

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO
TRAMO NORTE I

TESIS

Presenta a la Junta Directiva
de la
Facultad de San Carlos de Guatemala

POR

BYRON RUBEN MALDONADO ROSALES

al conferirsele el titulo de

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Abril de 1, 997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

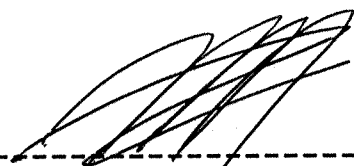
08
T(3979)
C-4

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 tesis titulado:

ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO
TRAMO NORTE-I

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 2 de febrero de 1,996.



Byron Ruben Maldonado Rosales

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO: Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO: Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO: Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO: Br. Victor Rafael Lobos Aldana
VOCAL QUINTO: Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIO: Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN TECNICO PROFECIONAL

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR: Ing. Edgar Daniel de León Maldonado
EXAMINADOR: Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
EXAMINADOR: Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR: Ing.* Francisco Javier González López



Guatemala, 9 de octubre de 1,996

FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

Señor
Ing. Pedro Quiroa Méndez
Coordinador de la Unidad
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Presente

Señor Coordinador:

En nuestro carácter de Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **BYRON MALDONADO ROSALES**, hemos procedido a revisar el Informe Final (TESIS), cuyo título es **ANTEPROYECTO DE ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO, TRAMO NORTE I**, el cual lo encontramos satisfactorio.

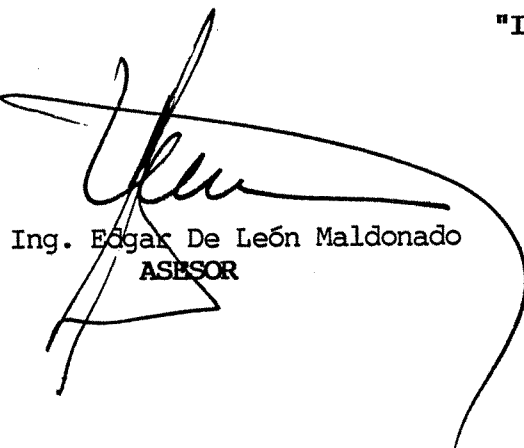
Este trabajo, fue desarrollado dentro del Programa del Ejercicio Profesional Supervisado de nuestra Facultad, constituyendo un valioso aporte, por la solución que plantea, a uno de los problemas más graves que padece la Ciudad Capital, como lo es el tránsito de vehículos automotores.

Por lo que, lo damos por **APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos de usted.

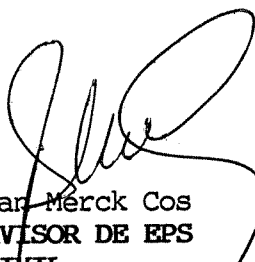
Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

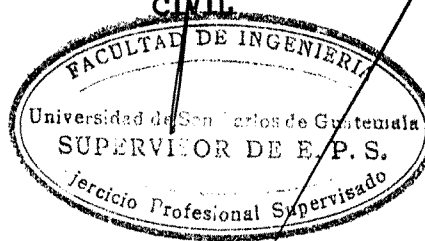


Ing. Edgar De León Maldonado
ASESOR

LGG/lgg.
c.c .: Archivo



Ing. Juan Mércck Cos
SUPERVISOR DE EPS
CIVIL



FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
SUPERVISOR DE E.P.S.
Ejercicio Profesional Supervisado



FACULTAD DE INGENIERIA

Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 5 de noviembre de 1,996

Señor
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Atentamente, me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que, después de la revisión respectiva del Informe Final, correspondiente al proyecto de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO NORTE-I**, mismo que fue realizado por el estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **BYRON RUBEN MALDONADO ROSALES**, esta **COORDINACION APRUEBA** el contenido del mismo, considerando que se cumplieron con los objetivos y los requisitos exigidos por la Unidad de EPS.

Este trabajo, fue debidamente asesorado y aprobado por el Ingeniero Civil, **Edgar De León Maldonado**; correspondió a la Unidad, llevar a cabo la supervisión del proyecto; misma que fue realizada por el Ingeniero Civil, **Juan Merck Cos**.

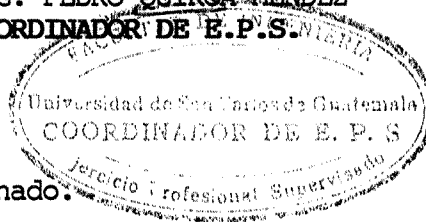
Por lo anterior, se solicita el trámite y la **Aprobación** respectiva por parte de su Dirección, considerando que de acuerdo con el Reglamento respectivo; tal informe final, es equivalente al trabajo de tesis, previo a la graduación del alumno.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. PEDRO QUIROGA MENDEZ
COORDINADOR DE E.P.S.



PQM/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: El Informe Final mencionado.

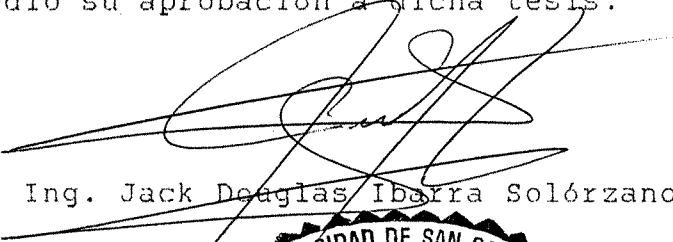


FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor Ing. Edgar de León Maldonado y del Coordinador de E.P.S., Ing. Pedro Quiroa Méndez, del trabajo de tesis del estudiante Byron Rubén Maldonado Rosales, titulado ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO NORTE I, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, marzo de 1, 1997.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO NORTE I, del estudiante Byron Rubén Maldonado Rosales, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, marzo de 1,997

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES: Belarmino Americo Maldonado Guzman
Norma Consuelo Rosales de Maldonado

MIS HERMANOS: Nancy Lissette Maldonado de Alvarez
Rony Stuardo Maldonado Rosales
Adela Karina Maldonado Rosales

MI NOVIA: Mirian del Rosario Portillo Fajardo

MIS PADRINOS: Belarmino Americo Maldonado Guzman
Norma Consuelo Rosales de Maldonado
Nancy Lissette Maldonado de Alvarez
Plinio Estuardo Herrera Rodas
Eduardo Alvarez Fernandez

MIS AMIGOS: Carlos René Alvarez González
Samuel Alfredo Funes Pérez
Marco Antonio Cornejo del Valle
Ivany Justo Arnoldo Garcia Catalan
Mario Alfonso Días Reyes
Igor Motta Bonilla

LA UNIVERSIDAD DE SAN

CARLOS DE GUATEMALA: Templo amado donde viví y recibí
constantes conocimientos y experi-
encias para mi vida.

AGRADECIMIENTO A:

DIOS NUESTRO SEÑOR:

Por estar siempre a mi lado

MIS PADRES, Y FAMILIA TODA:

Por el estímulo y apoyo constante. Gratitud por su ilimitado afán y firme aliciente.

INDICE

INDICE DE TABLAS.....	I
GLOSARIO.....	II
INTRODUCCION.....	III
OBJETIVOS.....	V
ANTECEDENTES.....	VI
HIPOTESIS.....	VIII
CAPITULO I INVESTIGACION.....	1
I.1 Descripción de los municipios que comprende	
el tramo Norte-I.....	1
I.1.1 Antecedentes Historicos de Chinautla.....	1
I.1.2 Antecedentes Historicos de San Pedro	
Ayampuc.....	2
I.1.3 Antecedentes Historicos del municipio	
de Guatemala.....	5
I.2 Condiciones socioeconómicas de los municipios que	
comprende el Tramo Norte-I.....	8
I.2.1 Condiciones socioeconómicas de Chinautla...8	
I.2.2 Condiciones socioeconómicas de San Pedro	
Ayampuc.....	13
I.2.3 Condiciones socioeconómicas del municipio	
de Guatemala.....	18
I.3 Infraestructura.....	23
I.3.1 Formas tradicionales de desarrollo y	
financiamiento de la infraestructura.....	28
I.4 Bases para desarrollar la infraestructura.....	29

I.5	Análisis urbano.....	31
I.6	Inventario físico.....	35
I.7	Impacto ambiental.....	37
I.7.1	Nivel de contaminación.....	39
I.7.2	Nivel de ruido.....	42
I.8	Impacto socioeconómico.....	47
I.8.1	Relación beneficio/costo.....	47
I.8.2	Tasa interna de retorno (T.I.R.).....	48
I.9	Movilización de tránsito en el área metropolitana.....	49
I.10	Tendencia y crecimiento de la ciudad de Guatemala.....	49
I.11	Capacidad de población de las áreas de desarrollo.....	52
I.11.1	Actualización de la densidad de vivienda.....	53
I.12	Densidad de población en la ciudad de Guatemala y municipios involucrados.....	60
I.13	Ingreso promedio anual por familia.....	62
I.14	Análisis de crecimiento del sistema vial en el área metropolitana.....	63
I.14.1	Número de vehículos automotores registrados en la República desde 1975 a la fecha.....	64
I.15	Sistema principal de tránsito en el área metropolitana.....	69

I.15.1	Clasificación de tránsito según sus placas.....	70
I.15.2	Grado de ocupación por vehículos.....	72

CAPITULO II EJERCICIO PROFESIONAL

II.1	Actualización y análisis de tránsito de los corredores radiales actuales.....	73
II.2	Descripción de las alternativas propuestas.....	75
II.2.1	Selección de línea preliminar.....	76
II.2.2	Grado de pendientes máximas y mínimas.....	78
II.2.3	Estimación primaria del tipo de suelo.....	78
II.2.4	Evaluación geológica preliminar.....	79
II.3	Tipos de pavimentos.....	80
II.3.1	Pavimentos rígidos.....	80
II.3.2	Pavimentos Flexibles.....	81
II.3.3	Tipo de pavimento a utilizar.....	81
II.4	Cuantificación de obras accesorias para la alternativa propuesta.....	88
II.4.1	Tipología de puentes.....	88
II.4.2	Tipología de pasos a desnivel.....	90
II.4.3	Señalización.....	91
II.5	Descripción de la alternativa propuesta...	92
II.5.1	Recorrido del Tramo Norte-I.....	92
II.5.2	Ubicación de los posibles puentes en el Tramo Norte-I.....	100
II.5.3	Ubicación de los posibles pasos a desnivel en el Tramo Norte-I.....	102

II.5.4	Ubicación de las posibles señales de transito en el Tramo Norte-I.....	104
II.5	Integración del presupuesto primario del diseño.....	106
II.5.1	Presupuesto primario de las brigadas de topografía.....	107
II.5.2	Presupuesto primario de la línea preliminar.....	107
II.5.3	Presupuesto primario de la línea localizada.....	107
II.5.4	Presupuesto primario del diseño final....	108
II.5.5	Presupuesto primario de los drenajes....	108
II.5.6	Presupuesto primario de base.....	108
II.5.7	Presupuesto primario de sub-base.....	109
II.5.8	Presupuesto primario de la colocación de capa de rodadura.....	109
II.5.9	Presupuesto primario de puentes.....	109
II.5.10	Presupuesto primario de pasos a desnivel.....	110
II.5.11	Presupuesto primario de la señalización.....	110
II.5.12	Resumen del presupuesto primario.....	110
CONCLUSIONES.....		IX
RECOMENDACIONES.....		X
BIBLIOGRAFIA.....		XI

INDICE DE LAS TABLAS

- 1.- Máximos niveles de emisión de ruido permitidos.
- 2.- Máximos niveles de ruido deseables.
- 3.- Composición de los gases por emisión vehicular por condiciones de operación.
- 4.- Análisis de separación de tránsito.
- 5.- Grado de ocupación por vehículos
- 6.- Resultados de la investigación del conteo de volumen de tránsito en estaciones de 24 horas.
- 7.- Valorización de los volúmenes por kilómetro de concreto hidráulico.
- 8.- Valorización de los volúmenes por kilómetro de concreto asfáltico (I).
- 9.- Valorización de los volúmenes por kilómetro de concreto asfáltico (II).
- 10.- Ciclo de vida del pavimento.
- 11.- Capacidad de servicio del pavimento.

GLOSARIO

ESTUDIO CLINOMETRICO. Es el trazo preliminar de un camino, en función de una pendiente determinada, usando como instrumento de trabajo el clinómetro.

PRELIMINAR LOCALIZADA. Es el trazo topográfico preliminar que de una vez deja localizado el alineamiento horizontal definitivo de un camino, incluyendo el trazo de curvas.

VELOCIDAD DE DISEÑO. Es la velocidad adoptada para el diseño de un camino, que permitirá que un conductor de habilidad intermedia, viaje con seguridad.

ZONA DE INFLUENCIA. Es el área total que será afectada positivamente por los beneficios que genere la construcción o de un camino.

CAPACIDAD SOPORTE. Resistencia del suelo o habilidad de éste para soportar carga.

CONGESTION. Exceso de vehículos sobre una arteria que ocasiona incomodidad y/o dificultad en la operación del tránsito.

INTRODUCCION

La ciudad de Guatemala presenta actualmente una red vial de gran magnitud, en la que circulan todo tipo de vehículos, dando un crecimiento poblacional y por ende urbano, del departamento de Guatemala; generando problemas críticos a la metrópoli. Las zonas de la ciudad que recibieron el impacto de este crecimiento fueron, sin lugar a duda, aquellas que agrupan a un sector de población de renta más baja (barrios populares).

Como consecuencia, se produjo automáticamente una disminución en el nivel del servicio, para el cual fue diseñada la red vial, por consiguiente, lejos de ser una vía de comunicación, ha pasado a ser una red vial que le impide al usuario conducirse en una forma rápida, segura y libre de interrupciones.

Esto ha llevado a considerar que es de suma importancia buscar vías rápidas de comunicación, que faciliten el transporte y descongestionamiento del área. Este es el tema que se desarrollará, formulando un anteproyecto del Anillo Periférico Metropolitano, Tramo Norte - I.

El desarrollo de este anteproyecto contempla los siguientes aspectos: estudio del desarrollo del área urbana en los últimos años, como consecuencia de la implementación de la red vial. En relación a la historia del tránsito, se hará un análisis comparativo del volumen de tránsito, clasificado en los principales accesos a la ciudad, vías de comunicación existentes, tipos de suelo, descripciones de las áreas favorecidas, uso actual y potencial del suelo, condiciones geológicas preliminares, tipo de carretera a utilizar y una estimación primaria de costos globales.

OBJETIVOS

GENERALES

- a) Desarrollar el anteproyecto correspondiente al Anillo Periférico Metropolitano Tramo Norte-I para la ciudad de Guatemala.

- b) Contribuir con este proyecto al descongestionamiento del tránsito en la ciudad capital y facilitar el transporte, por una vía más rápida, más segura y sin mayores interrupciones.

ANTECEDENTES

En los últimos cuarenta años, el área urbana de la ciudad de Guatemala ha experimentado un acelerado crecimiento. De una población de 400,000 habitantes que tenía en 1955 ha aumentado a 1,167,495 habitantes en el año de 1995. Unido a este incremento, se han agregado problemas urbanos, no solamente por el crecimiento demográfico en si, sino por la incapacidad de ofrecer condiciones de vías adecuadas de comunicación en las diferentes regiones del país, que favorezcan el crecimiento paralelo a su población, es decir, que los problemas de la ciudad no son generados únicamente por ella misma, ya que en buena medida son inducidos por una problemática nacional inconclusa.

A pesar de las ampliaciones y nuevas construcciones que han surgido actualmente en el sistema vial para tratar de satisfacer la problemática nacional, es aun insuficiente para el incremento acelerado de vehículos, sin embargo, para el Consejo Consultivo de Tránsito, conformado por la Municipalidad de Guatemala, el Departamento de Tránsito y el Ministerio de Gobernación ha sido imposible solucionar los problemas de tránsito, que cada día se agudizan más. Por tal razón se solicitó la participación de la Facultad de Ingeniería de la, Universidad San Carlos de Guatemala, a

través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado, para efectuar estudios tipológicos de planificación, que en un futuro solucionen los problemas antes mencionados en forma efectiva y rápida. El anteproyecto motivo de estudio, se ha denominado "ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO, TRAMO NORTE-I".

HIPOTESIS

El enorme crecimiento de la ciudad de Guatemala, tanto en el aspecto de la población, como en su sistema de transporte liviano y pesado, ha dado lugar a que circulen alrededor de 290 mil vehículos diarios en la ciudad, cifra exagerada para la actual capacidad de la red vial existente.

Estando próximos al año 2000, se hace necesaria la búsqueda de sistemas más rápidos y efectivos de comunicación, que reduzcan la capacidad de la vía, es decir el número máximo de vehículos que puede circular por ella durante un período de tiempo determinado, bajo condiciones normales de la vía y del tránsito en las arterias principales, evitando así un volumen de tránsito, y al mismo tiempo incrementando la velocidad de operación.

Uno de estos sistemas lo constituye el anteproyecto del Anillo Periferico Metropolitano, con el cual se pretende solucionar en buena parte los problemas antes descritos, dando al área metropolitana un planteo efectivo de soluciones a mediano y largo plazo.

I.1 DESCRIPCION DE LOS MUNICIPIOS QUE COMPRENDE
EL TRAMO NORTE-I

I.1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DE CHINAUTLA

Chinautla es un municipio que fue fundado en el año 1723; por lo tanto su origen es de la época colonial y casi precede en un siglo a la fecha de la independencia del país.

En municipio de Chinautla, figura en el índice alfabético de las ciudades, villas o pueblos del Reino de Guatemala, en el que dicho municipio aparece adscrito al Curato de Candelaria en el Partido de Sacatepéquez.

Posteriormente, cuando se hizo la distribución de los pueblos del estado de Guatemala, para la administración de justicia por el sistema de jurados, adoptado por el Código de Livingston y Decreto del 27 de agosto de 1936, el pueblo de chinautla fue adscrito al circuito norte de Guatemala.

I.1.1.2 CLASIFICACION

Este municipio era de 3a. categoría, según Acuerdo del 26 de julio de 1957, página 76, del Diario Oficial, Tomo 150. A partir del año 1973, se convirtió de 2a. categoría, en virtud de que en el censo de población del mismo año se estableció que sobrepasaba los diez mil habitantes, con base en el artículo 27, título III, Capítulo único del Código Municipal.

I.1.1.3 UBICACION

Chinautla es un municipio del departamento de Guatemala, se encuentra ubicado al Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.

I.1.1.4 LIMITES Y EXTENSION

Colinda al norte con Chuarrancho; al este con San Pedro Ayampuc; al sur con Guatemala; al Oeste con Mixco, San Pedro Sacatepéquez y San Raymundo, todos correspondientes al departamento de Guatemala, la superficie aproximada es de 93 kilómetros cuadrados.

I.1.1.5 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

El clima es templado, con una temperatura promedio que oscila entre los 15 grados centígrados. El año está dividido en dos estaciones, de acuerdo con la cantidad de lluvias. La estación seca se extiende de diciembre a mayo y la lluviosa, de junio a noviembre.

I.1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS DE SAN PEDRO AYAMPUC

Fundado en el siglo XVI, Fuentes y Guzmán, en su Recordación Florida, menciona que en esa región desde hacía muchos años se explotaron ricos yacimientos de oro, describiendo la forma como eran los antiguos lavaderos de ese metal, en "las minas de Ayampuc".

Por una ley del 2 de noviembre de 1837, se adjudicaron al pueblo de San Pedro Ayampuc, 40 caballerías de terreno. En 1880 se le agregaron 4 caballerías que se traspasaron a San José Nacahuil, y después de haber ordenado el Gobierno la medida de los terrenos, practicada en 1886 por el Ingeniero Antonio Llerena y Oppe, dando una extensión de 93 caballerías, 59 manzanas y 9,522 varas cuadradas.

San José Nacahuil como municipio, quedó anexado al de San Pedro Ayampuc, por Acuerdo Gubernativo del 5 de noviembre de 1936.

I.1.2.2 CLASIFICACION

El municipio San Pedro Ayampuc pertenece a una municipalidad de 3a. categoría, ya que desde su inicio hasta la fecha no sobrepasa los diez mil habitantes.

I.1.2.3 UBICACION

San Pedro Ayampuc es un municipio del departamento de Guatemala. Este se encuentra al igual que Chinautla, al Oeste del meridiano de Greenwich, con una altura aproximada de 1,250 metros sobre el nivel del mar, el terreno es muy quebrado en la parte sur y más plano en la parte norte.

I.1.2.4 LIMITES Y EXTENSION

Colinda al Norte con Chuarancho; al Este con San José del Golfo y Palencia; al Sur con Guatemala; al Oeste con Chinautla, todos los municipios del departamento de Guatemala. La principal vía de comunicación, es la ruta departamental Guatemala No. 15, que partiendo de la capital conduce a la cabecera municipal. La extensión territorial del municipio aproximadamente es de 85 Kilómetros cuadrados.

I.1.2.5 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Su clima es templado, con un invierno benigno pero relativamente húmedo, por lo cual la característica de vegetación natural es boscosa; pero también tiene un verano demasiado seco.

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida vegetal de Guatemala, basada en la obra "Formaciones Vegetales del Mundo"(1), este municipio se incluye en la zona Montano Bajo Tropical Húmeda; cuyas condiciones de clima, precipitación pluvial y temperatura que lo caracterizan, permiten producir un gran número de cultivos de importancia económica, con las limitantes de la topografía irregular y suelos erosionables, por lo que algunas extensiones no son aprovechables.

