

Tabla 7.2.4 Comparación de los Patrones de Desarrollo Urbano

Item	Patrón Policéntrico	Patrón de Corredores
Viajes atraídos al Distrito Central (Zonas 1, 4, 8, y 9)	569,000 (VP/D)	578,000 (VP/D)
Volumen de Tránsito en la dirección hacia Mixco	689,400 (VP/D)	851,800 (VP/D)
hacia Villa Nueva Petapa	1,197,000 (VP/D)	1,135,000 (VP/D)
hacia Sta. Catarina Pinula	276,400 (VP/D)	221,000 (VP/D)
hacia las Zonas 17 y 18	494,400 (VP/D)	426,400 (VP/D)
Necesidad de introducir el tránsito de masas	Más alto hacia la dirección sur	Más alto hacia la dirección de Mixco y el sur
Viajes entre zonas suburbanas	Más	Menos
Viajes dentro de zonas suburbanas	Más	Menos
Total kilometraje vehículos	554,000 (Kms)	452,100 (Kms)
Total horas vehículos	151,600 (Horas)	117,700 (Horas)
Accesibilidad al lugar de trabajo (proporción de personas empleadas en relación al lugar de trabajo con el lugar de residencia)	0.750	0.621
Inducimiento de Actividades	Comparativamente difícil	Comparativamente fácil
Costo de Inversión	Caro para infraestructura de nuevos centros poblados anillos viales	Caro para ejes de transporte, costo más alto de la tierra
Flexibilidad a terremotos	Comparativamente alto	Comparativamente bajo

Nota: VP/D: Viaje Personal por Día

7.3 Plan de Uso del Suelo

7.3.1 Consideraciones Básicas de Planificación

De acuerdo a los resultados del estudio llevado a cabo en la sección anterior, se concluye que el patrón urbano futuro para el Area de Estudio es el Patrón de Corredores/Policéntrico. Así mismo, para llevar a cabo el desarrollo del plan de uso del suelo se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a) Las áreas urbanas existentes (áreas construidas y semiconstruidas), excepto en las zonas donde está disminuyendo la población, se fortalecerá la intensidad en el uso de suelo para todas las categorías mediante la ocupación de lotes baldíos y la reconstrucción de edificios deteriorados y estructuras inferiores.
- b) Las zonas de disminución de la población están en un proceso de conversión del uso residencial o mixto actual a un uso comercial, por lo que se convertirá totalmente en un área comercial en el futuro.
- c) Los proyectos autorizados y programados, como los proyectos de vivienda del BANVI, se han adoptado en el plan, y el tratamiento de dichos proyectos en la fase de idea se determina a través de discusiones con la contraparte guatemalteca.
- d) Cerca del 60% de las fincas y bosques existentes, es decir, 10,000 ha y 2,000 ha respectivamente, se proyectan como áreas de conservación.
- e) Se asume que el área residencial incluye la tierra usada para facilidades de comercio/servicio, facilidades institucionales de pequeña escala, fábricas y parques pequeños.
- f) Desde el punto de vista de la realidad y la viabilidad, las áreas urbanas futuras tienden a ser formadas en su mayoría en las partes oeste y suroeste del Area de Estudio; pero se debe desarrollar un modelo urbano balanceado de manera que la tierra localizada en las partes este y sureste sean utilizadas, tomando en cuenta las restric-

ciones topográficas.

7.3.2 Area Residencial

6,379 ha de nuevas áreas residenciales se están planificando para un incremento poblacional de 639,000 habitantes, el cual no puede ser absorbido para las áreas urbanas existentes.

De acuerdo a las características de las zonas, la densidad promedio de población de las nuevas áreas residenciales se asumen como se muestra a continuación: (algunas diferencias son permisibles)

Guatemala Centro y Zona 18	150 personas/ha.
Zonas Suburbanas en general	100 personas/ha.
Zonas de alta clase residencial	70 personas/ha.

Cerca de un tercio del total (aproximadamente 2,000 ha) se encuentran localizadas de Villa Nueva a Amatitlán; alrededor de 400 ha. en Guatemala Centro y alrededor de 1,000 ha en el resto de grupos de zona.

La densidad de población promedio de Guatemala Este es de 120 personas/ha, pero existen varios tipos de áreas residenciales, tales como las de la zona 16, las cuales albergan en su mayoría a la clase alta (densidad de población de 80 personas/ha), la zona 18 con una densidad de población alta (160 personas/ha) y las zonas 17 y 24 son zonas típicas suburbanas (100 personas/ha).

Mixco y Villa Nueva incluyen áreas residenciales de clase relativamente alta; pero por lo general la mayoría de las zonas son suburbanas. Petapa y Villa Canales serán típicas áreas, suburbanas de uso residencial. Además, se puede observar la urbanización de clase relativamente alta de Santa Catarina Pinula a Fraijanes y hacia San José Pinula.

Tabla 7.3.1 Localización de Nuevas Areas Residenciales

Grupo de Zona	Area (ha)	(%)	Densidad de Población Promedio (personas/ha)
Guatemala Centro ¹⁾	417.3	(6.5)	150.0
Guatemala Este ²⁾	1,000.0	(15.7)	120.0
Mixco	850.0	(13.3)	92.9
Villa Nueva ³⁾	1,952.5	(30.7)	94.5
Petapa ⁴⁾	1,000.0	(15.7)	100.0
Sta. Catarina Pinula ⁵⁾	1,150.0	(18.1)	80.4
Total	6,369.8	(100.0)	100.2

Nota: El agrupamiento de zona es igual al de la tabla 7.2.2.

7.3.3 Area Industrial

Las nuevas áreas industriales se localizan en tierras habitables a lo largo de vías troncales. Del total (1,400 ha) un poco más de un tercio, 500 ha, se desarrollarán a lo largo de la CA-9 en Villa Nueva/Amatitlán para contribuir al incremento de oportunidades de trabajo.

Además, 250 ha se desarrollarán a lo largo de la CA-9 en las zonas 17 y 18; 300 ha en conjunto de la CA-1 y la Ruta Departamental 10; y 250 ha a lo largo de la CA-1 en Fraijanes respectivamente. En Mixco, 50 ha de desarrollo industrial se planifican a lo largo de la CA-1 y la Calzada San Juan Sacatepéquez.

Tabla 7.3.2 Localización de Nuevas Areas Industriales
Unidad : ha

Grupo de Zona	Area	(%)	
Guatemala Centro	---	(--)	
Guatemala Este	250.0	(17.9)	
Mixco	100.0	(7.1)	
Villa Nueva	500.0	(35.7)	
Petapa	300.0	(21.4)	(Villa Canales)
Sta. Catarina Pinula	250.0	(17.9)	(Fraijanes)
Total	1,400.0	(100.0)	

7.3.4 Núcleos Comerciales/Institucionales

El área requerida para los núcleos comerciales/institucionales futuros se estima en 550 ha, de los cuales 160 ha se consideran a ser formadas por la conversión del uso del suelo residencial o mixto a un uso comercial/institucional en las áreas urbanas actuales.

Las 390 ha de núcleos comerciales/institucionales se encuentran dispersas, especialmente en Sta. Catarina Pinula/Fraijanes, donde se espera el incremento de áreas residenciales de clase alta y en donde no existe acumulación de comercios. Algunos núcleos se encuentran localizados a lo largo de la CA-1 y cerca de las intersecciones planificadas con vías periférica (cerca de 90 ha en total); y en la Zona de Tránsito 45 de Villa Nueva se desarrollará un nuevo centro poblacional alrededor de 40 ha.

7.3.5 Conclusión

Las áreas urbanas planificadas para el 2010 totalizan 33,400 ha, de las cuales 8,200 ha son nuevas áreas en desarrollo. Las áreas urbanas ocuparán el 72% del total de la tierra habitable. (Ver figura 7.3.1).

Tabla 7.3.3 Localización de Nuevos Núcleos
Comerciales/Institucionales
Unidad : ha

Grupo de Zona	Area	(%)
Guatemala Centro	40.0	(10.3)
Guatemala Este	70.0	(17.9)
Mixco	60.0	(15.4)
Villa Nueva	80.0	(20.5)
Petapa	50.0	(12.8)
Sta. Catarina Pinula	90.0	(23.1)
Total	390.0	(100.0)

Nota : El agrupamiento de zona es igual al de la tabla 7.2.2

Cerca de un tercio de las nuevas áreas urbanas se formarán en Villa Nueva, donde hay un marcado incremento de las áreas residenciales e industriales. El resto se distribuirá uniformemente en la parte Guatemala Este, Mixco, Petapa y Sta. Catarina Pinula.

Las áreas no urbanizadas cubrirán una extensión de 13,000 ha: fincas, 10,700 ha y bosques, 2,300 ha. Como se puede observar en la tabla 7.3.4, fincas de gran extensión se pueden encontrar en Villa Nueva, Petapa y Sta. Catarina Pinula, pero las jurisdicciones reales son Amatitlán, Villa Canales y San José Pinula respectivamente. A pesar de que se registra la existencia de fincas en Guatemala Centro, éstas están localizadas en Chinautla.

Tabla 7.3.4 Resumen del Plan de Uso del Suelo
Unidad : ha

Grupo de Zona	Area Urbana			Area no Urbanizada			Total Tierra Habitable
	Area Urbana Existente	Nueva Area Urbana	Sub total	Fincas	Bosques	Sub total	
Guatemala Centro	7,466.1	457.3	7,923.4	155.0	329.0	484.0	8,407.4
Guatemala Este	2,522.8	1,320.0	3,842.8	620.0	341.5	961.5	4,804.3
Mixco	4,539.8	1,010.0	5,549.8	122.5	625.5	748.0	6,297.8
Villa Nueva	4,632.5	2,532.5	7,165.0	1,297.5	302.5	1,600.0	8,765.0
Petapa	3,437.5	1,350.0	4,787.5	2,920.0	440.0	3,360.0	8,147.5
Sta. Catarina Pinula	2,655.0	1,490.0	4,145.0	5,607.5	225.0	5,832.5	9,977.5
Total	25,253.7	8,159.8	33,413.5	10,722.5	2,263.5	12,986.0	46,399.5

