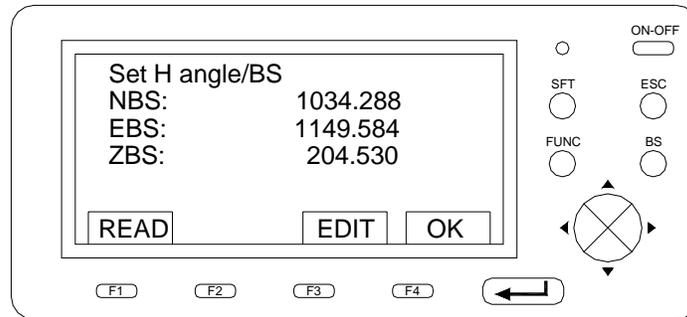
Se traslada al punto de cambio y nuevamente se nivela el aparato , se inicializa la pantalla con el giro vertical y horizontal y se busca la función H.ANG, BACK SIGHT dentro de MEAS.

Figura 9. **Menú para realizar conservación de azimut**



La información que necesita la estación total debe llevar un orden, el primer punto es donde se hace la vista atrás o estación anterior y luego el punto donde se esta ubicado o nueva estación, para confirmar la conservación del azimut teclear F4.

Figura 10. **Selección de coordenadas del punto de vuelta**



10. Seguidamente se ingresa a REC en MEAS se graba como estación el punto donde se está ubicado (paso 8) y luego se empieza a radiar más puntos del levantamiento topográfico.

2.3 Traslado de información de campo de la estación total a la computadora, usando el programa prolink

Para llevar a cabo la tarea de trasladar la información de campo recolectada en la memoria de la estación total hacia la computadora, se hace necesario el uso de un programa auxiliar, en este caso se explicará el procedimiento general para llevar a cabo dicha tarea utilizando el programa Sokkia Prolink versión 1.5, siendo el procedimiento siguiente:

1. Después de acceder al ambiente Windows se procede a entrar al programa Prolink, lo cual se hace de forma directa dando doble clic al icono de dicho programa.
2. Se crea el proyecto en FILE, NEW PROJECT y se despliega en pantalla el libro o field book a trabajar del proyecto.

3. Luego se selecciona el cuarto icono que aparece, la cual recibe la información obtenida en campo y esta se visualiza en pantalla activando el sexto icono, ver figura 11.
4. Al desplegarse la información recolectada en la estación total sobre la pantalla del computador se selecciona el séptimo icono que se activara luego del paso 3, pudiendo transformar la información a un archivo con extensión TXT.
5. Teniendo el archivo de extensión TXT se procede a importar la información de campo hacia el software de diseño que se utilizara para el proyecto de topografía donde se generaran las curvas de nivel.

Figura 11. **Menú principal del programa sokkia prolink**



3. DISEÑO DE CARRETERA

3.1 Parámetros de diseño

Se utilizara la metodología de la Dirección General de Caminos D.G.C., ajustándose a las especificaciones del libro azul; su objetivo principal es que las vías de comunicación sean transitables en toda época del año.

- **Ancho de rodadura.** El camino tendrá un ancho total de 20 metros de terrecería, consta de cuatro vías, dos carriles para ambos sentidos con un arriate central y banquetta en ambos lados, cada vía es de 8 metros.
- **Velocidad de diseño.** Al realizar una inspección visual del proyecto y para evitar accidentes de tráfico por la pendiente fuerte que se puede obtener en el diseño vertical la velocidad de diseño será de 30 kilómetros por hora.
- **Pendiente.** La mayor parte del recorrido se encuentra sobre terreno montañoso por lo que la pendiente máxima será del 12% en tramos largos, cuando se empalme con la carretera RN-14 la pendiente será obligada por la cota de asfalto y donde el terreno es plano la pendiente mínima será de 0.3%, esta pendiente esta obligada por la cota de entrada del puente que se tiene que construir, evitando así un relleno demasiado alto y prolongado sobre los primeros 600 metros del diseño.

- **Bombeo.** El bombeo es la pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje, para evitar la acumulación de agua sobre la superficie de rodadura, este permite un drenaje suficiente de la corona con la mínima pendiente, la pendiente mínima de bombeo deberá ser de 3% hacia ambos lados del eje en tangente y en un solo sentido de las curvas.
- **Drenaje transversal.** Para el drenaje transversal se utiliza tubería de concreto ó de metal corrugado para drenar el agua superficial que se encausa sobre la carretera, en este proyecto por la facilidad de manejo y acople usaremos de metal corrugado. Los diámetros serán indicados en los planos; asimismo, se ubicaran en los extremos de la tubería muros cabezales o cajas colectoras de concreto hidráulico.
- **Drenaje longitudinal.** El drenaje longitudinal consiste en construir cunetas revestidas de sección triangular, trapezoidal o como se indique en el momento de la construcción de la obra, ya que dependerá del estudio hidráulico que se realice.
- **Pavimento.** El pavimento es la estructura que descansa sobre el terreno natural o sub-rasante, formada por las diferentes capas de: sub-base, base y capa de rodadura. Su función principal es estabilizar y soportar las cargas dinámicas que estará sujeto el suelo transmitidas por las ruedas de los vehículos. Los espesores serán propuestos por un ingeniero diseñador de pavimento con ayuda de los resultados del estudio de suelos que se realice al lugar.

3.2 Creación del proyecto

Una vez encendida la computadora, ingresamos al programa Land Desktop 3. Nosotros ya debemos de haber definido el nombre y la escala a trabajar en el proyecto, para cuando se nos pida la información sea más rápida la configuración.

Este software se complementa con dos módulos más para el diseño, Civil Design 3 y Survey 3. Estos módulos tiene iconos que los representan dentro de la pantalla los cuales podemos activar haciendo un clic derecho del mouse en las barras de herramientas, luego seleccionar customize, en la caja de dialogo, buscar toolbars, en el lado derecho menú groups, land y finalmente del lado izquierdo menú paletts.

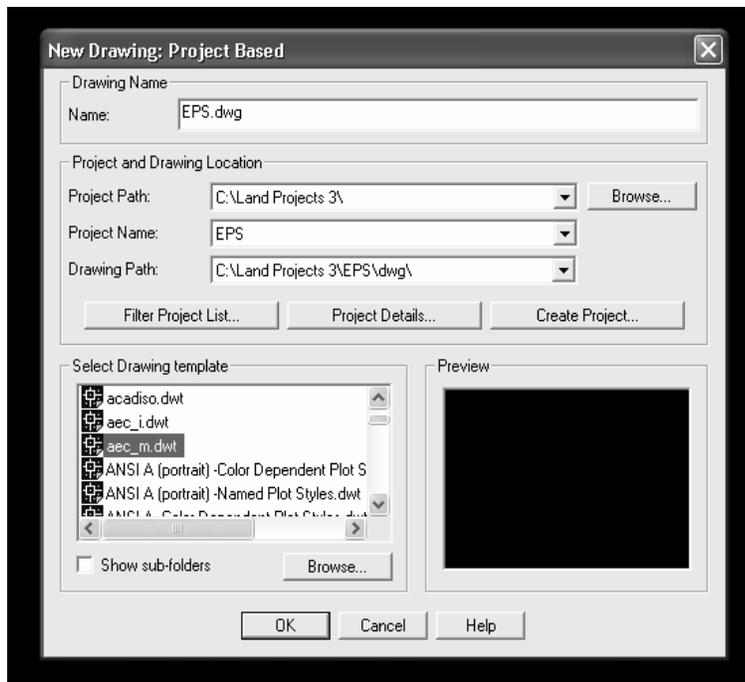
Al obtener los iconos que nos servirán dentro del proceso de diseño, empezamos a crear el proyecto con los siguientes pasos:

1. Se selecciona File y New, desplegando un cuadro de diálogo donde se escribe nombre del dibujo y nombre del proyecto, la ubicación del dibujo y la ubicación del proyecto el programa Land Desktop los coloca predeterminados.
2. Se Configura la unidad de trabajo con las cuadros de dialogo que se presentaran después de nombrar el proyecto.
 - .- Create point database, OK.
 - .- En Load Settings, se puede seleccionar una configuración existente o crear la propia con NEXT>.

- Se eligen las unidades básicas de trabajo, meter, degrees, North Azimutes y la precisión decimal necesaria.
- La escala horizontal (1:1000), la vertical (1:100) y tamaño de hoja A1.
- Cuando se quiere trabajar con coordenadas geodesicas de lugares conocidos se utiliza esta opción.
- Si el proyecto dependerá de un norte específico y de coordenadas totales de inicio, se ingresan aquí.
- Luego se selecciona el estilo de texto para iniciar aunque puede ser variable.
- Bordes o formato se trabajan si se requiere.
- Se puede grabar esta configuración con cualquier nombre.

Una vez terminada la configuración anterior, se está listo para empezar el diseño, hay que recordar que en cualquier momento si se quiere cambiar algo se puede hacer en el menú de Projects, Drawing setup.

Figura 12. Cuadro de diálogo para crear un nuevo proyecto



3.3 Importar la información de campo

Como primer paso se crea el layer donde se guardaran los puntos y se coloca como predeterminado (paso básico de AutoCAD), luego se llama al archivo con extensión csv (capitulo 2) y en cualquier modulo del programa Land Desktop 3 se ingresa a:

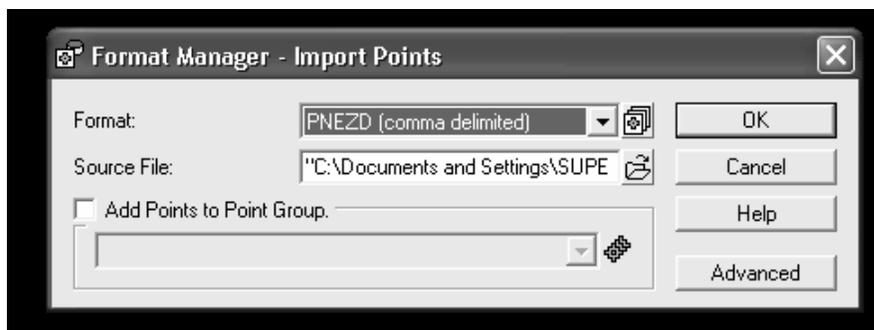
POINTS → Import/export points → Import points

Aparecerá un cuadro de diálogo en la cual se elige el formato de cómo se ingresara la información de campo, por ejemplo: PNEZD (comma delimited) significa que la información viene como número de punto, coordenada norte, coordenada este, elevación y una breve descripción separados por una coma (extensión csv). Una vez se ha elegido el formato se busca el destino del archivo a importar y se acepta la información con OK. Inmediatamente la información aparecerá en pantalla y se guardara en el layer que definido.

Si se quiere retirar o ingresar nuevamente los puntos que ya están en memoria se hace en,

POINTS → Remove from drawing ó POINTS → Insert points to drawing.

Figura 13. Cuadro de diálogo para importar puntos de topografía



3.4 Generar la superficie

Para la elaboración de la superficie o la red de triangulación como comúnmente se le conoce dentro del diseño en computadora se selecciona el modulo civil design. Es necesario tener definido un grupo de puntos para la creación de la superficie, esto se realiza en:

POINTS → Point management → Point group manager →
Manager → Create point group

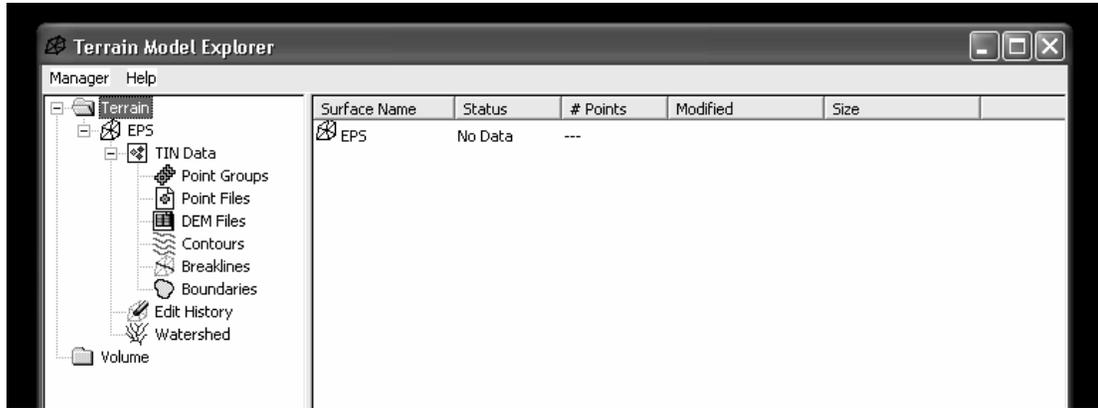
Al seleccionar el menú se desplegara un cuadro de dialogo donde se asignara un nombre al grupo de puntos que se va a seleccionar. Luego se ingresa a:

TERRAIN → Terrain Model Explorer

Este procedimiento muestra el cuadro de dialogo para crear n superficies deseadas con la información de campo seleccionada. Para optar a la diversidad de opciones se tiene que hacer un clic derecho en Terrain, clic izquierdo para activar create a new surface y cambiar el nombre que aparece por default (surface1), clic derecho en el signo (+) que aparece a la izquierda del nuevo nombre de la superficie, en nuestro caso se llamara EPS.