(1). R. Holdridge.

I.1.3 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Capital de la República Centroamericana de su nombre, fundada en 1776 y también conocida con las denominaciones de Guatemala la Nueva y Santiago de Guatemala. Reemplazó a la primitiva capital, Guatemala la vieja, llamada simplemente La Antigua Guatemala, fundada en 1527 y destruida por un terremoto en 1773.

La construcción de la ciudad inició, en el lugar que actualmente se conoce como Barrio de La Parroquia, en donde hasta hace unos años se veían los vetustos edificios de teja con balcones de madera y espaciosos patios; lo mismo en la llamada Calle Real (6a. Av.) y en la de Los Judíos (7a. Av.) habiendose construido la primera vivienda en la esquina opuesta a la salida del sol.

El terremoto de febrero de 1976, produjo una destrucción parcial de la ciudad de Guatemala, dejando cuantiosas pérdidas materiales y humanas.

I.1.3.1 CLASIFICACION

La ciudad de Guatemala, cabecera del departamento y municipio del mismo nombre, es a la vez la Capital de la República.

I.1.3.2 UBICACION

Se localiza a una latitud de 14 grados 35 minutos y 11 segundos, longitud 90 grados 31 minutos y 58 segundos, al oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1,502.26 metros sobre el nivel del mar.

La ubicación de la altiplanicie central capitalina, está rodeada de algunos barrancos, que radian desde la parte periférica del área metropolitana hasta su parte central, mostrándonos un valle rodeado también de montañas y colinas de la Sierra Madre, existen varios volcanes a su alrededor de los cuales algunos aún se encuentran en actividad. En la altiplanicie central de esta zona se divisan: el Volcán de Agua (3,776 m), el Volcán Acatenango (3,476 m) y el Volcán de Fuego (3,868 m) dando una posición geográfica a la altiplanicie central capitalina ideal, con un paisaje incomparable.

I.1.3.3 LIMITES Y EXTENSION

Tiene una superficie aproximada de 192 Kilómetros cuadrados y colinda al norte con los municipios de: Chuarrancho, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, San Pedro Ayampuc y San José del Golfo; al este con los municipios de: San José Pinula, gran parte de Fraijanes y Santa Catarina Pinula; al oeste con los municipios de: San Juan y San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Villa Nueva, Petapa, Villa Canales y

Santa Catarina Pinula; y por último en la parte sur y nor-oeste colinda con: Palencia, Chinautla, San Pedro Sacatepéquez, Amatitlán, Villa Nueva, Palencia, Villa Canales y Fraijanes.

El punto de origen de las carreteras en la República, conocido también como el kilómetro "0", está situado frente al Palacio Nacional, en la 6a. calle entre 6a. y 7a. avenidas de la zona 1.

I.1.3.4 CARACTERISTICAS CLIMATICAS

La temperatura promedio es de 18 grados centígrados. En la parte norte el clima es cálido, seco, con un invierno benigno, sin estación fría bien definida y húmedo, con un verano seco, al este el clima se torna semicálido húmedo con invierno benigno seco, en el oeste el clima tiende a ser templado húmedo con invierno benigno seco y en la parte sur y nor-oeste se tiene un clima semicálido, húmedo, con invierno benigno seco.

Con un promedio anual de lluvia de 1,250 mm distribuidos en 125 días al año, el cual va de mayo a noviembre y 697 horas de insolación, velocidad del viento de 11 y 12 kilómetros por hora, con una dirección que sopla predominante por el lado noreste de la altiplanicie capitalina.

I.2 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS DE LOS MUNICIPIOS QUE
COMPRENDE EL TRAMO NORTE -I

I.2.1 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS DE CHINAUTLA

I.2.1.1 CARACTERISTICAS DE LA POBLACION

Población predominantemente indígena, principalmente en la cabecera municipal y en la aldeas El Durazno, Chan y Sacojito. Las actividades económicas principales son: a) La agricultura, la que es efectuada en pequeñas parcelas que constituyen minifundios, sus métodos son rudimentarios y sus productos tradicionales son para el consumo familiar; b) Explotación de yacimientos de arcilla, utilizada como materia prima en la producción de la industria de la alfarería.

I.2.1.2 DISTRIBUCION DE LA POBLACION

La población del municipio se distribuye de acuerdo con el cuadro subsiguiente:

CUADRO # 1

CHINAUTLA: POBLACION TOTAL POR EDAD Y SEXO

RELACION MASCULINA Y FEMENINA

CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS 1995

DISTRIBUCION SEGUN INTERVALOS QUINQUENALES DE EDAD

Grupo de edad	Absoluto			Relativo		
	Total	Mascu- lino	Femeni- no	Total	Mascu- lino	Femeni- no
<u>Total</u>	<u>60,715</u>	<u>29,446</u>	<u>31,269</u>	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
0 a 4	10,519	6,036	4,483	17.23	20.50	14.34
5 a 9	8,597	3,908	4,689	14.16	13.27	15.00
10 a 14	8,516	4,079	4,437	14.03	13.85	14.19
15 a 19	6,119	2,574	3,545	10.08	8.74	11.34
20 a 24	5,495	2,129	3,366	9.05	7.23	10.76
25 a 29	3,540	1,866	1,674	5.83	6.34	5.35
30 a 34	3,188	1,242	1,946	5.25	4.22	16.22
35 a 39	4,341	2,572	1,769	7.15	8.73	5.66
40 a 44	2,135	1,074	1,061	3.52	3.65	13.39
45 a 49	2,033	897	1,136	3.35	2.49	3.63
50 a 54	1,596	1,150	446	2.63	3.91	1.43
55 a 59	1,687	709	978	2.78	2.41	3.13
60 a 64	795	359	436	1.31	1.22	1.39
65 a 69	1,268	448	820	2.09	1.52	2.62
70 a 74	182	177	5	0.30	0.60	0.02
75 y mas	704	226	478	1.16	0.77	1.53

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el Desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 14.

El cuadro anterior, muestra que el número de habitantes del municipio de Chinautla desciende en proporción inversa a la edad, siendo una población relativamente joven, ya que agrupándola de 0 a 24 años representa el 64.6% del total de la población.

Asimismo, se puede observar que el sexo femenino excede al masculino en un 3%, y en las edades de 75 años y más, existe un equilibrio entre ambos sexos.

I.2.1.3 POBLACION POR GRUPO ETNICO

En el municipio, al igual que en toda la República de Guatemala, se reconoce la existencia de dos grupos étnicos tradicionalmente denominados indígena y no indígena (ladino), entre los cuales existen diferencias que los caracterizan, ya que el indígena tiene rasgos culturales diferentes, tales como: educación, idioma y vestuario, siendo las mujeres las que usan traje típico y los hombres visten como ladinos.

CUADRO # 2

CHINAUTLA: POBLACION SEGUN GRUPO ETNICO, MASCULINO Y FEMENINO EN CIFRAS ABSOLUTAS 1995

Sectores	Población por grupos étnicos					
	Indígena			No indígena		
	Gran Total	Mascu- lino	Feme- nino	Total	Mascu- lino	Feme- nino
Total	35,093	16,752	18,341	25,083	12,143	12,940
Cabecera	19,725	9,395	10,330	2,199	1,047	1,152
Aldeas	12,257	6,028	6,229	15,474	7,586	7,888
Caseríos	3,111	1,329	1,782	7,410	3,510	3,900

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 18.

I.2.1.4 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Se consideró como población económicamente activa, la comprendida entre 10 y 65 años de edad que estaban trabajando, determinándose que dicho rango representa el 47.91 % del total de la población y el 52.09 % lo constituyen; amas de casa, escolares y personas sin ocupación específica.

CUADRO # 3

CHINAUTLA: POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

SEGUN RAMA DE ACTIVIDAD. 1995

Ocupación	Total	sectores				
		Ocupada			Desocupada	
		Cabe- cera	Aldeas	Case- ríos	Cabe- cera	Aldeas
<u>Totales</u>	<u>29,089</u>	<u>9,708</u>	<u>7,305</u>	<u>3,583</u>	<u>4,379</u>	<u>4,114</u>
Agricultura	3,410	---	1,615	375	734	686
Silvicultura	1,300	818	372	110	---	---
Artesanía	7,985	5,350	1,081	819	735	---
Albañiles y Ayudantes	4,960	1,439	1,702	1,262	557	---
Comerciantes	1,124	287	550	287	---	---
Pilotos y Ayudantes	772	375	284	---	113	---
Otros	9,538	1,439	1,701	730	2,240	3,428

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 20.

I.2.1.5 POBLACION OCUPADA

Son personas ocupadas, aquellas que trabajan o han tenido una ocupación durante un lapso determinado, la población económicamente activa ocupada en las diferentes actividades económicas, corresponde al 56.92 % del total de la población económicamente activa.

El 32.23 % de la población económicamente activa se traslada como fuerza de trabajo diariamente a la ciudad capital; el 19.43 % emigra por un período de una semana y el 5.26 % emigra por un período de dos a tres meses. El cuadro No.4 muestra la frecuencia del movimiento migratorio.

CUADRO # 4

CHINAUTLA: DESPLAZAMIENTO HACIA LA CIUDAD CAPITAL DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA, POR SECTORES, 1995.

Sectores	Emigración	Frecuencia		
		Diario	Semanal	Mensual
<u>Totales</u>	<u>16,557</u>	<u>9,374</u>	<u>5,652</u>	<u>1,531</u>
Cabecera	6,253	3,006	2,443	804
Aldeas	7,140	3,804	2,709	627
Caseríos	3,169	2,564	500	100

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el Desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 22.

I.2.2 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO AYAMPUC

I.2.2.1 CARACTERISTICAS DE LA POBLACION

La población es en su mayoría ladina, la cual se clasifica en grupos de diversas mezclas.

En este sector predomina la actividad agrícola en cultivos como: maíz, frijol, arboles frutales, café, caña de azúcar, maicillo y especies forestales como: el pino, ciprés, encino, roble y otras. Cabe destacar que se exportan flores de corte (rosas).

I.2.2.2 DISTRIBUCION DE LA POBLACION

La población del municipio, se distribuye de acuerdo con el siguiente cuadro:

CUADRO # 5

SAN PEDRO AYAMPUC: POBLACION TOTAL POR EDAD Y SEXO,

RELACION MASCULINA Y FEMENINA

CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS 1995

DISTRIBUCION SEGUN INTERVALOS QUINQUENALES DE EDAD

Grupo de edad	Absoluto			Relativo		
	Total	Mascu- lino	Femeni- no	Total	Mascu- lino	Femeni- no
<u>Total</u>	<u>15,681</u>	<u>7,326</u>	<u>8,355</u>	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>
0 a 4	2,560	1,407	1,153	16.33	19.20	13.80
5 a 9	2,375	1,121	1,254	15.15	15.30	15.00
10 a 14	2,315	1,187	1,128	14.76	16.20	13.50
15 a 19	1,634	732	902	10.42	10.00	10.80
20 a 24	1,468	440	1,028	9.36	6.00	12.30
25 a 29	1,177	425	752	7.51	5.80	9.00
30 a 34	546	220	326	3.48	3.00	3.90
35 a 39	880	462	418	3.61	6.30	5.00
40 a 44	562	395	167	3.58	5.40	2.00
45 a 49	616	307	309	3.93	4.20	3.70
50 a 54	489	205	284	3.12	2.80	3.40
55 a 59	355	88	267	2.26	1.20	3.20
60 a 64	118	59	59	0.75	0.80	0.70
65 a 69	198	73	125	1.26	1.00	1.50
70 a 74	106	73	33	0.68	1.00	0.40
75 y mas	282	132	150	1.80	1.80	1.80

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el desarrollo de la infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas nacionales. Agosto 1995. Pág. 26.

El cuadro anterior, muestra que el número de habitantes del municipio de San Pedro Ayampuc, desciende en una proporción inversa a la edad de los pobladores, siendo ésta relativamente joven, ya que agrupándola de 0 a 24 años representa el 66.02 % del total de la población.

Asimismo, se nota un excedente del sexo femenino sobre el masculino de un 6.5 % y en las edades de 75 años y más, existe una diferencia de 0.11 % entre ambos sexos.

I.2.2.3 POBLACION POR GRUPO ETNICO

La población por grupo étnico se puede catalogar en 2 ramas; la llamada indígena, que comprende un 38.00 % y la no indígena (ladina) que forma el 62.00 % restante, lo que indica, que en este municipio a diferencia del anterior predomina la población ladina. La población por grupo étnico del municipio de San Pedro Ayampuc se distribuye de acuerdo con el cuadro No.6.

CUADRO # 6

SAN PEDRO AYAMPUC: POBLACION SEGUN GRUPO ETNICO MASCULINO Y FEMENINO EN CIFRAS ABSOLUTAS 1995

Sectores	Población por grupos étnicos					
	Indígena			No indígena		
	Gran Total	Mascu- lino	Feme- nino	Total	Mascu- lino	Feme- nino
<u>Total</u>	<u>15,681</u>	<u>4,667</u>	<u>5,055</u>	<u>5,959</u>	<u>2,838</u>	<u>3,121</u>
Cabecera	5,981	2,623	2,841	516	248	268
Aldeas	7,072	1,633	1,769	3,670	1,739	1,931
Caseríos	2,629	411	445	1,773	851	922

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 28.

I.2.2.4 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Al igual que en el municipio anterior, dentro de la población económicamente activa se consideraron a personas que oscilen entre 10 y 65 años de edad, que se encuentran trabajando. Determinándose que constituyen un 47.91 % del total de la población y el 52.09 % restante se encuentra formado por: enfermos, escolares, amas de casa y personas sin ocupación específica.

I.2.2.5 POBLACION OCUPADA

Esta población es la que tiene o ha tenido una ocupación en un período de tiempo determinado durante la realización de la encuesta; la población económicamente activa ocupada, representa un 67.5 % del total de la población económicamente activa, el 32.4 % restante, tiene su rama de actividad en el municipio y sus alrededores.

CUADRO # 7

SAN PEDRO AYAMPUC: POBLACION ECOMOMICAMENTE ACTIVA,
SEGUN RAMA DE ACTIVIDAD 1995

Ocupación	Total	Sectores				
		Ocupada			Desocupada	
		Cabe- cera	Aldeas	Case- ríos	Cabe- cera	Aldeas
<u>Totales</u>	<u>7,512</u>	<u>2,492</u>	<u>1,889</u>	<u>1,135</u>	<u>1,066</u>	<u>161</u>
Agricultura	914	---	459	55	212	188
Silvicultura	321	183	98	23	10	7
Artesanías	2,080	1,202	389	295	145	49
Albañiles y Ayudantes	1,259	368	346	322	179	44
Comerciantes	400	100	200	72	20	8
Pilotos y Ayudantes	236	110	97	15	10	4
Otros	2,302	529	300	148	559	766

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Economicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 31.

El 52.63 % de la población económicamente activa se traslada como fuerza de trabajo diariamente a la ciudad capital; el 39.49 % emigra por un período de una semana y el 7.88 % emigra por un período de dos a tres meses.

CUADRO # 8

SAN PEDRO AYAMPUC: DESPLAZAMIENTO HACIA LA CIUDAD
 CAPITAL DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA,
 POR SECTORES, 1995

Sectores	Emigración	Frecuencia		
		Diario	Semanal	Mensual
<u>Totales</u>	<u>5,077</u>	<u>2,672</u>	<u>2,005</u>	<u>400</u>
Cabecera	2,908	1,463	1,221	224
Aldeas	1,915	1,112	703	100
Caseríos	254	97	81	76

Fuente: VI Congreso nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el Desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 35.

El cuadro anterior, muestra el frecuente movimiento migratorio que tiene la población del municipio de San Pedro Ayampuc hacia la ciudad.

I. 2. 3 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS DEL MUNICIPIO DE GUATEMALA

I. 2. 3. 1 CARACTERISTICAS DE LA POBLACION

En el municipio de Guatemala se encuentra una etnia con diferencia bien marcada: la indígena, mayormente de origen maya y otra que su formación es muy compleja, llamada "ladina" que resulta de la mezcla de varias razas: blancos (criollos), hispano-indígena, moreno-garífunas, etc.

Este sería el grupo que se identificaría como los "no indígenas". Existe una proporción entre el indígena y el no indígena ésta es de 6 a 4, lo que dice que el grupo indígena es un porcentaje mayor.

El asentamiento del municipio de Guatemala, se presenta situado más al norte del valle, y la topografía marca desde sus inicios una tendencia de crecimiento hacia el Sur, como podrá observarse posteriormente en la mancha urbana (figura 1) en sus diferentes etapas, orientándose a lo largo de los ejes viales.

La ciudad de Guatemala, y su área metropolitana con una población de aproximadamente 1.8 millones de habitantes, constituye el mayor centro poblado del país, guardando una desproporción con los demás centros urbanos, de tal manera que es 16.5 veces mayor que Quetzaltenango, que figura como la segunda ciudad del país, concentrando el 19 % de la población total y el 53 % de la población urbana del país.

I.2.3.2 DISTRIBUCION DE LA POBLACION

La distribución de la población del municipio de Guatemala se presenta en el siguiente cuadro.

CUADRO # 9

MUNICIPIO DE GUATEMALA: POBLACION TOTAL POR EDAD Y SEXO,

RELACION MASCULINA Y FEMENINA

CIFRAS ABSOLUTAS Y RELATIVAS 1995

DISTRIBUCION SEGUN INTERVALOS QUINQUENALES DE EDAD

Grupo de edad	Absoluto			Relativo		
	Total	Mascu- lino	Femeni- no	Total	Mascu- lino	Femeni- no
Total	1,167,495	548,724	618,771	100.00	100.00	100.00
0 a 4	224,743	109,196	115,547	19.25	19.90	18.67
5 a 9	175,358	80,498	94,860	15.02	14.67	15.33
10 a 14	146,373	62,884	83,489	12.54	11.46	13.49
15 a 19	105,075	75,998	29,077	9.00	13.85	4.70
20 a 24	88,715	49,001	39,714	7.60	8.93	16.42
25 a 29	67,715	34,734	32,981	5.80	6.33	5.33
30 a 34	68,100	23,156	44,944	5.83	4.22	7.26
35 a 39	64,220	17,175	47,045	5.50	3.13	7.60
40 a 44	53,325	17,010	36,315	4.57	3.10	5.87
45 a 49	48,893	12,127	36,766	4.19	2.21	5.94
50 a 54	27,310	12,621	14,689	2.34	2.30	2.37
55 a 59	31,674	19,919	11,755	2.71	3.63	1.90
60 a 64	27,019	16,462	10,557	2.31	3.00	1.71
65 a 69	18,468	8,889	9,579	1.58	1.62	1.55
70 a 74	11,981	5,213	6,768	1.03	0.95	1.09
75 y mas	8,526	3,841	4,685	0.73	0.70	0.76

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Construcción. Bases para el desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Economicas nacionales. Agosto 1995. Pág. 38.

En el cuadro No.9, se puede notar que el porcentaje de habitantes del municipio de Guatemala, tiene un descenso menor al observado en los cuadros anteriores, ya que al agrupar a la población entre 0 y 24 años se optiene que representa un 63.41 % del total de la población.

La diferencia entre el sexo femenino y el masculino, es de un 6.00 % favorable al sexo femenino y en las edades mayores de 75 años tenemos un 0.73 % de la población total, lo que indica que la población anciana es en promedio menor que en los municipios vistos anteriormente.

I.2.3.3 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

En esta parte se presenta una tabla, que contiene los indicadores económicos para Guatemala así como la población económicamente activa de la región metropolitana de 1991 a 1995.

CUADRO # 10

REPUBLICA DE GUATEMALA: INDICADORES ECONOMICOS (1991-1995).

	<u>1991</u>	<u>1992</u>	<u>1993</u>	<u>1994</u>	<u>1995</u>
<u>Población</u>					
Urbana (en millones)	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1
Rural (en millones)	5.9	6.1	6.3	6.5	6.5
Total	9.5	9.8	10.1	10.4	10.6
<u>Variable</u>					
PIB (Millones de Quetzales corrientes)	46,987	54,297	63,562	73,760	85,401
PBI (Millones de Quetzales constantes)	2,500	3,662	3,828	3,979	4,130
Tasa de crecimiento real (%)	3.2	4.6	4.0	4.0	4.2
PIB per capita (Q)	4,946	5,541	6,293	7,104	7,931
<u>Tasa de crecimiento real (%)</u>					
Consumo privado	3.3	4.6	4.9	5.0	5.3
Consumo gobierno general	1.8	5.7	5.0	4.1	4.7
Exportación bienes y servicios	0.8	5.7	3.1	6.3	5.6
Importación bienes y servicios	4.7	18.9	5.5	9.3	7.4
Agricultura, caza y pesca	2.8	2.9	2.0	1.9	1.5
Comercio al por mayor y menor	0.2	4.1	4.2	4.6	4.8
Industria manufacturera	2.9	2.9	2.4	2.7	2.6
Construcción	7.7	7.9	10.5	12.0	10.0
<u>Población económicamente activa</u>					
	<u>1991</u>	<u>1992</u>	<u>1993</u>	<u>1994</u>	<u>1995</u>
	647,796	627,371	607,608	588,407	569,985

Fuente: VI Congreso Nacional de la Industria de la Contrucción. Bases para el Desarrollo de la Infraestructura Nacional. Centro de Investigaciones Economicas Nacionales. Agosto 1995. Pág. 42.