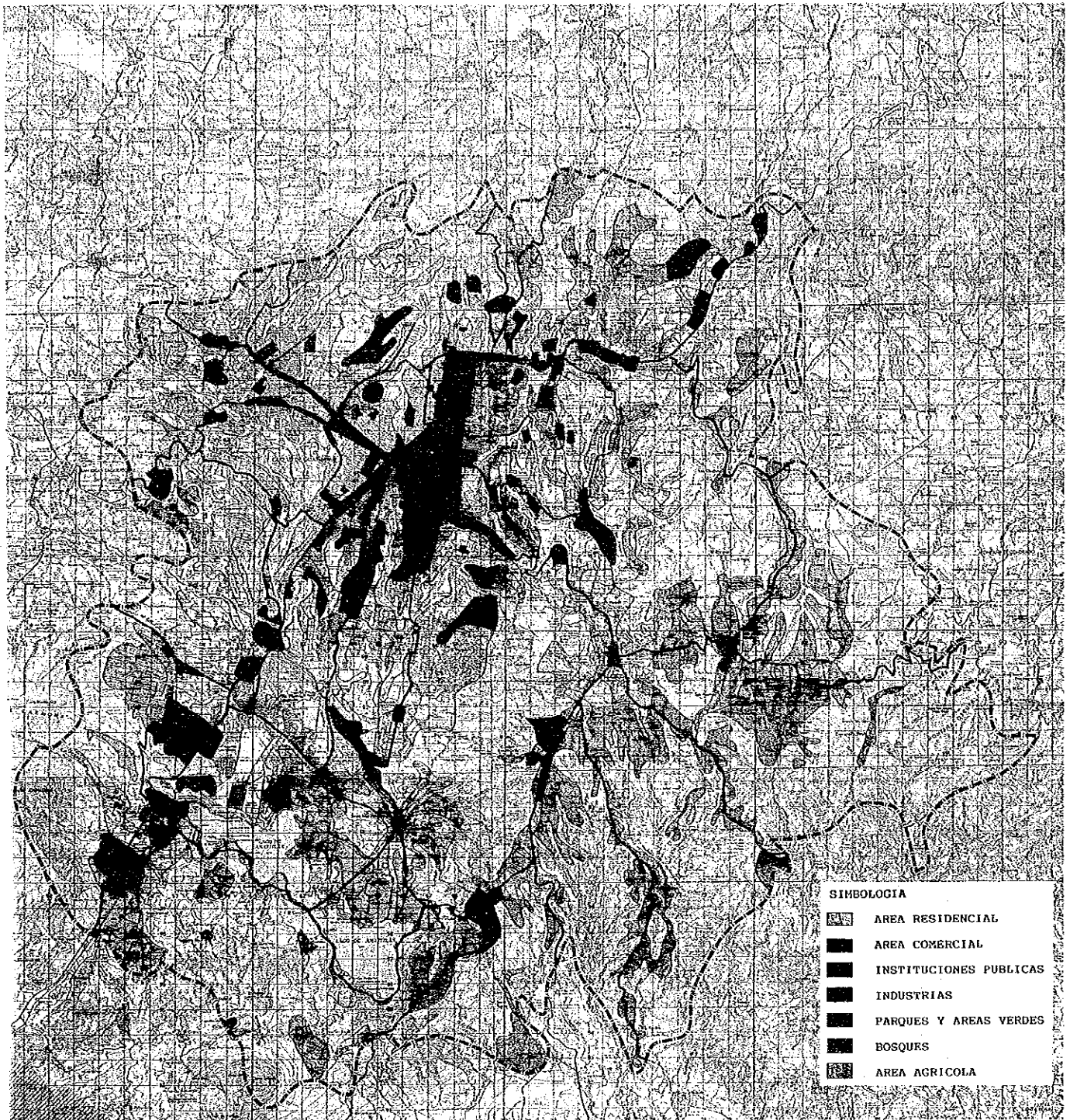


Figura 7.3.1 Uso del Suelo Futuro en el 2010

7.4 Plan de Distribución de la Población y Empleo

7.4.1 Población

Para las áreas urbanas existentes, se asumió una densidad de población futura por Zona de Tránsito considerando la densidad de población en 1990 y la tendencia reciente. La densidad de población promedio será de 93.5 personas/ha y 2,361,000 personas vivirán en dichas áreas en el futuro.

Entonces, en base al plano de localización de las nuevas áreas residenciales en el plano del uso del suelo, 639,000 personas se distribuirán a cada Zona de Tránsito.

En la tabla 7.4.1, la densidad de población asumida en Guatemala Este en el área urbana existente es muy alta, reflejando el hecho de que la densidad de población de la Zona de Tránsito 33 en la zona 18 es muy alta 224.5 personas/ha en 1990. Por el contrario, la razón por la cual las densidades de población de Villa Nueva, Petapa y Santa Catarina Pinula son comparativamente bajas, es debido a que en todas ellas se incluye un área rural futura.

Comparando la distribución poblacional futura con la actual, el porcentaje de Guatemala centro disminuirá de 46% en 1990 a 31% en el 2010, aún cuando se experimenta un incremento de 108,000 en términos absolutos.

La distribución por zona del incremento de población durante 20 años en el período de 1,990-2,010, Guatemala Centro y Santa Catarina Pinula tendrán un incremento cercano al 10% respectivamente, y las otras zonas del grupo 20% respectivamente. Villa Nueva registrará un marcado incremento en el área residencial nueva.

Tabla 7.4.1 Proyección de la Población y Densidad de Población Promedio

Grupo de Zona	Area Urbana Existente		Nueva Area Residencial		Proyección Total de la Población (1,000 personas)
	Población (1,000 personas)	Densidad Población (personas /ha.)	Población (1,000 personas)	Densidad Población (personas /ha.)	
Guatemala Centro ¹⁾	873	116.9	63	150.0	936
Guatemala Este ²⁾	324.5	128.7	120	120.0	444.5
Mixco	512	112.8	79	92.9	591
Villa Nueva ³⁾	355	76.7	184.5	94.5	539.5
Petapa ⁴⁾	208	60.5	100	100.0	308
Sta. Catarina Pinula	88.5	33.3	92.5	80.4	181
Total	2,361	93.5	639	100.2	3,000

Nota: El agrupamiento de zonas es igual al de la tabla 7.2.2.

Tabla 7.4.2 Cambios en Distribución de Población, 1990-2010

Grupo de Zona	1990	2010	Incremento (1990-2010)	
			Total	Decada nueva área residencial
<u>Población</u> (Unidad : 1,000 personas)				
Guatemala Centro	830	936	106	63
Guatemala Este	225	444.5	219.5	120
Mixco	364.5	591	226.5	79
Villa Nueva	273.5	539.5	266	184.5
Petapa	55	308	253	100
Sta. Catarina				
Pinula	52	181	129	92.5
Total	1,800	3,000	1,200	639
<u>Porcentaje</u> (Unidad : %)				
Guatemala Centro	46.1	31.2	8.8	9.8
Guatemala Este	12.5	14.8	18.3	18.8
Mixco	20.2	19.7	18.9	12.4
Villa Nueva	15.2	18.0	22.2	28.9
Petapa	3.1	10.3	21.1	15.6
Sta. Catarina				
Pinula	2.9	6.0	10.7	14.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Nota : El agrupamiento de zonas es igual al de la tabla 7.2.2.

7.4.2 Empleo

El número de personas empleadas en el sector primario es mínimo y este valor no se utilizará para la proyección de la demanda de tránsito. Por lo tanto, no se han tomado futuras consideraciones especiales de planificación para su distribución, por ello la distribución y los valores futuros se obtienen por la aplicación de la tasa de crecimiento para toda el Area de Estudio a la zona de empleo existente.

Para los sectores de actividad secundarios y terciarios se pueden reconocer los siguientes tres tipos de localización:

- Tipo a) : Localización en los sitios de desarrollo planificados
- Tipo b) : Localización en busca de beneficios de aglomeración
- Tipo c) : Localización para encontrar la demanda creada por el incremento poblacional

El Tipo a) incluye la localización de los núcleos industriales planificados así los núcleos comerciales/institucionales, aceptando la política de inducción e incentivos para el inversionista.

El Tipo b) enlazará muchos negocios y se localizará dentro o cerca de la zona industrial existente o del distrito comercial establecido. En el sector secundario, por ejemplo, compañías de pequeña y mediana escala asociadas con que sirven como subcontratistas para grandes manufactureras tienden hacia dicho comportamiento, mientras que en el sector terciario, no se dan muchas funciones de administración central ni servicios de negocios.

El mercado consumidor local, tal como los equipos de construcción de campo en el sector secundario y los vecindarios de servicios comerciales en el sector terciario, se localizarán en el Tipo c).

El número de personas empleadas en los nuevos sitios planificados de desarrollo se asume que es de 93,500 para el sector secundario y de 156,000 para el sector terciario, los cuales están distribuidos en todas las zonas de acuerdo al plan de uso del suelo.

Entonces, restando el número de personas empleadas en los sitios planificados de desarrollo total de incremento de empleo entre 1990 y el 2010 para los sectores secundario y terciario respectivamente; una mitad del resto es del Tipo b), distribuida proporcionalmente a la distribución del empleo de 1990 y la otra mitad es de Tipo c), distribuida proporcionalmente al incremento poblacional del período 1990-2010.

Tabla 7.4.3 Proyección del Empleo por Sector en Base de Lugar de Trabajo

Unidad : 1,000 personas

Grupo de Zona	Primario	Secundario		Terciario		Total de todo el Sector
		Total	Decada nueva urbanización industrial	Total	Decada nuevos núcleos comerciales/institucionales	
Guatemala Centro	2.8	139.2	---	532.5	16	674.5
Guatemala Este	1.7	34.9	16.7	74.5	28	111.1
Mixco	0.1	30.7	6.7	93.5	24	124.3
Villa Nueva	3.4	58.6	33.4	94	32	156
Petapa	0.9	29.9	20	51.3	20	82.1
Sta. Catarina Pinula	1.1	22.7	16.7	53.2	36	77
Total	10	316	93.5	899	156	1,225

Nota : El agrupamiento de zonas es igual al de la tabla 7.2.2

Comparando la distribución futura de empleo con la actual, el porcentaje de Guatemala Centro disminuirá de 78% en 1990 a 55% en el 2010, aún cuando habrá un incremento de 190,000 en términos absolutos.

Cerca de un tercio del total del incremento del empleo durante el período 1990-2010 se distribuirá en Guatemala Centro, seguido de Villa Nueva con cerca del 20%. Los otros grupos de zona aumentarán un 12% cada uno. En los nuevos sitios proyectados de desarrollo se registrará un marcado incremento en Villa Nueva y Santa Catarina Pinula.

Tabla 7.4.4 Cambio en Distribución del Empleo, 1990-2010

Grupo de Zona	1990	2010	Incremento (1990-2010)	
			Total	Decada nuevos sitios de desarrollo
<u>Empleo</u> (Unidad : 1,000 personas)				
Guatemala Centro	484.6	674.5	189.9	16
Guatemala Este	33.1	111.1	78	44.7
Mixco	47.1	124.3	77.2	30.7
Villa Nueva	42.7	156.0	113.3	65.4
Petapa	9.9	82.1	72.2	40
Sta. Catarina				
Pinula	7.6	77	69.4	52.7
Total	625	1,225	600	249.5
<u>Porcentaje</u> (Unidad : %)				
Guatemala Centro	77.6	55.1	31.6	6.4
Guatemala Este	5.3	9.1	13.0	17.9
Mixco	7.5	10.1	12.9	12.3
Villa Nueva	6.8	12.7	18.9	26.2
Petapa	1.6	6.7	12.0	16.1
Sta. Catarina				
Pinula	1.2	6.3	11.6	21.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Nota : El agrupamiento de zonas es igual al de la tabla 7.2.2

8. PRONOSTICO DE DEMANDA DE TRANSITO FUTURO

8.1 Procedimiento de Pronóstico

8.1.1 Desarrollo de Modelos

El modelo del pronóstico de la demanda futura de tránsito se desarrolló analizando la razón cuantitativa, entre el comportamiento entre viaje personal tal como tabla origen-destino (de aquí en adelante llamado "OD"), y las actividades socioeconómicas regionales (zonales), las cuales se espera que permanezcan estables en el futuro.

