

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFÉRICO METROPOLITANO  
TRAMO SUR I

TESIS  
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

IGOR MOTTA BONILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

Guatemala, septiembre

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
de 1,997 Biblioteca Central

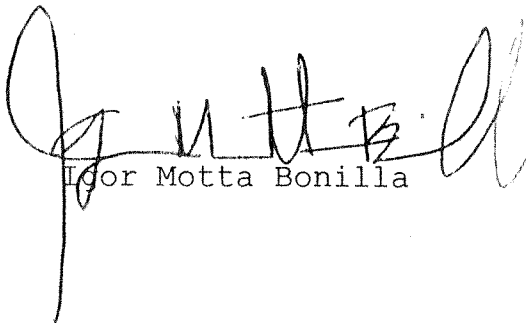
08  
F(4100)  
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos establecidos por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

"ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFÉRICO METROPOLITANO  
TRAMO SUR I "

Tema que me fuese asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 2 de febrero de 1996.



Igor Motta Bonilla

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Miembros de 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 PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck  
EXAMINADOR: Ing. Edgar Daniel de León Maldonado  
EXAMINADOR: Ing. Juan Merck Cos  
EXAMINADOR: Ing. Hugo Rolando Bosque Morales  
SECRETARIO: Ing. Francisco Javier González López



Guatemala , 8 de septiembre de 1,997

**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

Ing. Juan Merck Cos  
Coordinador de la unidad  
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.  
Presente


Estimado Ingeniero:

Habiendo revisado el trabajo de tesis titulado ANTEPROYECTO DE ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO , TRAMO SUR I , del estudiante universitario Igor Motta Bonilla , manifiesto a usted que dicho trabajo de tesis ha llenado los requisitos dentro del programa de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)

Por lo que , lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted.

Muy atentamente ,

  
Ing. Edgar De León Maldonado  
ASESOR



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

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.164.97

Guatemala, 10 de septiembre de 1,997

Señor:

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

Señor Director:

Adjunto, remito a usted el Informe Final correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **ANTEPROYECTO DE ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO, TRAMO SUR I.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **IGOR MOTTA BONILLA**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Edgar De León Maldonado y supervisado por el suscrito.

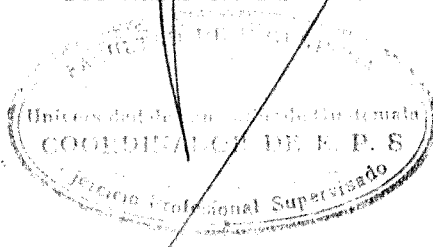
Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de Ley, del referido trabajo; esta **COORDINACION APRUEBA** su contenido, solicitándole el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS  
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/lgg.  
c.c.: Archivo



**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. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Igor Motta Bonilla, titulado ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO SUR I, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. ~~Jack Douglas Ibarra Solórzano~~



Guatemala, septiembre de 1,997.

JDIS/bbdeb.



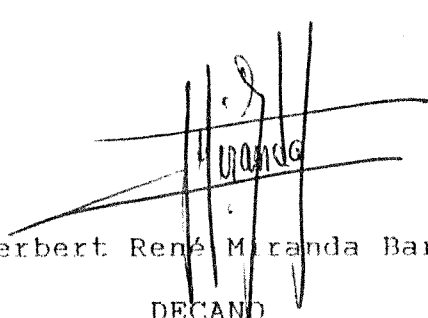
**FACULTAD DE INGENIERIA**

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

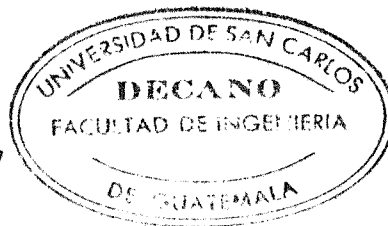
El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO SUR I, del estudiante Igor Motta Bonilla, procede a la autorización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

IMPRIMASE:

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO

Guatemala, septiembre de 1,997



/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES:

CARLOS ROBERTO MOTTA DE PAZ  
HILMA LETICIA BONILLA DE MOTTA

MI ESPOSA:

KARIN JOHANNA LETONA DE MOTTA

MIS HIJOS:

STEPHANIE JOHANNA MOTTA LETONA  
CHRISTIAN MOTTA LETONA

MIS HERMANOS:

ROBERTO ANTONIO MOTTA BONILLA  
BYRON MICHAEL MOTTA BONILLA  
ESTUARDO MOTTA BONILLA  
PAMELA MARÍA MOTTA BONILLA

MIS SUEGROS:

JOSÉ LUIS LETONA QUIROA  
HILDA SOLÓRZANO DE LETONA

MIS AMIGOS:

CARLOS MONTEPEQUE PACHECO  
BYRON MALDONADO ROSALES  
JUSTO GARCÍA CATALÁN  
MARIO DÍAZ REYES  
NICOLÁS DEL VALLE  
OSWALDO CERCADO



AGRADECIMIENTO A:

DIOS NUESTRO SEÑOR:

POR ESTAR SIEMPRE A MI LADO

UNIVERSIDAD DE SAN

CARLOS DE GUATEMALA:

POR SER EL CENTRO DONDE RECIBÍ  
CONSTANTES CONOCIMIENTOS Y  
EXPERIENCIAS EN MI VIDA

MI FAMILIA:

POR EL ESTÍMULO QUE RECIBÍ  
SIEMPRE

## ÍNDICE

	PÁGINA
GLOSARIO	i
INTRODUCCIÓN	ii
OBJETIVOS	iii
JUSTIFICACIÓN	iv
ANTECEDENTES	v
HIPÓTESIS	vi
CAPÍTULO I      INVESTIGACIÓN	1
I.1    Análisis actual de las regiones involucradas	1
I.1.1 Aspectos geográficos Periférico Metropo- lítico, tramo SUR I y Ciudad de Guatemala	1
I.1.1.1    Aspectos geográficos del Muni- cipio de San José Pinula	2
I.1.2 Aspectos Socioeconómicos	4
I.1.2.1    Monografía socioeconómica del Municipio de San José Pinula	4
I.1.2.2    Aspectos socioeconómicos del Municipio de Santa Catarina Pinula	5
I.1.3    Actividad económica	6
I.1.4    Servicios públicos	6
I.1.5    Crecimiento urbano de la ciudad de Gua- temala	7
I.1.6    Inventario físico del sistema vial	10
I.1.7    Impacto ambiental	16

I.1.8	Impacto socioeconómico	24
	I.1.8.1 Análisis de la potencial plus- valía de la tierra	24
	I.1.8.1.1 Análisis al incremento en el costo de la tierra	24
	I.1.8.1.2 Análisis de las conse- cuencias del aumento a los actuales propietarios	25
I.2	Movilización de tránsito en el área metropolitana	25
I.2.1	Capacidad de población en las áreas de desarrollo por Municipio involucrado	27
	I.2.1.1 Capacidad de población en el Muni- cipio de San José Pinula	27
	I.2.1.2 Capacidad de población en el Muni- cipio de Santa Catarina Pinula	28
I.2.2	Densidad de población en la ciudad de Guate- mala y municipios aledaños	28
I.2.3	P.E.A. por zonas de influencia	30
I.2.4	Ingreso promedio anual por familia	32
I.2.6	Crecimiento del sistema vial en el área metropolitana	32
	I.2.5.1 Cantidad de vehículos automotores registrados en la República desde el año 1,975 a la fecha	33
I.2.6	Sistema principal de tránsito en el área metropolitana	34
CAPÍTULO II EJERCICIO PROFESIONAL		35
II.1	Actualización de la densidad de vivienda	35
II.2	Actualización y análisis de tránsito y análisis de los corredores radiales actuales	35

II.3	Descripción de la alternativa propuesta	40
II.3.1	Selección de la línea preliminar	40
II.3.2	Grado de pendientes máximas y mínimas	41
II.3.3	Estimación preliminar de suelos	41
II.3.4	Evaluación geológica preliminar	42
II.4	Tipología de gabaritos	42
II.4.1	Pavimentos rígidos	43
II.4.2	Pavimentos flexibles	44
II.5	Obras accesorias para la alternativa propuesta	45
II.5.1	Tipología de puentes	46
II.5.2	Tipología de pasos a nivel	47
II.5.3	Señalización	48
II.6	Integración del presupuesto primario del diseño geométrico	48
II.6.1	Presupuesto para las brigadas de topografía	49
II.6.2	Presupuesto de la línea preliminar	49
II.6.3	Presupuesto de la línea localizada	49
II.6.4	Presupuesto primario del diseño final	49
II.6.5	Presupuesto de los drenajes	50
II.6.6	Presupuesto de base	50
II.6.7	Presupuesto de sub-base	50
II.6.8	Presupuesto de la colocación de capa de rodadura	51
II.6.9	Presupuesto de puentes	51

II.6.10	Presupuesto de pasos a desnivel	52
II.6.11	Presupuesto de la señalización	52
II.6.12	Presupuesto total del tramo Sur I	53
CONCLUSIONES		vii
RECOMENDACIONES		ix
BIBLIOGRAFÍA		x
ANEXOS		xii

## GLOSARIO

**Autopista:**

Supercarretera con control total de acceso.

**Carretera:**

Es toda facilidad que se le da al tránsito público, para su movilización y está construida dentro de los límites del derecho de vía.

**Congestión:**

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

**Corredor Radial:**

Son aquellas arterias que sirven como principales vías de acceso y/o salidas de la ciudad y cuya intensidad de tránsito es alta.

**Pavimento:**

Parte de la calzada que tiene una superficie construida para facilitar la circulación de vehículos.

**Período de Diseño:**

Es el número de años esperado para que la nueva intersección quede saturada , no debe confundirse con vida útil del pavimento

**Tránsito:**

Todos los tipos de elementos utilizados para transportar bienes o personas juntamente con su carga, individualmente o en conjunto y también los peatones, cuando usan una calzada con el propósito de transporte o viaje.

**Tránsito Promedio Diario:**

Es el volumen de tránsito diario promedio registrado, en un punto de la red de las calles de la ciudad.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta a continuación, consiste en desarrollar el anteproyecto del PERIFÉRICO METROPOLITANO tramo SUR I, como una alternativa de solución al problema de tránsito, en la ciudad capital.

La ciudad de Guatemala ha tenido un exagerado y desordenado crecimiento, tanto en el aspecto poblacional como en el sistema de transporte, liviano y pesado, las vías de comunicación no son capaces de desalojar eficientemente al tránsito interno, adicionalmente se tiene el transporte que va de paso, agudizando más el congestionamiento. Por lo que es de vital importancia la construcción de corredores radiales, que faciliten el transporte y contribuyan a descongestionar el área metropolitana.

El estudio realizado consiste en: Descripción de la áreas favorecidas con este tramo, vías de comunicación existentes, tipo de suelo, estudios socioeconómicos, uso actual y potencial del suelo, condiciones geológicas, tipos de gabaritos típicos, señalización, obras accesorias y una estimación primaria de costos globales.

OBJETIVOS

- Desarrollar el anteproyecto del Anillo Periférico Metropolitano Tramo Sur I, como una alternativa al problema de tránsito en la ciudad capital y municipios circunvecinos.
  
- Proponer los mecanismos, para mejorar y descongestionar las vías de comunicación existentes.
  
- Identificar los proyectos de tránsito, que puedan ser ejecutados a mediano plazo, para realizar estudios de factibilidad y estudios de ingeniería, como base de un programa de tránsito a largo plazo.



### JUSTIFICACIÓN

Al observar rápidamente el estado vehicular en las principales calles y avenidas y compararlo con el desordenado crecimiento de la urbe capitalina, se puede ver que los motivos de más peso por los que ha colapsado la red vial en la ciudad capital son:

- a) Inmigración interna que se produce desde la época del terremoto de 1,976 a la fecha.
- b) Falta de parqueos y mala ubicación de industrias, que producen tránsito únicamente de paso.
- c) Falta de reglamentación de los vehículos rodados (importados de E.U.A de segundo uso).
- d) Las malas políticas y deficiente intervención del Departamento de Tránsito.
- e) Colapso del sistema de semaforización.

Con base a lo expuesto anteriormente el Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la municipalidad de la ciudad de Guatemala, plantea como prioridad principal aportar soluciones adecuadas al problema de tránsito del área metropolitana, es decir, la ciudad capital y los municipios colindantes.

## ANTECEDENTES

El crecimiento de la ciudad de Guatemala durante las últimas décadas ha sido tal, que muchos de los servicios básicos que debe prestar la municipalidad son insuficientes e ineficientes, uno de éstos es el sistema de vías de comunicación, a pesar de las constantes ampliaciones y nuevas construcciones que la municipalidad ha implementado, no son capaces de desalojar el tránsito que se genera en la ciudad, este tránsito se ve incrementado considerablemente, por el tránsito que va de paso y que obligadamente tiene que pasar por la ciudad, por no haber vías alternas que eviten este paso obligado, en tal sentido es de vital importancia que la municipalidad de Guatemala, desarrolle los proyectos necesarios tendientes a resolver esta problemática, siendo uno de ellos el Periférico Metropolitano, con este proyecto se pretende que todo el tránsito que va de paso tome la ruta alterna y no atraviese la ciudad.