I.3 INFRAESTRUCTURA

La infraestructura nace de la necesidad que tienen los individuos de un apoyo físico para desarrollar sus actividades en todos los ámbitos de la vida. El Banco Mundial define infraestructura como los servicios básicos, energía eléctrica, telecomunicaciones, abastecimiento de agua por tubería, saneamiento y alcantarillado, recolección y eliminación de desechos sólidos y suministro de gas, las obras públicas tales como: carreteras y obras importantes de presas y canales para riego y drenaje; y otros sectores de transporte, entre las que están: ferrocarriles urbanos e interurbanos, transporte urbano, puertos y vías navegables y aeropuertos.

La existencia de infraestructuras condiciona el desarrollo económico, y de forma general se asocia el nivel de desarrollo económico de un país. Pareciera natural encontrar los mejores aeropuertos y autopistas en los lugares más avanzados, e igualmente que los países más pobres apenas dispongan de carreteras que merezcan el nombre de tales.

Si bien, no se sabe si la relación causal corre de infraestructura a desarrollo o de desarrollo a infraestructura, algunos estudios han encontrado que el aumento en la infraestructura y el crecimiento del producto económico van a

la par; un aumento del 1 % en el capital de infraestructura va asociado a un crecimiento del producto interno bruto (PIB) de 1 %. Pero: como se manifiesta la relación entre uno y otro hecho?, cómo se produce el efecto económico de la infraestructura?. Las respuestas a estas preguntas son esenciales para acertar en la definición que se haga de las prioridades de infraestructura y conocer los riesgos que se corren, si la misma se descuida.

En primer lugar, es preciso ver cuáles son los efectos inmediatos a que da lugar la existencia o mejora de un sistema de infraestructura. La reducción de costos que supone una buena red vial se comprende fácilmente, pues cuesta menos el transporte por una buena autopista que por una mala carretera.

Lo mismo ocurre con la reducción del tiempo, tanto para el transporte de pasajeros y el de bienes, como el de la transferencia de información. La infraestructura pone en comunicación con mas facilidad la oferta y la demanda, y en este sentido ensanchan los mercados. Esto tiene un efecto inmediato sobre la dimensión y alcance de los mercados. La existencia de mercados más amplios da lugar a un espacio adicional para la competencia, con los conocidos efectos beneficiosos para la innovación, los precios y el desarrollo de nuevos productos.

Así pues, el efecto de la apertura y ampliación de mercados tiene como resultado poner en comunicación regiones que antes no estaban comunicadas, o mejorar de forma sustancial las comunicaciones existentes. La apertura de los mercados que se da por la existencia de infraestructura, también significa un mayor desarrollo de la actividad comercial, por el incremento de la entrada y salida de bienes y servicios en las regiones.

Otro resultado que será consecuencia directa de la reducción en costos y ampliación de mercados, será la mejora en competitividad y en precios. Los productores situados en regiones mejor comunicadas -mejores carreteras y telecomunicaciones- podrán tener una ventaja de precios para un mismo producto.

Inmediatamente a este efecto se producirá un efecto secundario, derivado de nuevas preferencias de los habitantes y las industrias a la localización, que lógicamente se dirigirá hacia los lugares que dispongan de mejores sistemas de infraestructura, mejores comunicaciones, etc.

Un tercer efecto es la mejora directa del nivel de vida y de la calidad de la misma: viajes más seguros y confortables, mejores comunicaciones y más rápidas, etc.

La infraestructura también contribuirá a la reducción de diferencias regionales y a la integración del mercado interno. Al mejorar la infraestructura de transporte, servicios y telecomunicaciones se facilita la entrada y salida de productos de esas regiones y se incentiva la inversión en las mismas. Y a la inversa, las regiones desfavorecidas a este respecto no saldrán de su situación de desventaja relativa, mientras no dispongan de buenas vías de acceso y de buena infraestructura en general.

Es necesario tener en cuenta, que estos efectos económicos son producidos por la infraestructura de cualquiera de los tipos que se ha definido al principio, pero más aún por un sistema integrado entre sí. Es decir, los efectos económicos derivados de la existencia de infraestructura son más notables cuanto más integrado esté el desarrollo (telecomunicaciones, electricidad, carreteras, agua potable, puertos, etc.). Según el Banco Mundial, la infraestructura es un factor de desarrollo económico de primer orden.

Suficiente y en buenas condiciones, contribuyen de forma significativa al desarrollo económico, multiplican el rendimiento de las inversiones, la competitividad y la riqueza de la nación. En el caso contrario, se crean disparidades y desequilibrios regionales o se aumentan los

existentes, y se condena a un bajo rendimiento a las inversiones, y a toda la región a una menor competitividad.

La disponibilidad segura, es uno de los requisitos fundamentales para el funcionamiento de una economía moderna y de la satisfacción de las necesidades básicas de los ciudadanos. Si no se dispone de electricidad, suficiente y confiable, no es posible asegurar el crecimiento y tampoco el mantenimiento de actividades productivas y por ende de puestos de trabajo. El suministro seguro y oportuno de energía eléctrica es esencial para poder mantener la capacidad competitiva en los mercados, tanto nacionales como internacionales.

Un punto importante que se ha hecho mención, es si la infraestructura preceden al desarrollo o lo siguen, es decir, si la construcción de infraestructura es un factor creador o favorecedor del desarrollo o si sólo tiene sentido cuando ya existe un grado de desarrollo importante. La respuesta no es del todo simple, pero nadie duda que la carencia de infraestructura es un freno al desarrollo, por las razones que han quedado expuestas. De aquí que se concluya que debe construirse, como mínimo ésta para que sea precisa en atender las necesidades actuales del mercado y para no constituir un freno a las expectativas de los agentes económicos, en cuanto

al crecimiento y ampliación de su actividad. Es decir, ésta deberá desarrollarse con una visión de largo plazo y anticiparse al desarrollo económico deseable.

I.3.1 FORMAS TRADICIONALES DE DESARROLLO Y FINANCIAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

En la mayoría de países en desarrollo, la provisión física de infraestructura ha sido tradicionalmente responsabilidad del gobierno, a través de monopolios. La energía, el agua y las telecomunicaciones son sectores vitales considerados como responsabilidad del gobierno, ya que éste tiene en ellos intereses nacionales de largo plazo.

Con frecuencia, la naturaleza de las obras de infraestructura, sus grandes dimensiones y los volúmenes de inversión, generalmente han llevado a pensar que los mercados no pueden garantizar la provisión eficiente de ésta. Por esta razón, históricamente ha sido el sector público el encargado de proveerla, no obstante, su impacto sobre el crecimiento ha sido muy bajo. Esto se debe a que mucha de la inversión no se orienta a los proyectos de mayor prioridad o rentabilidad social. La falta de mantenimiento, el desperdicio y la ineficiencia han sido el común denominador de gran parte de la infraestructura provista hasta el momento.

La provisión de infraestructura por el sector público se ha caracterizado por el exceso de personal, el desperdicio y los subsidios a los consumidores. Mediante los subsidios se ha pretendido hacer llegar la infraestructura a los estratos más pobres de la población, lo cual, más que llenar su propósito ha actuado como una forma de redistribución de la riqueza. Su efectividad depende de la forma como los subsidios llegan a los pobres, en los costos administrativos asociados con ese objetivo y al alcance de la distribución de los recursos en el presupuesto, sin sacrificar otros beneficios sociales que deriven del gasto público.

I.4 BASES PARA DESARROLLAR LA INFRAESTRUCTURA

La revisión del desempeño que la infraestructura actual tiene como apoyo a las actividades de los guatemaltecos y las comparaciones de ésta con otros países latinoamericanos; claramente sugiere la urgente necesidad que Guatemala tiene de realizar esfuerzos para desarrollar más y mejor infraestructura.

Este reto sin embargo, no implica únicamente que se deberá de invertir más en electricidad, telecomunicaciones, carreteras, agua, etc. sino más importante aún, elevar la calidad de estas inversiones.

El Banco Mundial identifica tres elementos claves que pueden elevar la calidad de la inversión, al crear nuevos incentivos para facilitar el desarrollo y la mejora de la infraestructura. Estos principios se resumen en hacer que las Inversiones Tengan Alta Rentabilidad Social, que Respondan a Las Necesidades de los Grupos Beneficiados y que estén Guiadas por principios de Eficiencia.

La provisión eficiente de la infraestructura responderá a las necesidades de los usuarios, pues son éstos la clave para que los inversionistas planeen, financien, distribuyan y asignen la inversión de los servicios. Sólo en la medida en que esto se cumpla, se ampliará y desarrollará la infraestructura que el país necesita.

En la medida en que la provisión de infraestructura se someta a la competencia, mejor serán los resultados que se obtengan de ésta. El Banco Mundial claramente establece que: "La competencia propicia opciones para los usuarios y da lugar a que los servicios sean prestados efectivamente".

En algunos casos, el someter las actividades a la competencia implicará la transferencia de la provisión pública a la provisión privada y en algunos otros introducir reformas a los monopolios estatales. Es así como la

experiencia internacional ha demostrado que la desmonopolización y privatización de los servicios públicos ha contribuido al desarrollo de la infraestructura de un país. Sin embargo, una de las bases para que estos procesos tengan éxito es el establecimiento de reglas claras y estables, que promuevan la competencia.

En el caso de Guatemala, existen varias estrategias que deben adoptarse para lograr el desarrollo de la infraestructura económica y social. Todas ellas tienen el propósito de mejorar tanto la cobertura como la calidad de los servicios proporcionados a los guatemaltecos, para contribuir al crecimiento económico del país.

I.5 ANALISIS URBANO

Según la tendencia actual y las proyecciones futuras de crecimiento de población, muestra que un gran porcentaje de la población futura se establecerá en zonas urbanas, que como la ciudad de Guatemala, ya se encuentran congestionadas.

El rápido desarrollo de transporte motorizado, ha sido un factor de peso en la determinación del modelo para el crecimiento urbano.

Aumentando la dimensión del problema urbano está el hecho de que nuestras ciudades se están desarrollando desordenadamente, sin plan alguno.

Una característica de las ciudades modernas, en la mayoría de los casos, es que existe facilidad vial, construida para mejorar la circulación de tránsito, le sigue un desarrollo, sin que nadie se ponga a pensar en el efecto que las nuevas facilidades viales tendrán en el crecimiento urbano.

El problema urbano es un término bastante general que comprende una serie de problemas particulares íntimamente relacionados entre sí.

Los problemas que afronta el Transporte Urbano del área metropolitana podrían resumirse de la siguiente manera:

1. La tendencia de incremento en las distancias de los viajes causados por la expansión urbana.
2. Congestionamiento del tránsito en algunas áreas, debido a la concentración de tránsito en algunas arterias de la red vial.

3. Incremento en las distancias de los viajes hacia el trabajo y a la escuela, así como tiempo utilizado para los mismos, debido al congestionamiento de tránsito.
4. Falta de un adecuado servicio proporcionado por los buses y microbuses, que es el único servicio de transporte colectivo disponible.
5. Alta frecuencia de accidentes de tránsito, indicador de un decremento en la seguridad de tránsito.
6. Contaminación del ambiente a lo largo de las vías principales, causado por ruido y gases expelidos por los vehículos.
7. Deficiencia en la organización y administración para proporcionar un seguro y confiable servicio de transporte.
8. La ausencia de nuevas inversiones, da como resultado una falta de recursos para el mantenimiento y rehabilitación de las facilidades existentes.

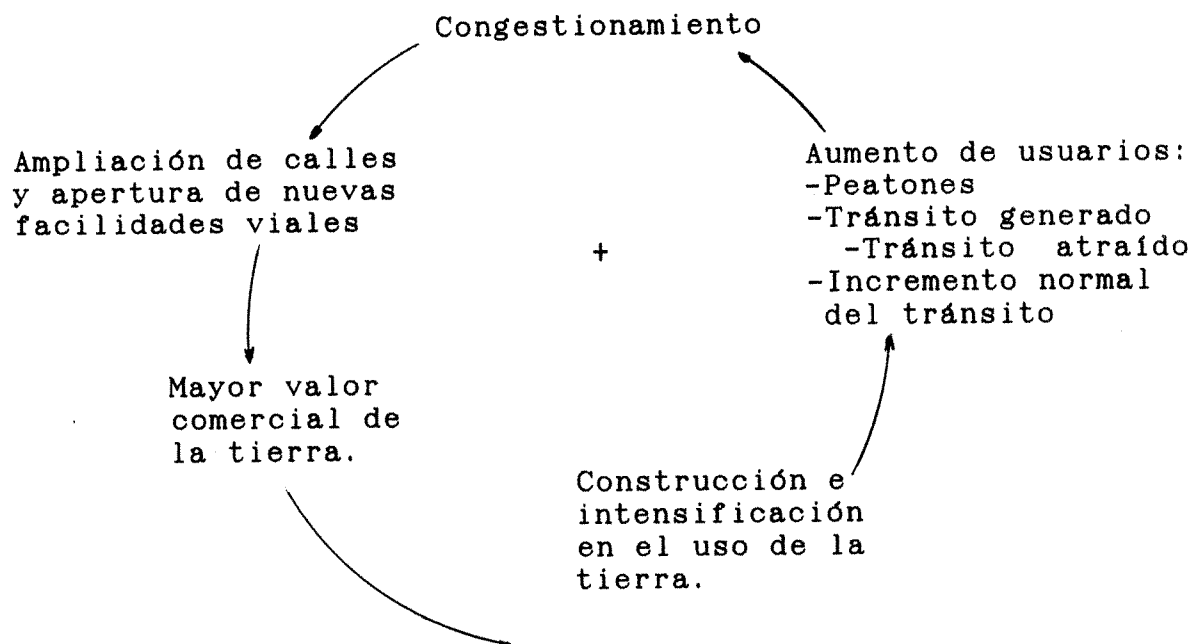
Se intuye que la solución al problema del congestionamiento en el área central y en las principales arterias de la ciudad capital; no consiste sólo en ensanchar calles o abrir nuevas facilidades viales. El ensanchamiento de cualquier facilidad vial genera un mayor valor comercial de la tierra; esto estimula la construcción de edificios más altos, lo que implica una intensificación en el uso de la tierra. Esta situación conlleva el incremento

de usuarios (vehículos y peatones) de la facilidad vial amplia y mejorada. Luego, consecuentemente, la capacidad de la vía será nuevamente superada, produciéndose nuevamente un congestionamiento.

La apertura de nuevas facilidades viales, a su vez genera desarrollo urbano en nuevas áreas (no desarrolladas), estas áreas generan también nuevos usuarios, se atrae tránsito usuario de otras vías (ya congestionadas) por el atractivo que presentan las mejores condiciones de la nueva vía. Todo esto, además del crecimiento normal de la población y de los volúmenes de tránsito motorizado redundará en el rápido congestionamiento de la nueva vía. Se requerirá entonces de una ampliación. Con esta ampliación se provocará de nuevo el círculo vicioso que se trató anteriormente.

DIAGRAMA # 1

CICLO DEL CONGESTIONAMIENTO



I.6 INVENTARIO FISICO

El inventario de la red de calles y avenidas de la Municipalidad de Guatemala se compone de 1135 kilómetros con un 79% pavimentado, principalmente con asfalto o concreto. La mayor parte del sistema (un 69%) es considerada vías locales. Un resumen del inventario se muestra en el cuadro # 18.

CUADRO # 18

RESUMEN DEL INVENTARIO DE CALLE (En kilómetros)

Classificación de calles							
Tipo de pavimento	% de la Red	Auto-pista	Arterial	Colectora	Centro	Local	Total
Asfalto	54%	12	86	99	20	396	613
Concreto	15%	--	30	26	48	78	182
Bloques de concreto	2%	--	2	1	--	25	28
Concreto asfáltico	4%	--	1	--	2	2	5
Sin pavimentar	27%	--	2	16	7	282	307
Totales		--	121	142	77	783	1,135
% de la Red		1%	11%	12%	7%	69%	

Fuente: Municipalidad de la Ciudad de Guatemala. Estudio de Construcción y mantenimiento de Vías Urbanas. Ingenieros Consultores de Centro America. Enero 1995. Pág. 16.

CUADRO # 19

COMPOSICION DEL BIRF PROGRAMA DE 186 KM

Composición Pavimento					Composición Tránsito		
Tipo de pavimento	Long. (km)	Ancho (m)	Area (m ²)	%*	Clasificación	Km	%
Asfalto	122.7	12.8	1,570,000	63	Autopista	12.2	9
Concreto	87.4	9.4	823,000	34	Arterial	7.8	42
Adoquín	0.4	7.1	3,000	--	Colectora	21.7	9
Mixto	0.4	7.5	3,000	--	Centro	103.5	37
No pavimentado	4.8	6.4	31,000	1	Local	7.5	3
Totales	215.7		2,431,000	100		215.7	100

*En base al área.

Fuente: Municipalidad de la Ciudad de Guatemala. Estudio de Construcción y Mantenimiento de Vías Urbanas. Ingenieros Consultores de Centro America. Enero 1995. Pág. 16.

La municipalidad preparó también un inventario de calles y avenidas que requieren rehabilitación. Este programa es denominado "Programa BIRF de 1896 km."

I.7 IMPACTO AMBIENTAL

La conservación del medio ambiente natural es una parte importante de la responsabilidad en la localización de caminos. La conservación debe ser la intención primera respecto del uso prudente de los recursos; naturales y artificiales (hechos por el hombre).

La necesidad de conservar las áreas naturales, por sus valores escénicos y recreacionales, de la contaminación de los sistemas ecológicos de plantas y animales; constituye una importante consideración en cualquier programa de construcción, especialmente si va a desarrollarse dentro de los límites urbanos de una ciudad.

Al efectuar una cuidadosa selección de la localización de un camino, se puede contribuir a la conservación de áreas naturales, efectuando una correcta localización de ruta, observando los principios de la ecología, se puede redundar en un mejoramiento de la accesibilidad de áreas naturales para vistas panorámicas de la ciudad, o su uso con fines recreativos. Mediante una creativa identificación de

oportunidades, las decisiones en lo referente a la localización de autopistas se puede incrementar la cantidad y calidad de áreas recreativas y otras áreas naturales en regiones urbanas. Por ejemplo el desarrollo de parques, cinturones verdes, centros de recreación, etc.

Los estudios e inventario de corredores de recursos naturales, conducen a crear un reconocimiento de recursos existentes para el planificador, el ingeniero encargado de localización previo a tomar decisiones debe analizar factores como: el uso de la tierra, drenaje natural, evaluaciones de la vegetación, preservación de la vida silvestre, reservas de agua superficial y subterránea, áreas potencialmente erosionables y áreas recreativas; todas éstas deben ser incluidas en el estudio. Un método para el análisis combinado de estos factores es dibujarlos sobre el corredor en un mosaico de mapas.

Controles del uso de la tierra, tales como las regulaciones de subdivisiones, zonificación y avance de adquisición pueden ser importantes herramientas para la preservación del medio ambiente natural y espacios abiertos.

I.7.1 NIVEL DE CONTAMINACION

El ruido y la contaminación del aire forman el nivel más alto en lo que a contaminación se refiere, ya que éstos son vistos frecuentemente como el principal efecto del tránsito sobre el ambiente urbano, pero hay otros problemas tales como el aislamiento que sufren algunas vecindades, la densidad de población, la compresibilidad habitacional (número de casas por manzana), la cantidad y distribución de edificios mayores de 2 niveles, el desarrollo industrial urbano, la anchura y orientación de las calles y, por supuesto la intensidad de tránsito; claro que los anteriores no son visibles cuando se principia la construcción de una vía de acceso, pero al estar ésta en uso total, se observa un incremento acelerado en la construcción. Por ejemplo, una alta densidad de construcciones, limita la existencia de áreas verdes y de árboles productores de oxígeno; edificios altos en combinación con calles estrechas limitan el asolamiento y aereación del sector, así como también, el ruido producido por el tráfico, causa considerables molestias. A continuación se presentan dos tablas, que muestran los niveles máximos de contaminación por ruido y composición de los gases.

TABLA # 1

MAXIMOS NIVELES DE EMISION DE RUIDO PERMITIDOS

Tipo de vehículo	Límite en uso	
Motocicleta-Menos de cc	80	dB(a)
de 50 a 125 cc	90	"
de 125 a 300 cc	95	"
más de 300 cc	100	"
Vehículos livianos	96	"
Vehículos de transporte de bienes-peso total máximo de más de 3 1/2 toneladas, incluyendo autobuses	112	"

Fuente: Seminario de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 67.

TABLA # 2

MAXIMOS NIVELES DE RUIDO DESEABLES

Lugar	Día	Noche
Areas residenciales	40 dB(a)	30 dB(a)
Areas suburbanas	45 "	35 "
Areas urbanas	50 "	35 "
Areas muy concurridas	55 "	40 "
Auditorios	30 "	-- "
Salones de clase	35 "	-- "
Edificios nuevos	45 "	-- "
Edificios existentes	55 "	-- "
Oficinas privadas	47 "	-- "
Oficinas generales	57 "	-- "

(1) El nivel no debe ser excedido por más del 10% del tiempo

Fuente: Seminario de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 67.