El modelo de pronóstico se basa en cuatro modelos básicos por lo que el procedimiento es llamado el método de los cuatro pasos.

- a) Generación de viajes y modelo de atracción.
- b) Modelo de distribución de viajes.
- c) Modelo de distribución modal.
- d) Modelo de asignación de tránsito.

Un diagrama de flujo en la figura 8.1.1 muestra el desarrollo del proceso y los modelos.

La encuesta de viajes personales desarrollada en la primera etapa del estudio se enfocó en el comportamiento de los viajes personales de los residentes en el Area de Estudio solamente. Por lo tanto, los viajes realizados por los residentes fuera del Area de Estudio están pronosticados basandose en un método de tasa de crecimiento simple.

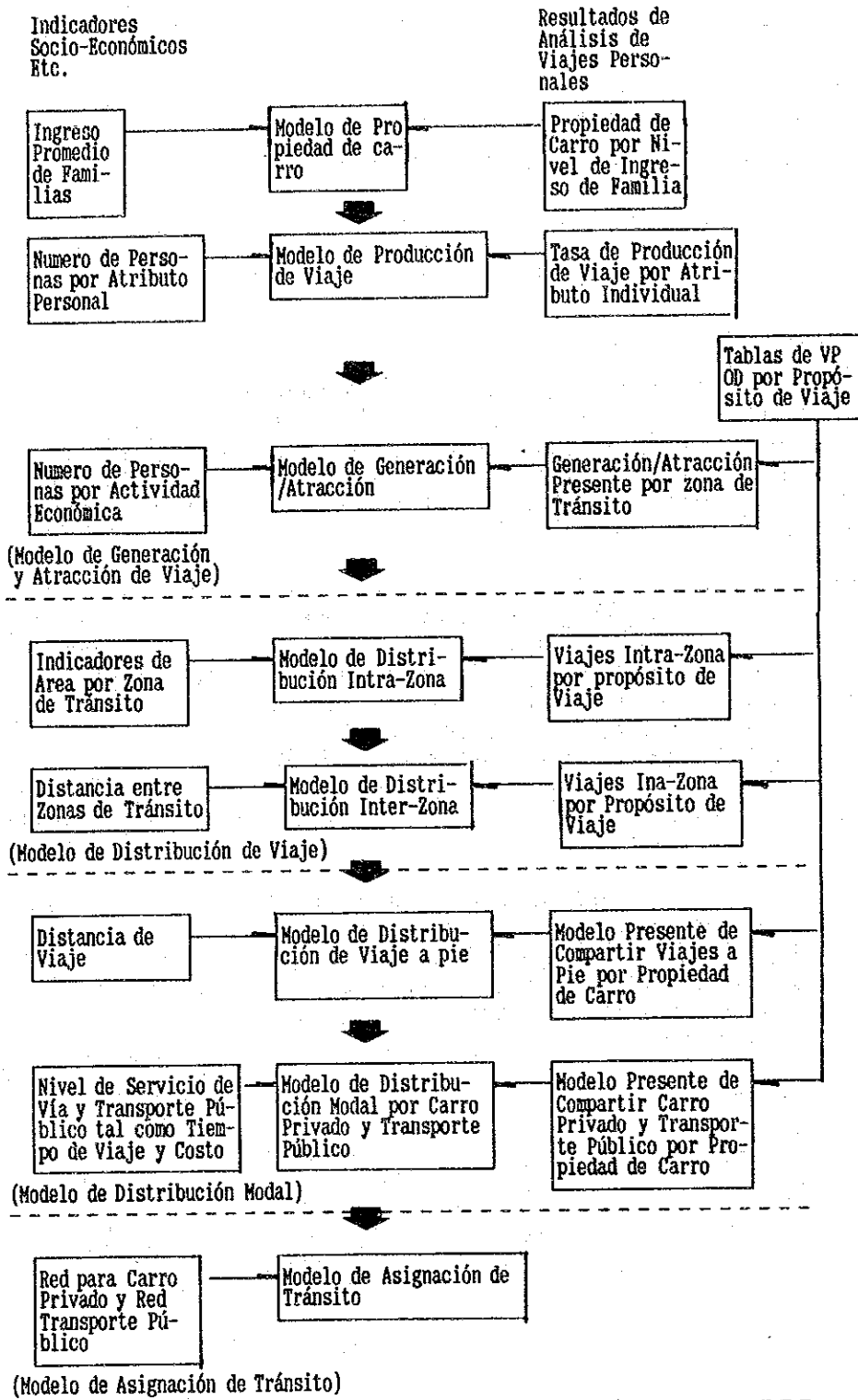


Figura 8.1.1 Proceso de Desarrollo de Modelo

8.1.2 Procedimiento del Pronóstico de la Demanda Futura de Tránsito

La demanda futura puede ser estimada por el ingreso de datos de uno en uno de acuerdo a los pasos expuestos en la siguiente figura.

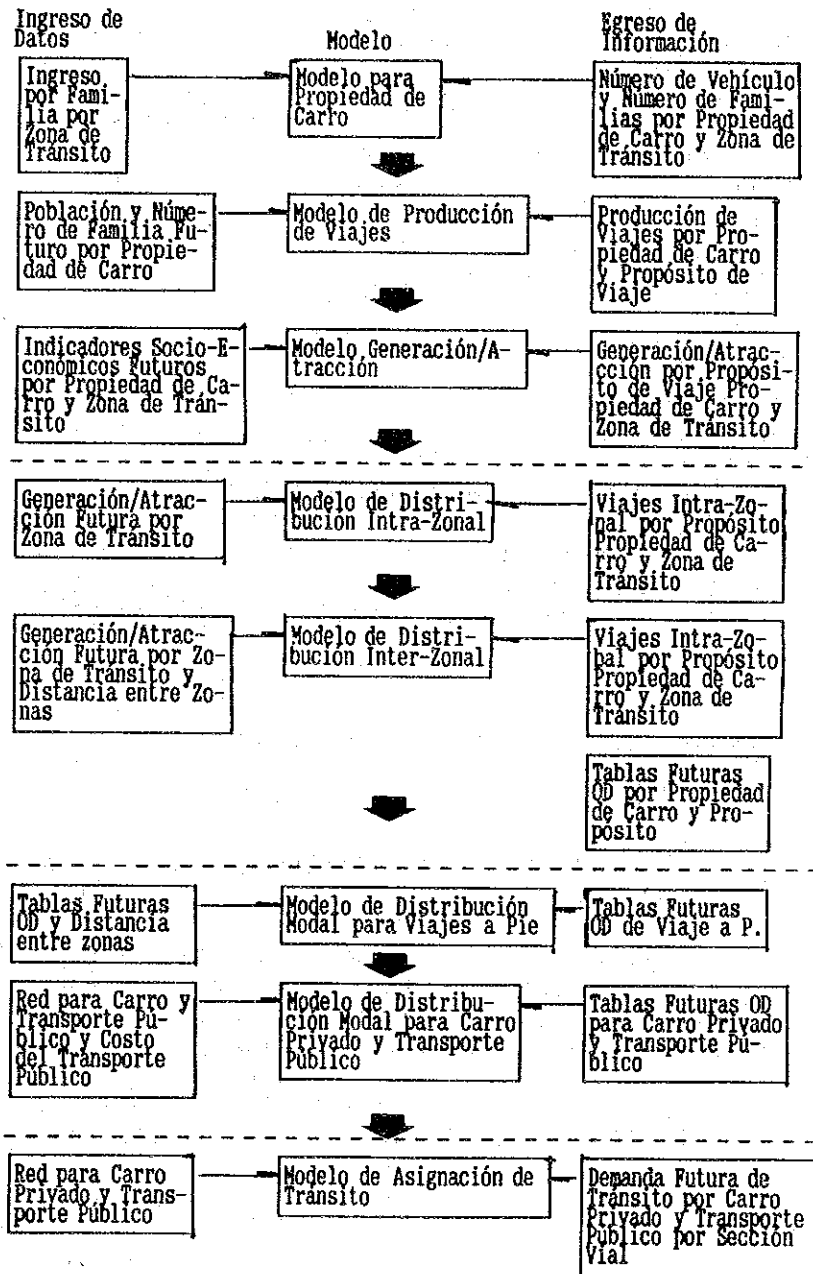


Figura 8.1.2 Procedimiento de Pronóstico de la Demanda Futura de Tránsito

8.2 Número Total de Viajes

8.2.1 Modelos

El número total de viajes producidos en el Area de Estudio (producción de viaje) esta pronosticada al principio. Usando este número total como control total, la generación y atracción de viajes personales mencionados en la última sección, son entonces pronosticados para cada zona. El número total de viajes personales, sin embargo, debe ser calculado de acuerdo a la propiedad de carro. Por lo tanto, el modelo de propiedad de carro se requiere.

(1) Modelo de Propiedad de Carro

Analizando la relación entre la proporción de propietarios de carro y el nivel de ingreso promedio por familia, se obtuvieron los modelos siguientes.

$$SK = a \times HI^2 + b \times HI + c$$

Donde SK: Proporción de familias por propiedad de carro.

HI: Ingreso promedio familiar (Q.1,000)

a,b,c,: Parámetros

Tabla 8.2.1 Modelo de Propiedad de Carro

Propiedad de carro	Parámetros			Coeficiente de correlación
	a	b	c	
No posee carro	0.01506	-0.22957	0.91043	0.98
Posee 1 carro	-0.01020	0.11342	0.13396	0.85
Posee 2 carros	-0.00590	0.10109	-0.03759	0.98
Posee 3 carros	0.00105	0.01507	-0.06797	0.99

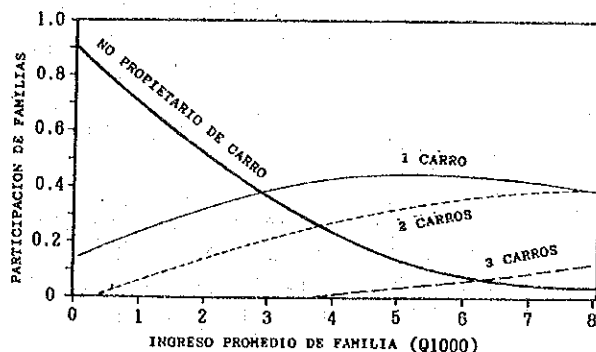


Figura 8.2.1 Modelo de Propiedad de Carro

(2) Modelo de Producción de Viajes

El número de producción de viajes está estimado usando el método de la tasa de producción.