Ahora se asigna un grupo de puntos ya creado a la superficie nueva en Point Groups, dando un clic izquierdo sobre la palabra y se selecciona el grupo deseado, se cierra las opciones con un clic en el signo (-) de la superficie y damos un clic derecho sobre ella, se selecciona la opción BUILD que aparecerá y se acepta el mensaje que nos despliega.

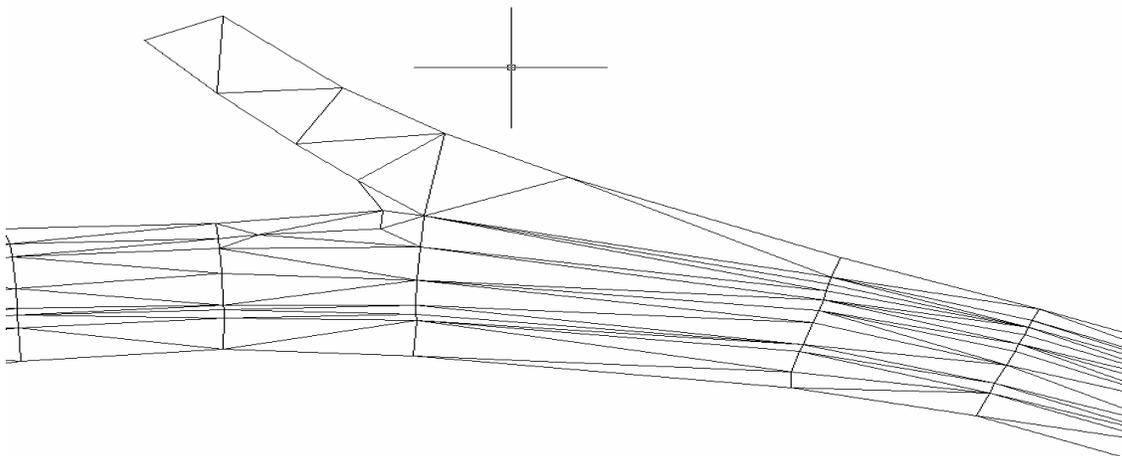
Figura 14. Cuadro de diálogo para la creación de la superficie



Se Visualizara la superficie en pantalla en forma de red, esto es un modelo en tercera dimensión que servirá para crear las curvas de nivel. Para extraer la red de triangulación se seleccio:

TERRAIN → Edit Surface → Import 3D Lines

Figura 15. Red de la superficie generada por el programa



3.5 Curvas de nivel

Después de obtener la red de triangulación para las curvas de nivel se usa siempre el modulo civil design, con los siguientes pasos:

- Seleccionar la superficie creada: TERRAIN → Set Current Surface → Ok.
- Para configurar la apariencia, color y tipo de texto se realiza en, TERRAIN → Contour Style Manager
- Se genera las curvas de nivel en, TERRAIN → Create Contours

Se despliega el cuadro de dialogo, donde se podrá visualizar el nombre de la superficie, la elevación mínima como máxima de las curvas, el intervalo de creación entre las mayores y menores y otras propiedades.

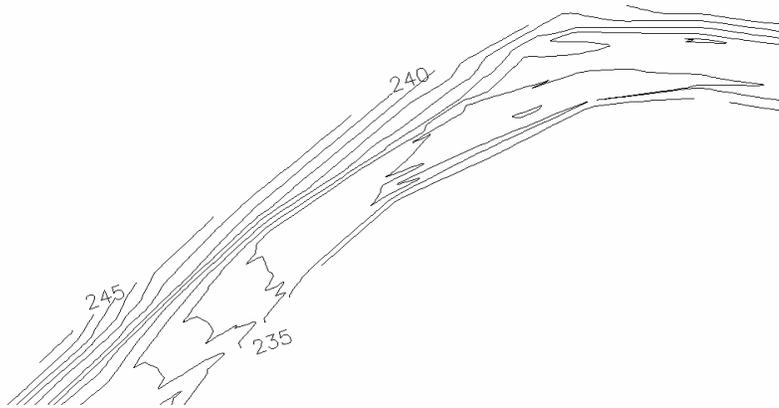
Figura 16. Cuadro para generara curvas de nivel



Las curvas de nivel se pueden rotular y escoger el modo de rotulación que se desea.

TERRAIN → Contour Labels

Figura 17. **Curvas de nivel etiquetadas**



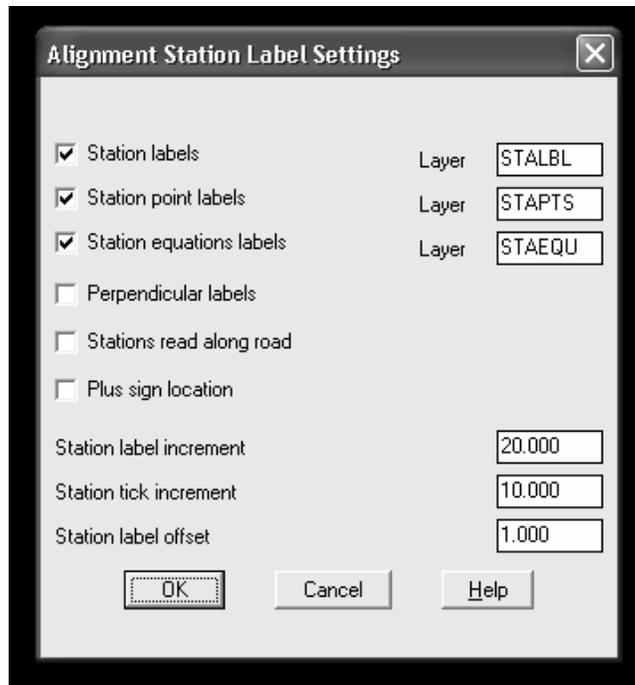
3.6 Diseño del alineamiento horizontal

Con las curvas de nivel ya elaboradas, se traza el eje central de la carretera comúnmente llamado alineamiento horizontal. Hay que Recordar que cuando se empieza un nuevo paso del dibujo se tiene que seleccionar una nueva capa con el comando layer. Al terminar de trazar la línea de localización se diseñaran las curvas horizontales estando dentro del modulo Land desktop ó Survey. Se debe cumplir con los parámetros de diseño tanto como grado mínimo y tangente mínima.

LINES/CURVES → Curve On Two Lines ó
LINES/CURVES → Curve Between Two Lines

Si se selecciona la primera opción en la barra de comandos (abajo de la pantalla) hay que ingresar el valor de la primera tangente, luego la segunda y de ultimo el radio de la curva. La diferencia entre la primera y segunda opción es, la selección de una propiedad de la curva como dato o valor, esta puede ser, longitud de curva, grado de curva, external. Una vez terminada la línea central se define el alineamiento en, ALIGNMENTS → Define from Objects, luego se configura el rotulado en, ALIGNMENTS → Station Labels Settings.

Figura 18. Menú para configuración etiquetas de línea central

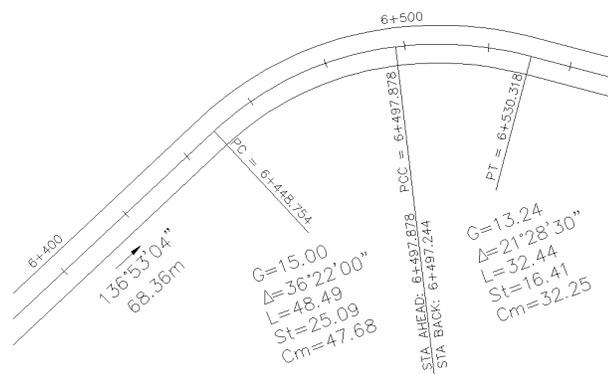


- Station labels = coloca los estacionamiento en el eje carretero.
- Station points labels = coloca los PC y PT de las curvas.
- Station equations labels = coloca los textos de las ecuaciones que existan dentro del alineamiento.
- Perpendicular labels = coloca el texto perpendicularmente al eje.
- Station leal increment = separación en metros que queremos que coloque cada texto a lo largo del eje.
- Station tick increment = separación en metros de la marca que identifica la longitud del eje.
- Station label offset = separación en metros del texto al eje.

Se selecciona ALIGNMENTS → Create Station Labels, para generar las etiquetas del alineamiento sobre el eje de la carretera y se define el ancho típico en planta con ALIGNMENTS → Create offsets. Con ello se muestran varias opciones de ancho que corresponden a un eje carretero bien definido, EOP (Final del pavimento), SHOULDER (Hombro), SIDEWALK (Banqueta) y ROW (Derecho de vía).

Para etiquetar las curvas y tangentes se selecciona el modulo survey ó land, se busca LABELS y finalmente ADD DYNAMIC LABELS.

Figura 19. Diseño de línea central etiquetado



3.7 Diseño de sub-rasante

Terminado el diseño horizontal y etiquetado se puede crear el perfil longitudinal del alineamiento que servirá para el diseño vertical. Algo importante es verificar que se esta trabajando en el modulo de Civil y que se tenga seleccionado el alineamiento como la superficie correcta a usar, antes de generar el perfil.

Se obtiene el perfil en PROFILES → Create Profile → Full Profile, con esto se muestra un cuadro de dialogo donde se confirma la información del perfil a crear.

Figura 20. Cuadro de diálogo para generar el perfil del terreno

The image shows a 'Profile Generator' dialog box with the following fields and options:

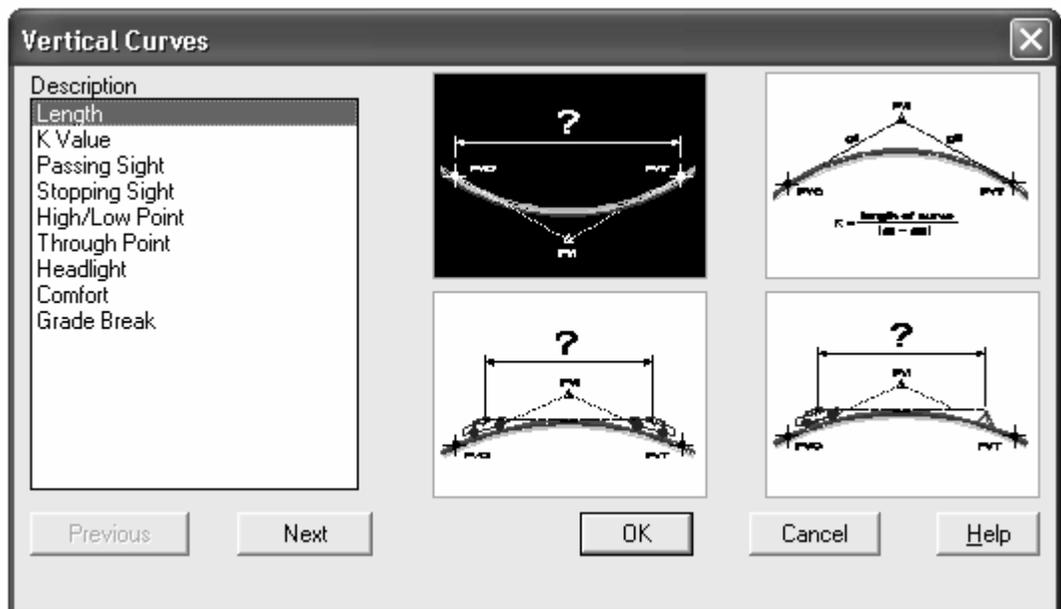
- Alignment:** FINAL
- Surface:** SUPERFICIE
- Station Range:** Start: 1000.000, End: 10541.217
- Datum Elevation Entry:** Minimum: 206.1890, Maximum: 294.0200; Datum: 200.0000, Vertical scale: 100.000
- Profile creation parameters:** Radio buttons for 'Left to Right' (selected) and 'Right to Left'; checkbox for 'Import Left/Right profiles' (unchecked).
- Grid Creation:** checkbox for 'Import grid' (unchecked); Horizontal spacing: 20.000; Vertical spacing: 2.000; Grid height: 96.000
- Buttons:** OK, Cancel, Help

Una vez que el perfil aparezca en pantalla se puede salvar el dibujo. Ahorra con ayuda de los comandos de AutoCAD para creación de líneas y respetando los parámetros de diseño vertical como pendiente mínima, pendiente máxima, se va a crear la sub-rasante. Las líneas deben estar bien unidas en sus extremos para la creación de las curvas verticales, estas se generan en:

PROFILES → FG vertical curves

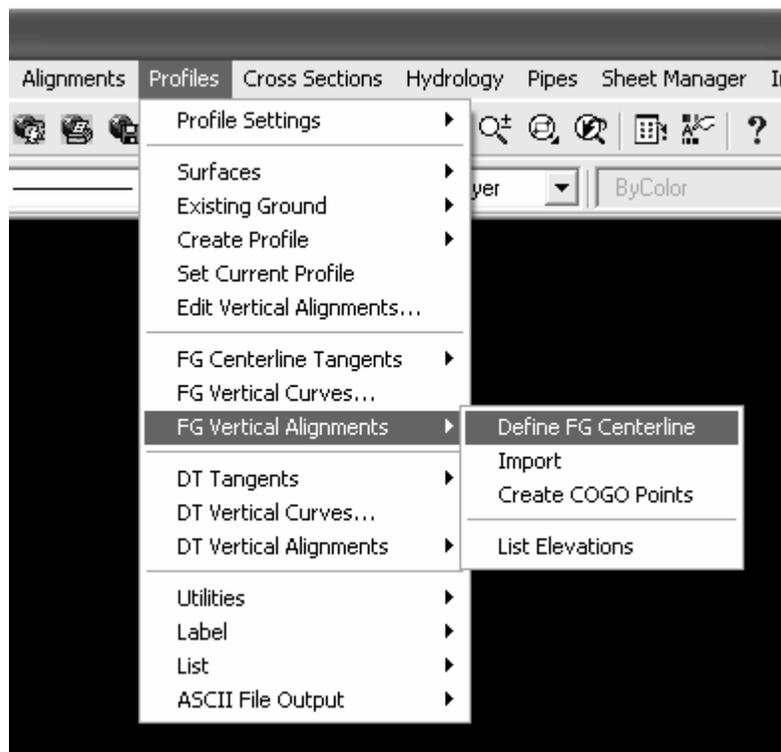
Se despliega el cuadro de opciones que contiene 9 alternativas, entre las cuales esta Length (longitud de curva), Passing Sight (Visibilidad de paso), etc., se selecciona una alternativa y luego las dos tangentes del diseño vertical, inmediatamente en pantalla se crea la curva vertical.