TABLA # 3
 COMPOSICION DE LOS GASES POR EMISION VEHICULAR
 POR CONDICIONES DE OPERACION

Contaminante	Condiciones Operativas			
	Arranque	Aceleración	Crucero	Desaceleración
Petro-Motores				
Monóxido de carbono	690 (*)	290 (*)	270 (*)	390 (*)
Hidrocarburos	53 "	160 "	10 "	100 "
Oxido de nitrógeno	0.3"	10.2"	6.5"	0.2"
Motores diesel				
Monóxido de carbono	Indicios	10 "	Indicios	Indicios
Hidrocarburos	4 "	2 "	1 "	3 "
Oxido de nitrógeno	0.6"	3.5"	2.4"	0.3"
(*) = lb/mt ² .				

Fuente: Seminario de transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 67.

La contaminación del aire en zonas urbanas tiene diversos orígenes. En la ciudad de Guatemala, actualmente la principal fuente de contaminación del aire es el vehículo automotor, desde la motocicleta hasta el camión. La forma más efectiva para controlar la contaminación, es corregir la fuente contaminante, el vehículo automotor. De una manera general se puede considerar al vehículo como máquina y combustible, pudiendo modificarse ambos con el objeto de reducir las emanaciones, producto de la combustión interna, nocivas para la salud de animales y plantas. Las emanaciones

del escape de los vehículos automotores, contaminan el aire con venenos, como el monóxido de carbono y vapores de sales de plomo. Según datos estadísticos, existe una marcada incidencia de cáncer en el pulmón, en zonas donde el aire es altamente contaminado debido a una gran intensidad de tránsito.

Las modificaciones que pueden hacerse a los vehículos en el aspecto referente a contaminación, tiene un costo elevado y es problema de los fabricantes, lo que implica importación y considerando la situación actual del país, la importación conlleva una triplicación del costo.

I.7.2 Nivel de ruido

Son tres las características del tránsito que afectan el nivel de ruidos, a saber: el volumen, la composición y la velocidad; las cuales se ven modificados por los efectos de las pendientes, la distancia, la atenuación por el terreno y el aislamiento. Se sabe que el ruido del tránsito a la orilla o cerca de calles urbanas normales, varía de aproximadamente 65 dB(a) con volúmenes de 200 vehículos por hora, a 82 dB(a) para volúmenes en exceso de 2,000 vehículos por hora, dependiendo de la proporción de vehículos pesados. Arriba de este volumen, los cambios en los niveles de ruido son insignificantes.

Está claro que los mejoramientos al ambiente pueden ser logrados, concentrando el tráfico en un número limitado de vías principales. En el área metropolitana de la ciudad de Guatemala, la mayoría de las arterias que sirven a los ejes principales del desarrollo, tienen cargas durante varias horas del día que excederían los 2,000 vehículos, creando niveles de ruido mayores de 78 dB(a).

Parte del problema puede resolverse controlando las emisiones de ruido. Las normas mostradas en la tabla # 1 Maximos Niveles de Ruido Permitidos, pueden ser logradas por los fabricantes del equipo. Probablemente, lo más importante para el control eficiente del ruido en Guatemala, es asegurarse que los operadores no modifiquen el equipo en forma tal, que los ruidos excedan el considerado por las normas.

Los datos de la tabla # 2 Maximos Niveles de Ruido Deseables, representan los niveles de trabajo aceptables. Están basados en el Informe Wilson (2) (comité sobre el problema del ruido CMNP 8056 HMSO 1963) que sugirió que normalmente, por lo menos, la mitad de los ocupantes de las viviendas afectadas por el ruido del tránsito libre, estarían insatisfechos cuando el nivel de 70 dB(a) se exceda durante más del 10 por ciento del tiempo.

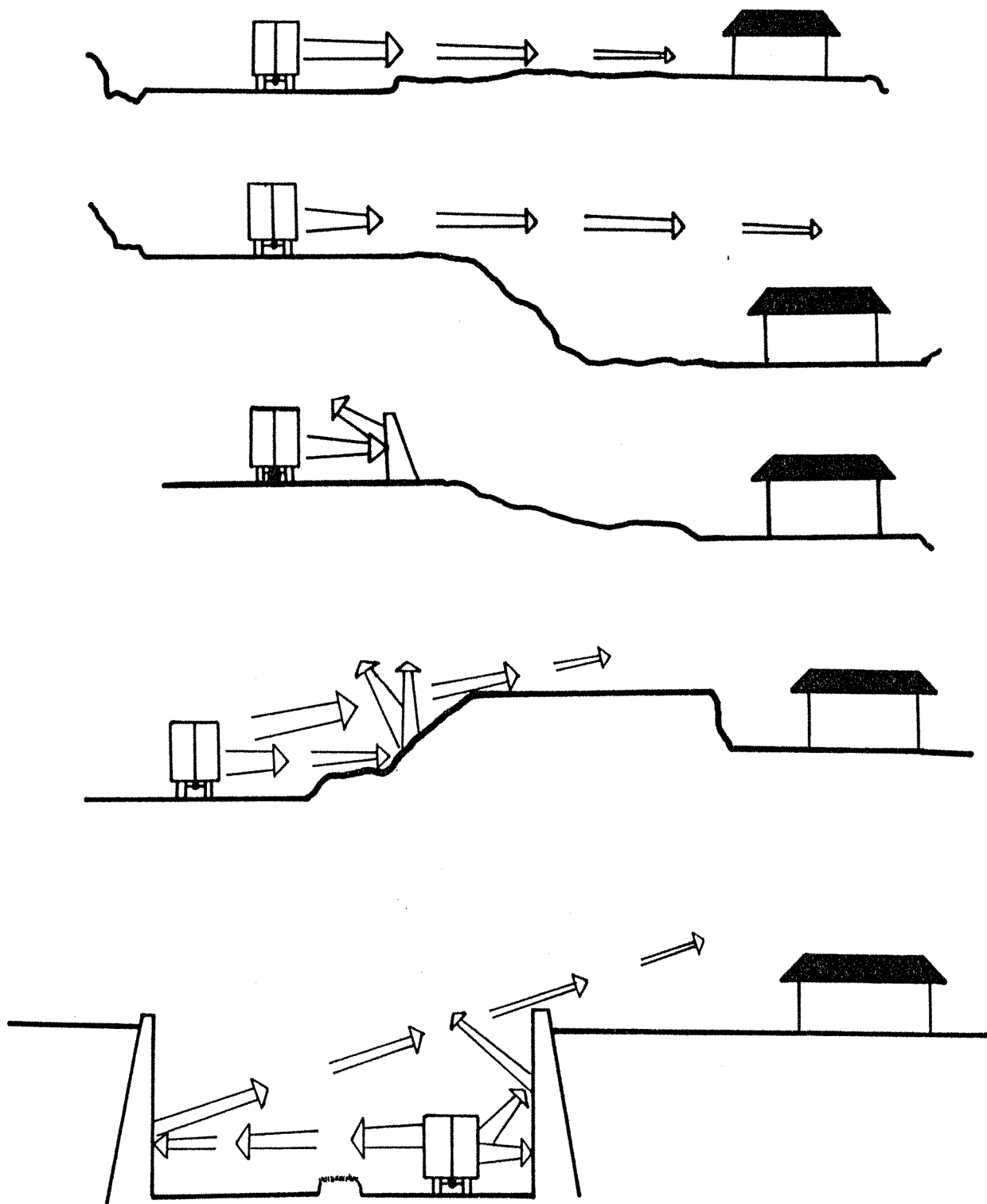
El alejarse de la calle y la modificación de barreras de sonido, cambian considerablemente los niveles de ruido. Los estudios sobre los niveles de ruido en las autopistas, muestran que a 30 metros de distancia el sonido, al nivel de suelo, se reduce a 73 dB(a), en comparación con los 83 dB(a) a la orilla de la autopista. La adición de una pantalla acústica de 3 metros reduce el ruido a unos 62 dB(a) a 15 metros de la orilla. La tabla # 2 proporciona los máximos deseables para los niveles de ruido en varias situaciones. Resulta claro que se requieren medidas correctivas para lograr niveles a lo largo de calles de alto volumen, que sean aceptables para los diferentes usuarios vecinos. En Guatemala, el tipo de desarrollo tradicional, con fachadas sólidas de mampostería y aberturas mínimas hacia las calles, con patios con áreas de actividad ubicadas al fondo, ayudan mucho a mejorar los efectos del ruido del tráfico.

Aunque el presente estudio se relaciona con el transporte terrestre, cabe aclarar que los movimientos del transporte aéreo y los ruidos asociados, afectan a la mayoría de las zonas tradicionales y más antiguas de la ciudad, en un grado tal que el ruido proveniente del tráfico terrestre resulta comparativamente insignificante. Las líneas de vuelo ocurren

(2) Comité Sobre el Problema del Ruido CMNP 8056 HMSO 1993.

sobre la ciudad y los aparatos vuelan a tal altura que el ruido que producen interrumpe toda actividad que requiera comunicación verbal.

DIBUJO # 1
FORMAS PARA EVITAR Y DISMINUIR LAS MOLESTIAS
DEL RUIDO PROVOCADO POR EL TRANSITO



I.8 IMPACTO SOCIOECONOMICO

I.8.1 RELACION BENEFICIO/COSTO

Esta relación representa la división de los beneficios descontados sobre los costos descontados. Cualquier relación de 1.0 o más se considera factible y el mejor proyecto que se presente es el de la relación más alta.

I.8.1.1 BENEFICIOS

Si este proyecto se abriera al tránsito antes de 1997, se sabe que los beneficios generados en los años anteriores serían menores que lo que serían después. Esto se debe a un menor valor de tiempo de viaje en los años anteriores, así como a menos tránsito y menos congestión; por tanto, casi cualquier proyecto rendiría menores beneficios en 1997 que en el 2001 por ejemplo, simplemente porque el proyecto se necesitará más al aumentar la demanda de tráfico con el crecimiento de la población.

I.8.1.2 COSTOS

Para propósitos de evaluación y selección es necesario que se asuman inversiones de costos por año. Tales estimaciones deben ser uniformes para cada sistema y son necesarias, ya que no se conoce aún en qué año serán puestos en ejecución

los proyectos específicos. Para los propósitos de selección de sistemas, se asume que el costo total de capital de cada sistema se divide igualmente entre los años 1997 a 2001. En el 2000 no se incurre en costos, ya que se asume que cada sistema ocurre en ese año.

I.8.2 TASA INTERNA DE RETORNO

Esta se define como el porcentaje para el cual los costos descontados son iguales a los beneficios descontados, durante el periodo del proyecto o sistema. Cuando el porcentaje de la tasa de retorno es mayor que el costo de oportunidad del capital, se considera que el sistema o proyecto es factible. Naturalmente, una tasa de retorno más alta es mejor que una tasa más baja, esto indica que al efectuar el cálculo del costo total del proyecto, en el año en que se realizará, la tasa de retorno debe ser mayor que el costo de la oportunidad que brindara el proyecto ya terminado.

I.8.2.1 TASA DE RETORNO DEL PRIMER AÑO

Aunque los dos indicadores anteriores miden la factibilidad del sistema y se utilizan para priorizar las inversiones, la tasa de retorno del primer año no es un indicador de factibilidad sino que, más bien, indica la época más apropiada para la inversión. Si la tasa de retorno del primer año es mayor que el costo de oportunidad, el proyecto debería

ser puesto en servicio en el año que se está analizando. Si es menor, el proyecto debe retrasarse, esto ayudará a saber el año más indicado para empezar la construcción del mismo.

I.9 MOVILIZACION DE TRANSITO EN EL AREA METROPOLITANA

La movilización del tránsito en el área metropolitana se obtiene, utilizando la fórmula VOLUMEN DE TRANSITO/CAPACIDAD, esta fórmula da un indicador decimal de la oscilación entre $0.6 \text{ capacidad} < \text{ que el volumen de tránsito y volumen de tránsito } > \text{ capacidad}$ mostrando las áreas en donde el volumen es demasiado para la capacidad de las vías de acceso.

I.10 TENDENCIA Y CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

La ciudad de Guatemala está asentada en una altiplanicie rodeada de montañas localizadas al este y oeste, y barrancos profundos al norte y sur.

Su diseño corresponde a las ordenanzas de Felipe II, consistente en un trazo ortogonal de norte a sur y de este a oeste, elementos que se mantuvieron durante su desarrollo.

Su crecimiento siempre ha sido hacia el sur como puede observarse en la mancha urbana en sus diferentes etapas, orientándose a lo largo de los ejes viales.

A nivel nacional la región Metropolitana recibe el 78% de la inversión privada, concentra el 45% del empleo, el 68% de los establecimientos industriales, el 35% de las industrias artesanales y el 45% de las instalaciones de almacenamiento.

El aumento de población y la concentración de la actividad económica, ha producido un desorganizado crecimiento urbano en el que se observa como ya se dijo, un desbordamiento de las áreas residenciales hacia la periferia y municipios vecinos, mientras que la actividad comercial, se concentra en la parte central de la ciudad y las vías troncales, y la industria en la Ave. Petapa, zona 12, así como en la zona 17.

Los viajes de la población hacia el trabajo y estudio se han vuelto cada vez más largos, por la ubicación de las áreas residenciales.

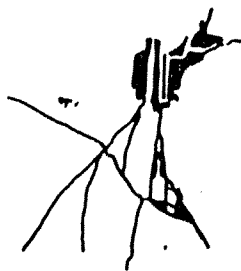
Este desplazamiento se realiza a través de los ejes viales y vías principales, que son insuficientes en capacidad y número, lo que provoca congestiónamiento y lógicamente un aumento en el tiempo utilizado para dichos viajes.



1800



1850



1900



1950



1970



1990

CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

I. 11 CAPACIDAD DE POBLACION DE LAS AREAS DE DESARROLLO

La capacidad de población no es más que la capacidad que tiene un área para albergar a cierta cantidad de pobladores.

El control efectivo del desarrollo urbano en el área de estudio, está limitado por el municipio de Guatemala y sus colindantes. La ciudad estableció reglamentos aplicables a nuevas urbanizaciones que garantizan una gama satisfactoria de mejoramientos en los lugares; incluyendo el suministro de agua y alcantarillado, ajustados a ciertas normas mínimas.

La ciudad, mediante su plan de zonificación, ejerce un control limitado sobre el uso de la tierra, posteriormente se indicará una actualización de la densidad de vivienda, de donde se obtuvieron algunos de los datos para las tablas numeros 20 y 21, pudiendo clasificar a la población de acuerdo a: el número de habitantes, el número de hogares, área urbanizada, densidad de población y expansiones inmediatas o mediatas que pudieran existir.

I. 11. 1 ACTUALIZACION DE LA DENSIDAD DE VIVIENDA

DEPARTAMENTO: Guatemala

MUNICIPIO: Chinautla

1. LOCALES

Total	38,083
Particulares	14,036
Ocupados	17,778
Desocupados	1,257
Colectivos	12

1.1 CON INSTALACION

A LA RED

Agua	8,578
Drenaje	4,000
Energía eléctrica	12,542

1.2 TIPO DE LOCAL

Casa corriente	15,303
Apartamento	81
Cuarto, casa	
vecindad, rancho	66
Casa improvisada	1,846

2. HOGARES

Total	20,314
-------	--------

2.1 SERVICIO DE AGUA

Chorro de uso exclusivo	6,024
Chorro para varios hogares	3,995
Chorro público	2,598
Pozo	1,981
Rio, lago o manantial	1,598
Otro	4,118

2.2 SERVICIO SANITARIO

Inodoro	4,862
Conectado a la red	4,862
de capacitación	4,494
de uso exclusivo	3,273

Otro tipo	164	para varios hogares	1,220
-----------	-----	---------------------	-------

Conectado a pozo	
séptico	368

1.3 MATERIAL DE LAS PAREDES

Ladrillo y/o bloque	8,888
---------------------	-------

Adobe	5,002
-------	-------

Madera	2,566
--------	-------

Lámina metálica	1,107
-----------------	-------

Bajareque	39
-----------	----

Lepa, palo o caña	1,289
-------------------	-------

Otro	142
------	-----

1.4 MATERIAL DEL TECHO

Concreto	1,178
----------	-------

Lámina metálica	16,710
-----------------	--------

Asbesto cemento	627
-----------------	-----

Teja	206
------	-----

Paja, palma o similar	95
-----------------------	----

Otro	221
------	-----

de uso exclusivo	127
------------------	-----

para varios hogares	240
---------------------	-----

Excusado lavable	2,097
------------------	-------

Pozo ciego o	
--------------	--

letrina	10,175
---------	--------

No tiene	3,182
----------	-------

2.3 REGIMEN DE TENENCIA DEL

LOCAL QUE OCUPA EL HOGAR

Propio	10,408
--------	--------

pagado totalmente	9,882
-------------------	-------

pagándose a plazos	525
--------------------	-----

Alquilado	3,760
-----------	-------

Cedido	2,721
--------	-------

Otra forma	3,482
------------	-------

DEPARTAMENTO: Guatemala

MUNICIPIO: San Pedro Ayampuc

1. LOCALES

Total	12,163
Particulares	6,078
Ocupados	5,220
Desocupados	858
Colectivos	7

1.1 CON INSTALACION

A LA RED

Agua	941
Drenaje	201
Energía eléctrica	997

1.2 TIPO DE LOCAL

Casa corriente	5,078
Apartamento	2
Cuarto, casa	
vecindad, rancho	60
Casa improvisada	916

2. HOGARES

Total	5,261
-------	-------

2.1 SERVICIO DE AGUA

Chorro de uso	
esclusivo	816
Chorro para varios	
hogares	132
Chorro público	925
Pozo	1,760
Río, Lago o	
manantial	1,227
Otro	401

2.2 SERVICIO SANITARIO

Inodoro	229
Conectado a la red	
de capacitación	203
de uso exclusivo	169

Otro tipo	16	para varios hogares	32
		Conectado a pozo	
		séptico	27
		de uso exclusivo	27

1.3 MATERIAL DE LAS PAREDES

		Para varios hogares	2
Ladrillo y/o bloque	809	Excusado lavable	157
Adobe	3,029	Pozo ciego	0
Madera	696	letrina	1,918
Lámina metálica	116	No tiene	2,958
Bajareque	276		
Lepa, palo o caña	1,139		
Otro	11		

2.3 REGIMEN DE TENENCIA DEL LOCAL QUE OCUPA EL HOGAR

<u>1.4 MATERIAL DEL TECHO</u>		Propio	3,048
		pagado totalmente	3,029
Concreto	44	pagado a plazos	18
Lamina metálica	4,159	Alquilando	99
Asbesto cemento	53	Cedido	1,767
Teja	1,733	Otra forma	348
Paja, palma o similar	65		
Otro	23		

DEPARTAMENTO: Guatemala

1. LOCALES

Total	1,433,799
Particulares	715,472
Ocupados	648,195
Desocupados	67,276
Colectivos	2,886

1.1 CON INSTALACION

A LA RED

Agua	452,710
Drenaje	330,766
Energía eléctrica	524,197

1.2 TIPO DE LOCAL

Casa corriente	517,615
Apartamento	41,039
Cuarto, casa	
vecindad	73,611
Rancho	5,048

2. HOGARES

Total	701,150
-------	---------

2.1 SERVICIO DE AGUA

Chorro de uso	
exclusivo	352,950
Chorro para varios	
hogares	140,253
Chorro público	88,793
Pozo	44,246
Río, lago o	
manantial	20,781
Otro	54,127

2.2 SERVICIO SANITARIO

Inodoro	390,699
Conectado a la red	
de capacitación	356,192
de uso exclusivo	273,367

Casa improvisada	73,801	Para varios hogares	13,689
Otro tipo	4,354	Conectado a pozo	

séptico	34,506
---------	--------

de uso exclusivo	20,816
------------------	--------

para varios hogares	13,689
---------------------	--------

1.3 MATERIAL DE LAS PAREDES

Excusado lavable	39,151
------------------	--------

Ladrillo y/o bloque	351,151
---------------------	---------

Pozo ciego o letrina	205,832
----------------------	---------

Adobe	156,407
-------	---------

No tiene	65,478
----------	--------

Madera	134,437
--------	---------

Lámina metálica	24,476
-----------------	--------

Bajareque	7,300
-----------	-------

2.3 REGIMEN DE TENENCIA DEL

Lepa, palo o caña	45,510
-------------------	--------

LOCAL QUE OCUPA EL HOGAR

Otro	16,188
------	--------

Propio	375,867
--------	---------

pagado totalmente	280,380
-------------------	---------

pagándose a plazos	95,486
--------------------	--------

1.4 MATERIAL DEL TECHO

Alquilado	211,858
-----------	---------

Concreto	150,330
----------	---------

Cedido	81,655
--------	--------

Lámina metálica	490,013
-----------------	---------

Otra forma	31,771
------------	--------

Asbesto cemento	42,276
-----------------	--------

Teja	18,166
------	--------

Paja, palma o similar	5,884
-----------------------	-------

Otro	6,087
------	-------

Los datos anteriores fueron utilizados en la elaboración de los cuadros números 20 y 21 que se presentan posteriormente. En el cuadro # 20 que se presenta a continuación se observa que el porcentaje de población en el municipio de Guatemala es de 52%, el de Chinautla 3%, el de San Pedro Ayampuc 0.7%; el porcentaje del área urbanizada es de: 83% para el municipio de Guatemala, 0.71% para Chinautla y 0.18% para San Pedro Ayampuc; la expansión inmediata expresada en porcentaje es de: 39.5% para el municipio de Guatemala y 1.9% para el municipio de San Pedro Ayampuc; la expansión mediata para el municipio de Guatemala es de 9.4%, para Chinautla de 11.3% y para San Pedro Ayampuc de 4.9%, lo que da índices de que el crecimiento futuro del casco urbano ya casi llegó a su fin, tendrá que unirse con otros municipios que puedan proporcionar un crecimiento mediato, como lo es el municipio de Chinautla.