Considerando varios atributos individuales tales como la edad, ocupación y propiedad de carro. La propiedad de carro se adoptó como un atributo individual a ser usado para la estimación de la producción futura.

Tabla 8.2.2 Tasa de Producción de Viaje

Propósito de viaje	Tasa de producción de viaje	
	Propietario de carro	No propietario de carro
Al trabajo	0.627	0.431
A la escuela	0.364	0.298
Compras	0.112	0.092
Negocios	0.154	0.059
Otros	0.184	0.130
A casa	1.262	0.942

8.2.2 Número Total de Viajes

(1) Propiedad de Carro en el 2010

Las cifras estimadas concernientes a propiedad de carro son descritas en la tabla 8.2.3.

En el año 2010, la tasa de familias propietarias de carro se incrementa en 46.6%, mientras que el número de familias se incrementa a 625,000. También, el número de vehículos puede ser estimado a ser 2.6 veces de la cantidad actual. Por lo tanto, la congestión de tránsito deberá empeorar.

Tabla 8.2.3 Comparación de Propiedad de Carro, 1990-2010

Propiedad de carro	1990		2010	
	Número de familias	Número de vehículos	Número de familias	Número de vehículos
No. propietario	248,594	-----	340,026	-----
Prop. de 1 carro	84,139	84,139	210,485	210,500
Prop. de 2 carros	21,984	43,968	62,375	124,800
Prop. de 3 carros	4,900	16,590	12,114	41,000
Total	359,617	144,697	625,000	376,300

(2) Producción de Viajes en el 2010

La tabla 8.2.4 muestra los resultados del cálculo para la producción de viajes en el 2010 por propiedad de carro.

El número de personas que pertenecen a familias propietarias de carro, estimados usando el modelo mencionado arriba, es de 1,219,567 en el 2010. Por otra parte, el número de no propietarios es de 1,444,433.

La producción de viajes realizados puede ser calculada como 3,296,500 (53.9%) viajes personales en el 2010 y aquellas para no propietario es 1,819,600. El total de ambos viajes es de 6,116,100 lo que es 1.8 veces el número presente de viajes personales.

Tabla 8.2.4 Producción de Viajes en el 2010

Propósito del viaje	Tasa de produc		Producción de viajes en el 2010		
	Prop. de carro	No prop. de carro	Propietario de carro	No propietario de carro	Total
Al trabajo	0.627	0.431	764,700	622,600	1,387,300
A escuela	0.364	0.298	443,900	430,400	874,300
Compras	0.112	0.092	136,600	132,900	269,500
Negocios	0.154	0.059	187,800	85,200	273,000
Otros	0.184	0.130	224,400	187,800	412,200
A casa	1.262	0.942	1,539,100	1,360,700	2,899,800
Total	2.703	1.952	3,296,500	2,819,600	6,116,100
Poblacion estimada a ser de- más de 4 años de edad en 2010			1,219,567	1,444,433	2,664,000

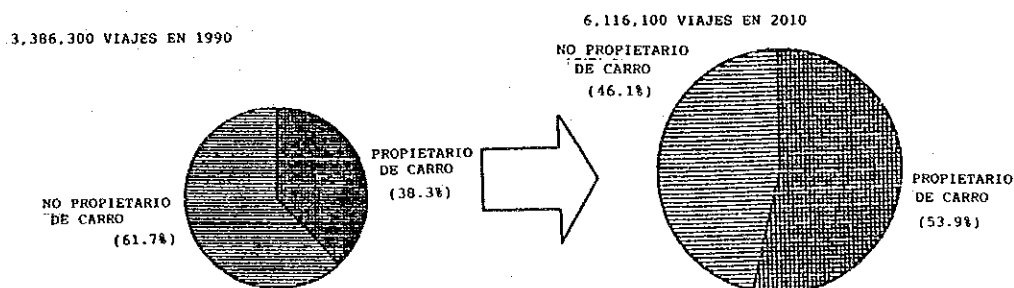


Figura 8.2.2 Comparación de Viajes Personales por Propiedad de Carro

8.3 Generación y Atracción de Viajes Futuros

8.3.1 Modelo de Generación y Atracción de Viajes

El número de viajes en términos de generación y atracción por zona de tránsito está calculado, por propiedad de carro y propósito de viaje.

La fórmula siguiente fue usada basandose en la idea que las características socioeconómicas por zona pueden describir el número de viajes personales que genera y atrae cierta zona.

$$G_i = K_i + a_i X_1 + b_i X_2 + c_i X_3 + \dots$$

$$A_j = K_j + a_j X_1 + b_j X_2 + c_j X_3 + \dots$$

Donde, G_i : Generación de viaje en la zona i .
 A_j : Atracción de viaje en la zona j .
 X_n : Indices socioeconómicos en zona.
 K_i, a_i, b_i, c_i : Parámetros de modelo de generación.
 K_j, a_j, b_j, c_j : Parámetros de modelo de atracción.

Las variables explicativas y parámetros fueron calculadas como muestra la tabla 8.3.1

Tabla 8.3.1 Modelo de Generación y Atracción

Propósito de viaje	Fórmula	Coefficiente de Correlación
(Propietario de carro)		
Al trabajo	$G_i = 1.702 \times W2a + 1.214 \times W3c + 3289.8 \times D + 389.1$	0.96
	$A_j = 0.693 \times E2 + 0.693 \times E3 - 1452.9$	0.95
A la escuela	$G_i = 1.082 \times S3c + 447.3$	0.98
	$A_j = 0.486 \times S9 + 5976.4 \times D - 590.8$	0.92
Compras	$G_i = 0.059 \times Pe + 0.031 \times Et + 109.5$	0.85
	$A_j = 0.106 \times Et - 217.0$	0.89
Negocios	$G_i = 0.267 \times Ne + 0.052 \times Et + 1715.6 \times D + 2.0$	0.88
	$A_j = 0.113 \times E2 + 0.143 \times E3 - 215.5$	0.95
Otros	$G_i = 0.386 \times W3c + 2004.1 \times D + 75.6$	0.91
	$A_j = 0.171 \times Et + 2319.7 \times D - 364.3$	0.92
A casa	$G_i = 1.544 \times E2 + 0.941 \times E3 + 0.243 \times S8 - 3099.1$	0.95
	$A_j = 0.424 \times Pc + 1.738 \times W3c + 443.85$	0.97
(No propietario de carro)		
Al trabajo	$G_i = -0.289 \times Pn + 1.779 \times W3n + 389.5$	0.94
	$A_j = 0.888 \times Et - 1705.9$	0.98
A escuela	$G_i = 0.909 \times Sn + 702.7$	0.97
	$A_j = 0.815 \times S8 - 728.9$	0.99
Compras	$G_i = 0.067 \times Pn + 2128.8 \times D + 403.6$	0.90
	$A_j = 0.225 \times E3 + 3169.1 \times D - 157.9$	0.92
Negocios	$G_i = 0.026 \times Pn + 0.051 \times Et + 48.3$	0.88
	$A_j = 0.124 \times W3 - 297.4$	0.86
Otros	$G_i = -0.094 \times Pn + 0.445 \times W3n + 3081.4 \times D + 632.2$	0.90
	$A_j = -0.224 \times E2 + 0.432 \times E3 - 502.8$	0.96
A casa	$G_i = 1.382 \times Et + 0.842 \times S8 - 4096.4$	0.98
	$A_j = -0.485 \times Pn + 2.569 \times W3n + 1.120 \times Sn + 1448.6$	0.97

Donde, Pc, Pn: Número de personas por propiedad de propiedad de carro.
W2c, W2n: Número de trabajadores industriales por propiedad de carro.
W3c, W3n: Número de trabajadores de industrias terciarias por propiedad de carro.
Wtc, Wtn: Número total de trabajadores por propiedad de carro.
E2: Número de empleados de industrias secundarias por lugar de trabajo.
E3: Número de empleados de industrias terciarias por lugar de trabajo.
Et: Número de empleados por lugar de trabajo.
Sc, Sn: Número de estudiantes por propiedad de carro.
Ss: Número total de estudiantes por lugar de escuela.
D: Variable falsa (la cual es 1 ó 0).

8.3.2 Generación y Atracción de Viajes en el 2010

La figura 8.3.1 ilustra el crecimiento de la generación y atracción de viajes personales entre 1990 y el 2010 por zona postal, y la tabla 8.3.2 muestra la generación y atracción de viajes por zona postal y municipalidad en el Area de Estudio.

Como puede verse en la ilustración, el mayor volumen de viajes personales es generado en el distrito central en la ciudad de Guatemala, especialmente en la zona 1. El incremento de generación en las áreas suburbanas tales como Mixco y Villa Nueva, es obviamente grande.

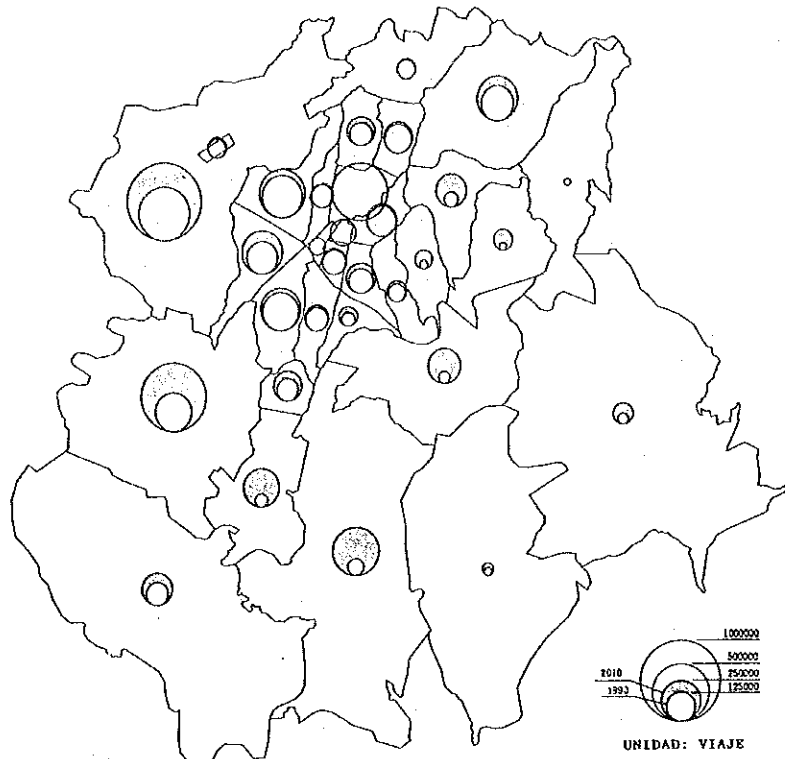


Figura 8.3.1 Crecimiento de Generación por Zona Postal

Tabla 8.3.2 Comparación de Generación y Atracción por Zona Postal y Municipalidad