## HIPÓTESIS

La ciudad de Guatemala ha tenido un crecimiento exagerado, tanto en el aspecto poblacional como el sistema de transporte: Liviano y Pesado, esto ha ocasionado que las vías de comunicación se vuelvan ineficientes e insuficientes para desalojar al tránsito que se genera, además hay que agregar que por la ciudad de Guatemala pasa todo el tránsito, que va de paso hacia los diferentes puntos comerciales e industriales de la República. Esto da lugar a que el tránsito tenga características de crisis, sobre todo en las horas pico. Por lo que es de suma importancia desarrollar un proyecto que plantee una alternativa para desalojar el tránsito que va de paso, evitando que atraviese la ciudad capital, siendo en este caso el Periférico Metropolitano, con lo cual se generará muchos beneficios a la ciudad de Guatemala.



## CAPÍTULO I INVESTIGACIÓN

### I.1 ANÁLISIS ACTUAL DE LAS REGIONES INVOLUCRADAS

#### I.1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS PERIFÉRICO METROPOLITANO, TRAMO SUR I Y CIUDAD DE GUATEMALA

La ciudad de Guatemala capital de la República, fue fundada el 2 de enero de 1776, en el Valle de La Ermita o de La Asunción, su extensión es de 250 km<sup>2</sup>.

Limita al norte con los municipios de Chinautla y San Pedro Ayampuc; al sur con los municipios de Santa Catarina Pinula, San José Pinula y Fraijanes; al oriente con el municipio de Palencia; y al occidente con el municipio de Mixco.

La altura de la cabecera del municipio, es de 1,499 metros sobre el nivel del mar. Latitud 14°38'29"', longitud 90°30'47"'.

Las distancias de la cabecera del departamento a los municipios de su jurisdicción, son las siguientes:

De Guatemala a:

Amatitlán	28 Kms.
Chinautla	12 Kms.
Chuarrancho	38
Fraijanes	28 "
Mixco	18 "
Palencia	32 Kms.
Petapa	20 "

San José del Golfo	30	"
San José Pinula	22	"
San Pedro Ayampuc	23	"
San Juan Sacatepéquez	31	"
San Raymundo	41	"
Santa Catarina Pinula	15	"
Villa Canales	21	"
Villa Nueva	16	"

En la ciudad capital se asientan: 1 ciudad, 15 aldeas, 18 caseríos, 30 parajes, 129 fincas, 54 granjas, 8 labores, 14 sitios arqueológicos y 25 zonas.

#### **I.1.1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA**

San José Pinula es uno de los poblados más antiguos del valle de Pinula, mencionado por Fuentes y Guzmán en su obra "Recordación Florida". El municipio data desde tiempos de la colonia y según el autor mencionado, la etimología del nombre proviene de la voz pipil "pinul = harina o pinole y de Já = Agua:.

El Municipio es uno de los diecisiete que integran el departamento de Guatemala, creado por Acuerdo Gubernativo del 1 de octubre de 1886. Sus colindancias son: al norte con Palencia, Guatemala; al este con Mataquescuintla, Jalapa; al sur con Santa Rosa de Lima, Santa Rosa; al oeste con Fraijanes, Santa Catarina Pinula y Guatemala, Guatemala; su extensión territorial es de 220 Kms<sup>2</sup>.

La cabecera municipal se encuentran en un pequeño valle en las faldas noroeste de la sierra que tradicionalmente se ha llamado "de canales"; su altura varía de 1752 a 2450 M.S.M., latitud  $14^{\circ} 32' 48''$  y longitud  $90^{\circ} 24' 42''$ .

De la capital por la carretera interamericana CA-1 al suroeste, a la aldea Don Justo hay aproximadamente 17 Kms., donde por la ruta nacional 18, rumbo suroeste a la cabecera municipal son 5 Kms.

La topografía del terreno es irregular; el municipio cuenta con varios cerros y montañas de considerable elevación, denominadas: "Las Nubes", "El Colorado" y "Cerro Lindo"; cuenta además con caminos y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre si y con municipios vecinos; el municipio tiene un pueblo, seis aldeas y veintiséis caseríos. La cabecera con categoría de pueblo tiene dos caseríos: El Durazno y el Manzano. Las aldeas son: Ciénaga Grande, Contreras, El Colorado, El Platanar, Las Anonas y Santa Inés Pinula.

San José Pinula tiene un clima templado, con invierno benigno, húmedo por la gran vegetación de sus bosques; registra una temperatura mínima de 12.5 grados centígrados y una temperatura máxima promedio de 21.6 grados centígrados; llueve regularmente durante más de 96 días al año, con una precipitación pluvial media anual de 1,285 milímetros.

## I.1.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

### I.1.2.1 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA

El municipio de San José Pinula cuenta según proyecciones, basadas en el censo de población de 1994 con 24,469 habitantes, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

**TABLA No. 1**

1. VIVIENDAS	2. POBLACIÓN		
	TOTAL	URBANO	RURAL
TOTAL.....	4,551		
Particulares.....	4,527		
Ocupados.....	4,052		
Desocupados.....	475		
Colectivos.....	24		
1.1 CON INSTALACIÓN A RED DE			
Agua.....	1,384		
Drenaje.....	364		
Energía Eléctrica.....	1,961		
1.2 TIPO DE LOCAL			
Casa corriente.....	3,892		
Apartamento.....	73		
Cuarto casa de vecindad			
65Rancho.....	76		
Casa Improvisada.....	416		
		TOTAL	
		24,469	8,639
			15,830
		Hombres.	12,209
			4,189
			8,020
		Mujeres.	12,260
			4,450
			7,810
		2.1 GRUPOS DE EDAD	
		0-4.....	4,125 Hab.
		5-9.....	3,742 Hab.
		10-14.....	3,278 Hab.
		15-19.....	2,690 Hab.
		20 ó más.....	10,634 Hab.
		2.2 ALFABETISMO	
		Alfabeta.....	12,522
		Analfabeta.....	5,632
		Ignorado.....	164
		2.3 GRUPO ÉTNICO	
		Indígena.....	388
		No Indígena.....	24,069
		Ignorado. . . . .	12

**1.1.2.2 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS MONOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA**

El municipio de Santa Catarina Pinula cuenta según proyecciones, basadas en el censo de población de 1994 con 38,609 habitantes, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

**TABLA No. 2**

1. VIVIENDA	2. POBLACIÓN
TOTAL.....7,274	TOTAL URBANO RURAL
Particulares.....7,264	TOTAL....38,609 11,210 27,399
Ocupados.....6,570	Hombres. 19,164 5,545 13,619
Desocupados..... 694	Mujeres. 19,445 5,726 13,719
Colectivos..... 11	
1.1 CON INSTALACIÓN A RED DE	2.1 GRUPOS DE EDAD
Agua.....2,062	0-4.....5,712 Hab.
Drenaje..... 201	5-9.....5,235 Hab.
Energía Eléctrica.....4,565	10-14.....4,665 Hab.
	15-19.....4,032 Hab.
1.2 TIPO DE LOCAL	20 ó más.....18,965 Hab.
Casa corriente.....6,008	2.2 ALFABETISMO
Apartamento..... 38	Alfabeta.....22,613
Cuarto casa de vecindad 196	Analfabeta.....5,417
Rancho..... 36	Ignorado..... 341
Casa Improvisada..... 982	2.3 GRUPO ÉTNICO
Otro tipo..... 4	Indígena..... 552
	No Indígena.....38,009
	Ignorado..... 48



### I.1.3 ACTIVIDAD ECONÓMICA

Dentro de los aspectos económicos de estos municipios su principal fuente de producción es la agricultura; en la que se cultiva maíz, frijol y un poco de café; en el aspecto industrial se citan la elaboración de productos lácteos, fabricación de ladrillos, tejas e industrias de tipo doméstico. Existe también crianza de ganado bovino y porcino, de significativa importancia a nivel nacional.

### 1.1.4 SERVICIOS PÚBLICOS

Dentro de los servicios con que cuenta la población de Santa Catarina Pinula están: Escuela de nivel primaria y básicos, puesto de salud que atiende sólo primeros auxilios y jornadas de vacunación, servicio de energía eléctrica, oficina de correos, estación de policía, servicio de agua potable directamente en las viviendas y en chorros públicos, así como drenajes pluviales, servicio urbano de autobuses de la capital a la cabecera de Santa Catarina Pinula; así como servicio telefónico.

Con respecto a la población de San José Pinula, cuenta con: agua potable tanto en la viviendas como chorros públicos, drenajes de tipo pluvial, energía eléctrica, mercado municipal, rastro municipal, correos y telégrafos, servicio telefónico, puesto de primeros auxilios del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social - I.G.S.S.-, un centro de salud que atiende sólo primeros auxilios y

jornadas de vacunación, una escuela de educación primaria y un cementerio general.

#### 1.1.5 CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Al hacer una retrospectiva de la ciudad capital, es fácil observar que muchos de los problemas actuales vienen de la manera en que fue diseñada, la cual consiste en un sistema ortogonal de norte a sur y este a oeste, características que determinaron las estructuras presentes.

Hay que señalar que desde la fundación de la capital hasta la revolución de octubre de 1944 el índice de crecimiento económico y por ende industrial fue estático y variaba conforme al crecimiento de la población. La revolución de 1944, tuvo una orientación democrático-popular, que dependió en gran parte de la burguesía y permitió el surgimiento de un proceso enfocado hacia el capitalismo, cambiando los modelos de producción, dando gran auge al proceso de industrialización.

También en este período se construyeron hidroeléctricas así como la construcción de carreteras, situación que facilitó la migración interna hacia la ciudad. Esta situación provocó que se extendiera la capital a niveles en los cuales todavía se desarrollaron los modelos planificados por la Municipalidad, es decir, que el crecimiento de la ciudad en todos sus aspectos fue de una forma escalonada y constante.

El problema urbano empezó realmente, cuando ocurrió el terremoto que azotó el país en febrero de 1976, en el cual bastantes familias provenientes del área rural se asentaron en la capital, fundando asentamientos humanos, provocando un crecimiento desordenado en la región metropolitana, sin un plan de desarrollo adecuado e integral para solucionar todos los problemas metropolitanos.

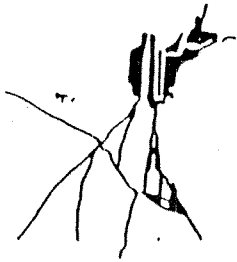
En la gráfica de la página siguiente se muestra la evolución y crecimiento desordenado que ha tenido el área metropolitana desde el año de 1800 hasta el año de 1990.



1800



1850



1900



1950



1970



1990

CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

### 1.1.6 INVENTARIO FÍSICO DEL SISTEMA VIAL

Las calles más importantes en la capital de Guatemala tienen por lo general 6 carriles; divididas por área verde central. En algunas colonias, las arterias son de 4 carriles divididos, pero la mayor parte son de 2 carriles, de 9 metros de ancho, que se utilizan en sistemas de 1 vía, que en total se compone de 1135 km, aunque en la Tabla No. 3 se observa que todavía 307 km están sin pavimentar y de los 613 km que están pavimentados en toda la capital de Guatemala hay 190 que pertenecen a colonias privadas, donde el tránsito no es contabilizado por ser su paso demasiado intermitente.