Figura 21. Opciones para crear curvas verticales



Se utiliza la opción dos (K value) para generar las curvas verticales del diseño, al leer la barra de comandos inferior de Land Desktop pedirá que se seleccione las tangentes de izquierda a derecha entre las cuales se colocó una curva vertical, luego pide el factor de K de visibilidad de parada, se sabe que el factor mínimo para curvas convexas es 2 y para cóncavas es 4 para un diseño de 30 kph, este factor varía según la velocidad, el programa dará una longitud mínima como requisito a cumplir la cual puede ser modificada introduciendo un nuevo valor con el teclado numérico. Al terminar todo el alineamiento vertical se busca la opción para definir todo el diseño como un solo elemento.

Figura 22. Menú para definir el alineamiento vertical diseñado



Ya definido el alineamiento se importa para crear automáticamente la rotulación, esta rotulación es predeterminada y tiene siglas en Ingles.

3.8 Secciones transversales

La sección típica del proyecto o típica de control es aquella que se colocara en las secciones transversales del terreno y servirá de modelo para el calculo de los volúmenes de movimiento de tierras. Estas secciones típicas o de control se dibujan ya sean dentro del menú cross sections o como dibujo de autocad y luego se define en ambos casos. Cuando se dibuja la típica de control las dimensiones verticales deben estar a una escala 1:100 y las horizontales 1:1000.

Se selecciona dentro del menú Cross Sections la opción Draw Template y los pasos a seguir son:

Starting point: hacer un pick con el mouse donde queremos

Select Point: G

Grade (%): -3

Change in offset: -3

Grade (%): Relative

Change in offset: 0

Change in elev: -0.7

Change in offset: Grade

Grade (%): 3

Change in offset: 3

Grade (%): -3

Change in offset: -3.50

Change in offset: Slope

Slope (3 for 3:1): -0.5

Change in offset: -2

Grade (%): 3

Change in offset: 4

Grade (%): -3

Change in offset: -4.00

Change in offset: Slope

Slope (3 for 3:1): -0.5

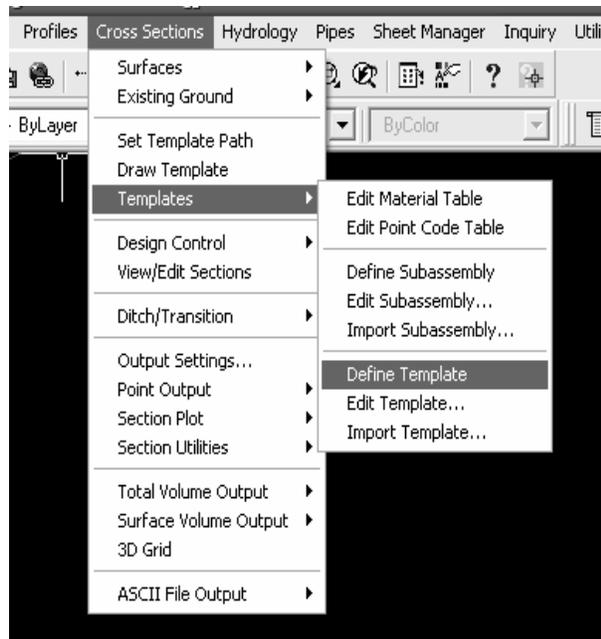
Change in offset: -2

Grade (%): 3

Change in offset: 4.5

Con el procedimiento anterior se crea la mitad de una típica de control con tres capas, la primer capa, es la capa de rodadura con un espesor de 7 centímetros y un ancho de 3 metros, base con un ancho de 3.50 metros y un talud con relación 2:1 y por ultimo la sub base con ancho de 4 metros y un talud con relación de 2:1, como es simétrica la típica de control, no se dibuja la otra parte porque existe una opción que cuando se define la típica puede ser copiada por el programa como un espejo de autocad automáticamente.

Figura 23. Menú para definir la típica de diseño



Cuando se selecciona la opción Define Template se realiza la conexión entre la típica y el diseño vertical para crear las secciones transversales, los pasos son:

Pick finish ground reference point: Pick en el punto de conexión con el diseño vertical.

Is template symmetrical [Yes/No] <Yes>: Yes

Select objects: Seleccionamos los objetos creados

Surface type [Normal\Subgrade]: enter, seleccionamos un material por cada capa creada

Pick connection point out: Pick en el punto más lejano de la típica

Datum number <1>: enter, en subassembly tecleamos OK.

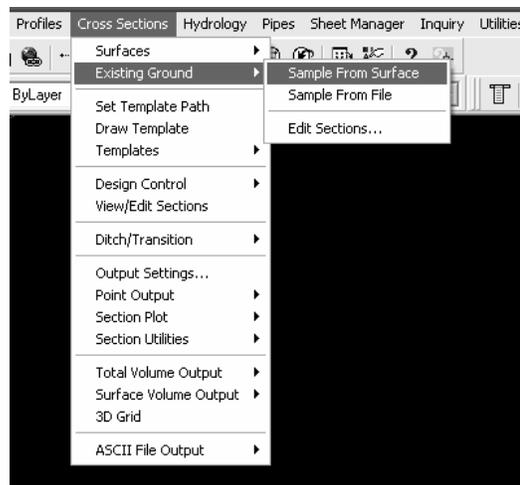
Pick datum points (left to right): Hacemos un pick en el punto lejano y el de conexión

Save template [Yes/No] <Yes>: Asignamos un nombre a la típica

3.9 Movimiento de tierras

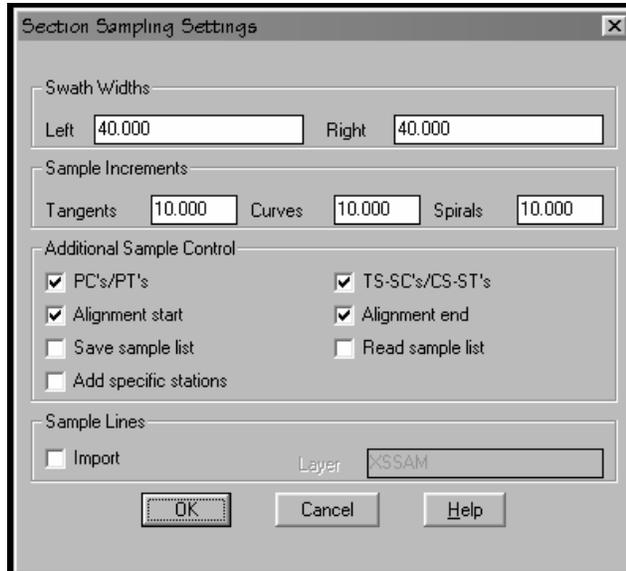
Para generar los volúmenes de corte y relleno del proyecto se utilizara el menú cross sections y las opciones de Existing Ground y Design Control dentro del menú cross sections.

Figura 24. Menú para relacionar superficie con alineamiento vertical



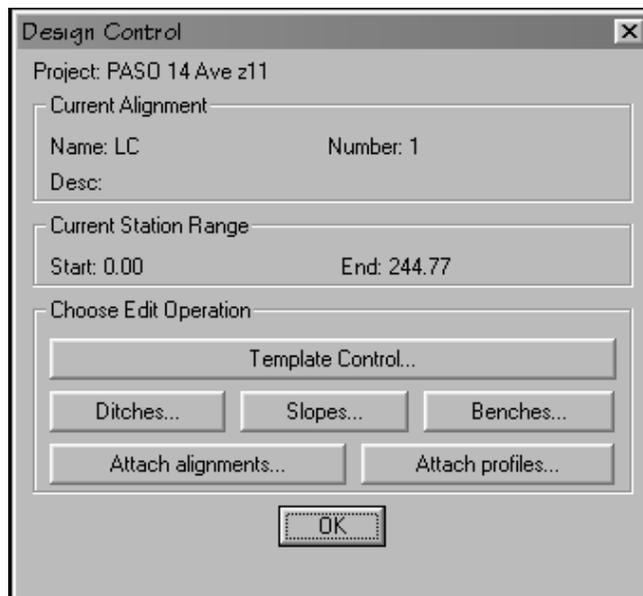
La opción existing ground relaciona el alineamiento vertical creado con la superficie existente del proyecto, para ello basta seleccionar sample from surface, inmediatamente aparecerá en pantalla las opciones para configurar a que distancia longitudinal como transversal queremos que realice las secciones, así como en cada inicio de proyecto, principio de curva, final de curva, final de proyecto y en los estacionamientos de la curva espiralada.

Figura 25. Menú para crear las secciones del diseño



Luego de generar o relacionar el perfil con el modelo de la superficie, se ingresa a la opción Design Control y dentro de esta a la opción Edit Design Control.

Figura 26. Menú para seleccionar típica, taludes y cunetas.



Como se puede observar en la figura anterior obtenemos seis opciones para generar las secciones de movimiento de tierras, en Template Control, se ingresa la típica de control definida en el inciso 3.8, en Ditches se coloca la información para la creación de una cuneta al pie de la típica de control, esto puede ser en ambos lados o solo en un lado, la opción Slopes genera los taludes de corte o relleno ya sea al final de la cuneta o si no existiera cuneta a los bordes finales de la sección transversal y por último pero no menos importante la opción Benches nos ayuda en proyectos cuando existen cortes demasiados profundos a crear contra pendientes o comúnmente llamados bermas.

Ya ingresados todos los datos se procede a seleccionar OK para realizar la primera corrida de las secciones, el programa automáticamente genera realizando un corte de la superficie en el estacionamiento y sobrepone la sección típica en base a la cota del perfil longitudinal, algunas secciones tiene problema con la superficie, el problema mas común que se obtienen cuando se realiza la corrida es que la sección de control o típica es mas grande que la superficie en el estacionamiento en estudio o los taludes de relleno o corte no intersectan con la superficie por falta de información topográfica.

Para visualizar las secciones generadas por el programa, existe la opción en Cross Sections llamada View/Edit Sections, este desplegara en pantalla sección por sección y en la barra de comandos existe una serie de ayuda para su manejo. La opción para arreglar alguna sección que tenga problemas por falta de información topográfica y no haya sido generada de acuerdo a la información ingresada esta en la opción Cross Section, Existing Ground, Edit Sections, aquí se puede manipular sección por sección en forma manual.

3.10 Hojas finales

Al terminar de diseñar el alineamiento horizontal y vertical del proyecto, se obtiene el movimiento de tierras general. Con los puntos de balance que se calculan en el diagrama de masas tenemos las cantidades de corte, relleno y préstamo con estacionamientos exactos, esta información se coloca en las hojas finales. Se debe crear un proyecto diferente al que se está trabajando y llamarlo Hoja Final, aquí se dibuja dentro de la pestaña LAYOUT1 un formato A-1 con medidas en milímetros, 880 * 594.

El formato es muy especial porque se configura todos los textos tanto de elevaciones y estacionamientos del alineamiento horizontal y vertical, cuando el programa genera las hojas del proyecto y una vez dibujada y configurada toda la hoja se graba en Civil Design, Sheet Manager, Sheet Style, Save Sheet Style, esta hoja se llamará Hoja Formato.