Zona/ Municipalidad	Generación e atracción por propósito de viaje													Tasa de crecimiento (2010/1990)
	1990						2010							
	Trabajo	Escuela	Compras	Negocios	Otros	Casa	Total	Trabajo	Escuela	Compras	Negocios	Otros	Casa	Total
1	237,653	119,972	54,051	53,481	97,228	473,669	1,036,074	241,310	91,637	53,578	63,641	102,012	472,815	1,025,253
2	33,147	26,566	6,333	6,069	10,095	71,782	153,992	55,955	41,673	9,339	11,070	19,032	120,054	257,123
3	38,327	18,044	7,576	6,661	12,240	76,834	159,682	44,200	18,623	9,046	8,747	15,225	90,725	186,568
4	62,256	4,762	20,468	13,295	11,379	95,175	207,335	68,275	3,581	19,681	16,817	12,296	111,776	232,426
5	51,835	36,916	15,546	9,419	29,186	133,676	276,578	62,048	39,701	18,079	11,376	37,360	156,579	325,163
6	54,507	30,017	13,366	10,174	22,291	121,121	251,476	65,087	33,193	14,172	13,655	29,734	143,467	299,518
7	112,121	87,545	21,744	19,517	41,945	263,934	546,806	197,051	97,128	29,009	31,809	64,472	343,974	723,442
8	22,953	8,920	3,602	6,393	6,697	40,764	89,329	23,329	6,895	3,937	6,036	7,638	43,176	93,011
9	65,798	8,990	6,957	13,052	10,333	77,538	182,668	76,246	6,024	9,061	16,579	12,852	99,911	220,673
10	51,175	19,013	6,416	11,678	12,674	82,700	183,656	76,888	19,555	10,954	22,706	25,503	133,330	268,946
11	74,766	38,495	14,772	16,956	25,905	146,980	317,668	132,531	72,644	24,418	30,095	47,686	260,149	567,323
12	87,774	101,839	7,730	12,597	14,763	211,602	436,365	120,286	112,740	11,713	31,053	266,657	665,632	1,300,000
13	47,340	16,748	4,722	9,961	10,682	78,507	167,360	56,864	19,339	6,394	13,192	13,073	99,029	207,891
14	13,598	6,357	2,140	2,754	4,265	25,964	55,079	30,308	12,646	3,604	9,153	57,522	118,609	207,891
15	23,455	13,541	4,147	3,755	5,659	46,847	97,044	33,064	19,861	6,285	5,693	8,821	67,183	140,907
16	1,972	7,144	432	535	933	10,215	21,291	10,009	32,712	3,061	3,742	7,012	41,110	98,046
17	14,909	9,010	1,970	1,679	5,733	32,249	65,750	69,036	45,359	8,849	10,574	34,408	151,170	319,396
18	65,640	77,803	16,536	9,138	22,760	179,819	371,636	125,983	110,751	26,264	43,934	234,421	631,619	1,300,000
19	17,817	14,077	6,667	5,914	8,421	48,632	101,728	24,208	10,204	9,954	11,039	12,603	63,062	131,080
22	36,504	26,622	3,925	1,890	7,650	75,278	152,079	66,788	48,790	7,137	5,343	16,728	149,436	294,222
24	2,865	2,419	2,123	918	1,036	8,181	17,142	29,616	37,720	11,047	6,167	5,429	27,341	108,320
25	2,148	1,389	1,352	669	549	5,653	11,970	2,292	1,774	1,746	899	6,929	14,470	31,913
Mixco	198,398	144,365	29,356	18,655	45,483	426,074	862,541	420,544	303,486	54,453	49,637	112,725	662,011	1,802,856
Villa Nueva	89,969	87,957	22,548	14,795	14,105	227,787	457,161	333,550	225,731	69,693	51,332	58,916	602,900	1,342,122
Petapa	11,680	7,753	4,353	192	1,422	24,655	58,055	100,253	70,632	28,353	11,981	16,625	247,891	475,935
Amatitlan	34,482	22,376	8,938	7,302	8,689	76,173	158,160	74,889	38,629	16,713	22,109	19,573	100,350	352,269
Villa Nueva	15,622	14,414	5,720	2,361	3,136	40,391	81,644	177,781	83,134	44,495	31,048	16,541	371,194	724,193
Sta.C.Pinula	9,346	8,942	1,641	1,249	1,480	22,492	45,150	43,865	108,297	10,002	12,659	10,294	185,349	370,466
San Jose Pinula	4,780	6,429	2,721	925	2,526	16,525	33,906	27,720	10,136	9,107	8,078	13,635	71,933	140,609
Fraljanes	2,655	2,510	304	717	3,068	9,371	18,625	3,866	10,292	1,174	10,655	2,958	15,219	44,154
Chingutla	24,836	15,513	5,012	3,662	7,415	54,675	111,113	29,787	15,582	6,691	9,845	62,807	129,479	239,479
Total	1,510,373	968,508	303,368	266,373	449,498	3,205,133	6,721,203	2,775,019	1,746,719	538,229	546,221	624,255	5,789,470	12,231,913

8.4 Distribución de Viajes Futuros

8.4.1 Modelo de Distribución de Viajes

El modelo para distribución OD esta dividido en dos modelos: un modelo de distribución Intra-zona y el modelo de distribución Inter-zona. El primer modelo, calcula el número de viajes que fueron hechos dentro de la zona, y el segundo modelo calcula el número de viajes personales entre zonas.

(1) Modelo de Distribución Intra-zona

La siguiente ecuación fue usada para propósitos de modelo de viaje Intra-zona.

$$T_{ii} = K \times (G_i^a) \times (A_i^b) \times (R_i^c)$$

Donde, T_{ii} : Viajes intra-zona en la zona i
 G_i : Generación de viaje en la zona i
 A_i : Atracción de viaje en la zona i
 R_i : Area de la zona i (Ha)
 K, a, b, c : Parámetros

Tabla 8.4.1 Modelo de Distribución Intrazonal

Propósito de viaje	a	Parametro b	c	K	Coefficiente de correlación
Propietario de carro					
Al trabajo	0.6633	0.5267	0.4488	1.090E-3	0.85
A la escuela	0.8248	0.3673	0.6622	6.969E-4	0.91
Compras	0.4274	0.4885	0.2794	9.599E-2	0.80
Negocios	0.4145	0.5447	0.4487	1.333E-2	0.82
Otros	0.7078	0.3931	0.4263	5.893E-3	0.82
A casa	0.3049	0.8199	0.4306	3.373E-3	0.94
No. propietario de carro					
Al trabajo	0.6267	0.2857	0.3838	2.738E-2	0.86
A la escuela	0.9511	0.2474	0.3756	6.486E-3	0.95
Compras	0.4597	0.5589	0.3410	3.187E-2	0.86
Negocio	0.3737	0.5105	0.3592	4.930E-2	0.83
Otros	0.5140	0.5657	0.4761	5.190E-3	0.89
A casa	0.2745	0.8456	0.3376	3.374E-3	0.97

(2) Modelo de Distribución Interzona

El modelo de tipo gravedad (Voorhees) mostrado en la siguiente fórmula fue adoptado como el modelo para calcular la distribución de viajes interzona.

$$T_{ij} = G_i \times \frac{A_j \times D_{ij}^a}{\sum A_j \times D_{ij}^a}$$

Donde, T_{ij} : Distribución de viajes entre zonas i y j
 G_i : Generación de viajes de la zona i
 A_j : Atracción de viajes a la zona j
 D_{ij} : Distancia entre zonas i y j
 a : Parámetro

El parámetro "a" 1.62 por análisis de regresión múltiple de los datos actuales.

8.4.2 Distribución de Viajes por Propósito en el 2010

(1) Perfil del Flujo OD

La figura 8.4.1 muestra el flujo principal de viajes personales entre zonas de tránsito integradas.

El número de viajes personales entre la región Central de Guatemala Centro y Mixco es el más grande, Guatemala Centro y Guatemala Este le sigue. El flujo de viajes personales de Sta. Catarina Pinula no es muy grande. Por lo tanto se puede señalar que existen cuatro ejes principales de transporte relacionando los diferentes sectores de el Area de Estudio.

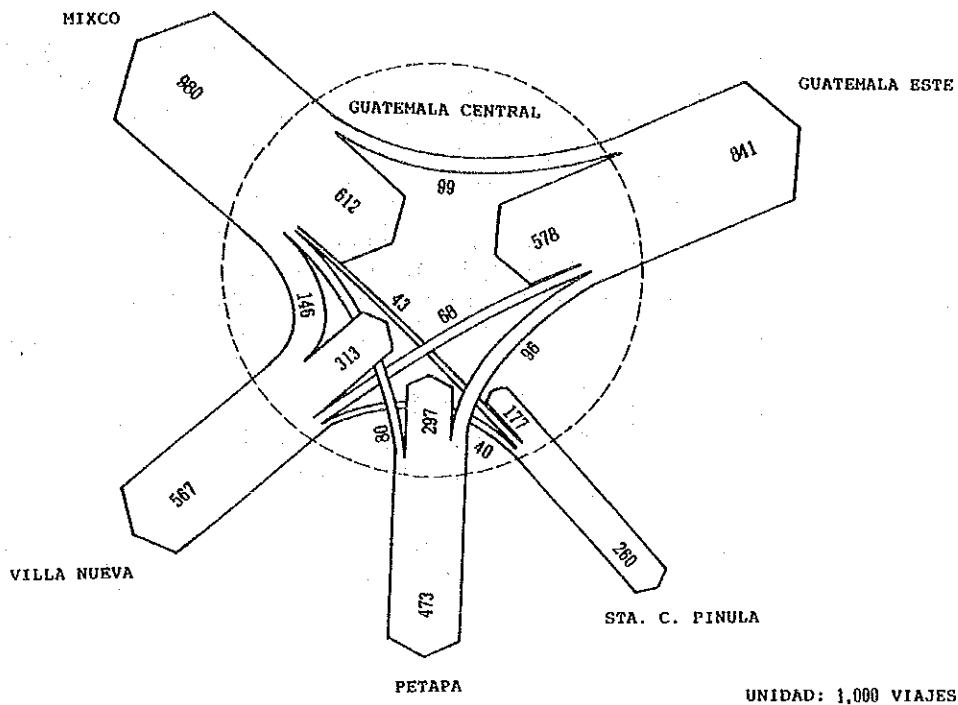


Figura 8.4.1 Flujo Principal de Viajes Personales

(2) Distribución de Viajes por Propósito

Las figuras 8.4.2 a la 8.4.5 muestran las líneas de deseo de distribución por propósito de viaje.

Las siguientes conclusiones se pueden obtener de estas figuras.