TABLA No. 3

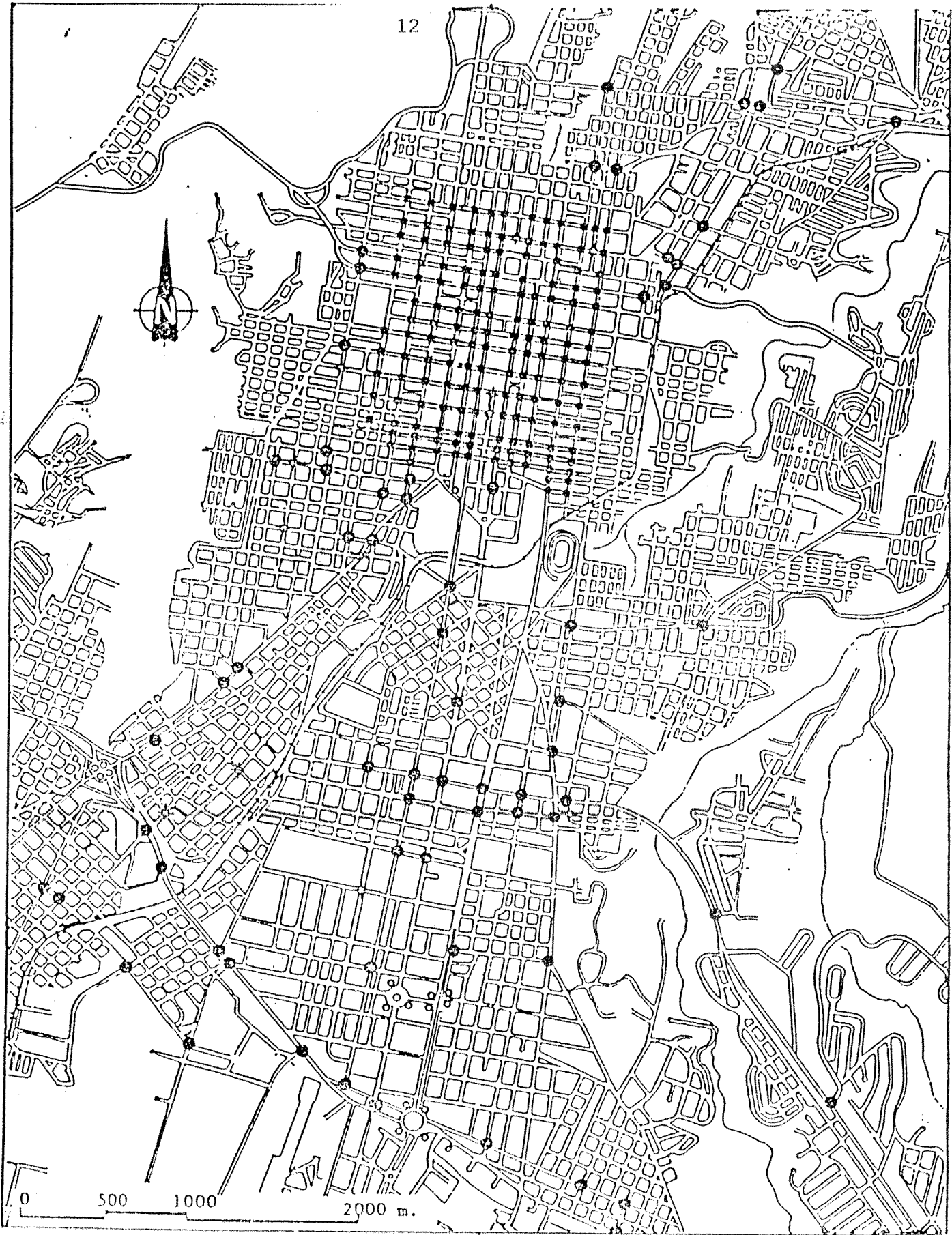
#### RESUMEN DEL INVENTARIO DE CALLE (en kilómetros)

CLASIFICACIÓN DE CALLES							
Tipo Pavimento	V. Ped	Autopista	Arterial	Colectora	Centro	Local	Total
Asfalto	543	12	86	99	20	395	613
Concreto	153	--	30	26	48	78	182
Bloques de Concreto	23	--	2	1	--	25	28
Concreto Asfáltico	43	--	11	--	2	2	5
Sin Pavimentar	273	--	2	16	7	282	307
Totales		12	121	142	77	782	1135
V. de la Ped		13	113	123	79	693	

**TABLA No. 4**  
**SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN**

TIPO DE SEMÁFORO	NÚMERO
Semáforos sincronizados	161
Semáforos intermitentes	4
Semáforos Independientes:	
Del tipo suspendido	75
Del tipo ménsula	3
Del tipo pedestal	15
Luz intermitente independiente	10
<b>TOTAL</b>	<b>268</b>

**Semáforos** En la tabla No. 4 se puede apreciar que el departamento de tránsito de la Policía Nacional, que es el encargado de la implementación del sistema de semáforos en la ciudad de Guatemala, lleva periódicamente datos estadísticos de la ubicación de éstos, así como del tipo de semáforo, es necesario comentar que en un sistema vial se necesita un semáforo por cada 45 vehículos; por lo que la ciudad capital necesita aproximadamente 6,700 semáforos ,de lo que resulta obvio observar que se tiene un déficit de un 96 % en lo que respecta a los semáforos.



SEMAFOROS EN CIUDAD DE GUATEMALA

TABLA No. 5

**NÚMERO DE ESTACIONAMIENTOS**

ZONA	TIPO DE PARQUEO		SUBTOTAL
	PÚBLICO	PRIVADO	
1	237	161	398
4	88	102	190
9	314	29	343
10	333	13	346
TOTAL	912	305	1277

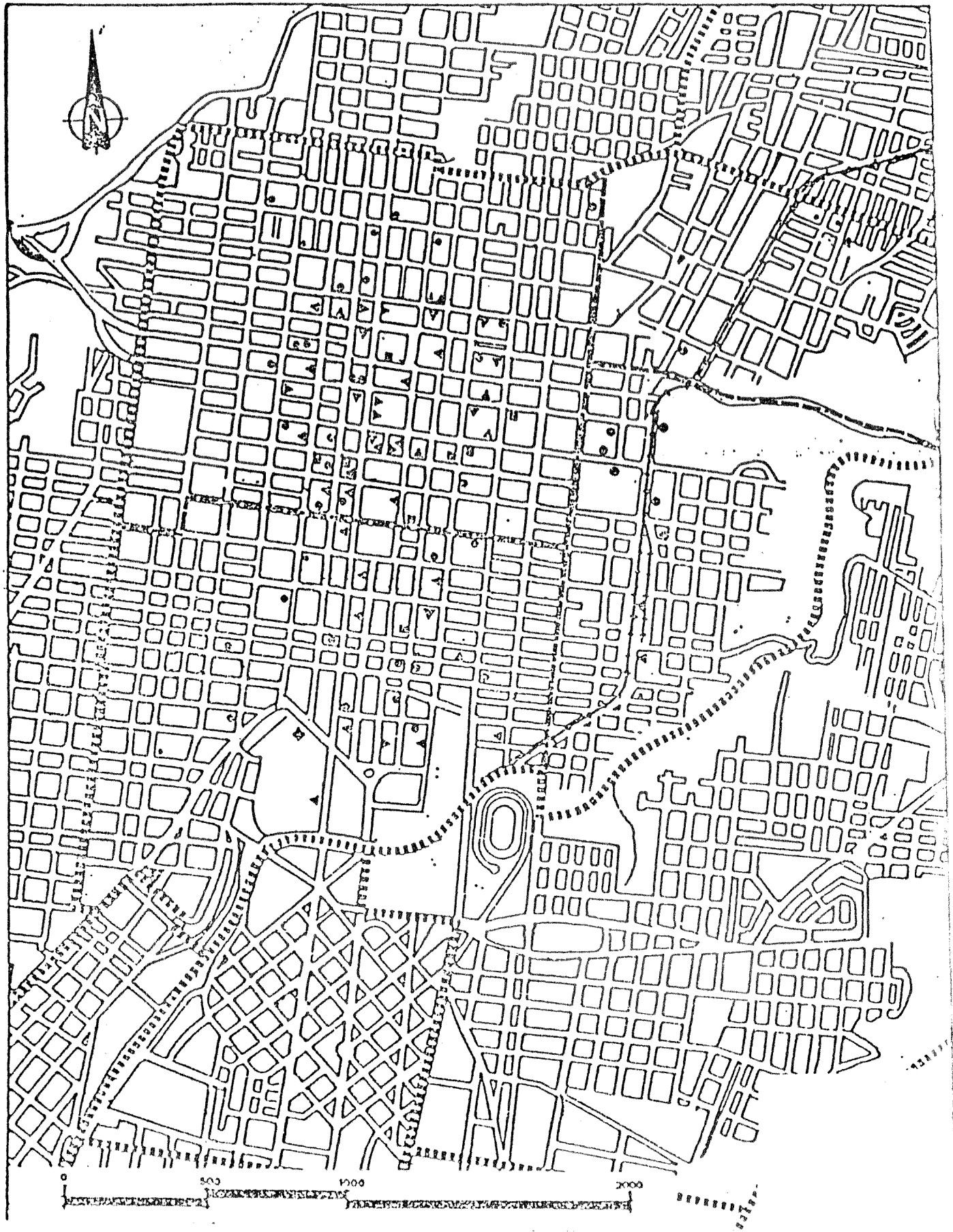
/Excluidos estacionamientos ilegales.

**Estacionamientos:** En la tabla No. 5 se describe el conteo que la Municipalidad Capitalina realizó para determinar el número exacto de estacionamientos legales, donde su capacidad promedio es de 17.3 vehículos/estacionamiento, por lo que el número potencial de vehículos estacionados es de 22,092.

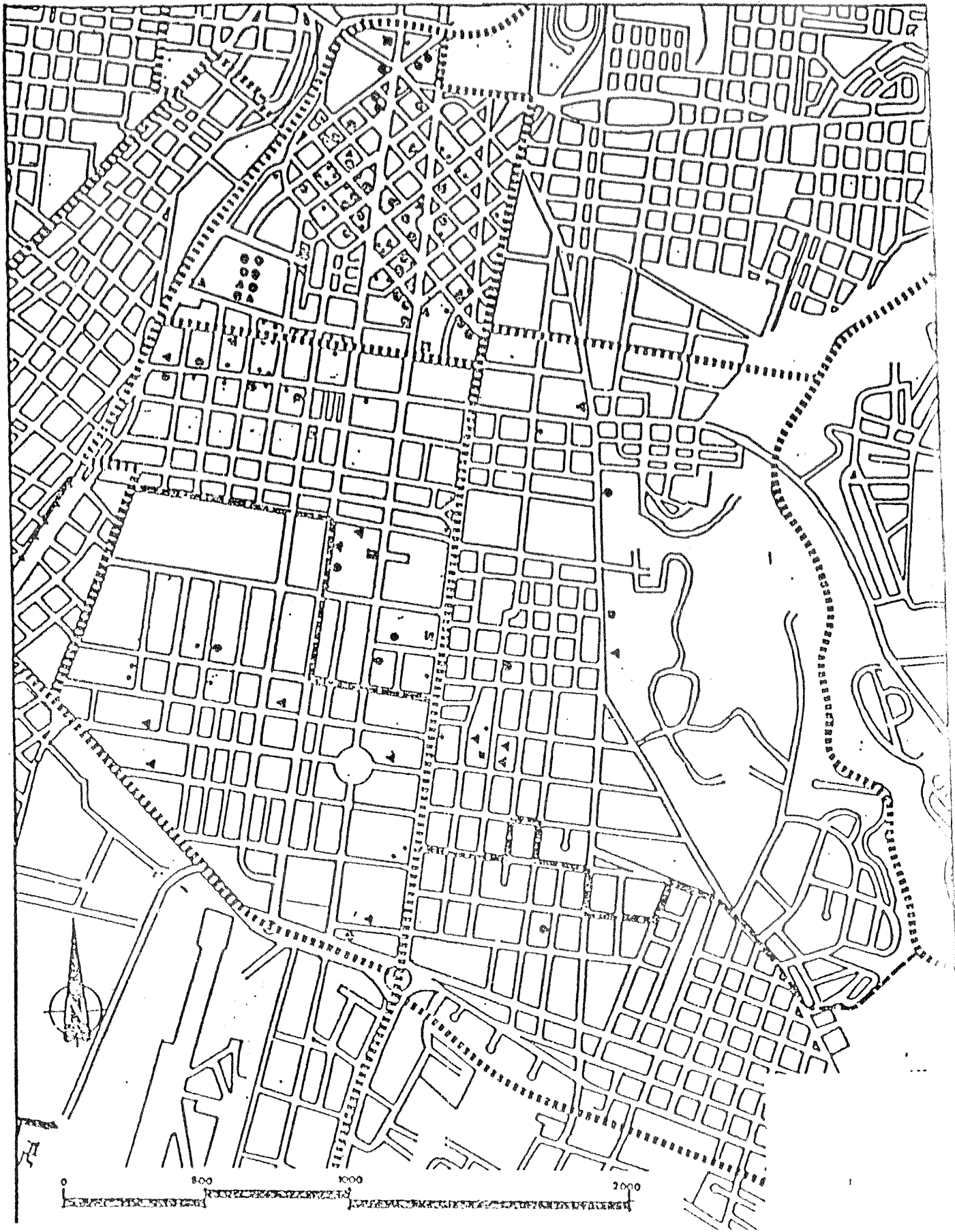
Es importante saber que según proyecciones de expertos en el ramo es que el 25% del número total de vehículos en una zona urbana debe ser reservada para estacionamientos, es decir, que en la capital de Guatemala debiese de haber estacionamientos para 75,750 vehículos, por lo que según estas proyecciones hay un déficit del 30%.

La localización de los estacionamientos en el área metropolitana se encuentra indicada en las gráficas No.5 Y 6





LOCALIZACION DE PARQUES



LOCALIZACION DE PARQUEOS

### I.1.7 IMPACTO AMBIENTAL

La creciente tenencia y uso de vehículos particulares y de transporte público (causado por el constante crecimiento de la población), implica que el área metropolitana sea afectada por el ruido del tránsito, la contaminación y por el exceso de vehículos, es necesario realizar estudios periódicos ambientales para analizar las consecuencias a las cuales están expuestos los habitantes y su entorno ecológico.