CUADRO # 20

CAPACIDAD DE POBLACION DE LAS AREAS DE DESARROLLO
POR MUNICIPIOS

Municipio	Población 1995 hab.	Capacidad de población		
		Area Urbanizada hab.	Expansión inmediata hab.	Expansión Mediata hab.
Guatemala	1,167,495	2,918,740	1,379,241	583,750
Mixco	439,950	422,519	1,167,500	56,680
San Juan				
Sacatepéquez	68,019	26,349	-----	712,327
Fraijanes	18,301	7,360	76,718	335,987
Petapa	33,976	13,310	140,107	607,014
Chinautla	67,027	24,980	-----	701,938
Santa Catarina				
Pinula	30,836	6,983	145,983	227,366
Palencia	32,739	10,146	143,045	417,190
Villa Nueva	191,474	11,489	127,510	152,426
Villa Canales	60,197	22,090	-----	630,411
San Pedro				
Ayampuc	15,681	6,655	68,053	304,617
Chuarancho	10,342	3,904	55,309	130,996
Amatitlan	50,922	20,800	-----	589,117
San José				
el Golfo	4,394	2,108	22,864	100,359
San Raymundo	16,019	7,007	72,386	320,302
San Pedro				
Sacatepéquez	18,230	8,810	86,530	302,326
Total	2,225,602	3,513,250	3,485,246	6,172,806

I.12 DENSIDAD DE POBLACION EN LA CIUDAD DE GUATEMALA
Y MUNICIPIOS INVOLUCRADOS

La densidad de población indica la cantidad de habitantes que viven por kilómetro cuadrado. En el cuadro que se presenta a continuación se observa que la densidad de población esta proyectada al año 2010, para cada uno de los

municipios involucrados, mostrando el crecimiento de la población y por ende la necesidad de mejores vías de acceso.

CUADRO # 21

DENSIDAD DE POBLACION DE LOS MUNICIPIOS INVOLUCRADOS

EN EL TRAMO NORTE - 1, PROYECTADOS AL 2010

Municipio	Año	# de hab.	Area (km ²)	Densidad de Población (hab./km ²)
Chinautla	1995	67,027	93	720.72
	1996	68,677	"	738.46
	1997	70,369	"	756.65
	1998	72,102	"	775.29
	1999	73,878	"	794.38
	2000	75,697	"	813.94
	2005	85,431	"	918.61
	2010	96,417	93	1,036.74
San Pedro Ayampuc	1995	15,681	85	184.48
	1996	15,854	"	186.52
	1997	16,029	"	188.57
	1998	16,207	"	190.67
	1999	16,386	"	192.77
	2000	16,567	"	194.90
	2005	17,613	"	207.21
	2010	18,725	85	220.29
Municipio de Guatemala	1995	1,167,495	192	6,080.70
	1996	1,181,407	"	6,147.95
	1997	1,193,462	"	6,215.94
	1998	1,206,662	"	6,284.69
	1999	1,220,008	"	6,354.21
	2000	1,239,072	"	6,453.50
	2005	1,317,285	"	6,860.85
	2010	1,400,437	192	7,293.94

I.13 INGRESO PROMEDIO ANUAL POR FAMILIA

El grado de empleo por familia en el año 1995, según información de la Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica SEGEPLAN, da indicios de aumento en un 3.1%. El número de personas con empleo pasó de 3,033.7 miles en 1995 a 3,127.7 miles en 1996. Este crecimiento es ligeramente mayor al observado en la población económicamente activa PEA, la cual creció 2.8%. El número de personas que se encuentran en desempleo abierto descendió en 2.1%, al pasar de 180.5 a 176.7 miles de personas, quienes representaron el 5.5% de la población económicamente activa.

En congruencia con lo reportado por SEGEPLAN, el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS reportó un crecimiento de 3.8% en el número de trabajadores registrados en el sector formal de la economía en 1995, el más alto observado en los dos últimos años. El número de trabajadores cotizantes al Seguro Social, se incrementó de 802.3 miles en 1995 a 873.1 miles en 1996. Los sectores que manifestaron mayores tasas de crecimiento fueron los siguientes: servicios (6.3%), construcción (46.9%), transporte, almacenamiento y comunicaciones (6.4%) y comercio (5.3%).

Según la misma fuente de información, los salarios medios nominales crecieron en promedio 22.7%, al pasar de

Q8,300.94 en 1995 a Q10,185.2 en 1996. En términos reales, los salarios medios mostraron una tasa de crecimiento de 7.5% al pasar de Q1,580.4 en 1995 a Q1,700.5 en 1995. Los sectores que registraron mayores tasas de crecimiento fueron electricidad 23.7%, transporte 19.8%, construcción 15% y comercio 6.3%, de aquí que el comercio y la construcción están en función del transporte y el transporte en función de una vía de acceso rápida, eficiente y en buen estado. tar asi el

I.14 ANALISIS DE CRECIMIENTO DEL SISTEMA VIAL EN EL AREA METROPOLITANA

La estructura vial está conformada por vías radiales que concluyen en el Centro de la Ciudad; no existiendo prácticamente vías que las intercomuniquen y permitan diluir el tránsito. Esta situación está determinada igualmente por la Topografía, ya que la construcción de vías que comuniquen los ejes principales, demanda construcción de puentes sobre los barrancos, lo que representa un costo muy elevado.

Resumiendo, la red vial presenta las siguientes deficiencias:

- a) Una red vial incompleta y desarticulada. No hay enlace entre las diferentes arterias, lo que las hace comportarse individualmente sin ninguna articulación con el resto de la red vial.

- b) La red vial existente en las áreas residenciales, dificulta la introducción de vías arteriales que se conecten con las vías ya existentes.
- c) En las áreas donde el movimiento del tránsito se concentra, éste excede la capacidad de las vías, en lo que se refiere a su dimensión y número.

I.14.1 NUMERO DE VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPUBLICA DESDE 1975 A LA FECHA

El número de vehículos registrados desde 1975 a la fecha, se presenta en los cuadros posteriores: 22, 23, 24 y 25; en donde se clasificarán los TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) respectivos, así como los distintos tipos de vehículos que circulan, haciendo una Proyección para el año 2000. Se puede observar que el crecimiento de los vehículos en el área metropolitana es casi en forma geométrica, esto se debe a que es casi imposible determinar con seguridad el número de vehículos que circulan por las distintas vías.

CUADRO # 22
NUMERO DE VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA,
DESDE 1975 A LA FECHA Y UNA PROYECCION DE LOS MISMOS PARA EL AÑO 2000
UBICACION DE LA ESTACION: CALLE MARTI 12 Y 13 AVENIDAS DE LA ZONA 2.

Año	Tráfico Promedio Diario Anual	Tipo de estructura vehicular						Factores de Ajuste
		Vehículos livianos	Páneos y Pick-ups	Camiones de 1 eje	Camiones de 2 ejes	Microbuses	Buses	
1975	100% 23,295.43	50.7% 11,826.16	21.6% 5,047.19	11.6% 2,717.65	3.1% 734.54	4.9% 1,156.86	7.7% 1,809.13	0.40
1980	100% 31,117.00	43.2% 13,442.54	18.2% 5,663.29	14.7% 4,636.43	4.6% 1,431.38	6.6% 2,053.72	8.7% 2,707.17	2.75
1985	100% 37,481.00	46.9% 17,578.58	20.7% 7,777.30	10.1% 3,785.58	5.0% 1,874.05	6.3% 2,361.30	8.5% 3,185.88	2.50
1990	100% 52,473.40	46.0% 24,137.76	22.9% 12,016.40	8.1% 4,250.34	6.5% 3,410.77	6.1% 3,200.87	8.8% 4,643.89	1.60
1995	100% 73,840.26	45.2% 33,401.41	25.1% 18,587.77	6.2% 4,613.73	8.0% 5,925.72	6.1% 4,513.34	9.2% 6,798.29	0.20
1996	100% 79,853.73	45.2% 36,121.58	25.2% 20,101.53	6.1% 4,989.46	8.0% 6,408.33	6.1% 4,880.90	9.2% 7,351.93	0.20
2000	100% 112,647.87	45.4% 51,191.28	25.2% 28,487.76	6.2% 7,071.03	8.0% 9,080.84	6.1% 6,917.18	8.7% 9,899.78	0.40

Fuente: Seminario de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 40.

CUADRO # 23
NUMERO DE VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA,
DESDE 1975 A LA FECHA Y UNA PROYECCION DE LOS MISMOS PARA EL AÑO 2000
UBICACION DE LA ESTACION: CALZADA ROOSEVELT 5 AVENIDA DE LA ZONA 11

Año	Tráfico Promedio Diario Anual	Tipo de estructura vehicular						Factores de ajuste
		Vehículos livianos	Paneles y Pick-ups	Camiones de 1 eje	Camiones de 2 ejes	Microbuses	Buses	
1975	100% 15,654.00	48.9% 7,654.80	10.6% 1,654.32	12.2% 1,909.78	0.6% 93.92	6.5% 1,017.51	10.8% 1,690.63	4.0
1980	100% 19,423.00	55.4% 10,760.34	20.1% 3,409.02	6.6% 1,281.91	0.5% 97.11	6.5% 1,262.49	8.6% 1,670.37	2.3
1985	100% 30,494.00	64.2% 19,577.14	15.9% 4,848.54	1.4% 426.91	4.6% 1,402.72	6.2% 1,890.62	7.5% 2,287.05	0.2
1990	100% 42,855.70	65.0% 27,856.20	16.0% 6,856.91	2.9% 1,242.81	4.0% 1,714.22	5.3% 2,271.35	6.5% 2,785.62	0.3
1995	100% 67,589.22	57.0% 38,514.45	19.0% 12,838.15	7.2% 4,864.98	2.3% 1,554.09	5.0% 3,378.46	8.0% 5,405.53	1.5
1996	100% 76,246.46	54.3% 41,461.70	19.7% 15,077.87	10.0% 7,700.77	2.4% 1,865.12	4.8% 3,707.80	8.4% 6,422.32	0.1
2000	100% 114,221.42	47.4% 54,152.86	22.4% 25,648.00	15.7% 17,955.11	1.8% 2,057.29	4.5% 5,153.62	8.1% 9,254.54	0.1

Fuente: Seminario de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 41.

CUADRO # 24
NUMERO DE VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA,
DESDE 1975 A LA FECHA Y UNA PROYECCION DE LOS MISMOS PARA EL AÑO 2000
UBICACION DE LA ESTACION: ANILLO PERIFERICO ENTRE LA CALZADA ROOSEVELT Y LA CALZADA SAN JUAN

Año	Tráfico Promedio Diario Anual	Tipo de estructura vehicular						Factores de Ajuste
		Vehículos livianos	Páneles y Pick-ups	Camiones de 1 eje	Camiones de 2 ejes	Microbuses	Buses	
1975	100% 13,553.00	72.0% 9,758.18	6.5% 880.94	9.2% 1,248.87	1.2% 166.70	6.8% 921.60	0.5% 74.54	3.70
1980	100% 18,975.00	55.9% 10,607.02	22.3% 4,231.42	8.7% 1,850.82	1.4% 265.65	5.7% 1,081.57	8.7% 493.35	2.40
1985	100% 22,709.00	57.2% 12,989.54	19.8% 4,496.38	8.4% 1,907.55	3.6% 817.52	6.6% 1,498.79	6.0% 1,362.54	3.40
1990	100% 32,473.87	56.6% 18,380.21	21.0% 6,819.51	7.1% 2,321.88	3.2% 1,061.84	6.3% 2,036.06	4.0% 1,298.95	1.80
1995	100% 45,465.33	58.4% 26,551.75	20.3% 9,229.46	6.3% 2,864.31	3.3% 1,500.35	6.0% 2,727.91	5.0% 2,273.26	0.70
1996	100% 48,497.47	58.6% 28,465.71	20.3% 9,881.78	6.1% 2,998.14	3.3% 1,624.27	6.0% 2,913.29	5.3% 2,614.28	0.40
2000	100% 66,571.29	58.1% 38,725.38	20.0% 13,373.90	5.5% 3,698.55	3.4% 2,295.04	5.8% 3,903.23	6.8% 4,575.19	0.40

Fuente: Seminario de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 42

CUADRO # 25
NUMERO DE VEHICULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA,
DESDE 1975 A LA FECHA Y UNA PROYECCION DE LOS MISMOS PARA EL AÑO 2000
UBICACION DE LA ESTACION: CALZADA SAN JUAN 7a. Y 9a. AVENIDAS DE LA ZONA 7

Año	Tráfico Promedio Diario Anual	Tipo de estructura vehicular						Factores de Ajuste
		Vehículos livianos	Páneos y Pick-ups	Camiones de 1 eje	Camiones de 2 ejes	Microbuses	Buses	
1975	100% 24,573.00	49.6% 18,188.20	8.2% 2,014.98	5.9% 1,449.80	0.6% 147.43	8.9% 2,186.99	14.3% 3,513.93	4.20
1980	100% 36,548.00	50.0% 18,274.00	18.2% 6,651.73	6.4% 2,339.07	1.3% 475.12	8.7% 3,033.48	14.2% 5,189.81	1.60
1985	100% 49,705.28	47.6% 23,659.71	16.3% 8,101.96	7.2% 3,578.78	1.9% 944.40	9.5% 4,722.00	1.5% 7,455.79	2.49
1990	100% 60,161.60	50.5% 30,366.45	20.0% 12,026.32	4.6% 2,766.05	2.3% 1,383.02	9.1% 5,477.98	11.0% 6,632.51	2.49
1995	100% 70,615.85	49.5% 34,960.30	22.6% 16,026.30	4.2% 3,003.20	1.9% 1,400.00	9.4% 6,637.87	11.1% 7,845.22	1.30
1996	100% 72,685.05	49.3% 36,018.06	23.5% 17,092.37	4.2% 3,054.69	2.0% 1,468.87	9.4% 6,918.96	11.1% 8,132.10	0.50
2000	100% 87,160.78	47.5% 41,466.89	23.1% 22,777.33	3.5% 3,316.59	1.7% 1,504.93	9.6% 8,383.96	11.0% 9,619.01	3.60

Fuente: Seminario de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 43.

I.15 SISTEMA PRINCIPAL DE TRANSITO
EN EL AREA METROPOLITANA

Las predicciones sobre el crecimiento del sistema principal de tránsito, basadas en los parámetros de planificación desarrollados conjuntamente con el Departamento de Planificación de la Municipalidad de Guatemala, indican que la población del área de estudio, crecerá en un 85 por ciento para el año 2000. Por consiguiente, la demanda para el sistema de tránsito por medio del sistema de transporte, tanto público como privado aumentará dramáticamente sobre la existente. Tan acelerado crecimiento requerirá inevitablemente grandes inversiones de capital, nuevos medios y servicios de transporte urbano, si se quiere lograr un desarrollo urbano satisfactorio.

También está claro que un sistema de tránsito inadecuado, aún para las necesidades actuales, requerirá mejoras substanciales para seguir el paso del crecimiento urbano. El crecimiento de la motorización, indica que será necesario un programa extenso para mejorar los medios de transporte, tanto público como particular, si se ha de proporcionar un grado razonable de movilidad para los residentes del área de estudio.

I.15.1 CLASIFICACION DE TRANSITO SEGUN SUS PLACAS

El análisis de clasificación de vehículos, se hará de acuerdo con estadísticas de vehículos por departamento y tipo de placa, proporcionado por la Dirección General de Rentas Internas.

A continuación se presentará el significado de las abreviaturas de los tipos distintos de placas que se presentarán posteriormente en el cuadro # 28 en donde se puede notar la cantidad exacta de vehículos ingresados, que han sido registrados y todavía presentan algún tipo de funcionamiento en el país y que de una forma u otra transitan por la República, pasando en algún momento por la ciudad capital, produciendo así un incremento en el tráfico capitalino.

A = Alquiler.

CD = Cuerpo Diplomático

U = Urbano.

CC = Cuerpo Consular

M = Moto.

MI = Misión Internacional

C = Comercial

IN = Indefinido

P = particular

TR = Trailer Comercial

O = Oficial

TRC = Transporte Rústico Comercial.

TABLA # 4
ANALISIS DE SEPARACION DE TRANSITO

Departamento	Tipo de placas												
	P.	A.	C.	CC.	CD.	M.	MI.	O.	TC.	TRC.	U.	IN.	Total
Guatemala	301,204	1,962	41,809	56	458	57,228	1,195	7,464	10,225	298	3,120	11	425,066
El Progreso	2,918	8	762	0	0	900	1	6	40	0	9	0	4,644
Sacatepequez	7,286	148	1,559	0	1	1,797	1	17	130	10	13	0	10,962
Chimaltenango	5,823	52	2,294	0	0	1,457	0	8	178	1	24	0	9,837
Escuintla	14,240	245	3,741	1	0	9,292	0	38	911	66	23	0	28,557
Santa Rosa	7,292	37	1,574	0	0	1,753	0	8	39	6	12	0	10,721
Solola	1,674	8	604	0	0	612	0	6	17	0	0	0	2,921
Totonicapan	3,919	92	890	0	0	548	0	10	13	0	3	0	5,475
Quetzaltenango	23,136	515	4,267	3	0	4,791	3	84	249	45	81	0	33,174
Suchitepequez	8,242	140	2,893	0	0	3,339	0	30	308	61	9	1	15,023
Retalhuleu	5,770	222	1,607	2	0	2,306	0	14	195	56	1	0	10,173
San marcos	8,116	444	1,825	1	0	1,512	0	9	39	6	11	0	11,963
Huehuetenango	6,070	133	1,411	1	0	2,311	0	10	35	1	9	0	9,981
El Quiche	2,993	19	1,169	0	0	791	0	6	10	1	3	0	4,992
Baja Verapaz	1,170	2	440	0	0	854	0	7	7	0	4	0	2,490
Alta Verapaz	4,100	107	1,866	0	0	964	0	21	41	3	35	0	7,137
Petén	2,253	118	1,034	0	0	1,402	0	48	25	2	3	0	4,885
Izabal	4,846	394	1,349	0	0	4,437	0	19	254	3	6	0	11,308
Zacapa	6,584	116	1,534	0	0	2,676	0	10	83	6	6	0	11,015
Chiquimula	5,251	149	971	0	0	2,725	22	18	48	2	3	0	9,189
Jalapa	3,700	17	850	0	0	1,177	0	6	31	1	2	0	5,784
Jutiapa	7,177	93	1,682	0	0	1,743	0	13	60	5	3	0	10,776
Departamento invalido	15	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	19
Total por Dep.	433,815	5,021	76,132	64	459	104,618	1,228	7,852	12,938	573	3,380	12	646,092

Fuente: Ministerio de Finanzas Publicas, Registro Fiscal de Vehiculos; Noviembre 7 de 1995.

I.15.2 GRADO DE OCUPACION POR VEHICULOS

Las matrices para viajes por automovil producidas por la distribución y división modal, son en términos de personas por viaje, o sea, que incluye tanto al conductor como a los pasajeros. Mientras que los viajes de personas en el transporte público, es decir, los viajes de los pasajeros, pueden ser asignados directamente a la red de transporte público, en carreteras las asignaciones se requieren en términos de vehículos o unidades de vehículos.

Por tanto, fue necesario estimar los viajes de los vehículos, a partir de las matrices de viaje y esto se logró aplicando los factores de ocupación derivados de los datos del estudio. La suposición básica era que el grado de ocupación de vehículos para un propósito de viaje dado, es geográficamente congruente para el gran número de los mismos.

TABLA # 5
GRADO DE OCUPACION POR VEHICULOS

Propósito del viaje	(1) Ocupación
a. De la Casa al Trabajo	21.82*
b. De la Casa a la Escuela	38.75*
c. De la Casa a Otros Sitios	20.23*
d. No Originados en la Casa	19.20*
(1) Incluyendo al Conductor	
* Las cifras mostradas son para porcentajes en cada zona de unidades sujetas a impuestos.	

Fuente: Ministerio de Finanzas Públicas, Registro Fiscal de Vehículos; Noviembre 7 de 1995.

Los datos anteriores muestran el porcentaje de viajes dentro del área metropolitana, que no serán beneficiados por el Anillo Periferico Metropolitano en forma directa, pero si indirectamente, ya que el proyecto en mención, desalojará el % de vehículos de paso por estas vías de acceso, dejando así más libertad de movimiento para el tráfico interno.

II.1 ACTUALIZACION Y ANALISIS DE TRANSITO DE LOS CORREDORES RADIALES ACTUALES

Basados en los datos de conteo del volumen de tránsito en las secciones de algunas calles, se evaluaron las condiciones presentes del tránsito en el departamento de Guatemala, particularmente en el área metropolitana, estos datos se muestra a continuación en la tabla # 6 conteo de tránsito para 24 horas y 12 horas respectivamente. En estaciones de 12 horas, se estima el volumen de tránsito para 24 horas, basado en relación entre el volumen de día y noche en estaciones de 24 horas.