Cada hoja tiene un máximo de 800 metros lineales en horizontal ó caminamiento y 40 metros lineales en vertical ó elevaciones con escala horizontal 1:1000 y vertical 1:100, esta hoja será diseñada para que la mitad de ella a lo ancho este el alineamiento horizontal y en la otra mitad de la hoja el alineamiento vertical.

Para relacionar el alineamiento horizontal del proyecto a la Hoja Formato se entra al módulo Civil Design, Sheet Manager, Plan/Profiles Sheets y la importa con Layout Sheet Series, esto va a crear en pantalla el número de hojas finales.

Una vez terminado esto, se relaciona el alineamiento vertical del proyecto a la Hoja Formato en el mismo modulo solo que se escoge ahora en Profile Sheets, la opción Edit Sheet Layout.

Cuando ya se relaciono la Hoja Formato con todo el proyecto, se ingresa a Plan/Profiles Sheets y se selecciona Generate Sheet Individual o Series, estas dos opciones son lo mismo únicamente con la diferencia que una genera de una hoja por hoja y la otra genera todas las hojas.

Ya generado todo, se tiene que revisar hoja por hoja para ver si todo esta correctamente hecho por el programa, esto se realiza en Plan/Profiles Sheets y se escoge Load Sheet Individual. Al observar que un perfil no se ajusta a la altura de la hoja se tiene que usar el comando dentro del modulo de Sheet Tools, Split Profile View para realizar un corte.

3.11 Estudio de suelos

El estudio de suelos sirve para conocer las propiedades físico-mecánicas de los suelos, los cuales serán la base principal para el diseño de la estructura del pavimento. Los ensayos mínimos son los siguientes:

- **Ensayo Granulométrico.** El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir la influencia que pueda tener en el comportamiento del suelo bajo la aplicación de carga. Esto nos ayuda para clasificar el tipo de suelo en limo, arcilloso, arenoso y alguna mezcla de los diferentes tipos de suelo mencionados anteriormente.

- **Ensayo Límites de Atterberg.** Las propiedades plásticas de los suelos pueden ser analizadas a través de este ensayo. Los límites de este ensayo son: límite líquido, límite plástico y límite de retracción. Podemos concluir con este ensayo si nuestro suelo es plástico o no.

- **Equivalente de Arena.** Este ensayo es un método rápido para determinar un índice representativo de la proporción y características de los finos (tales como arcilla, polvo, etc.) que contiene un suelo granular.

- **Proctor** Este ensayo sirve para determinar la relación de humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo. Un suelo debe compactarse porque este mejora su capacidad de soportar cargas, disminuye la absorción de agua y reduce la sedimentación.

El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y sub-rasantes bajo el pavimento de carreteras, la siguiente tabla da una clasificación típica:

Tabla XVI. **Clasificación de suelos para infraestructura de pavimentos**

C.B.R.	Clasificación General	Usos	SISTEMA UNIFICADO	SISTEMA AASHTO
0-3	Muy pobre	Sub-rasante	OH,CH,MH,OL	A5,A6,A7
3-7	Pobre a regular	Sub-rasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7-20	Regular	Sub-rasante	OL,CL,ML,SC,SM,SP	A2,A4,A6,A7
20-50	Bueno	Sub-base, Base	GM,GC,W,SM,SP,GP	A1b,A2-5,A3,A2-6
Mayor de 50	Excelente	Base	GW,GM	A1-a,A2-4,A3

3.12 Resultados del ensayo de suelos

Examen visual: Limo Arenoso, Color Café Oscuro

Clasificación: A-1-3

Índice Plástico: 0

Índice Líquido: 0

Humedad óptima: 17.70

Equivalente de Arena: 21.90

C.B.R.: 52.85

4. PRESUPUESTO

4.1 Concepto renglones de trabajo

Los renglones de trabajo son rubros específicos en el cual se fija un precio unitario para la construcción de ellos.

- Planos finales
Este renglón de trabajo se lleva a cabo cuando la obra esta construida totalmente. Se puede realizar un levantamiento final del proyecto o se actualiza el levantamiento inicial conforme la obra vaya avanzando. La medida de pago será por unidad y lo identificaremos con el numeral 105.05.
- Limpia, chapeo y destronque
Son las operaciones a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente. Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo. La medida de pago será en hectáreas y lo identificaremos con el numeral 202.02.
- Excavación No Clasificada de Material de Desperdicio
Es el material de desperdicio, o sea el sobrante de la excavación no clasificada, podrá derramarse sobre los taludes o colocarse en botaderos. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 203.03 b.

- **Excavación No Clasificada**
Es el material adecuado que se puede utilizar dentro de la carretera para la construcción de terraplenes o rellenos, sub-rasantes, hombros, ampliación y acabado de taludes, que resulta del corte. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 203.03 a.
- **Excavación Estructural para Cimentación de Estructuras**
Es la operación de excavar y demás trabajos necesarios para cimentar las estructuras. La excavación estructural para cimentación de estructuras se debe efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos respectivos o de acuerdo con las instrucciones escritas del Delegado Residente. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 205.05.
- **Excavación Estructural para Alcantarillas**
Es la operación de excavar y demás trabajos necesarios para colocar las alcantarillas. La excavación estructural para alcantarillas se debe efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos respectivos o de acuerdo con las instrucciones escritas del Delegado Residente. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 205.06.

- **Relleno Estructural para Estructuras**
Es la operación de rellenar y demás trabajos necesarios para cubrir partes de la estructura que se colocó que necesita material para estabilizar la estructura del suelo. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 205.11.
- **Relleno Estructural para Alcantarillas**
Es la operación de rellenar y demás trabajos necesarios para cubrir la alcantarilla colocada hasta llegar a la sub-rasante. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 205.12.
- **Acarreo**
Es el transporte de materiales No Clasificados, provenientes del corte y de préstamo, así como el transporte del material de desperdicio, a una distancia que exceda 1,000 metros. La medida de pago será en metros cúbicos-kilómetros y lo identificaremos con el numeral 208.02.
- **Alcantarilla de metal corrugado**
Son los conductos que se construyen por debajo de la sub-rasante de una carretera u otras obras viales con el objeto de evacuar las aguas superficiales. Las alcantarillas, por su forma, pueden ser tubos circulares o elípticos, tubos de arco (con fondo metálico) o arcos (con cimentación de concreto) todos fabricados con planchas estructurales. La medida de pago será en metros lineales y lo identificaremos con el numeral 601.02 a (diámetro de la tubería”).

- **Concreto Ciclópeo**
Es una combinación de concreto estructural y piedra grande de tamaño no mayor de 300mm o como indique el delegado residente y consiste en la fabricación, suministro y la colocación de los materiales para formar la estructura. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 607.08.
- **Derramaderos de Agua Revestidos de Piedra Ligada con Mortero**
Son los canales de salida construidos en el cabezal para darle cauce a las aguas que transportaran las tuberías de metal corrugado. Estas serán construidas de piedra ligada con mortero que puede ser de canto rodado, de cantera o piedra no labrada. La medida de pago será en metros cuadrados y lo identificaremos con el numeral 608.03.
- **Cunetas Revestidas de Concreto Simple**
Son los canales, situados a ambos lados de la línea central de la carretera, recubiertas de concreto simple fundido en sitio y que sirven para conducir hacia los drenajes, el agua de lluvia que cae sobre la corona y los taludes. La medida de pago será en metros cuadrados y lo identificaremos con el numeral 608.08.
- **Bordillos**
Son las estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera para el encauzamiento de las aguas, sobre todo en las secciones en relleno así como para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario. La medida de pago será en metros lineales y lo identificaremos con el numeral 609.01.

- **Reacondicionamiento de Sub-rasante**
Es la operación que consiste en escarificar, homogeneizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la sub-rasante de una carretera previamente existente o construida, efectuando cortes y rellenos con un espesor no mayor de 200 milímetros, con el objeto de regularizar y mejorar, mediante estas operaciones, las condiciones de la sub-rasante como cimiento de la estructura del pavimento. La medida de pago será en metros cuadrados y lo identificaremos con el numeral 301.01.
- **Capa de Sub-base granular**
Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una sub-base integrante de un pavimento, la cual está destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar. La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 304.01(a).
- **Capa de Base triturada**
Es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes. . La medida de pago será en metros cúbicos y lo identificaremos con el numeral 305.01(b).

- **Riego de Imprimación**
Es la aplicación de un asfalto líquido, por medio de riego a presión, sobre la superficie de la sub-base o sobre la base y hombros de una carretera, para protegerla, impermeabilizarla, unir entre sí las partículas minerales existentes en la superficie y endurecer la misma, favoreciendo la adherencia entre la superficie imprimada y la capa inmediata superior. La medida de pago será en galones a una temperatura de 15.6°C y lo identificaremos con el numeral 407.01.
- **Riego de Liga**
Es la aplicación de una emulsión asfáltica diluida por medio de riego a presión, sobre una superficie bituminosa existente, la cual debe ser cubierta con la capa de material asfáltico inmediato superior. Este riego tiene por objeto mejorar las condiciones de adherencia entre las dos superficies y prevenir deslizamientos. La medida de pago será en galones a una temperatura de 15.6°C y lo identificaremos con el numeral 408.01.
- **Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente**
Es el sistema de construcción asfáltica, que consiste en la elaboración en planta, en caliente, de una mezcla de proporciones estrictamente controladas de materiales pétreos, polvo mineral, cemento asfáltico y aditivos, para obtener un producto de alta resistencia y duración, con características de calidad uniformes, que se puede tender y compactar de inmediato en la carretera, en una o en varias capas, de ser requerido, para proporcionar las características de resistencia y textura a las capas de soporte o de superficie. La medida de pago será en toneladas y lo identificaremos con el numeral 401.01.

- **Señales de tráfico**
Es el conjunto de figuras, letreros y rótulos en postes y planchas, colocados a uno, en ambos lados o encima de la carretera, que sirven para el control y ordenamiento del tráfico. La medida de pago será en unidades y lo identificaremos con el numeral 707.02.
- **Líneas y marcas de tráfico**
Son el conjunto de indicadores que se aplican en el pavimento para el control y ordenamiento del tráfico de la carretera. La medida de pago será en metros lineales y lo identificaremos con el numeral 706.06.

4.2 Integración de precio unitario

Es la que se utiliza para determinar el precio o costo unitario de cada renglón. Los renglones de trabajo son rubros específicos en el cual se fija un precio unitario para la construcción de ellos. Un precio unitario se realiza en base a rendimientos, precios de materiales, mano de obra, equipo, herramienta y maquinaria, aplicando factores de prestaciones e indirectos.

4.3 Presupuesto de trabajo, diseño requerido



Proyecto:

**DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO: CALLE LA RECOLECCION
LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14 (RN-14)**

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIO UNITARIO Y MONTO TOTAL

RENGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
	PLANOS Y MANTENIMIENTO				
105.05	Plano finales de la obra construida	U	17.00	Q 455.18	Q 7,738.06
				Subtotal:	Q 7,738.06

Continuación



Proyecto:
DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO: CALLE LA RECOLECCION
LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14 (RN-14)

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIO UNITARIO Y MONTO TOTAL

RENLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
	TERRACERIA				
202.02	Limpia, chapeo y destronque	Ha	3.02	Q 16,243.80	Q 49,056.28
203.03(a)	Excavación no clasificada	m3	11,382.33	Q 40.86	Q 465,082.00
203.03(b)	Exc. No clasif. De material de desperdicio	m3	261,640.26	Q 31.96	Q 8,362,022.55
205.06	Excavación estructural de alcantarillas	m3	18,578.14	Q 31.90	Q 592,642.67
205.05	Excavación estructural cimentacion de estructuras	m3	147.41	Q 30.82	Q 4,543.18
205.11	Relleno estructural para estructuras	m3	19.10	Q 126.22	Q 2,410.80
205.12	Relleno estructural para alcantarillas	m3	10,189.20	Q 117.78	Q 1,200,083.98
208.02	Acarreo	m3-km	1,166,992.50	Q 2.98	Q 3,477,637.65
				Subtotal:	Q 14,153,479.11
	DRENAJE MENOR				
	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO				
601.02(30")	Diametro 30"	ml	1,277.20	Q 1,108.93	Q 1,416,325.40
601.02(36")	Diametro 36"	ml	44.78	Q 1,309.90	Q 58,657.32
				Subtotal:	Q 1,474,982.72
	REGLONES VARIOS				
607.08	Concreto ciclopeo	m3	105.63	Q 962.19	Q 101,636.13
608.03	Derramaderos de agua revestidos de piedra ligada con mortero	m2	33.30	Q 205.13	Q 6,830.83
608.08	Cunetas revestidas de concreto simple fundido en sitio (2000 psi)	m2	2,340.00	Q 128.28	Q 300,175.20
ETEA-01	Banquetas e=0.07	m2	1,260.00	Q 128.11	Q 161,418.60
609.01 (a)	Bordillo laterales dimensiones 0.86 m. * 0.20 m. (2500 psi)	ml	1,260.00	Q 160.14	Q 201,776.40
609.01 (b)	Bordillo de arriate central dimensiones 0.93 m. * 0.20 m. (2500 psi)	ml	2,880.00	Q 174.06	Q 501,292.80
ETEA-03	Regillas metalicas para tragantes	U	6.00	Q 553.28	Q 3,319.68
				Subtotal:	Q 1,276,449.64
	PAVIMENTO				
301.01	Reacondicionamiento de sub.rasante existente	m2	27,506.67	Q 38.38	Q 1,055,705.99
304.01(a)	Capa de Sub-base granular (e = 0.25 mts.)	m3	5,779.37	Q 163.41	Q 944,406.85
305.01(b)	Capa de Base de piedra triturada (e = 0.20 mts.)	m3	4,496.85	Q 244.92	Q 1,101,368.50
407.01	Riego de Imprimación	Gal.	6,667.05	Q 49.40	Q 329,352.27
401.01	Concreto asfáltico en caliente (e = 0.08 mts.)	ton	4,245.46	Q 612.66	Q 2,601,023.52
408.01	Riego de liga	Gal.	3,111.29	Q 30.19	Q 93,929.85
				Subtotal:	Q 6,125,786.98