Por lo anteriormente expuesto la municipalidad de Guatemala, realizó un estudio sobre la polución del aire y niveles de ruido en 10 puntos de la ciudad capital que fueron:

<u>PUNTO</u>	<u>LOCALIZACIÓN</u>
1	Estación de Bomberos (Anillo Periférico)
2	Escuela Lindo Arco iris (Nueva Monserrat)
3	Gasolinera Shell (Zona 7, carretera Roosevelt)
4	Central de Mayoreo (Zona 12, Villa Lobos)
5	Gasolinera Shell (Zona 12, Avenida Petapa)
6	Taller de Empagua (Zona 7, Colonia Landivar)
7	Burguer King (Zona 18, Metronorte)
8	Planta Metropolitana de Gasolina (Final Avenida Petapa)
9	Terminal de Buses (Zona 4)
10	Municipalidad de Guatemala (Zona 4)

**a) Polución del Aire**

El vehículo de motor emite una gran cantidad de contaminantes, algunos de los cuales son dañinos para la salud, afectan la vegetación y son desagradables. Los contaminantes potencialmente significativos son el monóxido de carbono, el plomo, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos. Las emisiones de los vehículos producen 55 por ciento de los hidrocarburos y casi todo el plomo, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno.

El humo del diesel es particularmente notorio en la Ciudad Capital de Guatemala debido a la alta proporción de vehículos movidos por dicho combustible que circula en las calles. Los buses y los camiones pesados, que en su mayoría operan con éste, y algunos automóviles y camiones livianos que también usan diesel, forman gran parte de la flota de vehículos que crean condiciones sucias y desagradables; sin embargo, las emisiones del diesel son menos tóxicas que las de la gasolina. Estas condiciones mejorarían considerablemente si los motores a diesel recibieran un mantenimiento adecuado. La única forma práctica para lograr un reducción significativa de la contaminación del aire por el tráfico, consiste en limitar las emisiones de la fuente. Sin embargo, un mayor uso de vehículos diesel, junto con mejoras en el mantenimiento y una reducción del volumen de los motores de gasolina, ayudarán a mejorar la pureza del aire.

\* Partículas sólidas en suspensión: se encuentran en la atmósfera y están conformados por materias orgánicas e inorgánicas. Puede ser encontrado en el aire ambiental, polvo, humo y otros aerosoles, este material; puede ser producido por combustión de materiales fósiles, generación de energía, suelos, incendios, erupciones volcánicas y polen.

Este contaminante ( partículas sólidas en suspensión) produce deficiencias respiratorias, tos e irritación en los ojos, entre otros.

TABLA No. 6

\* Partículas sólidas en suspensión (unidad; mg/m<sup>3</sup>)

<sup>1</sup> PUNTO	DATO 1	DATO 2	DATO 3
1	370	384	407
2	316	301	332
3	129	130	134
4	83	88	92
5	406	420	412
6	270	293	334
7	339	345	358
8	2265	1995	2575
9	213	211	205
10	243	354	378

Promedio aceptable en Estados Unidos de América: 50 mg/m

<sup>1</sup> ver ubicación en página # 16.

La tabla anterior muestra que en promedio se está arriba 600% de la norma norteamericana, por lo que es necesario reglamentar sobre la materia, así mismo hay que hacer notar que el punto que está fuera de control se localiza al final de la avenida Petapa.

\*\* DIÓXIDO DE NITRÓGENO: Su principal fuente, son los procesos de emisión tanto de fuentes móviles como estacionarias. Es considerado uno de los principales causantes de la lluvia ácida en cada una de las zonas urbanas e industrializadas. La exposición de este contaminante incrementa la susceptibilidad a infecciones respiratorias, disminuye la eficiencia respiratoria y la función pulmonar en asmáticos.

TABLA No. 7

\*\* DIÓXIDO DE NITRÓGENO (unidad: mg/m<sup>3</sup>)

PUNTO	DATO 1	DATO 2	DATO 3
1	241	259	275
2	97	104	119
3	129	138	165
4	68	72	87
5	234	238	244
6	164	172	183
7	239	246	267
8	146	154	190
9	123	135	152
10	205	216	224

Promedio aceptable en Estados Unidos de América: 100 mg/m<sup>3</sup>.

Esto significa que el Dióxido de Nitrógeno en promedio está por arriba de los índices permitidos en los Estados Unidos en un 64.6%, así mismo hay que hacer notar que el punto que está fuera de

control es Villa Linda .

\*\*\* MONÓXIDO DE CARBONO: Gas incoloro e inodoro que se produce por la combustión incompleta de los hidrocarburos, esto reduce la capacidad de transporte de oxígeno a las partes vitales del cuerpo humano, afectando principalmente el sistema cardiovascular y nervioso. Altas concentraciones de este contaminante causan visión borrosa, dolor de cabeza y fatiga.

**TABLA No. 8**

\*\*\* MONÓXIDO DE CARBONO

PUNTO	DATO 1	DATO 2	DATO 3	PROMEDIO
1	253	260	267	260
2	91	98	107	99
3	148	154	159	154
4	79	86	93	86
5	237	241	249	242
6	180	186	194	187
7	250	255	262	256
8	171	177	194	181
9	136	141	145	141
10	221	229	237	229

Promedio aceptable en Estados Unidos de América: 80 mg/m<sup>3</sup>. Esto significa que el Monóxido de Carbono está por arriba de los índices permitidos en de Estados Unidos, en un 119.37%, así mismo el punto más contaminado resulta ser otra vez el punto 1 (VILLA LINDA) .

**b) Ruido**

Dentro de las características del tránsito que afectan el nivel de ruido están: el volumen, la composición y la velocidad, todos los cuales se ven modificados por los efectos de las pendientes. La distancia, la atenuación por el terreno y el aislamiento afectan el ruido que puede percibirse.

Está claro que las mejoras al ambiente, desde el punto de vista de un especialista en el tema, pueden ser logradas concentrando el tránsito 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/hora, creando niveles de ruido mayores de 78 decibeles.

El alejarse de la calle y la utilización de barreras de sonido modifican apreciablemente 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 del suelo se reduce a 73 decibeles en comparación con los 83 decibeles a la orilla de la autopista. La adición de una pantalla acústica de 3 metros reduce el ruido a unos 62 decibeles a 15 metros de la orillas.

La Tabla 9 proporciona los niveles máximos deseables para el 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. El control del ruido se logra con más facilidad desde la etapa de planificación en que las áreas ambientales pueden ser demarcadas y se estimula el tránsito a usar desvíos o corredores menos sensitivos.

TABLA No. 9		
MÁXIMOS NIVELES DE RUIDO DESEABLES		
LUGAR	medido en dB (a)	
	DÍA	NOCHE
Residencias Áreas Suburbanas	45	35
Áreas Urbanas muy concurridas	50	35
Auditorios	30	
Salones de Clase:		
- Edificios nuevos	45	
- Edificios existentes	55	
Oficinas:		
- Privadas	45-50	
- Generales	55-60	

Fuente Laboratorio de Investigaciones del transporte, Londres, 1972

La tabla No. 10, muestra los resultados del estudio que realizó la municipalidad de Guatemala.

TABLA No. 10										
NIVELES	HORA	P U N T O S								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	(7:00)	85	59	73	57	81	70	79	76	75
2	(8:00)	80	58	73	56	80	68	81	67	80
3	(9:00)	86	58	74	63	78	65	82	69	76
4	(10:00)	81	58	75	67	80	72	80	66	74
5	(11:00)	80	58	75	67	83	70	80	66	75
6	(12:00)	80	58	75	65	81	71	82	67	75
7	(13:00)	77	57	74	66	81	72	80	66	75
8	(14:00)	80	58	74	65	80	70	81	67	73
9	(15:00)	81	57	74	58	81	73	82	67	76
10	(16:00)	81	57	74	55	83	75	81	66	74
11	(17:00)	80	63	74	56	80	75	82	64	77
12	(18:00)	80	63	75	63	81	75	82	65	77
	PROMEDIO	81	59	74	62	81	71	81	67	76

De la tabla anterior se puede observar, que en todos los puntos analizados se exceden los niveles de ruido permisibles, según las normas del Departamento Ambiental de Laboratorio de Investigaciones de Transporte y Carreteras de Inglaterra, resulta obvio analizar que se está un 50 % arriba del promedio aceptable en Inglaterra, por lo que es necesario legislar sobre la materia,

también hay que tomar en cuenta el punto 3 (calzada Roosevelt), que es el que está fuera de control.

### **I.1.8 IMPACTO SOCIOECONÓMICO**

#### **I.1.8.1 ANÁLISIS DE LA POTENCIAL PLUSVALIA DE LA TIERRA**

Para efectos de planificación, el aumento en el valor de la tierra debe expresarse en función de las características demográficas para poder prever las exigencias de movilización y los cambios que se efectuarán en el uso del suelo

En la actualidad no existe un plan general para el uso de la tierra que sirva de guía. Al crecimiento urbano en el área de estudio y parámetros económicos que sirvan como base para poder cuantificar su valor actual y futuro en el caso de expropiar terrenos, donde se localizará el tramo sur I, por lo tanto al inicio del proyecto se perjudicará de manera directa a los vecinos de esas localidades, pero a mediano plazo beneficiará a la población del área metropolitana en general.

##### **I.1.8.1.1 ANÁLISIS AL INCREMENTO EN EL COSTO DE LA TIERRA**

El área de estudio, que comprende los municipios de San José Pinula y Santa Catarina Pinula, se encuentra localizada en una región que ha tenido un gran auge habitacional de clase alta, por ende el precio del metro cuadrado de tierra es en la actualidad el más caro en el área metropolitana (Q. 1,200/m<sup>2</sup>), a pesar que los terrenos son en su mayoría de vocación agrícola y forestal,

estimándose que cuando se construya el proyecto su precio por metro cuadrado, aumentará en un 75% de su valor actual, por lo que la construcción de ese tramo tendrá que estar estimado en un tiempo no mayor de cinco años, para que el proyecto no resulte antieconómico.

#### **I.1.8.1.2 ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS DEL AUMENTO DEL COSTO DE LA TIERRA A LOS ACTUALES PROPIETARIOS**

Como se mencionó anteriormente, el uso del suelo, que es en su mayoría de vocación agrícola y forestal, cambiará radicalmente, para dar paso a urbanizaciones de mediana densidad y alto costo, así como distritos exclusivamente industriales y comerciales, que ayudarán a no imponer limitaciones en la planificación de un desarrollo urbano normal y descongestionará en buen grado el tránsito dirigido hacia la ciudad capital, en general los actuales propietarios tendrán que emigrar hacia zonas menos urbanizadas para seguir accediendo a su estilo de vida.

#### **I.2 MOVILIZACIÓN DE TRÁNSITO EN EL ÁREA METROPOLITANA**

La manera de distribución de rutas de tránsito en el área metropolitana es como se detalla a continuación:

##### **DIRECCIÓN NORTE:**

RUTA CA-9 o Calzada José Milla y Vidaurre; tiene un volumen de tránsito de 62,716 vehículos por día, de los cuales el 26.57% corresponde a transporte pesado y 23.55% a tránsito que va de paso,

y el resto o sea 49.88%, corresponde al tránsito habitual, que es el que realmente ocasiona congestionamiento en horas pico.

**DIRECCIÓN NOROESTE:**

- a) Ruta Nacional 5 o Calzada San Juan; tiene un volumen de tránsito de 55,931 vehículos por día, de los cuales el 29.84% corresponde a transporte pesado y 21.58% a tránsito que va de paso, y el 48.58% es el tránsito habitual.
- b) RUTA CA-1 o Calzada Roosevelt; tiene un volumen de tránsito de 88,879 vehículos por día, de los cuales el 13.30% corresponde a transporte pesado y 22.94% a tránsito que va de paso, mientras que el 63.76 corresponde al tránsito habitual.

**DIRECCIÓN SUR:**

- a) RUTA CA-9 o Calzada Aguilar Batres; tiene un volumen de tránsito de 72,142 vehículos por día, de los cuales el 24.77% corresponde a transporte pesado, 25.01% a tránsito que va de paso, y el restante 50.22% corresponde al tránsito habitual, que es el que ocasiona congestionamientos.
- b) Ruta Departamental 14 o Avenida de Petapa; tiene un volumen de tránsito de 61,302 vehículos por día, de los cuales el 30.58% corresponde a transporte pesado, 8.11% a tránsito que va de paso, y 61.31% al tránsito habitual, hay que observar que ésta es de las únicas autopistas que no es directamente afectada por el tránsito de paso.

**DIRECCION SURESTE:**

RUTA CA-1 ORIENTE (carretera a El Salvador); tiene un volumen de tránsito de 41,388 vehículos por día, de los cuales el 7.36% corresponde a transporte pesado, 6.91% a tránsito que va de paso, y 85.73% al tránsito habitual.