(Propósito "Al trabajo")

Muchos trabajadores se concentran en el área central de la ciudad de Guatemala provenientes de áreas suburbanas tales como Mixco y la zona 18. Sin embargo, la relación entre Mixco y Villa Nueva, las cuales están supuestas a ser grandes centros ciudadanos fuera de la ciudad de Guatemala, se hace más fuerte.

(Propósito "A la escuela")

Existen dos grandes centros de atracción de viajes de personas. Uno de estos se localiza en zona 1 y el otro en zona 12 donde se encuentra la universidad nacional.

(Propósito "A casa")

Existen dos centros principales de atracción de viajes per-

Existen dos centros principales de atracción de viajes personales en la figura. Uno es la zona 1 y el otro es la zona 12 donde está localizada la universidad nacional.

(Otros propósitos)

El centro de atracción de otras propósitos es aún la zona 1. El área de atracción se extiende al lado este de la ciudad de Guatemala lo largo de vías arteriales así como por las zonas 7, zona 11 y zona 12 también.

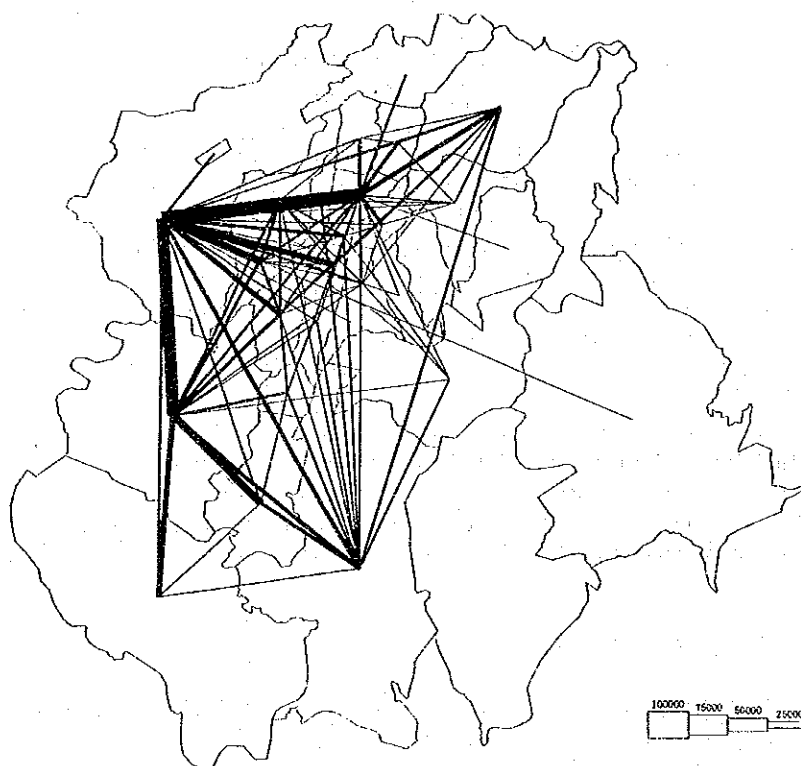


Figura 8.4.2 Línea Deseada de Viajes "Al trabajo" en el 2010

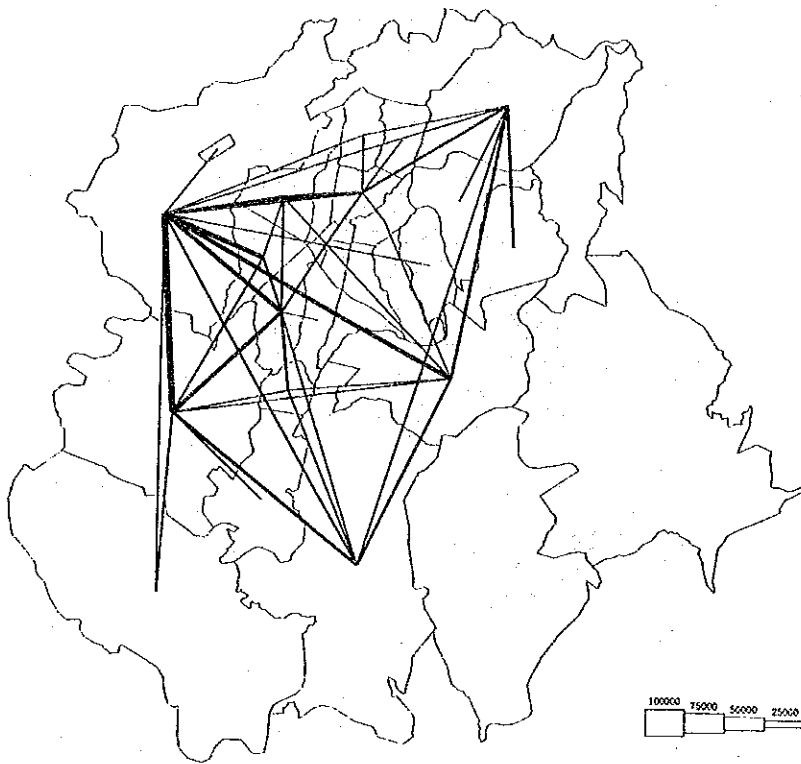


Figura 8.4.3 Línea Deseada de Viajes "a la escuela" en el 2010



Figura 8.4.4 Línea Deseada de Viajes por "Otros Propósitos" en el 2010

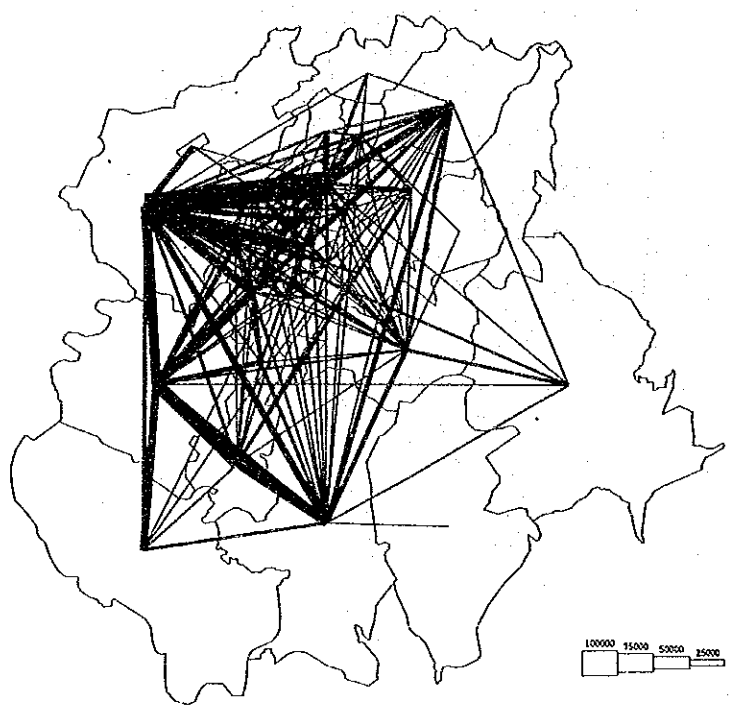


Figura 8.4.5 Línea Deseada de Viajes "A Casa" en el 2010

8.5 Distribución Modal Futura

8.5.1 Modelos de Distribución Modal

(1) Consideraciones Básicas

1) Tipo de modelo

Los métodos de distribución modal para pronóstico pueden ser divididos aproximadamente en 2 tipos.

- Modelo de fin de viaje.

Las participaciones modales son determinadas antes de la estimación de la distribución de viajes en este modelo.

- Modelo de intercambio de viajes.

Las participaciones modales son determinadas después de la estimación de la distribución de viajes en este modelo.

El modelo de intercambio de viajes fue adoptado en este Estudio para que la estrategia de planificación tal como el mejoramiento del sistema de transporte público y la progresión y construcción de vías arteriales, pueda ser reflejada a la demanda de cada modo.

2) Modos a escoger

En la encuesta de viaje personal desarrollada en la primera etapa de el estudio, fueron empleados nueve modos. En esta sección sin embargo, los modos se simplificaron a tres como sigue:

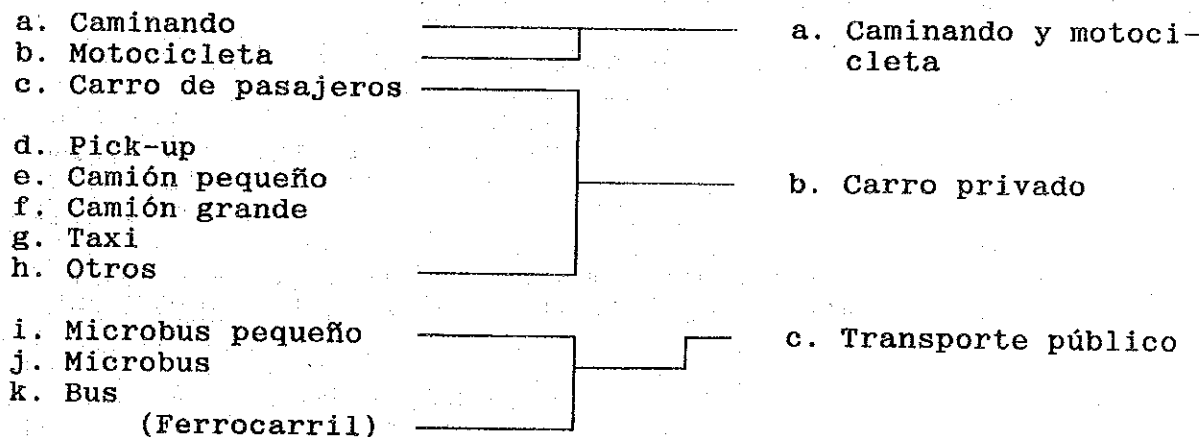


Figura 8.5.1 Integración de Modos

3) Estructura de escogencias de modelos

Un modelo de distribución modal puede ser distinguido generalmente como un método binario y un método compartido. El primer método separa cada uno de los dos modos paso por paso, y el último comparte simultáneamente modos plurales.

Un método binario de escogencia se aplicó y la estructura de escogencia binaria asumida se muestra en la figura 8.5.2

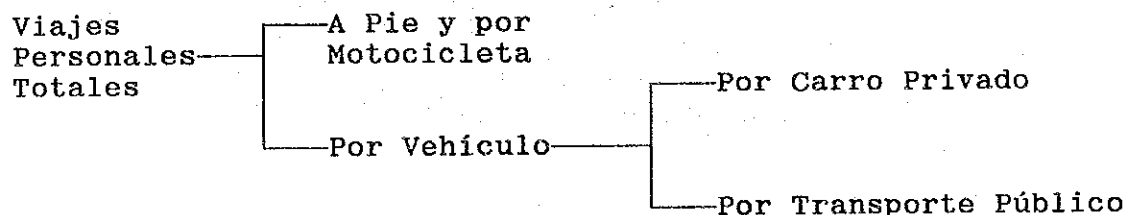


Figura 8.5.2 Estructura de Escogencia Binaria

Por esto, los siguientes dos modelos de división modal son requeridos.