Continuación



Proyecto:

**DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO: CALLE LA RECOLECCION
LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14 (RN-14)**

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIO UNITARIO Y MONTO TOTAL

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
	SEÑALIZACION				
706.06	Marcas termoplasticas (linea central longitudinal)	KM	1.38	Q 9,350.01	Q 12,903.01
706.06	Marcas termoplasticas (lineas laterales longitudinales)	KM	1.38	Q 9,350.01	Q 12,903.01
707.02	Señales de trafico metal restrictivas y preventivas	U	14.00	Q 1,068.00	Q 14,952.00
707.02	Señales trafico metal informativas dos tableros	U	3.00	Q 3,073.17	Q 9,219.51
704.02	monumentos de kilometraje	U	4.00	Q 654.30	Q 2,617.20
				Subtotal:	Q 52,594.73
	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				
ETEA-01	Reforestación de area de depositos de desp.	planta	60.00	Q 37.26	Q 2,235.60
ETEA-02	Jardinización de arriate central	m2	1,440.00	Q 50.32	Q 72,460.80
				Subtotal:	Q 74,696.40
				TOTAL:	Q 23,165,727.64

TOTAL EN NUMEROS :	<u>Q. 23,165,727.64</u>
TOTAL EN LETRAS:	<u>VEINTITRES MILLONES, CIENTO SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS VEINTISIETE QUETZALES CON DIESEISES CENTAVOS.</u>

4.4 Presupuesto de trabajo, diseño propuesto



Proyecto:

**DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO: CALLE LA RECOLECCION
LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14 (RN-14)**

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIO UNITARIO Y MONTO TOTAL

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
	PLANOS Y MANTENIMIENTO				
105.05	Plano finales de la obra construida	U	17.00	Q 455.18	Q 7,738.06
				Subtotal:	Q 7,738.06

Continuación



Proyecto:
DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO: CALLE LA RECOLECCION
LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14 (RN-14)

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIO UNITARIO Y MONTO TOTAL

RENLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
	TERRACERIA				
202.02	Limpia, chapeo y destronque	Ha	3.17	Q 16,243.80	Q 51,492.85
203.03(a)	Excavación no clasificada	m3	11,517.55	Q 40.86	Q 470,607.09
203.03(b)	Exc. No clasif. De material de desperdicio	m3	172,477.45	Q 31.96	Q 5,512,379.30
205.06	Excavación estructural de alcantarillas	m3	18,837.60	Q 31.90	Q 600,919.44
205.05	Excavación estructural cimentacion de estructuras	m3	193.22	Q 30.82	Q 5,955.04
205.11	Relleno estructural para estructuras	m3	26.21	Q 126.22	Q 3,308.23
205.12	Relleno estructural para alcantarillas	m3	12,876.87	Q 117.78	Q 1,516,637.75
208.02	Acarreo	m3-km	801,643.32	Q 2.98	Q 2,388,897.09
				Subtotal:	Q 10,550,196.79
	DRENAJE MENOR				
	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO				
601.02(30")	Diametro 30"	ml	1,344.59	Q 1,108.93	Q 1,491,051.75
601.02(36")	Diametro 36"	ml	45.14	Q 1,309.90	Q 59,128.89
601.02(42")	Diametro 42"	ml	22.66	Q 1,648.80	Q 37,361.81
				Subtotal:	Q 1,587,542.45
	RENGLONES VARIOS				
607.08	Concreto ciclopeo	m3	137.79	Q 962.19	Q 132,580.16
608.03	Derramaderos de agua revestidos de piedra ligada con mortero	m2	95.62	Q 205.13	Q 19,614.53
608.08	Cunetas revestidas de concreto simple fundido en sitio (2000 psi)	m2	2,340.00	Q 128.28	Q 300,175.20
ETEA-01	Banquetas e=0.07	m2	1,260.00	Q 128.11	Q 161,418.60
609.01 (a)	Bordillo laterales dim. 0.86 m. * 0.20 m. (2500 psi)	ml	1,260.00	Q 160.14	Q 201,776.40
609.01 (b)	Bordillo de arriate central dim. 0.93 m.* 0.20 m. (2500 psi)	ml	2,880.00	Q 174.06	Q 501,292.80
ETEA-03	Regillas metalicas para tragantes	U	6.00	Q 553.28	Q 3,319.68
				Subtotal:	Q 1,320,177.37
	PAVIMENTO				
301.01	Reacondicionamiento de sub.rasante existente	m2	28,951.48	Q 38.38	Q 1,111,157.80
304.01(a)	Capa de Sub-base granular (e = 0.25 mts.)	m3	5,998.13	Q 163.41	Q 980,154.42
305.01(b)	Capa de Base de piedra triturada (e = 0.20 mts.)	m3	4,663.35	Q 244.92	Q 1,142,147.68
407.01	Riego de Imprimación	Gal.	6,911.55	Q 49.40	Q 341,430.57
401.01	Concreto asfáltico en caliente (e = 0.08 mts.)	ton	4,400.50	Q 612.66	Q 2,696,010.33
408.01	Riego de liga	Gal.	3,225.39	Q 30.19	Q 97,374.52
				Subtotal:	Q 6,368,275.32

Continuación



Proyecto:
DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO: CALLE LA RECOLECCION
LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14 (RN-14)

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIO UNITARIO Y MONTO TOTAL

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO
	SEÑALIZACION				
706.06	Marcas termoplasticas (linea central longitudinal)	KM	1.40	Q 9,350.01	Q 13,090.01
706.06	Marcas termoplasticas (lineas laterales longitudinales)	KM	1.40	Q 9,350.01	Q 13,090.01
707.02	Señales de trafico metal restrictivas y preventiva	U	14.00	Q 1,068.00	Q 14,952.00
707.02	Señales de trafico metal informativas de dos tableros	U	3.00	Q 3,073.17	Q 9,219.51
704.02	monumentos de kilometraje	U	4.00	Q 654.30	Q 2,617.20
				Subtotal:	Q 52,968.73
	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES				
ETEA-01	Reforestación de area de depositos de desperdicio	planta	60.00	Q 37.26	Q 2,235.60
ETEA-02	Jardinización de arriate central	m2	1,440.00	Q 50.32	Q 72,460.80
				Subtotal:	Q 74,696.40
				TOTAL:	Q 19,998,956.93

TOTAL EN NÚMEROS :	<u>Q. 19,998,956.93</u>
TOTAL EN LETRAS:	<u>DIESCINUEVE MILLONES, NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SEIS QUETZALES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS.</u>

5. RIESGO, VULNERABILIDAD Y ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Riesgo y vulnerabilidad

El riesgo natural es la posibilidad de daño o pérdida a la cual se encuentra expuesta una infraestructura ante los desastres naturales. El concepto de riesgo es la posibilidad o pérdida a la cual se encuentra expuesta una infraestructura y se encuentra relacionada con la realización de acciones específicas que prevengan posibles consecuencias negativas.

La evaluación y el manejo del riesgo fueron desarrollados originalmente para sistemas bien estructurados, en los cuales existía un alto grado de control. Sin embargo, el manejo del riesgo se ha extendido a problemas sin estructuración sin control, tales como la degradación y los desastres naturales. Puesto que estos problemas no son productos que puedan ser diseñados y manipulados y no existe un punto de vista unificado para enfrentarlos, son necesarios elementos y enfoques amplios e integrados que fortalezcan la administración y planificación.

El manejo del riesgo ante los desastres naturales conlleva la administración y planificación de recursos e inversiones, en medidas que reduzcan las consecuencias negativas, tanto sociales como económicas, de la población y la infraestructura en general.

La posibilidad de reducir el riesgo se basa en la cuantificación de manera que permita tomar decisiones sobre las inversiones a realizar.

Se puede utilizar la evaluación del impacto de un fenómeno actual y el costo de reposición de los bienes expuestos a una amenaza. La exposición a un riesgo depende de los elementos de la infraestructura (bienes y servicios) y la población potencialmente en riesgo en un área donde ya ha sido identificada una amenaza. La evaluación puede hacerse basado en la zonificación del uso del suelo y la densidad de población. Esta evaluación requiere la realización de censos de población e inventarios de infraestructura dentro de la región específica con sus características.

Todo proyecto conlleva a un riesgo total que es la cuantificación de los daños esperados ante la ocurrencia de un determinado fenómeno natural. Esta cuantificación puede realizarse en términos de vidas humanas perdidas, heridas o pérdidas económicas. Puesto que la susceptibilidad generalmente esta incluida en la evaluación de la amenaza y la exposición de riesgo se evalúa en conjunto con la vulnerabilidad, esto puede expresarse matemáticamente en una ecuación, $\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$.

Un factor importante para la reducción del riesgo es la reducción de la vulnerabilidad, puesto que es evidente que no puede hacerse nada por reducir el factor amenaza natural, esto significa que no puede evitarse que suceda un sismo. Con esto la amenaza natural no la podemos evitar pero si podemos evitar que la infraestructura a construir resista dicha amenaza mediante un buen diseño estructural de toda la obra.

La vulnerabilidad es la incapacidad de una comunidad para absorber, mediante auto ajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea, su no flexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye un riesgo.

La vulnerabilidad que es una variable social, se ve afectada por las relaciones de la comunidad con su medio ambiente, por la intensificación de las actividades económicas y sociales, el mayor o menor grado de desarrollo político económico de la población, la organización social y su nivel de participación en la toma de decisiones, la cosmovisión, las creencias y mitos entre otros factores.

Frente al riesgo de toda actividad existen estrategias, estrategias reactivas y proactivas, la diferencia entre estas es que las reactivas se evalúan las consecuencias del riesgo cuando este ya se ha producido como ejemplo apagar un incendio, esto conlleva a poner en riesgo el proyecto y las proactivas se realiza una evaluación previa y sistemática de riesgos, evaluación de consecuencias se hace plan de evitación de consecuencias como un plan de contingencias, al crear lo antes mencionado se evade el riesgo en gran manera el tiempo de reacción es menor y e puede justificar lo sucedido.

Como ejemplo de riesgo y vulnerabilidad, podemos citar que el concreto asfáltico pueda no resistir los años de diseño para los cuales fue calculado, este riesgo que ocurre en toda carretera será menos vulnerable si se toman en cuenta todos los factores que conlleva el diseño y su aplicación, porque bien, puede el diseñador no haber olvidado algún factor para su calculo pero en la aplicación sobre la capa de base granular no se obtuvieron los resultados de laboratorio satisfactoriamente, aun así se aplico el concreto asfáltico en una capa de base granular mala.

Esto se refleja con los pocos años sobre la superficie generando fisuras pequeñas que con el tiempo los factores climatológicos afectan grandemente a la superficie.

5.2 Estudio de impacto ambiental

Impacto ambiental: Es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adverso o benéfico provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): El estudio de Impacto Ambiental es el documento técnico en el que se apoya el proceso de decisión de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Su objetivo final es proporcionar una herramienta útil a todo el proceso de Evaluación para que pueda llegar a decisiones correctas y basadas en criterios científicos. El objetivo de un estudio de impacto ambiental es:

- Cumplir con lo establecido en el artículo 8º del Decreto 68-86, “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”
- Identificar los impactos que se generen por las acciones derivadas del proceso de rehabilitación de la carretera, creando propuestas para minimizar los efectos que las acciones negativas provoquen al ambiente.
- Determinar el área de impacto ambiental y describir las características físicas y bióticas del área de influencia del proyecto.
- Identificar y evaluar los diferentes impactos ambientales, tanto negativos como positivos, en las diferentes fases del proyecto.
- Proponer medidas de mitigación y determinar su costo.

- Establecer un plan de monitoreo ambiental.

La base legal en la cual se apoya el estudio de impacto ambiental y el porque es necesario realizar un documento de esta magnitud para todo proyecto es el siguiente:

- **Constitución política de la república de Guatemala:** En el capítulo segundo, sección séptima de la Salud, Seguridad y Asistencia Social, Artículo 97 “**medio ambiente y equilibrio ecológico**”: El Estado, las Municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico.
- **Decreto No. 90-2000, ministerio de ambiente y recursos naturales, artículo 29.** Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo, cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural.