TABLA # 6

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION DEL CONTEO DE VOLUMEN
DE TRANSITO EN ESTACIONES DE 24 HORAS

No.	Nombre	24 horas de volumen de tráfico	12 horas de volumen de tráfico	relación día/noche	Volumen de tráfico en hora pico
R-7	6 av. z.1	23,062	17,328	75.1%	1,689
R-8	5 av. z.1	10,218	8,122	79.5%	1,017
R-9	4 av. z.1	11,067	8,861	80.1%	925
R-20	6 c. z.1 Calzada	35,004	24,719	70.6%	2,497
R-21	Roosevelt	111,484	84,074	75.4%	8,954
R-22	Periférico	45,661	34,635	75.9%	3,481
R-27	Av. Refor.	54,639	41,934	76.7%	4,442
R-32	18 c. z.10 Calzada A.	18,360	13,531	73.7%	1,398
R-33	Batres	49,245	37,377	75.9%	4,140

Fuente: Seminario de transporte Urbano en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala. Estudio del Plan Maestro para el sistema de Transporte en el Area Metropolitana. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Febrero 1996. Pág. 52

- a) La relación día-noche del volumen de tránsito (volumen de tránsito de 12 horas dividido por el volumen de tránsito de 24 hrs.) varía de 73.7% a 80.1%. El promedio día-noche es de 75.4%.
- b) La relación pico (volumen de tránsito de la hora pico dividido por el volumen de tránsito de 24 hrs.) varía de 7.1 a 12.7%. La relación pico promedio para el volumen de tránsito en las estaciones de conteo de 24 hrs. es de 8.0%.

en la tabla # 5 se observa el beneficio que tendrían los viajes, con la realización del proyecto en mención, ahora en relación a la tabla # 6, tiene que los porcentajes de promedio día noche (75.4%) y la relación pico promedio (8.0%) podrían bajar a 60.32% y 6.4% respectivamente con la realización de este proyecto.

II.2 DESCRIPCION DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

A continuación se presentarán las alternativas que se proponen para resolver, en parte, los problemas que padece la población en el área metropolitana. Los cuales ya han sido mencionados en los capítulos anteriores, pero se presentará un resumen de los más importantes: accesos deficientes a los municipios, desgaste físico en el pavimento capitalino, incremento en el costo de operación por vehículo, bajo desarrollo de la infraestructura en general, deficiencia en el transporte urbano, contaminación de los sistemas ecológicos de plantas y animales, poco desplazamiento hacia la ciudad capital de la población económicamente activa, bajo crecimiento del sistema vial en el área metropolitana, incremento en la incidencia de accidentes, congestionamiento en las vías principales de acceso (calle Martí, calzada Roosevelt, Anillo Periferico, Calzada Aguilar Batres, Calzada San Juan y Avenida Petapa), alto consumo de combustible, bajo desarrollo de la población en los municipios cercanos a la

capital, etc. Con las alternativas que se presenta a continuación, se espera crear una vía de acceso y de paso más rápida y eficiente.

II.2.1 SELECCION DE LINEA PRELIMINAR

La selección de la línea preliminar tuvo lugar en varias fases: la primera fase, está compuesta por la ubicación de las distintas áreas por donde atravesará el tramo Norte-I, en un plano de la ciudad capital a una escala de poca aproximación y poco actualizado, dando así una idea de los posibles sectores que podría atravesar, buscando desde luego la ruta más corta, de menores pendientes y sin gran cantidad de curvas; en la segunda fase se obtuvo la colaboración del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.), quien proporcionó toda la ayuda necesaria, para tener al alcance los ortofotomapas más actualizados y que están a una escala de mayor aproximación, en donde por medio de un equipo sofisticado, se observó el área preseleccionada en las distintas hojas en que se encuentra clasificada la ciudad capital y los municipios colindantes, seleccionando así las hojas que se deberían imprimir, luego se procedió al trazado de la línea preliminar del tramo Norte-I; buscando las áreas en donde fuera más conveniente su trayectoria, se encontraron 2 opciones diferentes en la parte central del tramo y 3 en la parte final del mismo, donde posteriormente se elegiría la de mayor

factibilidad; la tercera fase consistió de un recorrido de campo para hacer un reconocimiento terrestre del área pre-seleccionada y verificar los cambios que se hubieran suscitado en los últimos años y considerar la opción más factible, tanto en la parte central (donde se terminó por aceptar la opción que acortaba a 1.8 km. esa parte del tramo, pero que infortunadamente se encuentra un poco angosta); como en la parte final, en donde se tenían 3 opciones diferentes para la salida, pero luego de varias visitas al lugar y tomando en consideración el estrechamiento de las calles y el enlace con el tramo Norte-II, se prefirió la opción en donde se rodea el asentamiento La Montañita y se pasa en medio de 2 lotificaciones, teniendo suficiente espacio municipal, tanto para el paso del final del tramo Norte-I, como para los carriles auxiliares de las lotificaciones. Después de los recorridos de campo, se continuó con los trabajos de gabinete, pasando en limpio las rutas y los datos de localización de las mismas, utilizando de nuevo los ortofotomapas, obteniendo así una copia a una escala más apreciable de los trazos, para luego entregarlas a la Municipalidad de Guatemala, en un informe final para el caso.

II.2.2 GRADO DE PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS

El grado de las pendientes en el tramo Norte-I, son en su mayoría suaves, las que oscilan abajo del 12%, por ser un terreno poco montañoso, en los únicos sectores en donde se tienen pendientes un poco mayores, es en la parte central, en donde se estimó una pendiente del 18%, la cual sobre pasaría los límites de diseño. Al final del tramo se estimó una pendiente del 15% que estaría entre los límites de diseño.

Pero estos problemas se solucionarían con un movimiento de tierras de menor escala y la colocación de algunas bóvedas.

II.2.3 ESTIMACION PRIMARIA DEL TIPO DE SUELO

La investigación de campo que se hizo de los terrenos por donde pasa el trazo de la línea del tramo Norte-I, se divide en 4 tipos de suelos: en la primera parte cerca de la lotificación Tierra Nueva, el suelo es arcillo-arenoso; en la parte que corresponde a la finca llamada Maranatha, el suelo se torna arenoso por completo hasta bajar al río que se encuentra en la parte posterior de esta finca, el cual sirve como desagüe de las aguas servidas de las distintas comunidades que habitan los alrededores de la finca y en donde se explota una cantera de arena pómez; la tercera parte, que comprende los municipios de Chinautla y San Pedro Ayampuc, el suelo es en su mayoría un limo-arcilloso, de

color rojo, por último en lo que sería el final del tramo, a un costado del asentamiento llamado La Montañita, el suelo es de tipo arcillo-limo-arenoso con grava de distintos tamaños, manteniéndose sin mayor variación hasta el entronque con el kilómetro 12 de la CA-9 o Ruta al Atlántico, donde se enlaza con el tramo Norte-II.

II.2.4 EVALUACION GEOLOGICA PRELIMINAR

La evaluación geológica preliminar (superficial) no indica ningún área en donde pudieran existir grutas o cavernas de algún tipo, no se observaron yacimientos de agua pero si dos ríos de menor escala; en lo que a roca corresponde se determinó que no existen de gran tamaño y en su mayoría el terreno da indicios de humedad, pudiéndose concluir entonces, que el perfil geológico del área es muy regular y mantiene en su mayoría un clima agradable que hace juego con la vegetación existente en el lugar.

II.3 TIPOS DE PAVIMENTOS

A continuación se presenta una definición de los tipos de pavimentos que se utilizan en Guatemala, recomendando posteriormente el pavimento más adecuado para este tipo de obra.

II.3.1 PAVIMENTO RIGIDO

Un pavimento rígido, tiene como elemento estructural fundamental una losa de concreto; la que se denomina como carpeta de rodadura; cuando la subrasante del pavimento tenga una calidad suficientemente buena, la losa de concreto puede colocarse directamente sobre ella, prescindiéndose así de una sub-base especial. De lo que se trata es de que la losa de concreto tenga un apoyo suficientemente uniforme y estable, como para garantizar que no falle localmente por falta de soporte; cómo se logre esto y qué capas de suelo hay que proporcionar para ello, depende de la calidad de los materiales que se estén utilizando, de los niveles de compactación que se empleen y de las condiciones locales de clima y drenaje. Los concretos que se utilizan en la losa suelen ser de resistencia relativamente alta, generalmente, comprendida entre 200 y 400 kg/cm².

II.3.2 PAVIMENTOS FLEXIBLES

La superficie de rodamiento de los pavimentos flexibles está constituida por una carpeta bituminosa, relativamente delgada, de alto costo y alta calidad, pero entre ella y la terracería se interpone un sistema de varias capas de materiales seleccionados, cuya calidad por lo común, va disminuyendo con la profundidad, congruente con los niveles de esfuerzos producidos por el tránsito, que sigue una ley en ese mismo sentido decreciente. En rigor, el problema en dimensionamiento consiste en principio en ir variando el espesor y la calidad de los materiales empleados en cada capa, de manera que coincidan las dos leyes.

El espesor del pavimento depende fundamentalmente del material de la terracería que constituye su apoyo.

II.3.3 TIPO DE PAVIMENTO A UTILIZAR

Para poder recomendar el tipo de pavimento más adecuado, primero se compararon 5 de los renglones más importantes en Pavimentos, Rígidos vs. Flexibles:

- Costo.
- Apertura al tráfico.
- Ciclo de vida.
- Capacidad de servicio.
- Mantenimiento.

CUADRO # 26
VALORIZACION DE LOS VOLUMENES POR KILOMETRO DE CONCRETO HIDRAULICO

Part.	Conceptos	Unidad	Cantidad	P.U.	Importes/Km.
1	Losa de concreto	M3	3,300.00	392.44	\$ 1,298,352.00
2	Riego de impregnación	Lto.	19,950.00	2.49	\$ 49,675.50
3	Barrido de la superficie	Ha.	1.33	2,610.00	\$ 3,471.30
4	Sub-base estabilizada	M3	2,720.00	181.90	\$ 494,768.00
5	Acarreo de Sub-base	M3-Km	18,433.00	1.44	\$ 26,543.52
6	Sub-rasante al 100%	M3	4,305.00	19.42	\$ 83,603.10
7	Acarreo de Sub-rasante	M3-Km	10,552.00	1.44	\$ 15,194.88
8	Sub-yacente	M3	3,020.00	10.46	\$ 31,589.20
9	Acarreo de Sub-yacente	M3-Km	7,402.00	1.44	\$ 10,658.88
10	Cemento	Ton.	136.00	336.00	\$ 45,696.00
					\$ 2,059,552.38

Fuente: Seminario, Pavimentos y Sobrecarpetas de Concreto para Carreteras. Tecnología de Progreso y la Mejor Alternativa para la Rentabilización de Pavimentos. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A. C. Julio 1996. Pág. 86.

CUADRO # 27
VALORIZACION DE LOS VOLUMENES POR KILOMETRO DE ASFALTO

Part.	Conceptos	Unidad	Cantidad	P.U.	Importes/Km.
1	Material de riego de sello	M3	100.00	378.88	\$ 41,654.80
2	Riego de FR-3 para sello	Lto.	13,200.00	2.44	\$ 32,208.00
3	Barrido de la superficie	Ha.	1.10	2,610.00	\$ 2,871.00
4	Carpeta asfaltica	M3	1,115.00	441.97	\$ 494,798.55
5	Cemento asfaltico No. 6	Kgs.	139,375.00	1.74	\$ 442,512.50
6	Riego de FR-3 para liga	Lto.	11,300.00	2.44	\$ 27,572.00
7	Riego de FM-1 para impregnación	Lto.	19,950.00	2.49	\$ 49,675.50
8	Barrido para la impregnación	Ha.	1.13	2,610.00	\$ 2,949.30
9	Aditivos p/cemento asfaltico	Lto.	1,393.75	24.02	\$ 33,477.88
10	Aditivos para asfalto rebajados	Lto.	444.50	19.32	\$ 8,587.74

Fuente: Seminario, Pavimentos y Sobrecarpetas de Concreto para Carreteras. Tecnologia de Progreso y la Mejor Alternativa para la Rentabilización de Pavimentos. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A. C. Julio 1996. Pág. 87.

CUADRO # 28
VALORIZACION DE LOS VOLUMENES POR KILOMETRO DE ASFALTO

Part.	Conceptos	Unidad	Cantidad	P.U.	Importes/Km.
11	Base hidraulica	M3	2,918.75	181.90	\$ 530,920.63
12	Acarreo de sellado	M3-Km.	930.00	1.54	\$ 1,432.20
13	Acarreo de carpeta	M3-Km.	9,390.00	1.87	\$ 17,559.30
14	Acarreo de base	M3-Km.	23,190.00	1.44	\$ 33,393.60
15	Sub-base	M3	2,470.00	148.83	\$ 367,610.10
16	Acarreo de Sub-base	M3-Km.	19,624.00	1.44	\$ 28,258.56
17	Sub-rasante	M3	3,930.00	19.42	\$ 76,320.60
18	Acarreo de Sub-rasante	M3-Km.	9,633.00	1.44	\$ 13,871.52
19	Sub-Yacente	M3	2,770.00	10.46	\$ 28,974.20
20	Acarreo de Sub-yacente	M3-Km.	6,790.00	1.44	\$ 9,777.60
					\$ 2,042,423.57

Fuente: Seminario, Pavimentos y Sobrecarpetas de Concreto para Carreteras. Tecnologia de Progreso y la Mejor Alternativa para la Rentabilización de Pavimentos. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A. C. Julio 1996. Pág. 88.

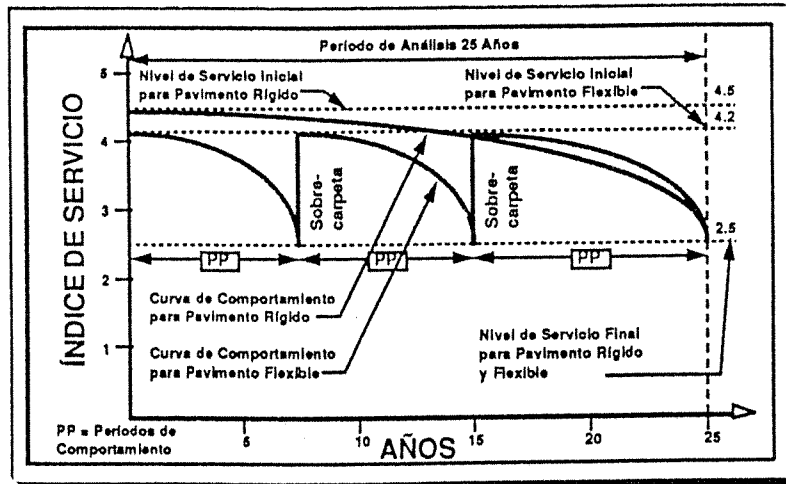
Como se puede ver en los datos presentados anteriormente, que no son más que una comparación en la que nos basamos y son proporcionados por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, el incremento en el costo inicial por kilómetro de Concreto Hidráulico (Pavimento Rígido) sobre el costo por kilómetro de Concreto Asfáltico (Pavimento Flexible) es de 0.50 %, lo cual es compensado por el costo de mantenimiento del Concreto Hidráulico, el cual es casi nulo durante un período de 25 años.

Apertura al tráfico:

La apertura al tráfico siempre ha sido uno de los problemas de la construcción con Concreto Hidráulico, ya que a diferencia del Concreto Asfáltico se puede dar paso en menos de 8 horas. Pero con la tecnología de construcción rápida se pueden diseñar las mezclas de concreto y las técnicas de curado, para inducir el desarrollo de las resistencias de puesta en operación necesarias en intervalos que oscilan entre 24 horas y un mínimo de 6 horas. El resultado es que ahora, se pueden proponer alternativas a base de concreto para proyectos que en el pasado no se consideraban factibles de contruirse con concreto, debido a los tiempos tan grandes de curado.

CUADRO # 29

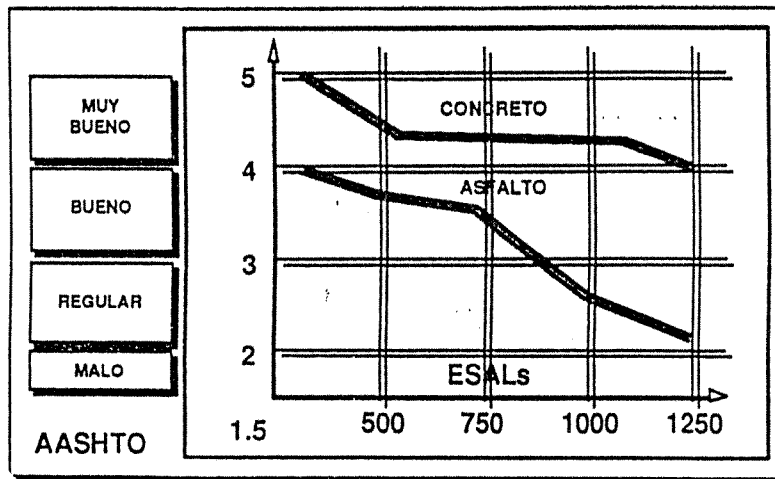
CICLO DE VIDA DE UN PAVIMENTO RIGIDO
Y UN PAVIMENTO FLEXIBLE



Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

CUADRO # 30

CAPACIDAD DE SERVICIO DEL CONCRETO Y DEL ASFALTO



Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

Ciclo de vida:

El ciclo de vida que se consideró anteriormente, está basado en un período de diseño de 25 años, en donde se puede notar que el Concreto Hidráulico (Pavimento Rígido) tiene una vida útil de más de 20 años, sin que sea sobrecarpeteado, mientras que al Concreto Asfáltico (Pavimento Flexible) se le tiene que recapear como mínimo, 3 veces para poder llegar a los 25 años.

Capacidad de servicio:

La capacidad de servicio que se consideró anteriormente ya ha sido clasificada por la AASHTO en: muy bueno, bueno, regular y malo. En la gráfica de capacidad de servicio se puede observar que desde el principio de su construcción el concreto demostró una capacidad de servicio muy superior a la del asfalto.

Mantenimiento:

El mantenimiento de una vía de comunicación se basa en tres tipos de deterioros: deterioro lento (con falla poco perceptible), deterioro acelerado (a punto de colapsar) y por último la destrucción total del mismo. Esto está en función del estado en que se encuentre la carretera, y por lo que se ha podido observar en las tablas anteriores el mantenimiento del Concreto

Hidráulico (Pavimento Rígido) es casi nulo en un período de 25 años.

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente, el tipo de pavimento más recomendado para este caso sería el Pavimento Rígido, ya que presenta un costo total insignificamente mayor al del Pavimento Flexible, que es grandemente compensado con el grado de mantenimiento casi nulo del mismo, y sabiendo que este tipo de proyectos, por el costo tan elevado que tienen, no se pueden estar recarpeteando en transcurso menores a los 15 años, la opción más efectiva será la construcción del mismo con Pavimento Rígido.

II.4 CUANTIFICACION DE OBRAS ACCESORIAS PARA LA ALTERNATIVA PROPUESTA

II.4.1 TIPOLOGIA DE PUENTES

Un puente no es más que una estructura con una longitud no menor de 6 metros y un ancho que puede oscilar entre: 7 metros, cuando es de 2 vías con pasarela y sin jardín central; 15 metros, cuando es de 4 vías con pasarela y jardín central; y 44 metros, cuando es de 6 vías con pasarela y jardín central. Los puentes son de dos tipos generales: fijos y móviles. También pueden agruparse de acuerdo con

las siguientes características: Puentes sobre instalaciones o sobre accidentes naturales: Puentes sobre carreteras o vías férreas; puentes sobre ríos, bahías, lagos o en cruces de valles. Geometría básica: En planta: puentes curvos o rectos, a escuadra o esviajados; en elevación: puentes de nivel bajo, como terrenos húmedos o puentes de caballetes, o puentes de nivel alto. Sistemas estructurales; Puentes de claro simple o de viga continua, puentes de arco simple o múltiple, puentes colgantes y puentes del tipo de marco rígido. Materiales de construcción: Puentes de madera, mampostería, concreto y acero.

Los diseños de puentes de concreto o acero para carreteras o vías férreas, se basan frecuentemente en las "Standard Specifications for Highway Bridges", American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), y en el "Manual for Railway Engineering" de la American Railway Engineering Association (AREA). También son útiles los "Standard Plans for Highway Bridges", Federal Highway Administration (FHWA), y los planos estándares publicados por diversas administraciones de carreteras y compañías ferrocarrileras.

La longitud, ancho, alineamiento y ángulo de intersección de un puente, deben satisfacer las necesidades de funcionamiento de las instalaciones soportadas y de los requisitos geométricos o hidráulicos de los puentes que libran instalaciones u obstáculos naturales. De acuerdo con

lo solicitado por la Municipalidad de Guatemala, se presentará la ubicación de los posibles puntos donde deberán colocarse puentes en el Estudio de Anteproyecto del Anillo Periférico Metropolitano, Tramo Norte-I. Esta información, así como un mapa de localización de los mismos, se presentan posteriormente.