De la anterior información se puede concluir que la mayoría de vehículos que causa congestión es el de vehículos livianos que transitan habitualmente por esos corredores, por lo que es necesario abrir nuevos corredores exclusivos para este tipo de vehículos o dejarlo solo para los vehículos que van de paso.

**I.2.1. CAPACIDAD DE POBLACIÓN EN LAS ÁREAS DE DESARROLLO POR MUNICIPIO INVOLUCRADO**

**I.2.1.1 CAPACIDAD DE POBLACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA**

La capacidad de población va ligada íntimamente con el número de habitantes, el área de desarrollo y su área urbanizada, ya sea por expansión, inmediata o a largo plazo, en el caso del municipio de San José Pinula es como sigue:

POBLACIÓN 1994	CAPACIDAD DE POBLACIÓN		
	ÁREA URBANIZADA	EXPANSIÓN INMEDIATA	EXPANSIÓN A LARGO PLAZO
24,469 HAB	18,000 Ha	10,311 HAB	22,000 HAB

De lo anterior se puede decir, que el área urbanizada es muy poca comparada con la capacidad de expansión, ya sea inmediata o a largo plazo, pues también se tomó como área urbanizada el área en donde se ubican barrancos y quebradas, por lo que es fácil ver que el área urbanizada es menor

#### I.2.1.2 CAPACIDAD DE POBLACIÓN EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

POBLACIÓN 1994	CAPACIDAD DE POBLACIÓN		
	ÁREA URBANIZADA	EXPANSIÓN INMEDIATA	EXPANSIÓN A LARGO PLAZO
38,609 HAB	13,510 Ha	19,510 HAB	60,408 HAB

Hay que hacer notar que en el sector en que se encuentra este municipio, no tardará en ser absorbido por la ciudad capital y los valores de su capacidad de población podrían ser variables.

#### I.2.2. DENSIDAD DE POBLACIÓN EN LA CIUDAD DE GUATEMALA Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS

La densidad de población constituye una evidencia de la presión de los recursos humanos sobre la superficie realmente disponible, que en cierta medida es un indicador que tiende a ser válido para evaluar el impacto del crecimiento sobre el sistema de tránsito.

TABLA No. 11  
DENSIDAD DE POBLACIÓN 1994 - 2010

MUNICIPIO	AÑO	POBLACIÓN	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	DENSIDAD (HAB/KM <sup>2</sup> )
Guatemala	1,994	822,587	250	3,290.35
Guatemala	2,000	937,869	250	3,751.48
Guatemala	2,005	1,046,186	250	4,184.75
Guatemala	2,010	1,167,013	250	4,668.00
Santa Catarina				
Pinula	1,994	38,609	51	757.00
Santa Catarina				
Pinula	2,000	54,243	51	1,063.00
Santa Catarina				
Pinula	2,005	72,008	51	1,411.94
Santa Catarina				
Pinula	2,010	95,593	51	1,874.39
San José Pinula	1,994	24,469	220	111.22
San José Pinula	2,000	30,306	220	137.75
San José Pinula	2,005	36,220	220	164.64
San José Pinula	2,010	43,289	220	196.77

La Tabla 11, indica la densidad de población del año 1994 al año 2010, que en promedio es de 1386.19 Hab/km<sup>2</sup>.



### I.2.3. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (P.E.A.) POR ZONAS DE INFLUENCIA

Se define como población económicamente activa, a la parte de la población total que interviene en los procesos de creación de bienes y servicios.

Normalmente la edad de trabajar se fija de los 15 a los 64 años.

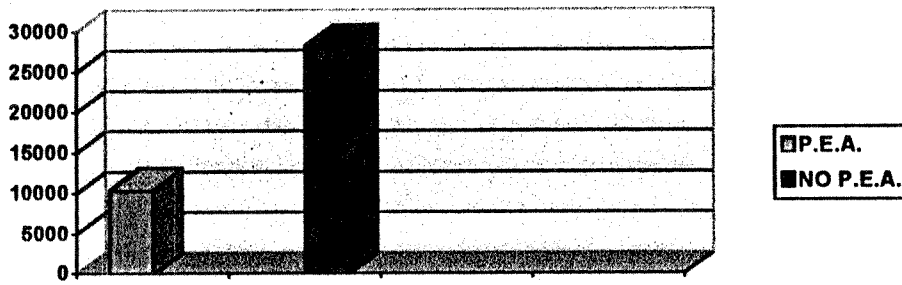
Este sector de la población para el municipio de Santa Catarina Pinula, se estimó para 1995 en 10,444 habitantes ó sea el 27.05% del total de la población, según el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.)

Para el municipio de San José Pinula, se estimó para el año en mención en 6,349 habitantes, ó sea el 25.95% de el total de la población.

### P.E.A. POR ZONAS DE INFLUENCIA

MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

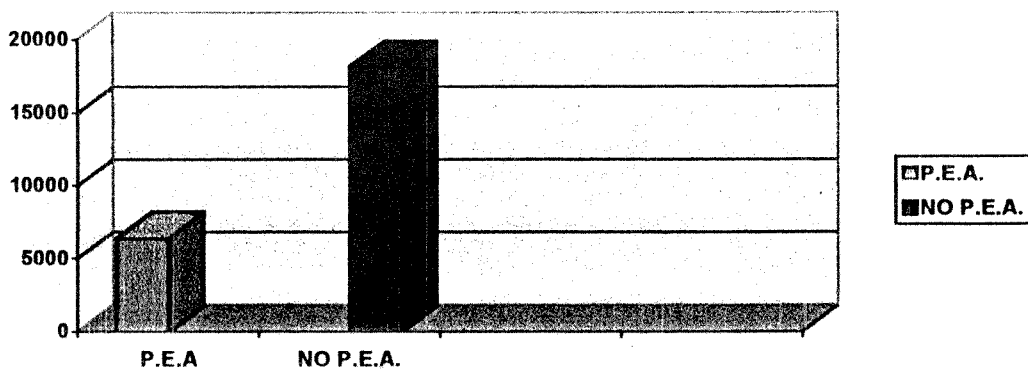
---



### P.E.A. POR ZONAS DE INFLUENCIA

MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA

---



#### **I.2.4. INGRESO PROMEDIO ANUAL POR FAMILIA**

En 1993, según información de la Secretaría General de Planificación Económica -SEGEPLAN-, se reportó que a nivel nacional los salarios medios nominales en promedio, fueron de Q. 8,141.39 per cápita, estimándose un incremento anual de 3.4% para los siguientes 5 años, por lo que es necesario que los fondos para construir este tramo, provengan del gobierno central; pues el ingreso promedio es muy bajo como para que los vecinos del lugar lo paguen.

#### **I.2.5 CRECIMIENTO DEL SISTEMA VIAL EN EL ÁREA METROPOLITANA**

El número de vehículos ha crecido constantemente a razón de un 7.8% promedio cada año. En 1995 existían 301,240 vehículos particulares en la ciudad. Si el número de automóviles sigue creciendo a ese ritmo, en el año 2010 habrán casi un millón de automóviles en las calles de la ciudad, trayendo consigo un aumento de los volúmenes de tránsito. Esto es algo que ya ha sucedido de 1976 al año en curso: El número de vehículos aumentó de 72,310 a 301,240 y los km de red vial de 978 a 1135. Por lo tanto hay 416.60 % más vehículos pero sólo 16% más vías. Por lo tanto, las condiciones de tránsito son deficientes. Esto se puede comprobar con los conteos de volumen de tránsito diario de 1976 a 1991. Por lo general, el volumen aumentó entre un 50 y 100%, excepto en las vías al poniente, donde se dieron aumentos de volumen de hasta

600%. Causa de esto fue la urbanización de grandes áreas en las zonas 7, 11 y Mixco en los últimos decenios.

En promedio, el 75.4% del tránsito indicado anteriormente circula de día y el resto de noche. En la hora pico, el volumen es en promedio el 8% del tránsito de todo el día, esto implica que es recomendable el uso de escalonamiento de horarios, porque sería la única forma de contrarrestar el crecimiento exponencial de vehículos en la zona metropolitana.

#### I.2.5.1 CANTIDAD DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES REGISTRADOS EN LA REPÚBLICA DESDE EL AÑO 1975 A LA FECHA.

La cantidad y porcentaje de vehículos por tipo de vehículo se ilustra en la Tabla No. 12

TABLA No. 12

TIPO DE VEHICULO	1,975		1,995		INCRE- MENTO %
	NÚMERO	%	NÚMERO	%	
Automóvil	97,118	70.94	433,815	82.96	346.70
Comercial	24,573	17.95	76,132	14.56	211.61
Urbano	8,870	6.48	3,380	0.64	-61.89
Oficial	6,348	4.63	9,603	1.84	51.30
TOTAL	136,909	100.00	522,930	100.00	281.95

En la tabla anterior, es notorio que el crecimiento de automóviles livianos no es acorde con el crecimiento de vehículos urbanos, pues el crecimiento de los mismos fue negativo.

**TABLA No. 13**

**VEHÍCULOS REGISTRADOS EN TOTAL**

**EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA , GUATEMALA EN 1,995**

PLACA	P.	A.	C.	CC.	CD.	M.	MI.	O.	TC.	TRC.	U.	IN	TOTAL
GUATEMALA	301,240	1,962	41,809	56	458	57,228	1,195	7,464	10,225	298	3,120	11	425,066

**I.2.6. SISTEMA PRINCIPAL DE TRÁNSITO EN EL ÁREA METROPOLITANA**

El sistema principal de tránsito (según los conteos realizados por la Municipalidad de Guatemala) es: El vehículo particular con el 70% de uso efectivo, seguido con las motocicletas con 9% de uso efectivo.

De lo anterior se concluye que el sistema particular es el que tiene más volumen de uso efectivo.

## CAPÍTULO II

### EJERCICIO PROFESIONAL

#### II.1 ACTUALIZACIÓN DE LA DENSIDAD DE VIVIENDA

Para diseñar nuevas carreteras es necesario actualizar la densidad de vivienda, pues indica el patrón utilizado en la tendencia del uso del suelo y define políticas económicas y viales.

En San José Pinula es de 21 viviendas/km<sup>2</sup>, donde es obvio ver que su densidad de vivienda es bastante baja.

En Santa Catarina Pinula es de 142 viviendas/km<sup>2</sup>, donde se observa que su densidad de vivienda es alta y su tendencia seguirá así por la cercanía con la ciudad capital, cambiando el uso de su suelo, proyectándose un crecimiento de un 10 % por año, por lo que es obvio ver que esta población será absorbida por la ciudad capital de Guatemala.

#### II.2 ACTUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE TRÁNSITO

Para estimar el movimiento de vehículos en el área Metropolitana, es necesario hacer conteos periódicos, llamados T.P.D.A., los cuales fueron hechos en octubre de 1,995, y que fueron realizados en los siguientes corredores: boulevard Vista Hermosa, bulevar Los Próceres y Avenida Petapa, Calzada San Juan, Calzada Aguilar Batres y Calzada Roosevelt, los conteos se observan más adelante, ya tabulados.

CORREDOR: BOULEVAR VISTA HERMOSA

ESTACIÓN N. LOCALIZACIÓN: BOULEVAR VISTA HERMOSA FINAL

SENTIDO: HACIA ZONA 5

FECHA: 27-10-95

Hora	Automóvil	Pickup	Camión liviano	Camión	Microbus	Bus	Moto	Otros
06:00/07:00	400	150	11	0	23	42	39	33
07:00/08:00	1,049	314	21	0	100	65	34	47
08:00/09:00	2,215	613	49	2	131	92	102	67
09:00/10:00	2,846	815	75	3	191	106	123	73
10:00/11:00	3,615	1,042	104	11	227	126	174	78
11:00/12:00	4,261	1,276	189	76	343	195	240	97
12:00/13:00	5,320	1,511	221	81	381	221	276	103
13:00/14:00	6,045	1,670	243	81	398	234	305	107
14:00/15:00	6,807	1,865	294	100	494	276	360	112
15:00/16:00	7,450	2,095	410	107	637	483	400	127
16:00/17:00	8,432	2,334	446	108	652	500	454	138
17:00/18:00	9,690	2,602	464	110	672	519	502	153
18:00/19:00	10,684	2,818	483	113	778	539	532	155
19:00/20:00	11,538	2,927	488	114	809	550	549	155
20:00/21:00	11,542	82	8		97	3	2	
21:00/22:00	11,935	2	1	1	119	4	4	
22:00/23:00	12,193	151	16	1	128	4	8	6
23:00/24:00	12,455	179	17	2	134	4	11	0
24:00/01:00	12,641	194	17	3	145	5	12	0
01:00/02:00	1,715	199	18	3	146	5	12	0
02:00/03:00	1,780	209	20	3	146	5	15	1
03:00/04:00	12,715	229	21	4	147	5	19	1
04:00/05:00	12,846	253	23	4	147	5	21	1
05:00/06:00	12,891	289	26	4	151	9	22	1