- **Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, decreto No. 68-86, artículo 8.** “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al medio ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por el Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales. El funcionario o particular que omitiere cumplir con el EIA, será sancionado con una multa de Q 5,000.00 a Q 100, 000. 00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumplan.”
- **Ley forestal, decreto No. 101-96.** Esta ley en uno de sus considerandos indica: Que los recursos forestales pueden y deben constituirse en la base fundamental del desarrollo económico y social de Guatemala, que mediante el manejo sostenido pueden producirse bienes que coadyuven a satisfacer las necesidades de energía, vivienda y alimento. El artículo 67, indica la obligación de la repoblación forestal en aquellos casos cuando se corten bosques para la realización de obras de infraestructura. (lo cual no es nuestro caso).

5.3 Evaluación de impacto ambiental del proyecto

Localización del proyecto: La ciudad de Antigua Guatemala se localiza en el departamento de Sacatepéquez que está situado en la región V o Central de la República a 1,530 metros sobre el nivel del mar y pertenece al "Complejo Montañoso del Altiplano Central".

Antigua Guatemala se encuentra a 54 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de cuatrocientos sesenta y cinco (465) kilómetros cuadrados, con los siguientes límites: Al Norte, con el Departamento de Chimaltenango; al Sur, con el Departamento de Escuintla; al Este, con el Departamento de Guatemala; y al Oeste, con el Departamento de Chimaltenango. Se ubica en la latitud 14° 33' 24" y en la longitud 90° 44' 02".

Descripción del proyecto: El proyecto consiste en la construcción de un tramo carretero para comunicar el centro del comercio de la ciudad de Antigua Guatemala con la carretera nacional RN-14 que comunica con los municipios de Escuintla y Chimaltenango.

Características generales del proyecto:

Longitud del proyecto: 1,400 metros

Tipo de Carretera: Típica "E" Modificada

Tipo de región: montañosa

Velocidad de diseño: 30 km/hora

Ancho de terracería: 20 metros

Superficie de rodadura: 16 metros

Pendiente máxima: 12%

Costo del proyecto: 19, 998,956.93

Área y situación legal del terreno: El área de influencia del proyecto es de 60 km² en su longitud los primeros 600 metros es terreno llano con siembras de café y 800 metros de terreno montañoso con vegetación mediana no boscoso, sin existir a sus alrededores viviendas, el proyecto es interrumpido en su mitad por el río Guacalate con un ancho aproximado de 18 metros.

No se presenta ningún problema legal con el terreno ya que existe un único dueño donde se está realizando el estudio del tramo carretero.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son: En primer lugar la limpieza, chapeo y destronque del área, localizar bancos de materiales para las diferentes capas que constituyen la estructura del pavimento.

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

Uso de recursos naturales del área: El material que se obtenga de los diferentes cortes de talud se realizarán estudios para poder determinar si serán utilizados en el proyecto o colocados en un botadero, se utilizará el agua proveniente del río que pasa por el proyecto y el material de bancos cercanos para la construcción de la estructura del pavimento.

Sustancias o materiales que serán utilizados: Diesel y lubricantes para la maquinaria y equipo menor, madera, cemento, arena, piedra graduada, tuberías de metal corrugado, capa de sub-rasante, sub-base, base, emulsión como un sellador entre la base y el asfalto y por último asfalto líquido.

5.4 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 descargas de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: El componente atmosférico se vera impactado por las 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 dos 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 tramo 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 y cortes de talud. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite y basura producto de 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, explotación de bancos de material y durante la fase de construcción de la carretera. 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 el campamento, la explotación de bancos de material de préstamo o donde se deposite el material de desperdicio, pueden ocasionar alteraciones al paisaje.

5.5 Medidas de mitigación

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

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

Ruidos y/o vibraciones: Se necesitara equipo adecuado para las personas que trabajen con maquinaria que produce desiveles muy altos y que puedan afectar de forma parcial o permanente el sistema auditivo.

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.

6. DATOS FINALES DEL DISEÑO

6.1 Diseño requerido

6.1.1 Datos de rectas

En la topografía plana la distancia entre dos puntos significa su distancia horizontal, esta distancia en su inicio y final genera puntos de intersección, que unidos a otras distancias horizontales serán el trazo preliminar de la ruta seleccionada. Entre una distancia horizontal y otra existe una deflexión, que es un ángulo horizontal medido en sentido horario (derecha) o en sentido antihorario (izquierda) a partir de la prolongación de la líneas de atrás y hacia la estación de adelante.

Tabla XVII. Puntos de intersección, PI

PI Inicio	PI Final	Distancia (mts)	Deflexión	Sentido
0	1	156.767	0°25'33"	Izquierda
1	2	419.132	46°20'17"	Derecha
2	3	151.671	21°23'56"	Derecha
3	4	184.209	79°28'23"	Izquierda
4	5	158.733	5°57'19"	Derecha
5	6	153.580	20°43'54"	Derecha
6	7	149.221	31°29'06"	Izquierda

6.1.2 Datos de curvas

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los PI de localización y las deflexiones. Existen especificaciones para carreteras que enumeran los diferentes grados de curva según la velocidad de diseño y la deflexión mínima a cumplir. Con estos datos se obtiene los demás elementos de la curva por medio de formulas geométricas.

Tabla XVIII. Datos de los elementos de curva

No. De Curva	Grado de Curva	Longitud (mts)	Sub-Tangente (mts)	Radio (mts)
1	23°00'00"	40.29	21.32	49.82
2	14°00'00"	30.57	15.46	81.85
3	33°00'00"	48.17	28.87	34.73
4	5°00'00"	23.82	11.92	229.18
5	13°00'00"	31.90	16.12	88.15
6	20°54'00"	30.12	15.45	54.82

6.1.3 Movimiento de tierras

Al realizar los trabajos preliminares para la construcción de la estructura de pavimento se genera un volumen de material inapropiado y apropiado que resulta del corte del terreno a utilizar. Este trabajo es conocido como movimiento de tierras que resulta ser muy importante o influyente en el costo del proyecto.

Tabla XIX. Movimiento de tierras

Estacion	Área Relleno	Área Corte	Volumen Relleno	Volumen Corte	Acumulado Relleno	Acumulado Corte
0+000	13.08	0.07	344.29	0.70	344.29	0.70
0+020	21.35	0.00	393.64	0.00	737.92	0.70
0+040	18.02	0.00	334.41	0.88	1,072.33	1.58
0+060	15.42	0.09	318.27	4.96	1,390.60	6.54
0+080	16.40	0.41	260.25	14.75	1,650.85	21.28
0+100	9.62	1.07	128.02	28.14	1,778.87	49.42
0+120	3.18	1.75	47.24	40.66	1,826.11	90.08
0+140	1.54	2.32	23.25	58.52	1,849.36	148.59
0+160	0.78	3.53	11.18	85.32	1,860.55	233.91
0+180	0.34	5.00	4.09	116.98	1,864.64	350.89
0+200	0.07	6.70	0.89	146.72	1,865.53	497.62
0+220	0.02	7.97	0.16	170.83	1,865.70	668.45
0+240	0.00	9.11	0.00	190.01	1,865.70	858.45
0+260	0.00	9.89	0.00	204.64	1,865.70	1,063.09
0+280	0.00	10.57	0.00	219.10	1,865.70	1,282.19

Continuación

Estacion	Área Relleno	Área Corte	Volumen Relleno	Volumen Corte	Acumulado Relleno	Acumulado Corte
0+300	0.00	11.34	0.00	230.41	1,865.70	1,512.60
0+320	0.00	11.70	0.00	230.23	1,865.70	1,742.83
0+340	0.00	11.32	0.00	235.45	1,865.70	1,978.28
0+360	0.00	12.23	0.00	277.02	1,865.70	2,255.30
0+380	0.00	15.48	0.00	339.49	1,865.70	2,594.79
0+400	0.00	18.47	0.00	387.29	1,865.70	2,982.08
0+420	0.00	20.26	0.00	406.87	1,865.70	3,388.96
0+440	0.00	20.43	0.00	403.48	1,865.70	3,792.44
0+460	0.00	19.92	0.00	388.43	1,865.70	4,180.87
0+480	0.00	18.93	0.00	371.46	1,865.70	4,552.33
0+500	0.00	18.22	0.00	370.96	1,865.70	4,923.29
0+520	0.00	18.88	0.00	408.35	1,865.70	5,331.64
0+540	0.00	21.96	0.00	337.76	1,865.70	5,669.40
0+554.578	0.00	24.38	0.00	140.66	1,865.70	5,810.06
0+560	0.00	24.53	2.77	491.88	1,868.47	6,301.94
0+580	0.30	20.54	2.06	314.52	1,870.53	6,616.45
0+594.870	0.00	17.56	0.00	99.78	1,870.53	6,716.23
0+600	0.00	21.35	0.00	1,183.54	1,870.53	7,899.78
0+620	0.00	97.01	0.00	970.06	1,870.53	8,869.84
0+640	0.00	0.00	0.00	795.07	1,870.53	9,664.91
0+660	0.00	79.51	0.26	867.78	1,870.79	10,532.69
0+680	0.03	7.27	116.86	72.71	1,987.65	10,605.40
0+700	11.66	0.00	203.21	0.00	2,190.86	10,605.40
0+709.755	30.00	0.00	228.65	3.89	2,419.51	10,609.29
0+720	15.17	0.71	148.32	332.92	2,567.84	10,942.21
0+740	0.00	30.91	0.00	9.73	2,567.84	10,951.94
0+740.325	0.00	30.64	124.94	301.42	2,692.78	11,253.37
0+760	12.70	0.00	318.52	0.00	3,011.29	11,253.37
0+780	19.15	0.00	709.25	0.00	3,720.54	11,253.37
0+800	51.77	0.00	1,316.55	0.00	5,037.09	11,253.37
0+820	79.88	0.00	2,168.19	0.00	7,205.28	11,253.37
0+840	136.94	0.00	2,625.86	0.00	9,831.14	11,253.37
0+860	125.65	0.00	2,978.04	0.00	12,809.18	11,253.37
0+880	172.16	0.00	34.22	0.00	12,843.40	11,253.37
0+880.199	172.58	0.00	3,357.22	0.00	16,200.62	11,253.37
0+900	221.80	0.00	5,182.86	0.00	21,383.47	11,253.37
0+920	335.86	0.00	3,028.25	0.00	24,411.73	11,253.37
0+928.371	395.18	0.00	5,047.32	0.00	29,459.05	11,253.37
0+940	472.90	0.00	10,167.70	0.00	39,626.75	11,253.37
0+960	543.87	0.00	11,473.53	0.00	51,100.28	11,253.37
0+980	603.48	0.00	12,261.70	0.00	63,361.98	11,253.37
1+000	622.69	0.00	12,481.75	0.00	75,843.73	11,253.37
1+020	625.48	0.00	12,375.02	0.00	88,218.74	11,253.37

Continuación

Estacion	Área Relleno	Área Corte	Volumen Relleno	Volumen Corte	Acumulado Relleno	Acumulado Corte
1+040	612.02	0.00	3,869.25	0.00	92,087.99	11,253.37
1+046.312	613.96	0.00	8,279.55	0.00	100,367.54	11,253.37
1+060	611.25	0.00	6,112.01	0.00	106,479.55	11,253.37
1+070.132	608.55	0.00	5,965.94	0.00	112,445.49	11,253.37
1+080	600.65	0.00	11,730.49	0.00	124,175.98	11,253.37
1+100	572.40	0.00	11,306.39	0.00	135,482.37	11,253.37
1+120	558.24	0.00	10,898.53	0.00	146,380.90	11,253.37
1+140	531.61	0.00	10,425.50	0.00	156,806.40	11,253.37
1+160	510.94	0.00	10,096.46	0.00	166,902.86	11,253.37
1+180	498.71	0.00	7,858.02	0.00	174,760.87	11,253.37
1+195.667	504.42	0.00	2,121.66	0.00	176,882.54	11,253.37
1+200	513.77	0.00	10,115.62	0.00	186,998.16	11,253.37
1+220	536.77	0.00	3,947.54	0.00	190,945.70	11,253.37
1+227.563	544.85	0.00	6,934.88	0.00	197,880.58	11,253.37
1+240	570.33	0.00	11,466.18	0.00	209,346.76	11,253.37
1+260	576.29	0.00	11,154.18	0.00	220,500.94	11,253.37
1+280	539.13	0.00	10,111.23	0.00	230,612.17	11,253.37
1+300	471.99	0.00	8,297.15	0.00	238,909.31	11,253.37
1+320	357.72	0.00	5,927.65	0.00	244,836.96	11,253.37
1+340	235.04	0.00	1,097.09	0.00	245,934.05	11,253.37
1+345.210	186.11	0.00	1,857.57	46.76	247,791.62	11,300.13
1+360	54.72	7.25	410.73	82.20	248,202.35	11,382.33

6.1.4 Obras de drenaje

Las obras de drenaje hacen que el proyecto tenga más durabilidad y que la carretera sea más eficiente durante los años de su servicio, su finalidad es desalojar el agua que inevitablemente llega a las alcantarillas y evitar que se estanque en la corona de la carretera. El origen de las aguas puede ser pluvial, superficial, ríos o quebradas.