II.4.2 TIPOLOGIA DE PASOS A DESNIVEL

Estas son llamadas como las localizaciones, en que las corrientes de tráfico se cruzan entre sí a elevación común.

Cada paso a desnivel o intersección, aunque tenga muchos rasgos en común con otras intersecciones, se debe tratar como un proyecto individual, ya que es probable que haya diferencias de impacto importante sobre el flujo de tráfico, la economía y el ambiente. Los factores principales que deben considerarse en una intersección son:

Factores de tráfico: Diseñar el tráfico para cada movimiento, lo cual incluye los volúmenes diarios y por hora, capacidades, movimientos de voltear, características de tamaño y de operación de los vehículos, control de movimientos en los puntos de intersección, velocidades de vehículos, movimientos de peatones, operaciones de tránsito, experiencia sobre accidentes y requerimientos de almacenaje de señales de tráfico que gobiernan los accesos.

Factores físicos: Topografía, mejorías y requerimientos físicos para aspectos de caminos y canalización, adecuada distancia visual, restricciones por propiedades, localización segura de aceras y andaderos de cruce y acomodo de dispositivos de control de tráfico.

Factores económicos: costos de capital de operación de la mejoría y el efecto económico en los negocios confinados en que la canalización restringe o prohíbe ciertos movimientos de vehículos dentro de la zona de la intersección.

Factores humanos: hábitos de conducción, capacidad de conductores para tomar decisiones, advertencias adelantadas adecuadas de intersección, tiempos para decisión y para reacción, y trayectorias naturales de movimiento.

Todo esto da un alcance mayor para poder proponer algunos tipos de pasos a desnivel, como una opción para cada necesidad que se presentó durante el recorrido del Tramo Norte-I. Proporcionando los posibles tipos que se deberán utilizar y dando una ubicación exacta de los mismos, por medio de un mapa a una escala de gran aproximación.

II.4.4 SEÑALIZACION

La señalización, es utilizada para prevenir, informar o indicar algún mensaje que se crea le pueda servir al conductor para su seguridad o información, existen diversos tipos

de señalizaciones, pero de hecho los más importantes son los sugeridos por las leyes de tránsito y los rótulos tanto capitalinos como de información turística. Estos deben de ser de metal inoxidable o de polímeros para que su duración sea larga, sus colores deben ser fuertes y llamativos, de letras legibles y de gran tamaño para ser visualizados desde muchos metros atrás, la pintura debe reflejar las luces de los conductores, su colocación debe ser en la orilla de la carretera o por encima de ella a una altura considerable, para no causar accidentes innecesarios, teniendo un ángulo debido para poder reflejar su información al conductor.

II.5 DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA

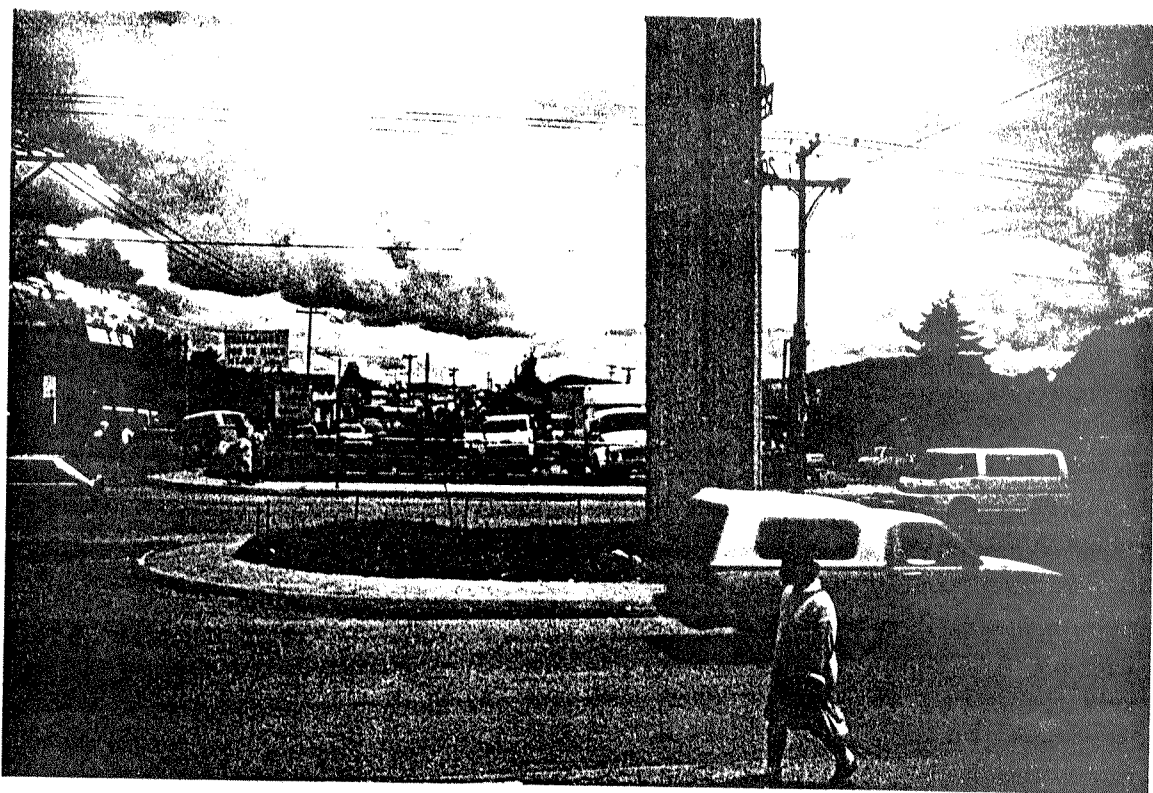
II.5.1 RECORRIDO DEL TRAMO NORTE-I

El Tramo Norte-I se inicia frente a la CA-9 o carretera Roosevelt, entre el Seminario Conciliar y el local que pertenece a Domino's Pizza, con dirección norte; pasando posteriormente por la colonia El Rosario y entroncando con la Ruta-5 o Calzada San Juan, en la parte en donde se encuentra ubicado el monumento a la Revolución de 1944; después de cruzar la Ruta-5 se traslada a un costado de las colonias Monte Verde, Monserrat I y Monserrat II; llegando a un pequeño redondel, donde luego se dirige a un lado de la colonia Bosques de San Nicolás y Colinas de Minerva,

desviándose un poco a su derecha, es decir, tomando una ruta nor-este, para no ingresar a Lo de Fuentes (Finca Santa Cristina) y Tierra Nueva; resurgiendo a la ruta original para llegar a la finca Maranatha, bajando posteriormente hasta orillas del río Las Vacas, el cual conduce gran cantidad de aguas servidas y donde los dueños de la finca Maranatha explotan gran cantidad de arena negra y pómez; después se iniciaría un ascenso para lo que sería Chinautla, pasando al lado izquierdo de Cerro Vivo y al lado derecho de San José Jocotales, entre los asentamientos Tecún Umán, Santa Marta, y El Sausalito; continuando hasta llegar exactamente al lote 92, antes de la Iglesia del lugar (Candelaria), para ingresar a una vereda que acorta en 5 veces esa parte del tramo (con una longitud de aproximadamente 3.8 km.), donde se sale al costado de la lotificación Las Maravillas y tomar una dirección nor-este nuevamente hacia las colonias El Rosario, Las Tapatias, Finca el Horizonte, Finca los Dardanelos y Lo de Rodriguez (Pinares del Norte), costado derecho del asentamiento El Cerrito, colonia las Canarias, Granja San Antonio; para salir finalmente a la CA-9 o Ruta al Atlántico, en el kilómetro 10, a un costado con la lotificación Villas del Atlántico. A continuación se presentan una serie de fotos y un mapa de la localización del Tramo Norte-I.



- . Principio del tramo Norte -I; entre el Seminario Conciliar y el local de Domino's Pizza.



- . Entronque con la Calzada San Juan; donde se encuentra ubicado el monumento a la revolución de 1944.



- . Costado de las colonias Monserrat I y Monserrat II.



- . Ruta nor-este, para no ingresar a Lo de Fuentes.



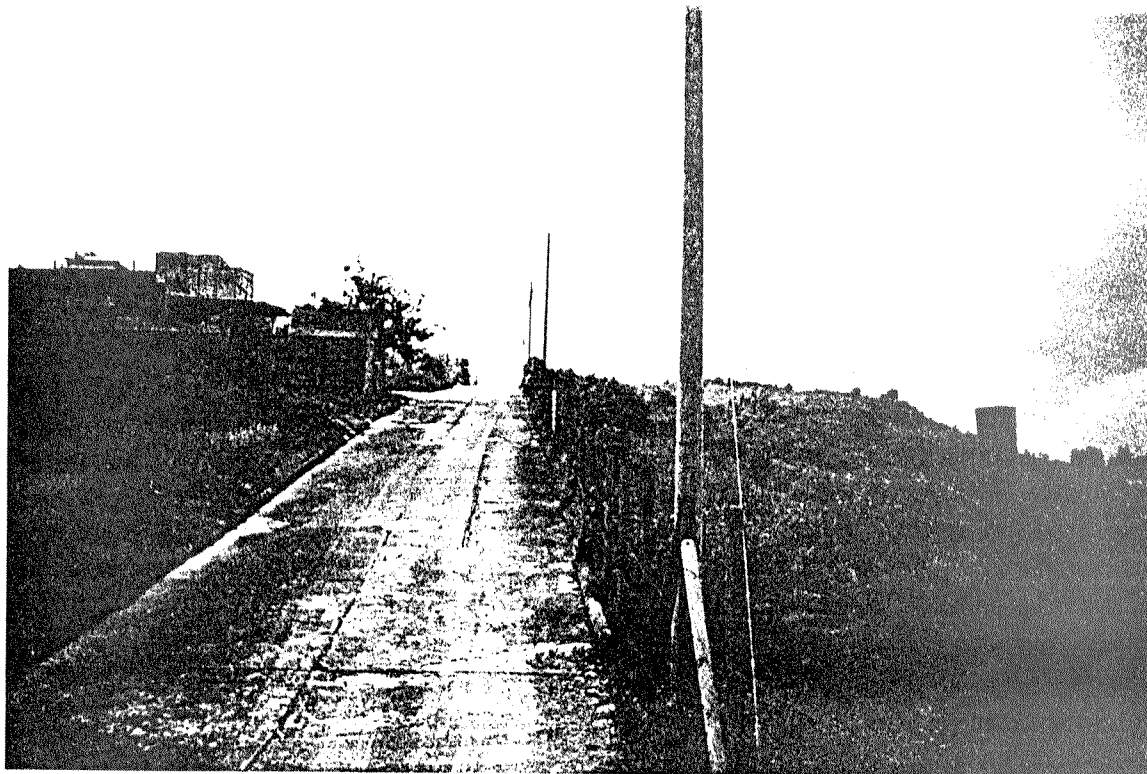
-. Salida de Tierra Nueva; teraceria.



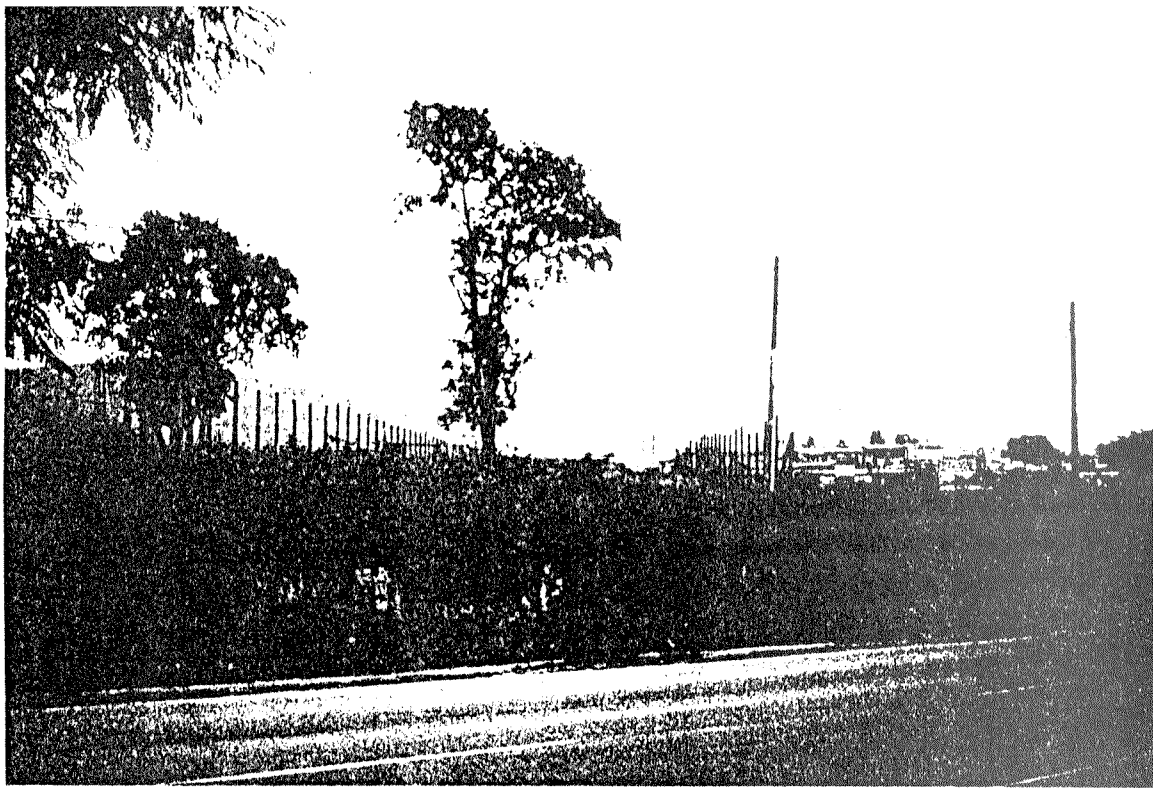
-. Ingreso a la finca Maranatha; parte arenosa.



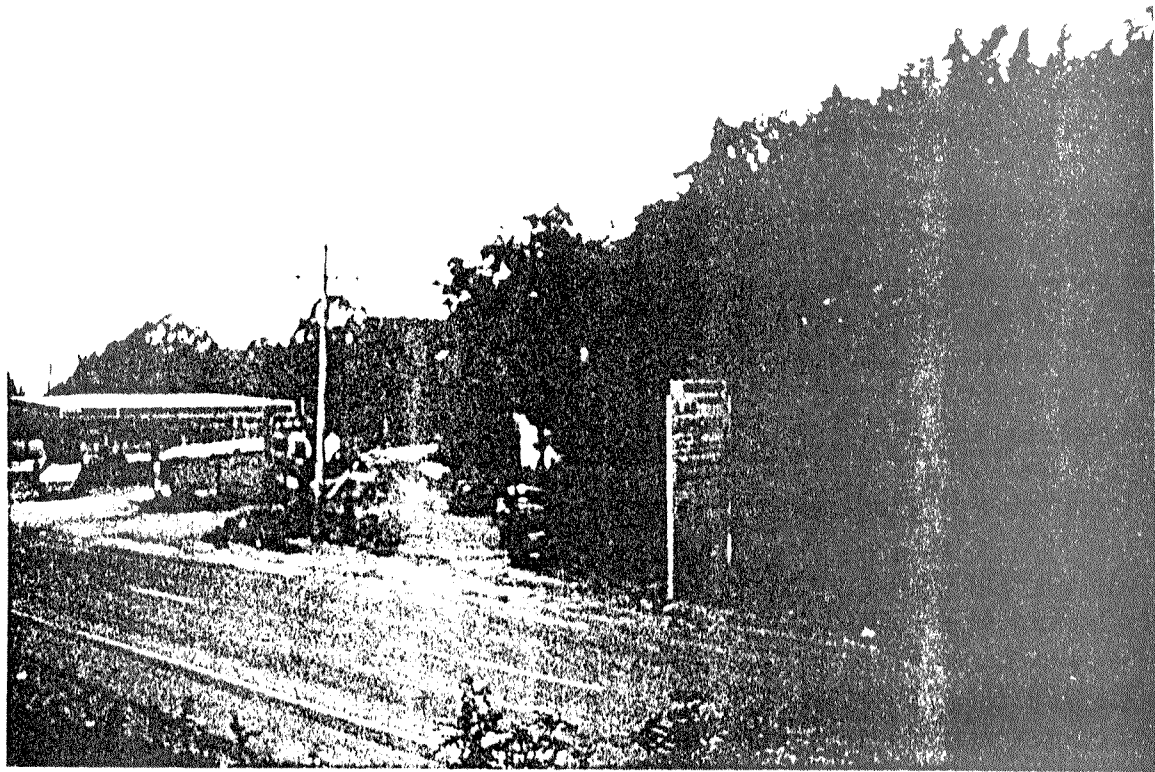
-. Asentamiento El Cerrito; costado derecho.



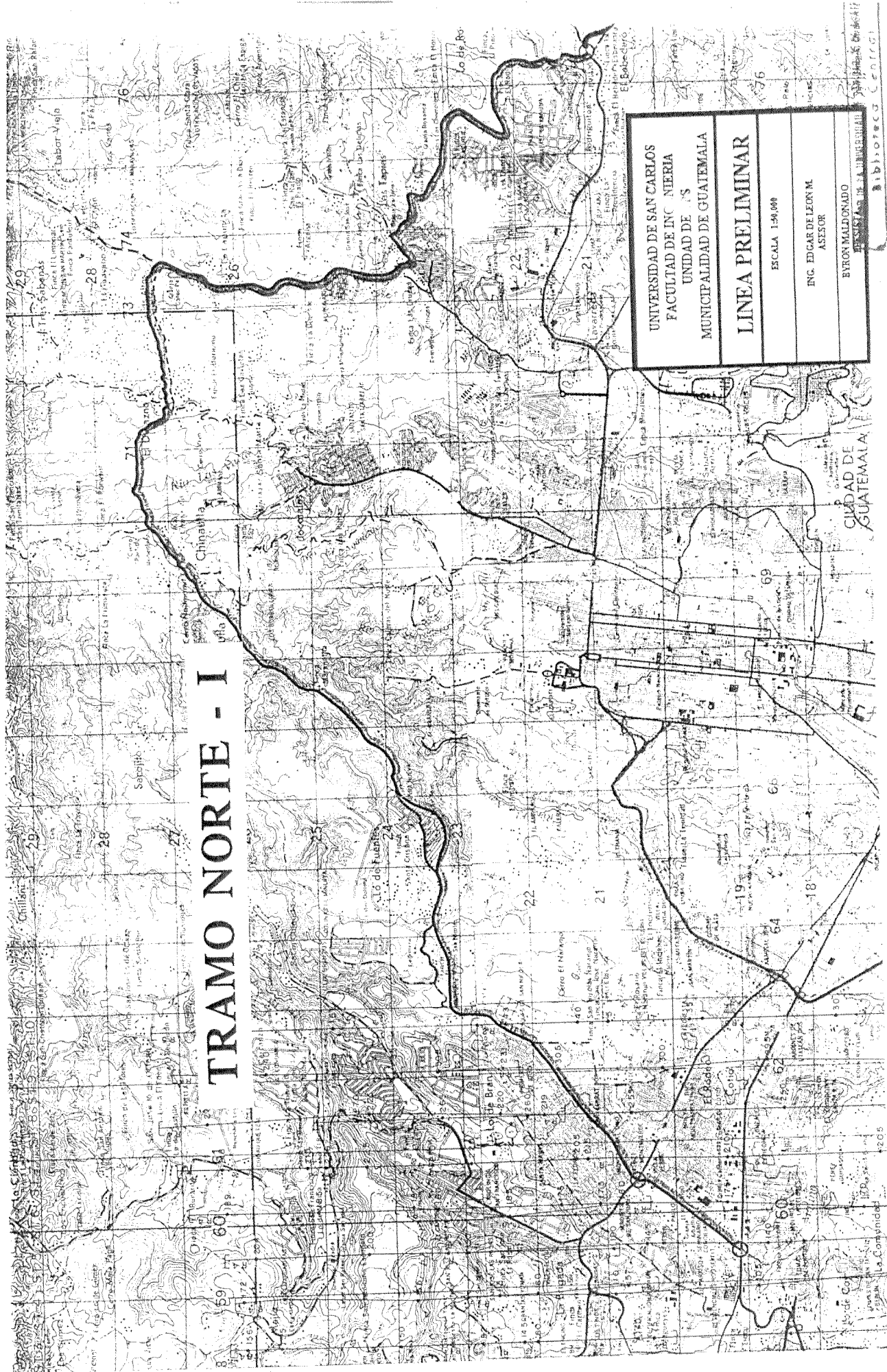
-. Granja San Antonio; despues de la lotificación Las Canarias.



-. Costado de la lotificación Villas del Atlantico.



-. Salida al kilómetro 10.2 de la CA-9 o Ruta al Atlántico.