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

CORREDOR: BOULEVAR VISTA HERMOSA

ESTACIÓN N.: 10 "B" LOCALIZACIÓN BOULEVAR VISTA HERMOSA FINAL  
 NOMBRE DEL ENCUESTADOR:  
 SENTIDO: HACIA EL SALVADOR

FECHA: 27-10-95

Hora	Automóvil	Pickup	Camión liviano	Camión	Microbus	Bus	Moto	Otros
06:00/07:00	191	77	10	7	20	32	22	13
07:00/08:00	826	169	18	7	31	52	36	15
08:00/09:00	1,391	331	46	13	53	76	51	17
09:00/10:00	2,209	523	76	19	66	97	82	29
10:00/11:00	2,772	692	112	21	87	103	114	31
11:00/12:00	3,676	870	131	24	90	128	139	39
12:00/13:00	4,977	1,096	161	29	151	173	164	44
13:00/14:00	5,881	1,242	183	38	167	198	198	52
14:00/15:00	6,535	1,375	200	42	189	221	224	53
15:00/16:00	7,560	1,558	227	47	213	241	269	58
16:00/17:00	8,268	1,670	244	50	250	264	290	68
17:00/18:00	9,708	1,927	256	54	257	253	316	74
18:00/19:00	11,299	2,114	274	54	282	302	358	77
19:00/20:00	11,891	2,184	278	54	282	307	367	77
20:00/21:00	12,740	2,261	279	55	316	309	377	77
21:00/22:00	13,166	2,329	280	55	332	309	379	77
22:00/23:00	13,404	2,371	280	55	344	309	385	77
23:00/24:00	13,581	2,390	280	55	347	311	387	77
24:00/01:00	13,763	2,408	280	55	352	311	388	77
01:00/02:00	13,870	3,440	388	58	359	311	389	77
02:00/03:00	13,934	3,449	390	58	360	311	390	77
03:00/04:00	13,955	3,455	392	58	361	311	391	78
04:00/05:00	13,985	3,460	393	58	362	313	392	78
05:00/06:00	14,062	3,481	396	58	364	316	398	80



CORREDOR: BOULEVAR LOS PROCERES

LOCALIZACIÓN: 20 CALLE FINAL

ESTACIÓN N.

NOMBRE DEL ENCUESTADOR:

SENTIDO: LA ZONA 10

FECHA: 27-10-95

Hora	Automóvil	Pickup	Camión liviano	Camión	Microbus	Bus	Moto	Otros
06:00/07:00	80	30	3	26	1	32	15	6
07:00/08:00	178	58	8	46	2	79	76	17
08:00/09:00	317	113	21	81	4	129	95	20
09:00/10:00	476	162	41	132	6	178	117	24
10:00/11:00	586	209	52	168	10	215	129	28
11:00/12:00	683	240	60	209	11	253	134	29
12:00/13:00	798	249	67	262	12	297	146	30
13:00/14:00	904	311	76	306	14	341	163	34
14:00/15:00	1,047	355	84	363	15	382	187	34
15:00/16:00	1,203	406	95	47	16	428	200	42
16:00/17:00	1,315	465	104	423	19	459	217	47
17:00/18:00	1,430	511	107	474	19	491	228	57
18:00/19:00	1,529	535	110	503	21	510	235	59
19:00/20:00	1,576	548	113	513	23	527	238	59
20:00/21:00	1,646	558	118	521	23	540	246	59
21:00/22:00	1,695	570	124	524	30	545	246	59
22:00/23:00	1,734	573	127	526	34	546	252	59
23:00/24:00	1,759	579	128	527	35	547	252	59
24:00/01:00	1,805	583	130	528	35	547	252	59
01:00/02:00	1,826	586	130	528	37	547	252	59
02:00/03:00	1,833	588	132	528	37	547	253	59
03:00/04:00	1,844	588	132	528	38	549	254	59
04:00/05:00	1,856	591	135	259	40	549	254	59
05:00/06:00	1,860	600	138	529	41	560	258	62

CORREDOR: BOULEVAR DE LA 20 CALLE

ESTACIÓN N. LOCALIZACIÓN: 20 CALLE FINAL

NOMBRE DEL ENCUESTADOR:

SENTIDO: HACIA STA. CATARINA PINULA

FECHA: 27-10-95

Hora	Automóvil	Pickup	Camión liviano	Camión	Microbus	Bus	Moto	Otros
06:00/07:00	6	8	2	14	7	14	2	5
07:00/08:00	46	23	7	27	21	34	11	21
08:00/09:00	90	49	12	41	36	52	16	26
09:00/10:00	138	72	17	59	44	74	22	31
10:00/11:00	193	109	24	84	46	89	35	35
11:00/12:00	221	126	28	107	50	98	44	35
12:00/13:00	275	150	35	135	54	118	52	36
13:00/14:00	348	175	39	150	56	153	57	41
14:00/15:00	403	200	47	180	56	156	61	41
15:00/16:00	442	217	55	187	59	175	63	43
16:00/17:00	485	224	57	191	60	189	69	44
17:00/18:00	497	258	71	203	65	211	83	51
18:00/19:00	542	282	75	213	75	239	107	54
19:00/20:00	600	301	77	226	84	268	112	55
20:00/21:00	662	315	78	228	89	275	123	55
21:00/22:00	697	329	78	229	100	279	127	56
22:00/23:00	729	340	78	229	104	282	127	56
23:00/24:00	746	343	78	229	105	283	127	56
24:00/01:00	765	343	78	229	106	283	127	56
01:00/02:00	776	343	78	229	107	284	127	56
02:00/03:00	779	343	78	229	107	284	127	56
03:00/04:00	784	343	78	231	108	284	127	56
04:00/05:00	788	346	79	231	108	285	127	56
05:00/06:00	790	347	83	233	109	296	130	57

De los datos anteriores, nos damos cuenta de la crisis en que está sumida la ciudad capital, de que el diseño hecho para 2,000 vehículos por hora por carril ya colapsó, por ejemplo la calzada Roosevelt y la calzada Martí; y es aquí cuando hay necesidad de construir vías alternas, ampliar los corredores radiales, así como descentralizar o traslapar entidades públicas tales como aduanas, para impedir el tránsito de paso o viajes innecesarios al centro de la ciudad.

### **II.3 DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PROPUESTA**

Se propone construir una autopista de cuatro carriles (dos por vía) en el tramo SUR I, el cual se construirá con pavimento rígido, esto con el objetivo de separar el tránsito que va de paso, el tránsito pesado y el tránsito particular y así descentralizar el movimiento de vehículos que va hacia el centro de la ciudad.

#### **II.3.1 SELECCIÓN DE LA LÍNEA PRELIMINAR**

Entre las coordenadas geográficas:

Latitud  $16^{\circ}13'00''$  y  $16^{\circ}11'00''$

Longitud  $90^{\circ}25'30''$  y  $90^{\circ}30'30''$

Se inicia en la aldea El Platanar y Finca San Luis, del Municipio de San José Pinula, atravesando las aldeas Ciénaga Grande, Laguna Bermeja, Pepe Nance, El Pajón, Cerro, Tabacal, El

Manzano, Finca La Reforma, Puerta Parada, Finca Génova, Finca Magandí, Finca San José Canales, Riachuelo Panasequeque, La Nueva Concepción y Finca Villa Luz.

La longitud aproximada del tramo es de 9,600 mts. (9.6 Kms), entronca con Tramo Norte II, Tramo Sur I, y Tramo Intermedio. Sus características principales son: Topografía bastante quebrada, densidad de vivienda relativamente baja, y terrenos a expropiar para construir la carretera.

(VER ANEXO 1).

### II.3.2 GRADO DE PENDIENTES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

Los rangos de pendientes que resultan después de analizar la selección de línea preliminar, y por el tipo de topografía que presenta este tramo son:

Pendientes Máximas: 5 a 7%

Pendientes Mínimas: 1 a 4.9%

Las que están dentro de los rangos permisibles por la AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO).

### II.3.3 ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE SUELOS

Este suelo es arcilla areno-limosa, con una tenacidad bastante baja, dilatancia pobre y una humedad óptima del 16%, es importante señalar que no es necesario realizar bastantes cortes, pues, el

tramo Sur I está localizado en un valle, también está situado en un lugar donde hay bastantes bancos de materiales.

#### II.3.4 EVALUACIÓN GEOLÓGICA PRELIMINAR

En este tramo predominan rocas volcánicas, que incluyen tobas, coladas de lava, además rocas ígneas y metamórficas del cuaternario, que incluyen rellenos y cubiertas gruesas de cenizas pómez de origen diverso, por lo que en algunos tramos se hará conveniente estabilizar completamente la subrasante.

#### II.4 TIPOLOGÍA DE GABARITOS

#### II.4.1 PAVIMENTOS RÍGIDOS

Un pavimento rígido tiene como elemento estructural fundamental una losa de concreto. Ésta, se apoya sobre una capa de material seleccionado, a la que se le dá el nombre de base; 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 que la losa de concreto tenga un apoyo suficientemente uniforme y estable, como para garantizar que no quede localmente con falta de soporte; como 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/cm<sup>2</sup>.

Los factores que afectan el espesor de la losa son principalmente el nivel de carga que han de soportar, las presiones de inflado de las llantas y el número de vehículos, el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto que en ellas se utilice.

#### VENTAJAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO:

- El mantenimiento es menor.

- Se puede prescindir de sub-base.
- El tiempo de vida útil es mayor.

#### DESVENTAJAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO:

- El control de calidad mucho mayor.
- Se necesita de mano de obra calificada para su colocación.
- La inversión inicial es demasiado costosa.

#### **II.4.2 PAVIMENTOS FLEXIBLES**

En los pavimentos flexibles la superficie de rodamiento se logra mediante 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, congruentemente con los niveles de esfuerzos producidos por el tránsito, que sigue una ley en ese mismo sentido decreciente. En rigor, el problema de 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.

En algunas ocasiones puede convenir, como un refinamiento posterior, utilizar en las capas de pavimento, materiales cuya resistencia a la tensión sea considerable, añadiendo a los materiales térreos, porcentajes apropiados de un aglutinante, como

el cemento, el asfalto o la cal.

VENTAJAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:

- Desembolsos iniciales bajos.
- Colocación rápida.
- Puesta en funcionamiento en poco tiempo.

DESVENTAJAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE:

- Mantenimiento muy alto.
- Vida útil de ocho años.
- Recapeos cada cuatro años.

Por lo que se recomienda en este tramo utilizar un pavimento rígido de concreto hidráulico, con una resistencia de 300 kg/cm<sup>2</sup>, puesto que los costos de operación y mantenimiento son menores que los del pavimento flexible.

**II.5 OBRAS ACCESORIAS PARA LA ALTERNATIVA PROPUESTA**

Se estima que el Tramo Sur I, utilizará:

- 2 puentes de 2 vías
- 1 paso a nivel
- 1 pasarela
- 10 monumentos indicadores del derecho de vía
- 9 monumentos de kilometraje
- 9.6 km de pinturas de líneas longitudinales centrales



- 19.2 km de pinturas de líneas longitudinales no centrales
- 30 señales de tránsito preventivas de metal
- 10 señales de tránsito informativas laterales de metal
- 4 señales de tránsito indicadores del proyecto
- 1 pasarela

### **II.5.1 TIPOLOGIA DE PUENTES**

#### **PUENTES DE ACERO.**

El acero es un material de construcción competitivo para claros de tamaño mediano y favorable para puentes de claro largo por las siguientes razones: tiene una alta resistencia a la tensión y a la compresión. Se comporta como un material elástico casi perfecto dentro de los niveles normales de trabajo. Tiene reservas de resistencia más allá del límite de fluencia. Las altas normas de fabricación de la industria garantizan a los usuarios uniformidad del control de sus propiedades de estrechas tolerancias.

El tipo de puente adecuado para este tramo es el de tipo de acero y su ubicación está dada en el anexo 3.

### **II.5.2 TIPOLOGÍA DE PASOS A NIVEL**

#### **INTERCAMBIOS (PASOS A DESNIVEL)**

Se llama intercambio a la zona donde dos o más caminos se cruzan o unen, permitiendo la mezcla de las corrientes de tránsito.

A cada vía que sale o llega a una intersección y forma parte de ella, se le llama brazo (rama) de la intersección, A las vías que unen los distintos brazos de una intersección se les llama enlaces; pudiéndose llamar rampas, a los enlaces que unen dos vías a diferente nivel. El tipo de intercambio y su diseño está influido por muchos factores, siendo los de mayor importancia: los volúmenes horarios de diseño, el tipo de tránsito, la velocidad de diseño, la topografía, el derecho de vía disponible y el costo.

Donde hay accesos de cuatro brazos, el tipo más común de intercambios es:

DIRECCIONAL. Es un intercambio que, generalmente, tiene más de una autopista separada de nivel, con conexiones directas o semi directas para los principales movimientos de cruce hacia la izquierda.

Por la razón arriba expuesta se ha elegido el intercambio direccional, en el anexo 4 se da la ubicación de los posibles pasos a desnivel.