- a) Modelo para viajes a pie.
- b) Modelo para carro privado y transporte público.

(2) Modelos de Distribución Modal

1) Modelo de división modal para viajes a pie

La actual participación modal de viajes a pie (incluyendo viajes en motocicleta) se muestra por distancia de viaje y propiedad de carro en la figura 8.5.3. De acuerdo con ésta figura, la participación de viajes a pié por propietarios de carro es más baja que aquella para no propietarios. Además, el modelo de distribución modal para viajes a pie se desarrolló usando la distancia de viaje como un factor explicativo para propietarios y no propietarios de carro.

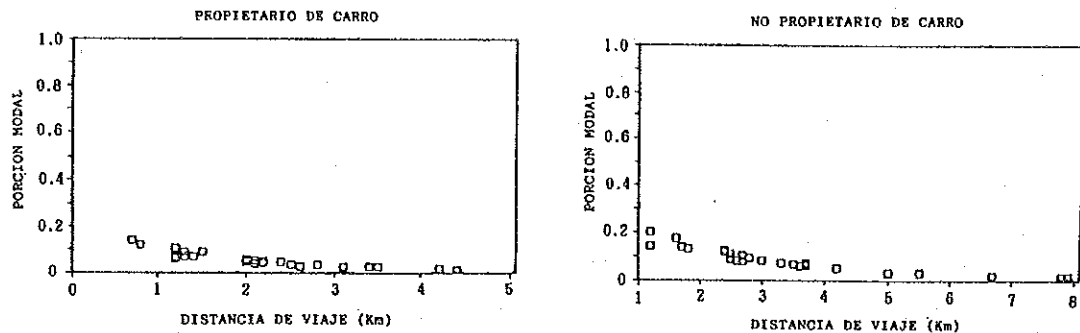


Figura 8.5.3 Participación Modal presente de Viajes a Pie

La siguiente ecuación la cual tiene suficiente coeficiente de correlación, fue empleada después del examen de varias fórmulas. Esta fórmula se aplicará a los pares de origen y destino hasta una distancia de 8 Km.

$$p_{ij}^w = \frac{1.0}{1.0 + \text{EXP} (a \times D_{ij} + b)}$$

Donde, p_{ij}^w : Participación modal de viajes a pié entre zonas i y j
 D_{ij} : Distancia entre zonas i y j (km)
 a, b : Parámetros (ver el número siguiente)

Tabla 8.5.1 Modelo de Distribución Modal para Viajes a Pie

Modelo	Parámetros		Coeficiente de correlación
	a	b	
Propietario de carro	0.57708	1.57737	0.921
No propietario de carro	0.49559	0.97955	0.897

La curva de distribución modal se muestra en la figura 8.5.4

Después que la tabla OD de viajes a pié se separa de la tabla OD que es estimada por el modelo de distribución, el resto de OD es la tabla OD de los viajes personales usando vehículo. Esta tabla

de viaje personal OD usando vehículo puede ser dividida en tabla OD de viajes por carro privado, y por transporte público, mediante el uso del modelo de distribución modal el cual es discutido en la siguiente sección.

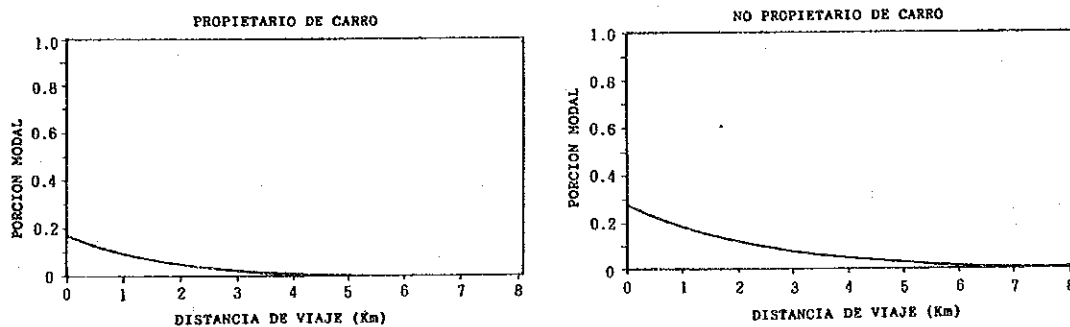


Figura 8.5.4 Curva de Distribución Modal para Viajes a Pie

2) Modelo de distribución modal para carro privado y transporte público

(a) Suposiciones.

Los viajes en vehículo se dividirán en viajes en carro privado y transporte público.

La distribución modal se desarrolla basandose en la idea de que los viajeros que usan vehículos escogen un modo más conveniente considerando la diferencia en tiempo y costo entre carro privado y transporte público. Por tanto, los dos factores de arriba, están incluidos en el modelo de distribución modal y la condición de planificación será convertida a tiempo y costo de viaje.

Cuando el modelo esta estructurado de acuerdo a esta idea, los siguientes puntos son asumidos en este estudio.

- Tiempo de viaje y costo de viaje.

Es imposible obtener los datos de tiempo real de viaje y de costo de viaje para cada par de zonas. Por tanto, el

tiempo y costo de viaje se calcularán buscando la ruta más corta en tiempo en una red modelada reflejando las condiciones reales y de planificación.

Este cálculo fue hecho para carros privados y transporte público en cada red.

- Curva de distribución modal.

La curva de distribución modal separando viajes por carro privado y transporte público esta asumida para ser una curva logarítmica. Los parámetros se calcularán analizando la relación entre la distribución modal real y el tiempo y costo de viaje para cada par de zonas.

(b) Descripción de modelo de distribución modal

Sobre la base de la suposición anterior, se obtuvo la siguiente fórmula.

$$p_{ij}^p = \frac{1.0}{1.0 + \text{EXP}(a \times (T_{ij}^c - T_{ij}^p) + b \times (C_{ij}^c - C_{ij}^p) + c)}$$

- Donde,
- p_{ij}^p : participación modal de viajes en transporte público entre zonas i y j
 - T_{ij}^c : tiempo de viaje por carro privado entre zonas i y j (horas)
 - T_{ij}^p : tiempo de viaje por transporte público entre zonas i y j (horas)
 - C_{ij}^c : costo de viaje por carro privado entre zonas i y j (Q)
 - C_{ij}^p : costo de viaje por transporte público entre zonas i y j (Q)
 - a, b, c : parámetros (ver la tabla siguiente)

Tabla 8.5.2 Modelo de Distribución Modal para Carro Privado y Transporte Público

Modelo	Parametros			Coeficiente de correlación
	a	b	c	
Propietario de carro	-3.74474	-0.15058	0.48154	0.893
No. propietario de carro	-2.85496	-0.25026	-2.23008	0.893

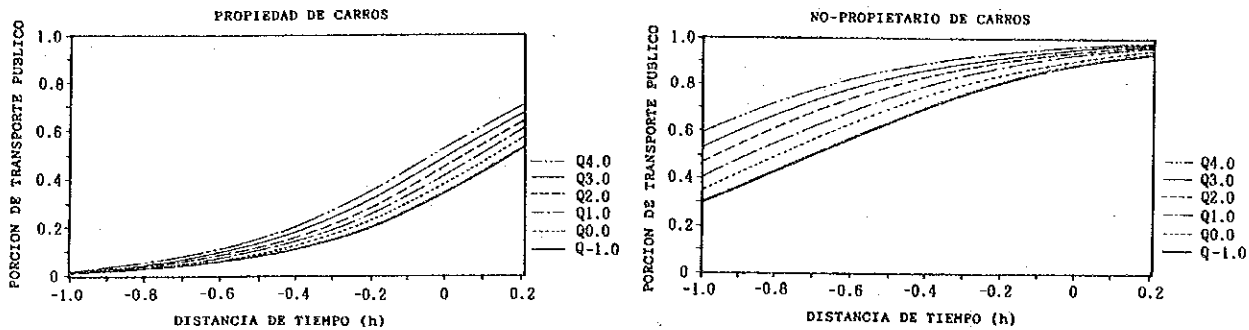


Figura 8.5.5 Curva de Distribución Modal para Carro Privado y Transporte Público

(3) Distribución Modal en el 2010

1) Análisis de tránsito en el caso de "No hacer nada"

Un caso en el cual la red vial actual permanezca sin realización de nuevos proyectos hasta el 2010, se trazó con el fin de ser una de las opciones cuando se formulara un plan. Este caso se llamó el caso de "No hacer nada"

La tabla OD de viajes personales futuros por propósito y propiedad de carro se obtuvo en la sección anterior. Por tanto, basándose en estas tablas OD se estimó la distribución modal de viaje personal y situación del tránsito.

La estimación de la distribución modal en el caso de "no hacer nada" es discutida en esta sección. Especialmente, se estimó como escogen los viajeros el vehículo, si el actual servicio de transporte permanece como es al presente hasta el 2010.

Las tablas OD usando vehículo se obtuvieron en el caso de "no hacer nada"

2) Distribución modal

La tabla 8.5.3 describe la comparación de la distribución modal entre el caso de "no hacer nada" y las cifras actuales.

En el caso de "no hacer nada", el número de viajes de carros privados alcanza los 2 millones de viajes personales (42% de el número total de viajes personales usando vehículo). Este número suma el doble de la presente cifra, así como ocurrirá una congestión masiva si ninguno de los proyectos de carreteras se realiza.

Tabla 8.5.3 Distribución Modal del Caso de "No Hacer Nada"

Año	Transporte Público			Carro Privado		
	Prop. Carro	No-Prop. Carro	Total	Prop. Carro	No-Prop. Carro	Total
No Hacer Nada en 2010	883	1,933	2,816 (58.0%)	1,868	172	2,040 (42.0%)
1990	382	1,412	1,794 (64.3%)	798	199	997 (35.7%)

Nota: La unidad es de 1,000 viajes personales por día. Este número no incluye viajes intra-zona.

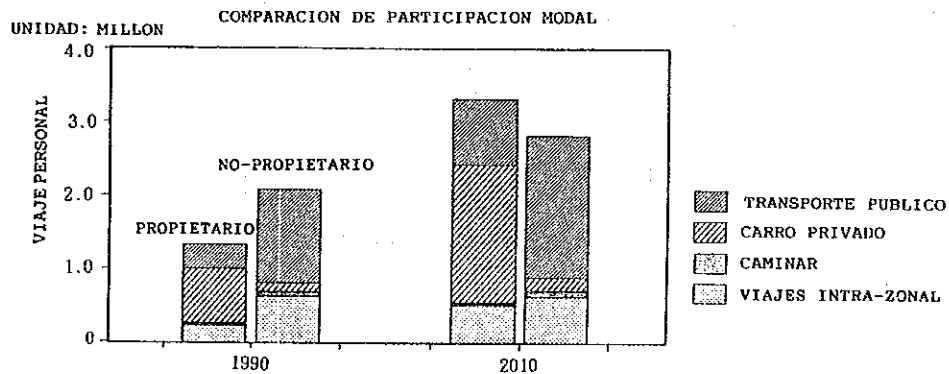


Figura 8.5.6 Comparación de Distribución Modal, 1990-2010

Por otra parte, la figura 8.5.7 describe la distribución modal entre carros privados y transporte público en la misma manera que la figura 8.4.1

El porcentaje de carros privados entre Mixco y Guatemala centro, y Villa Nueva y Guatemala centro es casi 50%. Especialmente, se supone que el tránsito de carros privados está congestionado en ambas direcciones. El porcentaje de carros privados entre Sta. Catarina Pinula y

Guatemala centro es también alto aunque su volumen no lo es tanto.