TRAMO NORTE - I

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA
ESCALA 1:50,000
ING. EDGAR DE LEON M. ASESOR
BIRÓN MALDONADO PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

BIBLIOTECA CENTRAL

II.5.2 UBICACION DE LOS POSIBLES PUENTES EN EL TRAMO NORTE-I

La ruta seleccionada requiere de dos puentes, los cuales se ubican en:

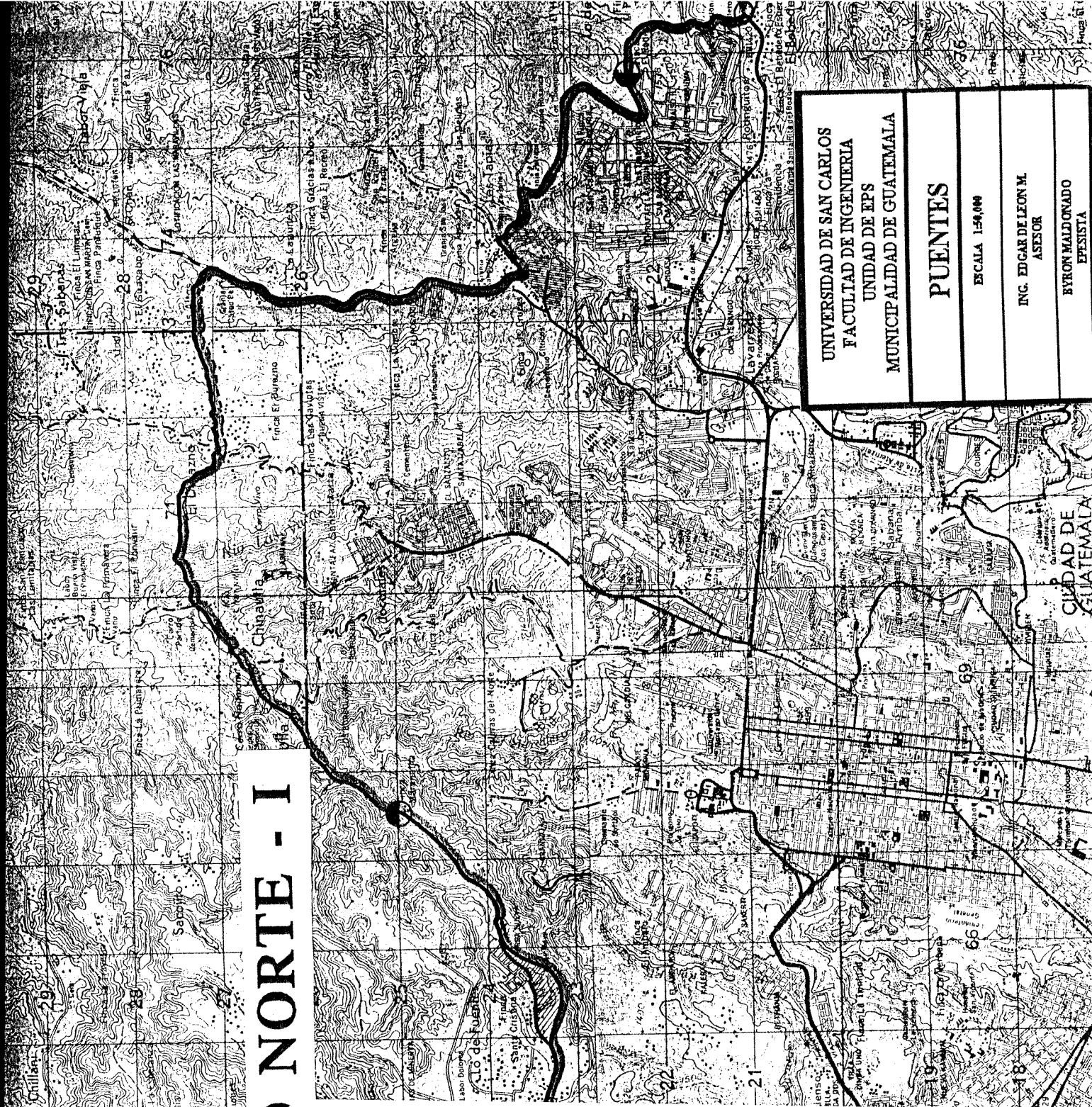
- 1) El primero tiene su ubicación en la parte que pertenece a la finca Maranatha, cruzando el río Las Vacas; aunque también se podría colocar una bóveda de mínimo tamaño y un relleno, evitando así el descenso un poco pronunciado; la longitud aproximada de este puente sería de unos 12 metros y si se efectuara la colocación de una bóveda y posteriormente un relleno, su longitud variaría entre, 15 y 23 metros, al igual que su altura evitando así un gran descenso y posterior ascenso en el Tramo Norte-I.

- 2) El segundo se ubica, casi al final del Tramo, exactamente después del asentamiento El Cerrito, conectando así esa parte del tramo con lo que sería la colonia Las Canarias y pasando por encima de la línea férrea; la longitud aproximada de este puente sería de 18 metros.

Esta ubicación de los 2 posibles puentes se presenta a continuación en el mapa de localización del Tramo Norte-I.

NORTE - I

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA
PUENTES
ESCALA 1:50,000
ING. EDGAR DE LEON M. ASESOR
BYRON MALDONADO EJECISTA



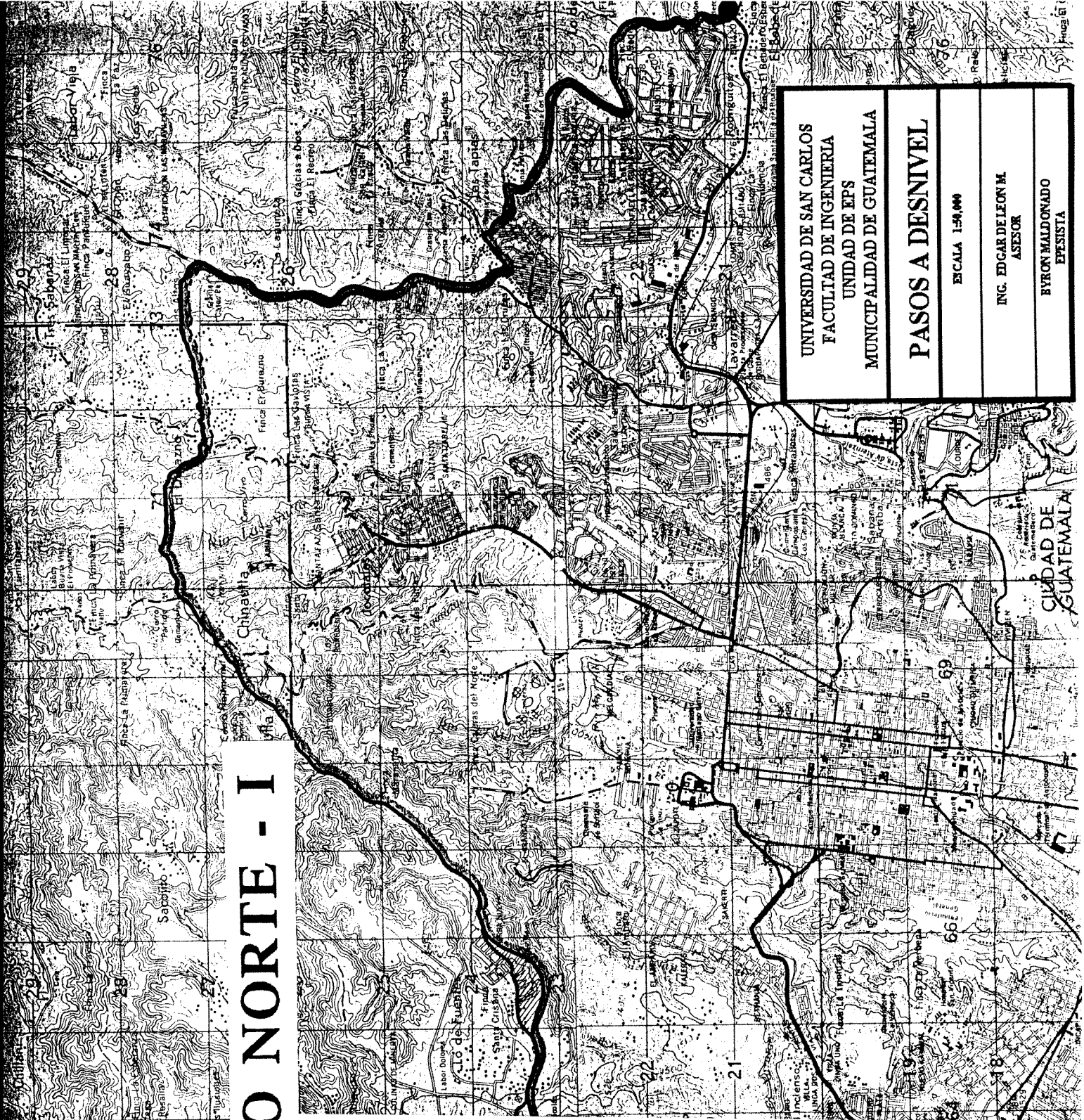
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

II.5.3 UBICACION DE LOS POSIBLES PASOS A DESNIVEL EN EL TRAMO NORTE-I

Los posibles pasos a desnivel son:

- 1) El primero se ubicaría al comienzo del Tramo Norte-I en la CA-9, o Carretera Roosevelt, dejando el paso libre en la CA-9 tanto de ida como de vuelta, el entronque del Tramo-V para continuar con el Tramo Norte-I; así como cada uno de los descensos y ascensos para ingresar a lo que sería el Anillo Periférico Metropolitano.
- 2) El segundo posible paso a desnivel, se ubicaría en la parte que cruza la Ruta-5 o Calzada San Juan, dejando libre la Calzada San Juan, tanto de ida como de vuelta, sus ascensos y descensos al Tramo Norte-I.
- 3) El tercer posible paso a desnivel se encontraría en lo que sería el redondel que se encuentra después de Monserrat II.
- 4) Y por último, el cuarto posible paso a desnivel estaría al final del Tramo Norte-I, al enlazar con la CA-9 o Ruta al Atlántico, dejando la vía libre de la CA-9 tanto de ida como de vuelta y los distintos ascensos y descensos, para el Tramo Norte-I o el Tramo Norte-II.

'O NORTE - I



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA
PASOS A DESNIVEL
ESCALA 1:50,000
ING. EDGAR DE LEON M. ASESOR
BYRON MALDONADO EFESISTA

II.5.4 UBICACION DE LAS POSIBLES SEÑALES DE TRANSITO

La posible ubicación de las señales de tránsito será:

- 1) La salida a la Ruta-5 o Calzada San Juan.
(señal de tipo informativa)
- 2) El entronque con Chinaulta.
(señal de tipo informativa)
- 3) En el enlace con la CA-9 o Ruta al Atlántico.
(señal de tipo informativa)

Las señales se muestran en el mapa de localización que se encuentra posteriormente.

NORTE - I

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EPS MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA
SEÑALIZACION
ESCALA 1:50,000
ING. EDGAR DE LEON H. ASESOR
BYRON MALDONADO EFESISTA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

II.6 INTEGRACION DEL PRESUPUESTO PRIMARIO DEL DISEÑO

La integración del Presupuesto Primario del diseño en Tramo Norte-I, se presentan a continuación en tablas, enumerando debidamente cada uno de los renglones y colocando debajo de cada una de las tablas su respectiva fuente.

CUADRO # 31
PRESUPUESTO PRIMARIO DE LAS BRIGADAS DE TOPOGRAFIA

Cuadrilla de topografía	Precio en Quetzales/Kilómetro lineal										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Total	8,200	9,678	11,461	13,610	16,200	19,322	23,086	27,622	33,090	39,682	47,627

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C

CUADRO # 32
PRESUPUESTO PRIMARIO DE LA LINEA PRELIMINAR

Línea preliminar	Precio según arancel/kilómetro en Quetzales										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
A: Trabajo de campo	6,082	7,339	8,969	11,107	13,919	17,588	27,957	34,292	49,109	54,633	67,292
B: Trabajo de gabinete	3,662	4,180	4,839	5,707	6,846	8,334	10,280	12,824	14,151	18,504	26,192

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C.

CUADRO # 33
PRESUPUESTO PRIMARIO DE LA LINEA LOCALIZADA

Línea localizada	Precio según arancel/kilómetro en Quetzales										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
A: Trabajo de campo	6,234	7,534	9,234	11,457	13,364	17,064	22,132	27,629	36,123	43,232	57,755
B: Trabajo de gabinete	4,420	5,169	6,136	7,406	9,068	10,240	12,080	15,794	20,650	25,000	36,302

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre 1995 D.G.C.

CUADRO # 34
PRESUPUESTO PRIMARIO DEL DISEÑO FINAL

Diseño final	Precio según arancel/kilómetro en Quetzales										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2006
A: Dibujo y calculos.	5,737	6,389	7,731	10,504	11,296	14,809	16,748	21,748	28,892	37,425	48,938

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C.

CUADRO # 35
PRESUPUESTO PRIMARIO DE LOS DRENAJES

Drenajes	Precio según arancel/kilometro en Quetzales										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
A: Estudio y calculo.	4,175	6,146	7,420	9,058	11,265	14,114	16,839	18,413	20,866	22,054	24,609

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C.

CUADRO # 36
PRESUPUESTO PRIMARIO DE BASE

Renglón	Precio unitario, Quetzales/metro cúbico										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. Capa de base	123	135	148	164	181	199	220	243	268	296	326

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C.

CUADRO # 37
PRESUPUESTO PRIMARIO DE SUB-BASE

Renglón	Precio unitario, Quetzales/metro cúbico										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2. Capa de sub-base	68	75	82	91	100	110	121	134	147	163	179

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C.

CUADRO # 38
PRESUPUESTO PRIMARIO DE LA COLOCACION DE CAPA DE RODADURA

Renglón	Precio unitario, Quetzales/galón										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
3. Riego de liga	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4. Riego de imprimación	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre 1995 D.G.C.

CUADRO # 39
PRESUPUESTO PRIMARIO DE PUENTES

Renglón	Precio unitario Quetzales/metro										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
5. Puente de 2 vías	52,000	54,200	62,984	69,351	76,383	84,144	92,724	102,196	112,657	124,209	136,968

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre de 1995 D.G.C.

CUADRO # 40
PRESUPUESTO PRIMARIO DE PASOS A DESNIVEL

Renglón	Precio unitario										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. Concreto estructural	1,430	1,579	1,743	1,925	2,126	2,126	2,347	2,593	2,863	3,162	3,492

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre 1995 D.G.C.

CUADRO # 41
PRESUPUESTO PRIMARIO DE LA SEÑALIZACION

Descripción	Precio unitario en quetzales										
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. Monumentos de kilometraje.	3	4	5	7	10	13	17	22	29	39	51
2. Postes delineadores.	130	170	222	290	379	493	645	884	1,104	1,443	1,887
3. Pinturas de líneas longitudinales centrales.	2	2	3	4	6	7	9	13	17	22	29
4. Pinturas de líneas longitudinales no centrales.	4	5	6	8	11	14	18	29	32	42	55
5. Señales de tráfico preventivas de metal.	8	11	14	18	24	32	42	55	72	94	124
6. Señales de tráfico informativas laterales de metal	12	15	20	26	35	45	60	78	102	134	175

Fuente: Ing. Manuel Hernández R., Departamento de Especificaciones, Noviembre 1995 D.G.C.

CUADRO # 42
RESUMEN DEL PRESUPUESTO PRIMARIO

Descripción	Precio para el año de 1996
1. Precio en quetzales del costo aproximado del proyecto.	-----> 1,677,467.00 <-----

CONCLUSIONES

- 1.- La ejecución de proyectos de esta naturaleza deben ser una prioridad para la Municipalidad de Guatemala, ya que con la ampliación y mejoramiento de las vías de acceso de los municipios involucrados, los porcentajes de emigración de la población económicamente activa a la ciudad capital, se incrementan hasta en un 20% y la división de emigración cuantificable se reducirá, o sea que los porcentajes de emigración para el municipio de Chinautla de: 9.25% mensual, 34.13% semanal y 56.62% diario (porcentajes calculados en base al cuadro número 4), pasaría a ser de: 1.88% mensual, 30.72% semanal y 67.94% diario (proyecciones basadas en el incremento diario del 20%); de la misma forma para el municipio de San Pedro Ayampuc los porcentajes que ahora son de: 7.83% mensual, 39.50% semanal, 52.63% diario (porcentajes calculados en base al cuadro número 8), pasaran a ser de: 1.30% mensual, 35.55% semanal y 63.15% diario (proyecciones basadas en el incremento diario del 20%), esto vendrá a aumentar la población económicamente activa tributaria para cada municipio, incrementando también los ingresos promedio anual por familia, ya que tanto productos como fuerza de trabajo residirán en sus municipios.

- 2.- La ejecución de un proyecto de este tipo, como en cualquier obra de desarrollo, podrá incrementar la expansión habitacional y por ende poblacional de los municipios involucrados, al crear una vía de acceso más rápida y de mejores condiciones para los usuarios finales.

- 3.- La realización de este anteproyecto, permite reducir los porcentajes de ocupación de vehículos en la ciudad capital. Los de paso pasarían de 19.20% (porcentaje calculado en base a la tabla número 6) a 6.72% bajando en un 65% (proyección basada en el decremento del 65% en el tráfico de paso) y dando lugar a que los viajes de vehículos en la capital 80.80% (porcentaje calculado en base a la tabla número 6) bajen en un 20%, quedando en 64.64% (proyección basada en el decremento del 20% en el tráfico capitalino), teniendo así un flujo más intenso y menos congestionado.

- 4.- La construcción de un proyecto de esta magnitud debe ser realizado con una carpeta de concreto hidráulico, ya que si se toma en cuenta la diferencia de costos entre un concreto hidráulico y un concreto asfáltico comparado con: el periodo de funcionalidad, la falta de mantenimiento y una reconstrucción que en muchos de los

casos nunca se lleva a cabo; el concreto hidráulico ha demostrado tener una ventaja sobre el asfáltico.

- 5.- Al sacar a licitación la construcción de esta obra, se debe escoger la oferta técnica que cumpla con las condiciones espuestas en este documento y no así la oferta económica que presente el menor costo.

- 6.- El trazo de la línea preliminar que se presenta en este documento, pudiera parecer muy extensa para el crecimiento actual de la metrópoli, pero hay que tomar en cuenta que este diseño ha sido basado en el crecimiento que pudiera tener el área metropolitana hasta el año 2000, pero, si el proyecto no se construyera antes de esta fecha, se deberá considerar una actualización en el diseño de la ruta.

RECOMENDACIONES

- 1.- Para asegurar un mínimo de eficiencia en la inversión en proyectos como el Anillo Periférico Metropolitano, es necesario efectuar un análisis económico de los resultados esperados de dicha inversión, de donde se recomienda la utilización de los métodos: Relación Beneficio/Costo, Tasa Interna de Retorno y Tasa Interna de Retorno del Primer Año, los dos primeros medirán la factibilidad del sistema estudiado, mientras que el tercero indicará la época más apropiada para la inversión (inicio de la construcción).

- 2.- Se recomienda llevar un control en el incremento de la densidad de población de los municipios involucrados, ya que la misma sufrirá un crecimiento a la par del incremento de población económicamente activa (20%), por la existencia de una nueva y efectiva vía de acceso.

- 3.- Se recomienda a la Municipalidad de Guatemala, que el tipo de pavimento a utilizar en el Periférico Metropolitano, sea concreto hidráulico (pavimento rígido) ya que a diferencia del concreto asfáltico (pavimento flexible), éste presenta más durabilidad y no requiere de mantenimiento (25 años) y tiene una capacidad de servicio superior desde el principio de su construcción.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- VI CONGRESO NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.
BASES PARA EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA NACIONAL.
Centro de Investigaciones Económicas Nacionales.
Guatemala, 29 al 31 de agosto de 1995.

- 2.- SEMINARIO DE TRANSPORTE URBANO EN EL AREA METROPOLITANA
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.
ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE
EN EL AREA METROPOLITANA.
Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
Guatemala, 1 al 16 de febrero de 1996.

- 3.- MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE GUATEMALA.
ESTUDIO DE CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE VIAS URBANAS.
Ingenieros Consultores de Centro America.
Guatemala, 12 de enero de 1995.

- 4.- CEMENTOS BOYACA S.A.
SERIE DE CONOCIMIENTOS BASICOS SOBRE EL CONCRETO.
División de Servicio Técnico.
Santafé de Bogotá, 18 de septiembre de 1996.

- 5.- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.
PAVIMENTOS DE CONCRETO.
Camara Nacional de la Industria.
México, 17 de marzo de 1995.
- 6.- Carlos Rodolfo Barrillas Oliva.
CONSIDERACIONES SOBRE LAS POLITICAS DE DISEÑO EN VIAS
URBANAS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA.
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de
Guatemala, Tesis de graduación de ingeniero.
Guatemala, 1987.
- 7.- Juan Francisco Beber Diaz
GUIA PARA PRESELECCION DE CAMINOS RURALES EN LA PRACTICA
PROFECIONAL SUPERVISADA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA.
Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de
Guatemala, Tesis de graduación de ingeniero.
Guatemala, 1988.
- 8.- Jose Mariano Muñoz Estrada.
IMPACTO DEL ANILLO PERIFERICO EN LA ESTRUCTURA URBANA DE
LA CIUDAD DE GUATEMALA.
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de
Guatemala, Tesis de graduación de ingeniero.
Guatemala, 1989.

9.- Pablo Palma Ponce.

ANALISIS Y DISEÑO DE BOVEDAS COMO ALCANTARILLAS DE
DRENAJE MAYOR EN CARRETERAS.

Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de
Guatemala, Tesis de gradación de ingeniero.
Guatemala, 1994.