### II.5.3 SEÑALIZACIÓN

La importancia de las señales en las carreteras, obliga al diseñador a realizar estudios detallados, para lograr un sistema de señalización, que provoque en el conductor reflejos instantáneos.

Deberán ser visibles con facilidad, ser uniformes y no ser excesivas.

En este tramo, se colocarán 3 tipos de señales:

- a) Señales preventivas.
- b) Señales restrictivas.
- c) Señales informativas.

La ubicación está dada en el anexo 5.

## II.6. INTEGRACION DEL PRESUPUESTO PRIMARIO DEL DISEÑO GEOMETRICO

En esta sección se presenta una primera aproximación del presupuesto para los diferentes renglones a precios constantes de 1,995, y se calcularán para los siguientes años a una tasa de incremento igual a la que el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.) ha dado dentro de los índices al consumidor, o sea a 13% acumulada anualmente; se integró el presupuesto según las normas y parámetros que utiliza la Dirección General de Caminos en la actualidad.

### II.6.1. PRESUPUESTO PARA LAS BRIGADAS DE TOPOGRAFÍA

ARANCEL Q./KM

	AÑO 1995	AÑO 2000	AÑO 2005	AÑO 2010
TOTAL	7,200.00	13,265.53	24,440.88	45,030.74

## II.6.2. PRESUPUESTO DE LA LÍNEA PRELIMINAR

ARANCEL EN Q/KM			
1,995	2,000	2,005	2,010
5,291.00	9,748.32	17,960.65	33,091.33

## II.6.3. PRESUPUESTO DE LA LÍNEA LOCALIZADA

ARANCEL EN Q/KM			
1,995	2,000	2,005	2,010
6,654.00	12,259.56	22,587.45	41,615.92

## II.6.4. PRESUPUESTO PRIMARIO DEL DISEÑO FINAL

ARANCEL EN Q/KM			
1,995	2,000	2,005	2,010
3,737.00	6,885.18	12,685.50	23,372.21

## II.6.5. PRESUPUESTO DE LOS DRENAJES.

ARANCEL EN Q./KM			
1,995	2,000	2,005	2,010
3,170.00	5,840.52	10,760.78	19,826.04

## II.6.6. PRESUPUESTO DE BASE

EN Q/m<sup>3</sup>

REGLÓN	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
	1,995	2,000	2,005	2,010
Capas de base y colocación	121.00	222.93	410.74	756.77

## II.6.7. PRESUPUESTO DE SUB-BASE

EN Q/m<sup>3</sup>

REGLÓN	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
	1,995	2,000	2,005	2,010
Capas de sub-base y colocación	66.00	121.60	224.04	412.78

**II.6.8. PRESUPUESTO DE LA COLOCACIÓN DE CAPA DE RODADURA**

RENGLÓN	1,995	2,000	2,005	2,010
Riego de liga en Q./gal.	9.00	16.58	30.55	56.29
Riego de imprimación en Q/gal	10.00	18.42	33.95	62.54
Concreto asfáltico en Q/ton.	140.00	257.94	475.24	875.60
Cemento asfáltico Q/gal.	8.00	14.74	27.16	50.03
Cunetas Revestidas en Q/m.	60.00	110.55	203.67	375.26
Bordillo de concreto en Q/m.	60.00	110.55	203.67	375.26
Reacondicionamiento de base existente Q/m <sup>2</sup>	3.30	6.08	11.20	20.64
Demolición de estructuras en Q/m <sup>2</sup>	50.22	92.53	170.48	314.09
Engramado en Q/m <sup>2</sup> .	44.00	81.07	149.36	275.19

**II.6.9. PRESUPUESTO DE PUENTES**

RENGLÓN	1,995	2,000	2,005	2,010
Puente de 4 vías	100,000	184,243.52	339,456.74	625,427.04
	Q/M	Q/M	Q/M	Q/M

## II.6.10. PRESUPUESTO DE PASOS A DESNIVEL

REGLÓN	1,995	2,000	2,005	2,010
Paso a Desnivel (costo global)	7,000,000.00	12,897,046.00	23,761,971.0	43,779,892.00

## II.6.11. PRESUPUESTO DE LA SEÑALIZACIÓN

REGLÓN	UNIDAD	1,995	2,000	2,005	2,010
Monumentos indicadores de derecho de vía	U	450.00	829.10	1,527.56	2,814.42
Monumentos de kilometraje	U	90.00	165.82	305.51	562.88
Postes delineadores	U	44.00	81.07	149.36	275.19
Pintura de líneas longitudinales centrales	KM	350.00	644.85	1,188.10	2,188.99
Pintura de líneas longitudinales no centrales	KM	350.00	644.85	1,188.10	2,188.99
Señales de tránsito preventivas de metal	U	400.00	736.97	1,357.83	2,501.71
Señales de tránsito informativas laterales	U	400.00	736.97	1,357.83	2,501.71
Señales de tránsito de indicadores del proyecto	U	400.00	736.97	1,357.83	2,501.71

*Nota: todos los costos se calcularon en base a las normas de la Dirección General de Caminos.*

#### II.6.12. PRESUPUESTO TOTAL DEL TRAMO SUR I

El presupuesto total por kilómetro es de Q. 2,300,000.00, arrojando un total de Q. 22,080,000.00



CONCLUSIONES

1. La construcción del tramo Sur I, contribuirá a descongestionar en un 23% la ruta que conduce a El Salvador y en un 6.19% el tránsito que va de paso y que forzosamente pasa por la ciudad capital, ayudando, de esta manera, a evitar que en las horas pico los corredores radiales actuales sean lugares de congestión, por lo que esto hará que los usuarios de los vehículos obtengan significativos ahorros de tiempo y de combustibles.
2. La realización de este proyecto permite reducir los porcentajes de ocupación de vehículos y por ende minimizar el impacto ambiental al entorno, ya que de esta manera los niveles de la polución del aire y del ruido se podrán mantener dentro de las normas que exige la legislación ambiental.

3. Con la ejecución de este proyecto se puede tener un mayor control sobre la densidad de población vehicular en el área metropolitana y descentralizarla al crear una vía de acceso exclusiva para los usuarios finales.
4. El trazo de la línea preliminar está diseñada para un período de diseño de cinco años, por lo que si se realiza después de esa fecha habrá que actualizar el diseño de dicha ruta.
5. El costo de este tramo asciende a Q. 22,080,000.00 calculado a valores constantes de 1,995

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Municipalidad de Guatemala, que el tipo de pavimento a utilizar en el tramo Sur I, sea concreto hidráulico, con una resistencia de 4000 lb/pg<sup>2</sup>, ya que la durabilidad de dicho pavimento es de 20 años, con gastos de mantenimiento cada diez años.
  
2. Se recomienda a la Municipalidad de Guatemala, que haga estudios en las áreas de San José Pinula y Santa Catarina Pinula, para actualizar el tipo de suelo y su vocación agrícola y forestal, para expropiar los terrenos adyacentes al proyecto.
  
3. El Ejercicio Profesional Supervisado, permite que el estudiante que finalizó sus estudios universitarios aplique los conocimientos teóricos en la práctica, por lo que se recomienda que todos los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, realizar el Ejercicio Profesional Supervisado.

**BIBLIOGRAFIA**

**Figueroa Medina, Carlos Rene**

Diseño de Estribos En Voladizos Para Puentes.

Tesis de Graduación de Ingeniero civil. Facultad de Ingenieria,  
Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,981.

**Alejos García, Mario Roberto.**

Proyecto Carretera CA-I Oriente-Santa María Ixhucatán.

Tesis de Graduación de Ingeniero civil. Facultad de Ingenieria,  
Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,981

**Estrada Barrera, Celvin Enrique**

La Red Vial y El Desarrollo Urbano En Guatemala.

Tesis de Graduación de Ingeniero civil. Facultad de Ingenieria,  
Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,985

**Pérez Méndez, Augusto René**

Metodología De Actividades Para El Desarrollo Geométrico De  
Carreteras.

Tesis de Graduación de Ingeniero civil. Facultad de Ingenieria,  
Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1,989

Dirección De Caminos Del Ministerio De Fomento Y Obras Públicas Del  
Perú y La Agencia Para El Desarrollo Internacional (A.I.D)  
El Arte Del Trazo De Carreteras, 1,975.

Dirección de Planeamiento Municipal De Guatemala.

EDOM 1992 - 2000

Plan De Desarrollo Metropolitano, 1,976

Unidad De Planeamiento

Municipalidad De Guatemala.

Plan Maestro De Transporte De La Ciudad De Guatemala y Su  
Area Metropolitana, 1,988

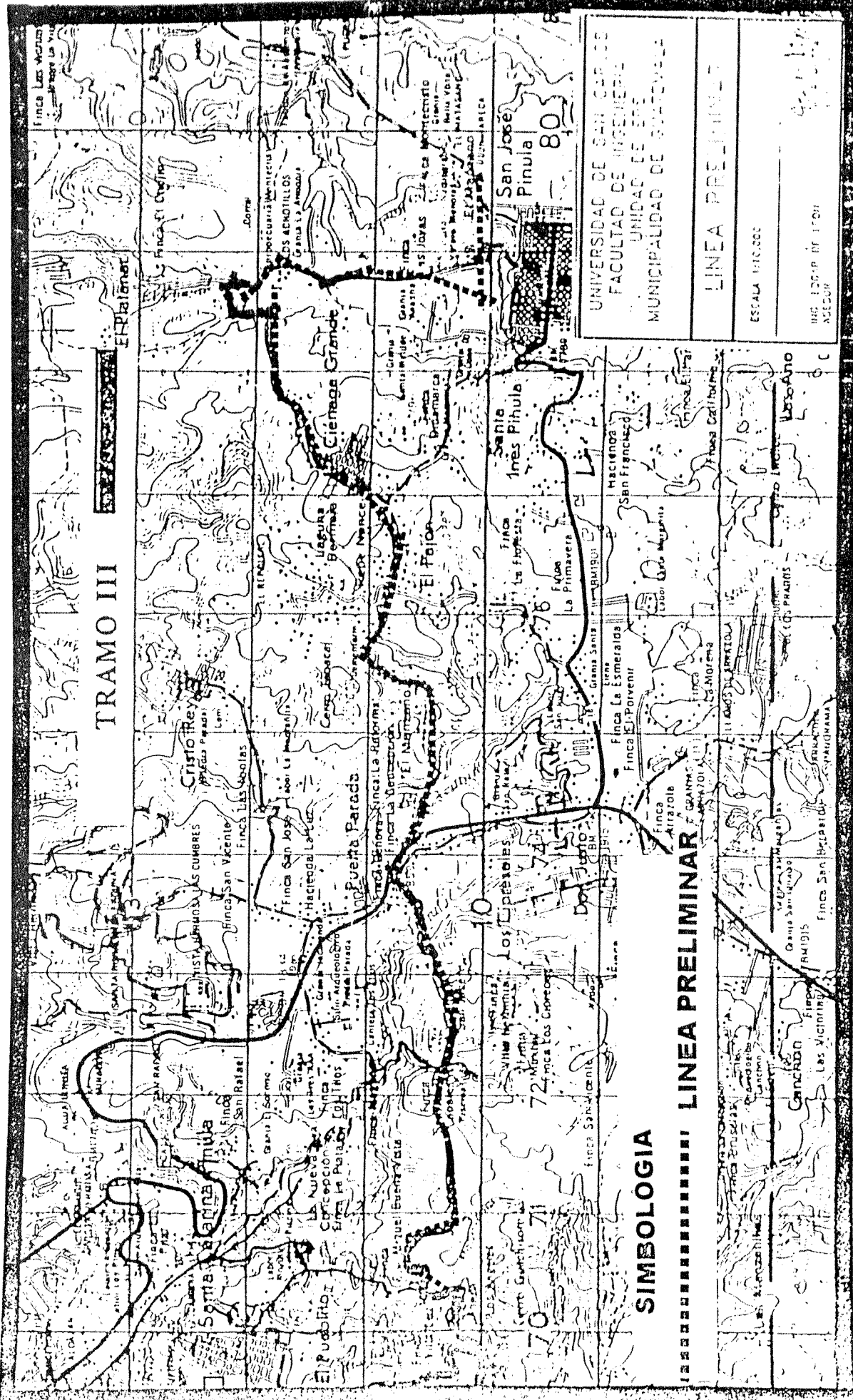
AGENCIA DE COOPÈRACION INTERNACIONAL DEL JAPON (J.I.C.A.)