Las obras que se construyen por lo general en una carretera es el drenaje transversal (alcantarillas) y el drenaje longitudinal (cunetas), existen otras obras como sub-drenaje, contra cunetas y disipadores de energía.

Tabla XX. **Localización de tuberías**

No. De Tubería	Estación	Diámetro	Caja	Cabezal
1	0+880	36"	Izquierda	Derecha
2	0+880	36"	Izquierda	Derecha

6.2 Diseño propuesto

6.2.1 Datos de rectas

Tabla XXI. **Puntos de intersección, PI**

PI Inicio	PI Final	Distancia (mts)	Deflexión	Sentido
0	1	156.767	0°25'33"	Izquierda
1	2	419.132	46°20'17"	Derecha
2	3	151.671	21°23'56"	Derecha
3	4	194.978	102°31'11"	Izquierda
4	5	173.095	28°14'01"	Derecha
5	6	244.383	64°55'53"	Derecha
6	7	118.814	64°20'45"	Izquierda

6.2.2 Datos de curvas

Tabla XXII. **Datos de los elementos de curva**

No. De Curva	Grado de Curva	Longitud (mts)	Sub-Tangente (mts)	Radio (mts)
1	23°00'00"	40.29	21.32	49.82
2	14°00'00"	30.57	15.46	81.85
3	30°00'00"	68.35	47.61	38.20
4	14°00'00"	40.33	20.58	81.85
5	28°00'00"	46.38	26.04	40.93
6	36°55'12"	34.86	19.53	31.04
7	28°54'24"	25.91	13.44	39.73

6.2.3 Movimiento de tierras

Tabla XXIII. Movimiento de tierras

Estacion	Área Relleno	Área Corte	Volumen Relleno	Volumen Corte	Acumulado Relleno	Acumulado Corte
0+000	13.08	0.07	344.29	0.70	344.29	0.70
0+020	21.35	0.00	393.64	0.00	737.92	0.70
0+040	18.02	0.00	334.41	0.88	1,072.33	1.58
0+060	15.42	0.09	318.27	4.96	1,390.60	6.54
0+080	16.40	0.41	260.25	14.74	1,650.85	21.27
0+100	9.62	1.07	128.02	28.13	1,778.87	49.40
0+120	3.18	1.75	47.24	40.64	1,826.11	90.04
0+140	1.54	2.32	23.25	58.39	1,849.36	148.43
0+160	0.78	3.52	11.18	85.12	1,860.55	233.55
0+180	0.34	4.99	4.09	116.77	1,864.64	350.32
0+200	0.07	6.69	0.89	146.30	1,865.53	496.61
0+220	0.02	7.94	0.16	170.10	1,865.70	666.72
0+240	0.00	9.07	0.00	189.13	1,865.70	855.85
0+260	0.00	9.85	0.00	203.82	1,865.70	1,059.67
0+280	0.00	10.54	0.00	218.49	1,865.70	1,278.16
0+300	0.00	11.31	0.00	230.29	1,865.70	1,508.45
0+320	0.00	11.72	0.00	230.51	1,865.70	1,738.96
0+340	0.00	11.33	0.00	235.60	1,865.70	1,974.56
0+360	0.00	12.23	0.00	277.23	1,865.70	2,251.79
0+380	0.00	15.50	0.00	340.02	1,865.70	2,591.81
0+400	0.00	18.50	0.00	388.31	1,865.70	2,980.11
0+420	0.00	20.33	0.00	407.58	1,865.70	3,387.70
0+440	0.00	20.43	0.00	402.81	1,865.70	3,790.51
0+460	0.00	19.85	0.00	387.56	1,865.70	4,178.07
0+480	0.00	18.91	0.00	371.72	1,865.70	4,549.79
0+500	0.00	18.26	0.00	371.85	1,865.70	4,921.64
0+520	0.00	18.92	0.00	408.78	1,865.70	5,330.42
0+540	0.00	21.96	0.00	337.76	1,865.70	5,668.18
0+554.578	0.00	24.38	0.00	140.66	1,865.70	5,808.84
0+560	0.00	24.53	3.76	491.63	1,869.46	6,300.47
0+580	0.41	20.54	2.80	326.53	1,872.26	6,627.00
0+594.870	0.00	19.57	0.00	113.69	1,872.26	6,740.69
0+600	0.00	24.76	0.00	1,207.00	1,872.26	7,947.69
0+620	0.00	95.94	0.00	959.44	1,872.26	8,907.13
0+640	0.00	0.00	0.00	819.95	1,872.26	9,727.08
0+660	0.00	81.99	0.26	892.66	1,872.52	10,619.74
0+680	0.03	7.27	116.86	72.71	1,989.38	10,692.45
0+700	11.66	0.00	203.21	0.00	2,192.59	10,692.45
0+709.755	30.00	0.00	228.65	3.89	2,421.24	10,696.34

Continuación

Estacion	Área Relleno	Área Corte	Volumen Relleno	Volumen Corte	Acumulado Relleno	Acumulado Corte
0+720	15.17	0.71	148.32	348.96	2,569.57	11,045.31
0+740	0.00	32.42	0.00	10.23	2,569.57	11,055.54
0+740.325	0.00	32.25	40.25	317.28	2,609.81	11,372.82
0+760	4.09	0.00	95.15	25.04	2,704.96	11,397.86
0+780	5.42	2.50	340.18	37.76	3,045.14	11,435.61
0+800	28.59	1.27	777.25	32.15	3,822.39	11,467.77
0+820	49.13	1.94	1,417.26	19.43	5,239.66	11,487.19
0+840	92.59	0.00	1,779.50	0.00	7,019.15	11,487.19
0+860	85.36	0.00	1,228.40	1.42	8,247.55	11,488.61
0+872.225	115.61	0.23	887.64	8.20	9,135.19	11,496.81
0+880	150.51	1.36	3,754.32	15.98	12,889.51	11,512.79
0+900	272.43	0.00	6,901.30	0.00	19,790.81	11,512.79
0+920	451.41	0.00	11,028.30	0.00	30,819.11	11,512.79
0+940	620.56	0.00	383.59	0.00	31,202.70	11,512.79
0+940.576	622.61	0.00	12,360.31	0.00	43,563.01	11,512.79
0+960	650.10	0.00	12,793.96	0.00	56,356.97	11,512.79
0+980	629.29	0.00	11,816.64	0.00	68,173.61	11,512.79
1+000	552.37	0.00	10,061.76	0.00	78,235.36	11,512.79
1+020	453.81	0.00	8,302.25	0.00	86,537.61	11,512.79
1+040	376.42	0.00	2,011.98	0.00	88,549.59	11,512.79
1+045.474	358.70	0.00	4,572.16	0.00	93,121.75	11,512.79
1+060	316.95	0.00	5,615.80	0.00	98,737.54	11,512.79
1+080	285.48	0.00	1,563.18	0.00	100,300.73	11,512.79
1+085.807	290.33	0.00	4,296.42	0.00	104,597.15	11,512.79
1+100	315.09	0.00	6,294.89	0.00	110,892.04	11,512.79
1+120	314.40	0.00	5,800.28	0.00	116,692.32	11,512.79
1+140	265.63	0.00	4,949.04	0.00	121,641.36	11,512.79
1+160	229.27	0.00	4,344.03	0.00	125,985.39	11,512.79
1+180	205.13	0.00	3,757.72	0.00	129,743.11	11,512.79
1+200	170.64	0.00	3,659.55	0.00	133,402.66	11,512.79
1+220	195.31	0.00	3,733.86	0.00	137,136.52	11,512.79
1+240	178.07	0.00	3,871.63	0.00	141,008.15	11,512.79
1+260	209.09	0.00	4,896.90	0.00	145,905.04	11,512.79
1+280	280.60	0.00	1,002.07	0.00	146,907.11	11,512.79
1+283.564	281.65	0.00	4,232.60	0.00	151,139.71	11,512.79
1+300	295.33	0.00	5,379.24	0.00	156,518.95	11,512.79
1+320	304.73	0.00	2,651.99	0.00	159,170.94	11,512.79
1+329.949	289.61	0.00	2,915.47	0.00	162,086.41	11,512.79
1+340	290.52	0.00	5,645.73	0.00	167,732.13	11,512.79
1+360	274.05	0.00	4,641.05	0.00	172,373.18	11,512.79
1+380	190.06	0.00	3,224.84	2.77	175,598.03	11,515.56
1+400	132.43	0.28	2,279.04	1.98	177,877.06	11,517.55
1+414.337	185.50	0.00	1,022.03	0.00	178,899.09	11,517.55
1+420	227.41	0.00	2,480.92	0.00	181,380.01	11,517.55

6.2.4 Obras de drenaje

Tabla XXVI. Localización de tuberías

No. De Tubería	Estación	Diámetro	Caja	Cabezal
1	0+680	30"	Izquierda	Derecha
2	0+780	30"	Izquierda	Derecha
3	0+880	42"	Izquierda	Derecha
4	1+120	30"	Derecha	Izquierda
5	1+190	36"	Derecha	Izquierda
6	1+360	36"	Derecha	Izquierda

CONCLUSIONES

1. Una de las condicionales que el propietario del lugar donde se efectuó el diseño y el estudio, consistía en que exclusivamente se diseñará paralelo a la colindancia de su propiedad, sin embargo, trabajar de la forma requerida implica que se deban realizar grandes cortes de material que dan como consecuencia que la corona del corte del talud quedará dentro de la propiedad del vecino.
2. Al realizar el diseño vertical de la línea autorizada se encuentran dos condiciones fuera de los requerimientos mínimos de construcción, la primera es la excedencia en la pendiente con respecto a lo especificado y la segunda es que buena parte de la ruta queda atrincherada implicando que la construcción de estructuras de drenaje se vuelva imposible o técnica mente no funcional.
3. Para convertir el proyecto en condiciones técnicamente viables, dentro del estudio se está proponiendo una segunda opción constructiva que cumple con las especificaciones mínimas que rige el diseño geométrico, además mejorando notablemente las condiciones de pendiente de la ruta y permitiendo la colocación de las estructuras de drenaje que requiere la ruta para mantener su vida útil.
4. Dado a que existen dos condiciones del terreno perfectamente marcadas que implican diferentes planteamientos, especialmente en cuanto a desalojo de aguas de origen pluvial, dentro de la propuesta se están especificando dos diferentes secciones típicas que cumplan con los requerimientos de la ruta, la primera del inicio hacia la cuenca del río y la segunda de la cuenca de río hasta conexión RN-14.

5. Adicional a las ventajas que se han descrito del diseño propuesto sobre el diseño originalmente requerido se tiene que el valor de ejecución del proyecto original es de Q.23,165,727.64, éste excede al valor de ejecución del diseño propuesto con un valor de Q. 19,998,956.93, en un 16% y la razón principal de esto es la variación de los volúmenes de movimiento de tierra.
6. La protección del ambiente debe ser prioritaria en la ejecución del cualquier obra, dentro de la propuesta se definen renglones de trabajo a favor de la mitigación ambiental, además es de suma importancia que todo tipo de desecho que genere la ejecución del proyecto sea controlado y depositado en lugares con autorización para su manejo.
7. Los proyectos de infraestructura que se realizan en un municipio, coadyuvan al desarrollo, beneficiando y mejorando el nivel de vida de los habitantes.
8. La construcción del tramo carretero tendrá un beneficio para el desarrollo económico de Antigua Guatemala, debido a que existirá una vía de comunicación directa al mercado municipal.
9. La comunicación entre la calle de la recolección, Antigua Guatemala con la ruta nacional 14 ayudara a obtener una vía de descongestionamiento para tráfico liviano, transporte urbano, así como darle más vida a las calles evitando el tráfico pesado debido al comercio de los diferentes productos que ingresan.

RECOMENDACIONES

1. La ciudad de la Antigua Guatemala posee gran importancia para el país, es por eso que la ejecución del proyecto que aquí se está presentando debe ser considerado como una de las grandes prioridades de las autoridades, por las ventajas que esta nueva ruta puede traer para la productividad de la ciudad y la región.
2. Las condiciones de durabilidad de la ruta dependen de varios factores, sin embargo, se debe tener principalmente énfasis en proveer a la ruta de un mantenimiento adecuado y periódico, especialmente en todas las estructuras de drenaje, es decir, alcantarillas, cajas y cabezales, derramaderos y cunetas revestidas, para evitar obstrucciones, emposamientos o escorrentías que puedan dañar la estructura de la carretera.
3. Se sugiere buscar las condiciones para que el proyecto que sea ejecutado sea el que está plasmado como diseño propuesto, ya que éste cumple con las condiciones mínimas de diseño, seguridad, viabilidad, además de tener un costo de ejecución inferior al que originalmente fue requerido por el dueño de la propiedad donde se desarrolló el estudio.
4. Para el diseño del proyecto se realizaron estudios completos de suelos a una profundidad máxima de 2.40 metros, para verificar las calidades de éste, sin embargo, en la ejecución se harán grandes cortes de material para llegar al nivel de la rasante propuesta, por lo que se recomienda realizar nuevos estudios completos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Perez Josué y Lopez, Jorge Mario. Curso de Estaciones Totales Sokkia. Guatemala, Agencias Circ, Guatemala 1999.
2. Perez Mendez, Augusto Rene. Metodología de actividades para el diseño geométrico de Carreteras. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.
3. Arreaga España, Hector Amilcar. Manual de normas para el diseño geométrico de carreteras. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996.
4. Coleman, Geoffrey J., Introduction to Land Development Desktop R3. USA: SDC Publications, 2003.
5. Santos Argueta, Victor Hugo. Consideraciones Generales para el monitoreo Ambiental en Proyectos de Carretera. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
6. Chen Garcia, Hector Raul. Consideraciones para la Prevención de Desastres Naturales en el Diseño Geométrico de Carreteras. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.

APÉNDICES

REPÚBLICA DE GUATEMALA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE ANTIGUA GUATEMALA
Proyecto: CALLE LA RECOLECCIÓN – RUTA NACIONAL 14



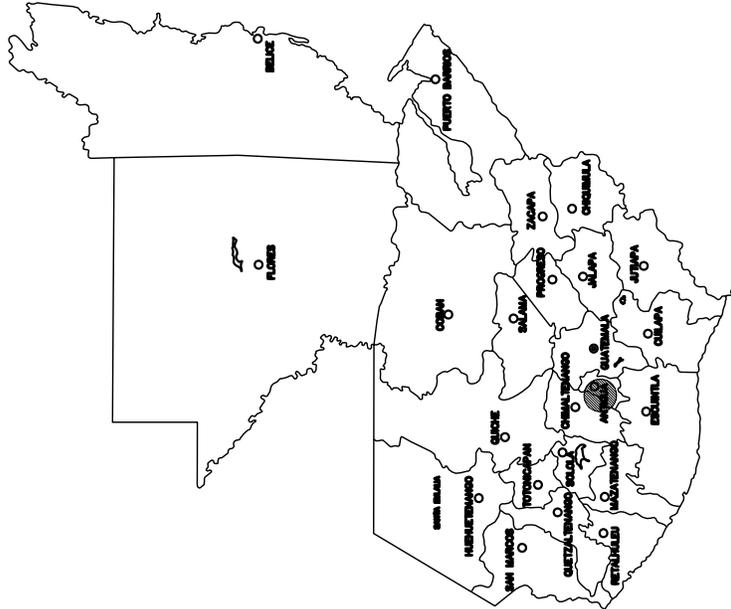
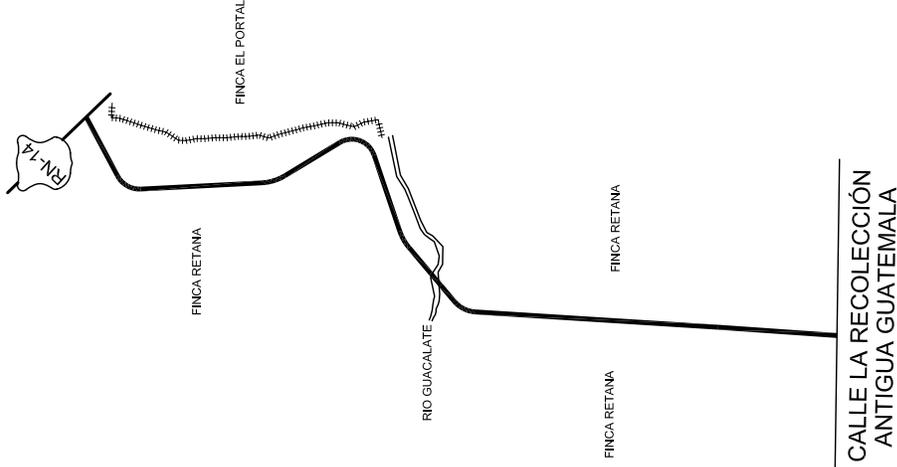
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO
 CALLE LA RECOLECCIÓN LA ANTIGUA GUATEMALA – RUTA NACIONAL 14

CONTIENE: HOJA TITULO

DISEÑO: INTEC. ANLA	ENERO 2006 FECHA	REVISÓ: INC. ALFREDO ARRIVALAGA	ENERO 2006 FECHA
ESCALA: SIN ESCALA		APROBÓ: ESUELA DE E.P.S.	ENERO 2006 FECHA

01
 HOJA No. 1/1



INDICE DE HOJAS		
HOJA No.	DESCRIPCION	QRS.
1	HOJA TITULO	HOJA No. 1/1
2	SECCION TIPOCA DE PAVIMENTO	HOJA No. 1/1
3	DETALLES CONSTRUCTIVOS	HOJA No. 1/1
4	SEÑALIZACION	HOJA No. 1/1
5-6	PLANOS DE PLANTA – PERFIL, DISEÑO RECUERDO	HOJA No. 1/2
7-8	PLANOS DE PLANTA – PERFIL, DISEÑO PROPUESTO	HOJA No. 1/2

SIMBOLOGIA	
	INDICA RUTA NACIONAL
	INDICA RUTA DEPARTAMENTAL
CA-00	INDICA RUTA CENTROAMERICANA



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

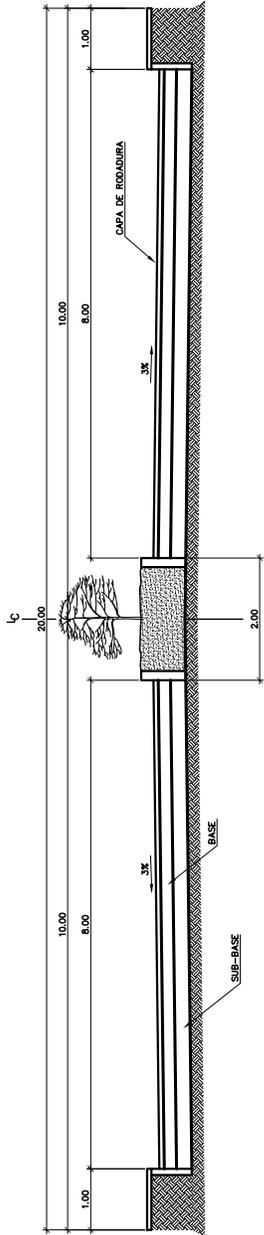
PROYECTO:
DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO

CALLE LA RECOLECCIÓN LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14

CONTIENE:
SECCION TIPICA DE PAVIMENTO

DESIGNADO: WALTER AYALA	FECHA: ENERO 2006	REVISADO: INC. ALFREDO ARRIVALLAGA	FECHA: ENERO 2006
ELABORADO: WALTER AYALA	FECHA: ENERO 2006	APROBADO: ESQUELA DE E.P.S.	FECHA: ENERO 2006
ESCALA: INDICADA		HOJA No. 1/1	

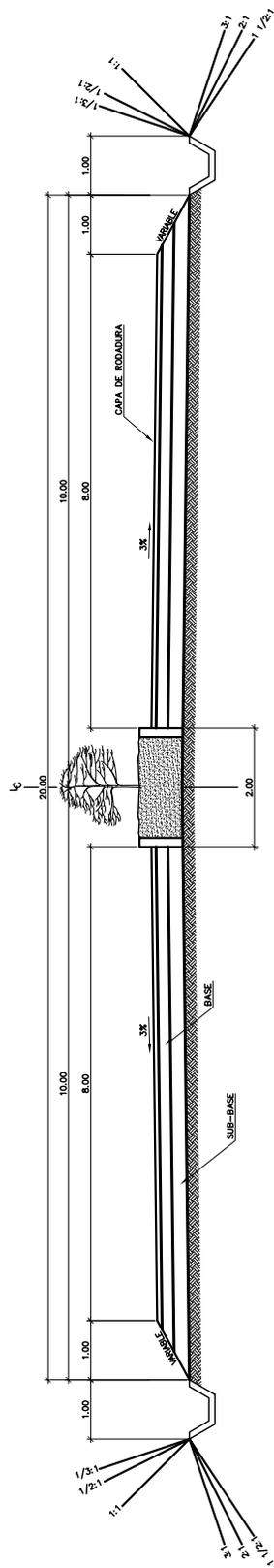
SECCION TIPICA DE PAVIMENTO, EST. 0+000 - 0+630



ALINEACIÓN RECTA

ESCALA: 1/40

SECCION TIPICA DE PAVIMENTO, EST. 0+655 - 1+440



ALINEACIÓN RECTA

ESCALA: 1/40

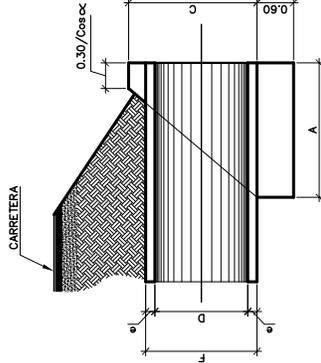


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO:
DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO
CALLE LA RECOLECCIÓN LA ANTIGUA GUATEMALA - RUTA NACIONAL 14

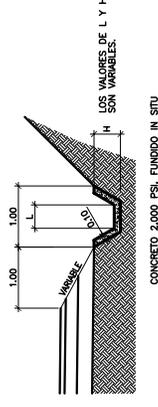
CONTIENE:
DETALLES CONSTRUCTIVOS
CAJAS, CABEZALES, CUNETA

HOJA No.	1/1			
03				
REVISOR:	INC. ALFREDO ARRIVALAGA	ENERO 2006	FECHA:	ENERO 2006
REVISOR:	ING. ALFREDO ARRIVALAGA	ENERO 2006	FECHA:	ENERO 2006
ESCALA:	INDICADA			



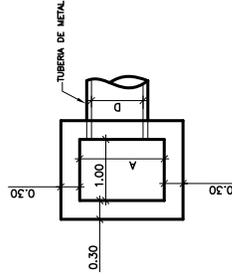
ELEVACIÓN DE CABEZAL

ESCALA: 1/40



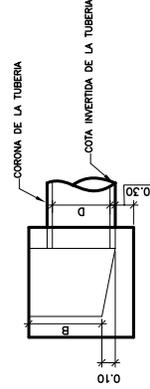
CUNETA TRAPEZOIDAL

ESCALA: 1/40



PLANTA CAJA

ESCALA: 1/40

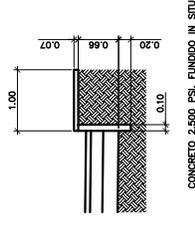


ELEVACIÓN CAJA

ESCALA: 1/40

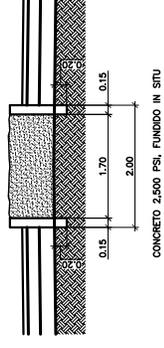
DIAMETRO D	TUBO						CABEZAL		LONGITUD DE CABEZAL
	E	F	A	B					
24"	0.61	0.075	0.76	0.60	1.05	2.65			
30"	0.76	0.09	0.94	0.75	1.25	3.40			
36"	0.91	0.10	1.11	0.90	1.40	3.90			
42"	1.07	0.115	1.30	1.05	1.60	4.70			
48"	1.22	0.125	1.46	1.20	1.75	5.25			
54"	1.37	0.135	1.62	1.35	1.90	5.85			
60"	1.52	0.145	1.82	1.55	2.10	6.50			

DIAMETRO Pulg.	ESP. in	VOLUMEN DE CONCRETO PARA DIFERENTES ALTURAS													
		10"	12"	14"	16"	18"	20"	22"	24"	26"	28"	30"			
24	0.60	3	0.90	1.00	1.28	1.30	2.256	1.60	3.028	1.90	3.478	2.20	3.928	2.50	4.376
30	0.75	3	1.05	1.19	2.250	1.48	3.006	1.79	3.483	2.05	3.960	2.39	4.437	2.69	4.914
36	0.90	4	1.25	1.33	2.831	1.83	3.444	1.93	3.957	2.23	4.470	2.53	4.983	2.83	5.466
42	1.07	4	1.38	1.49	3.288	1.79	3.825	2.09	4.361	2.36	4.886	2.69	5.434	2.99	5.970
48	1.20	5	1.56	1.68	3.820	1.97	4.373	2.27	4.945	2.57	5.518	2.87	6.090	3.17	6.663
54	1.37	5	1.75	1.83	4.419	2.13	4.819	2.43	5.418	2.75	6.018	3.03	6.617	3.33	7.245
60	1.50	6	1.93	1.96	4.717	2.27	5.331	2.57	5.965	2.87	6.602	3.17	7.237	3.47	7.873



BORDILLO LATERAL Y BANQUETA

ESCALA: 1/40



BORDILLO CENTRAL

ESCALA: 1/40