Informe Final Del Estudio De Factibilidad Del Transporte En  
La Ciudad De Guatemala, 1,995.

xii

ANEXOS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



TRAMO III

SIMBOLOGIA

LINEA PRELIMINAR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE ERE  
 MUNICIPALIDAD DE SATELEVA

ESCALA 1:100,000

1961

LINEA PRELIMINAR

San José Pinula 80

San José Pinula 76

San José Pinula 70

San José Pinula 80

San José Pinula 70

San José Pinula 70

San José Pinula 70

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

San José Pinula

Finca Las Mercedes

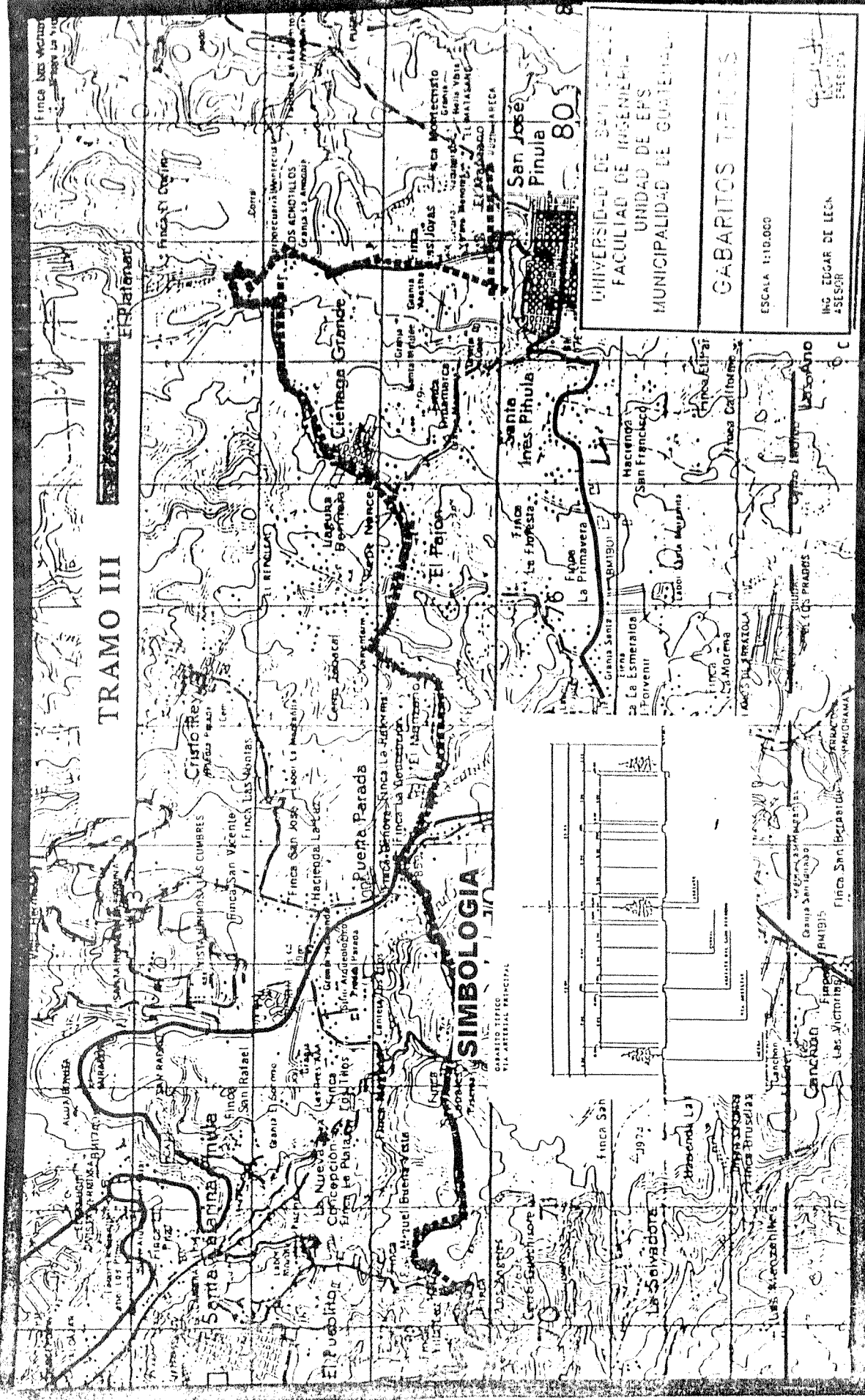
Finca El Chupiro

Ciénaga Grande

San José Pinula

San José Pinula

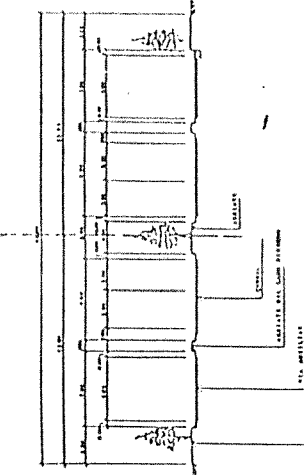
San José Pinula



**TRAMO III**

**SIMBOLOGIA**

GRANDES EFECTOS  
VIA ARTERIAL PRINCIPAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS  
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

ESCALA 1:10,000

ING. EDGAR DE LECA  
ASESOR

**GABARITOS TERNOS**

San José  
Pinula 80

Santa  
Ines Pinula

La Primavera

La Esmeralda

La Primavera

San José

San Rafael

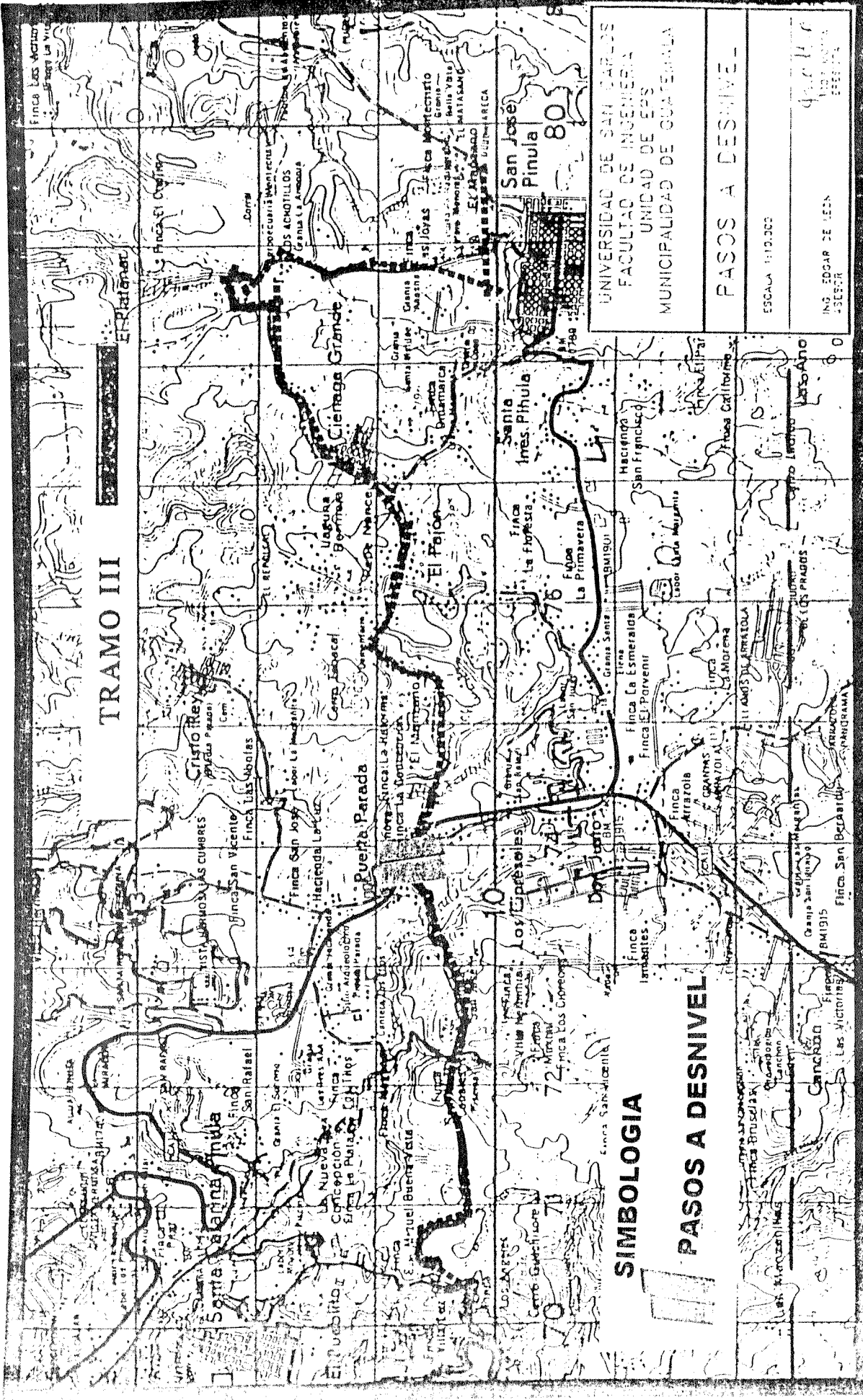
San Rafael

San Rafael

San Rafael



# TRAMO III



## SIMBOLOGIA

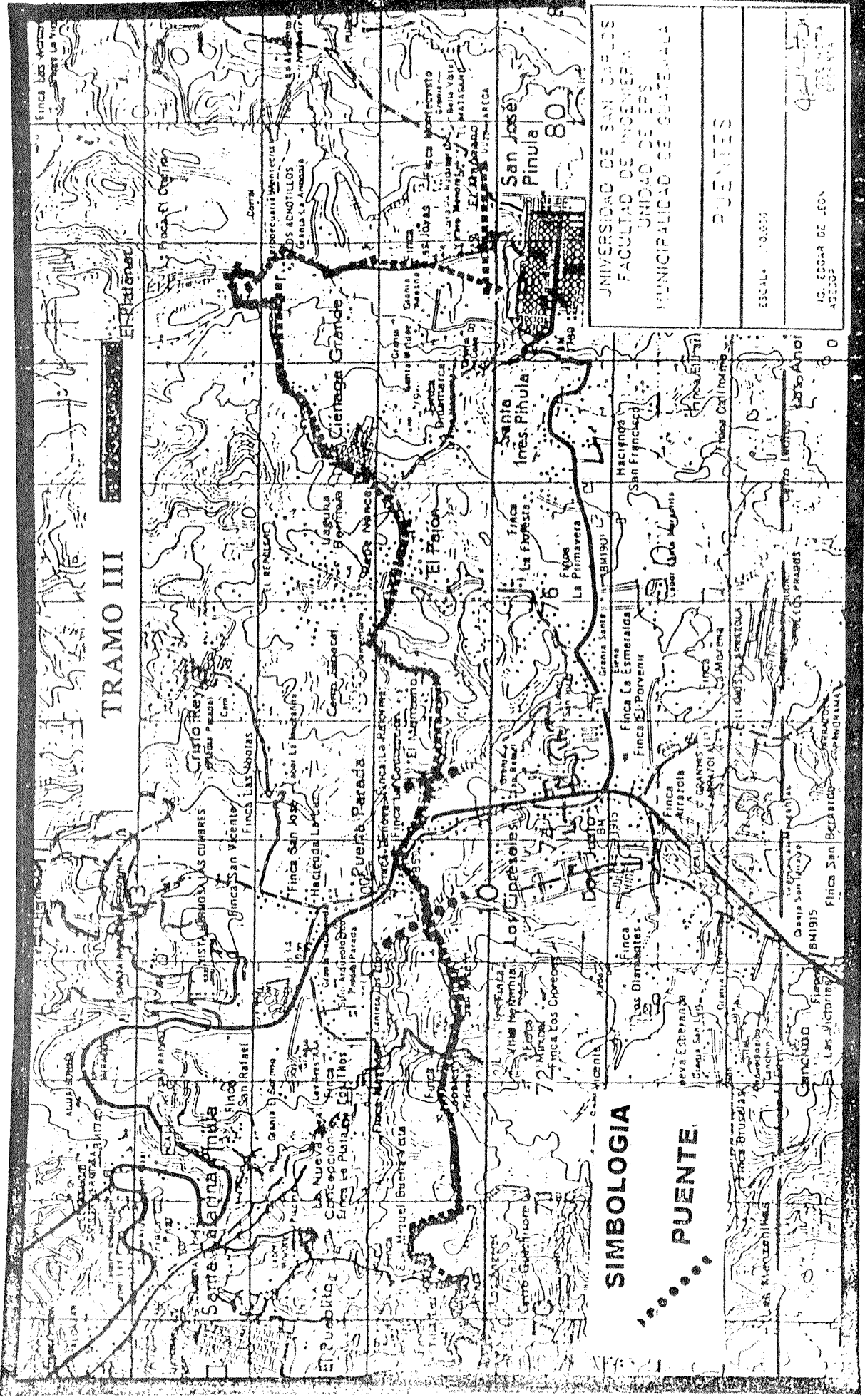


PASOS A DESNIVEL

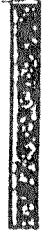
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS  
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

ESCALA 1:10,000

ING. EDGAR DE JESU  
1955



**TRAMO III**



**SIMBOLOGIA**



**PUENTE**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE ERS
MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA
<b>Puentes</b>
ESCALA 1:50,000
ING. OSCAR DE JON ASISOP