Por otra parte, en el flujo de viajes personales entre Guatemala centro y Guatemala Este, el porcentaje de carros privados es bajo.

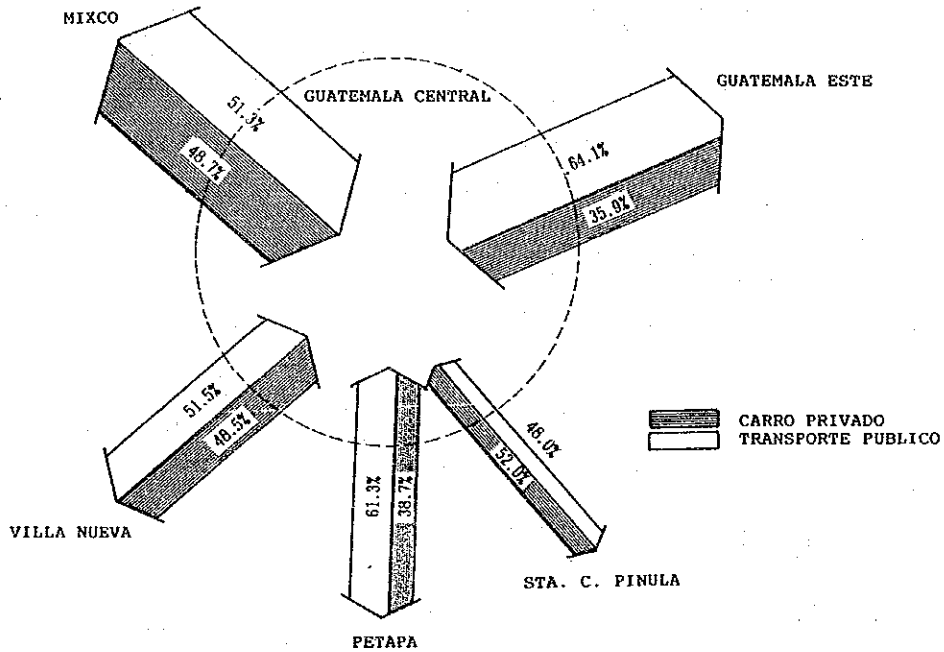


Figura 8.5.7 Distribución Modal Futura por Dirección

8.6 Asignación de Tránsito Futuro

8.6.1 Modelo de Asignación de Tránsito

(1) Procedimiento de Asignación de Tránsito

La simulación de asignación de tránsito se ejecuta repetidamente para asignar los viajes OD divididos en la ruta más corta en tiempo varias veces. Por ejemplo, el volumen de viajes entre las zonas i y j es 1,000 viajes, cada 200 viajes serán asignados cinco veces, si el tiempo repetido es cinco.

La ruta más corta en tiempo se buscó para una red vial de un nudo de origen i a todos los nudos de destino o los viajes OD divididos que se generan desde la zona i, se asignaran a la ruta más corta descubierta previamente.

Cada vez que los viajes OD divididos de todos los pares OD esten asignados en la ruta más corta, la velocidad de viaje de cada sección de vía será calculada usando la curva QV que tenga la sección de la red vial.

Estos pasos se repiten un cierto número de veces lo cual se decide por adelantado.

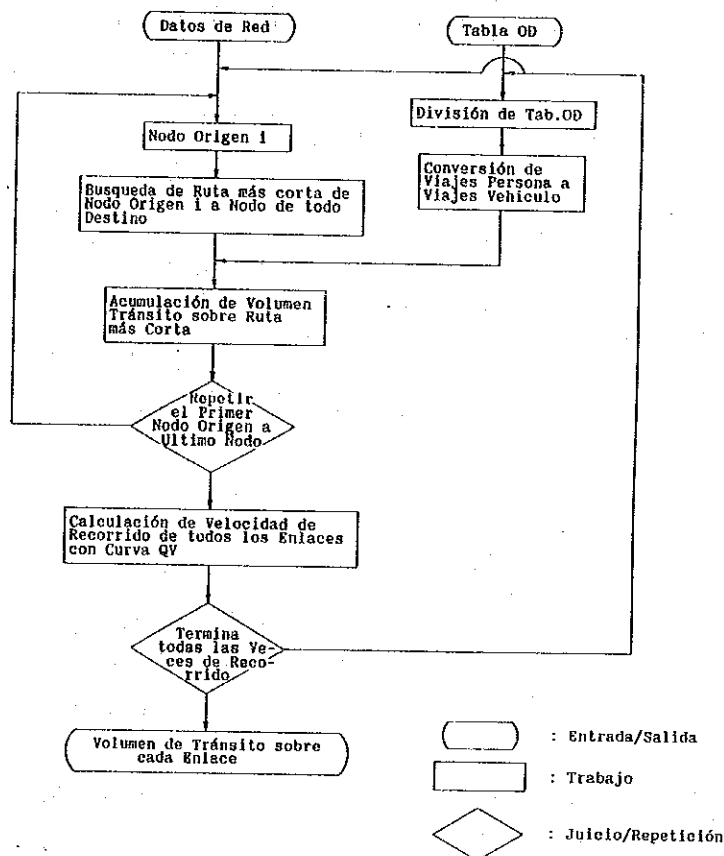


Figura 8.6.1 Procedimiento de Asignación de Tránsito

(2) Componentes del Modelo

1) Red de datos.

La red de datos es una forma de expresar el enlace de las vías reales o planeadas en una computadora y consiste de dos componentes. Uno es llamado "nodo" y el otro "enlace".

Un nodo es un punto el cual simboliza una intersección, y un enlace es un tramo de vía la cual se define por la unión de dos nodos en sus extremos. A fin de buscar la ruta más corta en tiempo en la computadora, cada unión debe tener la siguiente información de acuerdo a la condición real o planeada.

- Longitud del tramo de vía.
- Condición QV (relación entre capacidad y velocidad).
- Dirección de viaje (una vía o dos vías).

La longitud de cada tramo de vía fue medida en un mapa a escala 1/15,000 usando un longímetro. Además, ciertas curvas QV se fijaron en cada unión en base a observaciones reales.

2) Curva QV

Una curva QV es una ecuación la cual indica la relación entre la capacidad de la vía y la velocidad del vehículo. Especialmente, explica la condición en que la velocidad de determinada vía disminuye de acuerdo al incremento en el volumen de tránsito como se ilustra en la figura 8.6.2

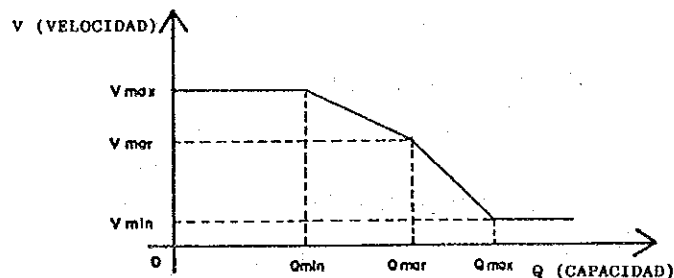


Figura 8.6.2 Idea Básica de la Curva QV

Además, basándose en la metodología del "Manual de capacidad de vías", se escogieron 84 fórmulas para la red de carros, y 20 fórmulas para la red de buses.

3) Conversión de unidad de carro de pasajeros (UCP)

El elemento de la tabla OD calculada por el modelo de distribución modal es el número de viajes personales para cada par de zonas. Por lo tanto, es necesaria una conversión a vehículos, antes que sea hecha la simulación de asignación de tránsito. Esta conversión es hecha basándose en el número de pasajeros por vehículo y el UCP estimado de el tamaño y la forma de cada modo de transporte y la carga localizada en las facilidades de la vía. El coeficiente de conversión para cada modo de transporte se muestra en la tabla 8.6.1, y el número de vehículos que han viajado (TV) por asignación de tránsito es calculado por el número de viajes (T) por la siguiente ecuación:

$$TV_{ij}^k = \frac{T_{ij}^k}{AOR^k \times UCP^k}$$

Donde, TV_{ij}^k : Volumen de tránsito de el modo k entre las zonas i y j
 T_{ij}^k : Viajes personales del modo k entre las zonas i y j
 AOR^k : Tasa de ocupación promedio de el modo k
 UCP^k : Unidad de carro de pasajeros de el modo k

Tabla 8.6.1 Conversión de Unidad de Carros de Pasajeros (UCP)

Modo de transporte	Tasa promedio de ocupación	UCP
Carro privado	1.6	1.0
Transporte público	20.0	2.0

8.6.2 Asignación de Volumen de Tránsito

(1) Asignación en Red de Araña

Una red de araña es un enlace imaginario en el cual las zonas de tránsito adyacentes están conectadas por una línea recta. La asignación de tránsito en una red de araña se hace a fin de encontrar la importancia de la conexión entre zonas de tránsito.

Los resultados de las asignación de tránsito en la tabla OD en el caso de "no hacer nada" los cuales fueron obtenidos en la sección anterior, se muestra en la figura 8.6.3. Esta asignación

no fue hecha por zonas de tránsito (67 zonas) sino por zonas integradas. En la figura, una franja negra indica el flujo de viaje personal usando carro privado y una franja blanca indica el flujo usando transporte público.

El flujo principal de viajes personales usando carros privados puede ser visto en los siguientes cinturones:

- De Mixco a la zona 1.
- De Petapa a la zona 1.
- De Villa Nueva a la zona 4.

Por otra parte, el flujo principal de viajes personales usando transporte público puede verse en los siguientes cinturones:

- De Mixco a la zona 1.
- De la zona 18 a las zonas 4 y 8.
- De la zonas 21 a la zona 1.



Figura 8.6.3 Asignación de Tránsito en Red de Araña

(2) Asignación en la Red de "No Hacer Nada"

La asignación de tránsito resultante de el caso de "no hacer nada" se muestra en la figura 8.6.4. Cada vía arterial esta congestionada por un volumen masivo de tránsito.

En particular, una tremenda congestión ocurre en las carreteras principales tales como la CA-9, CA-1 y San Juan Sacatepéquez, y su volumen de tránsito excede 150,000 UCP por día.

La tasa de congestión de las vías en el Distrito Central Comercial es también más alto que 1.0. Mucho tránsito se concentra sobre la Av. Bolívar, 6a Av. y 7a Av.

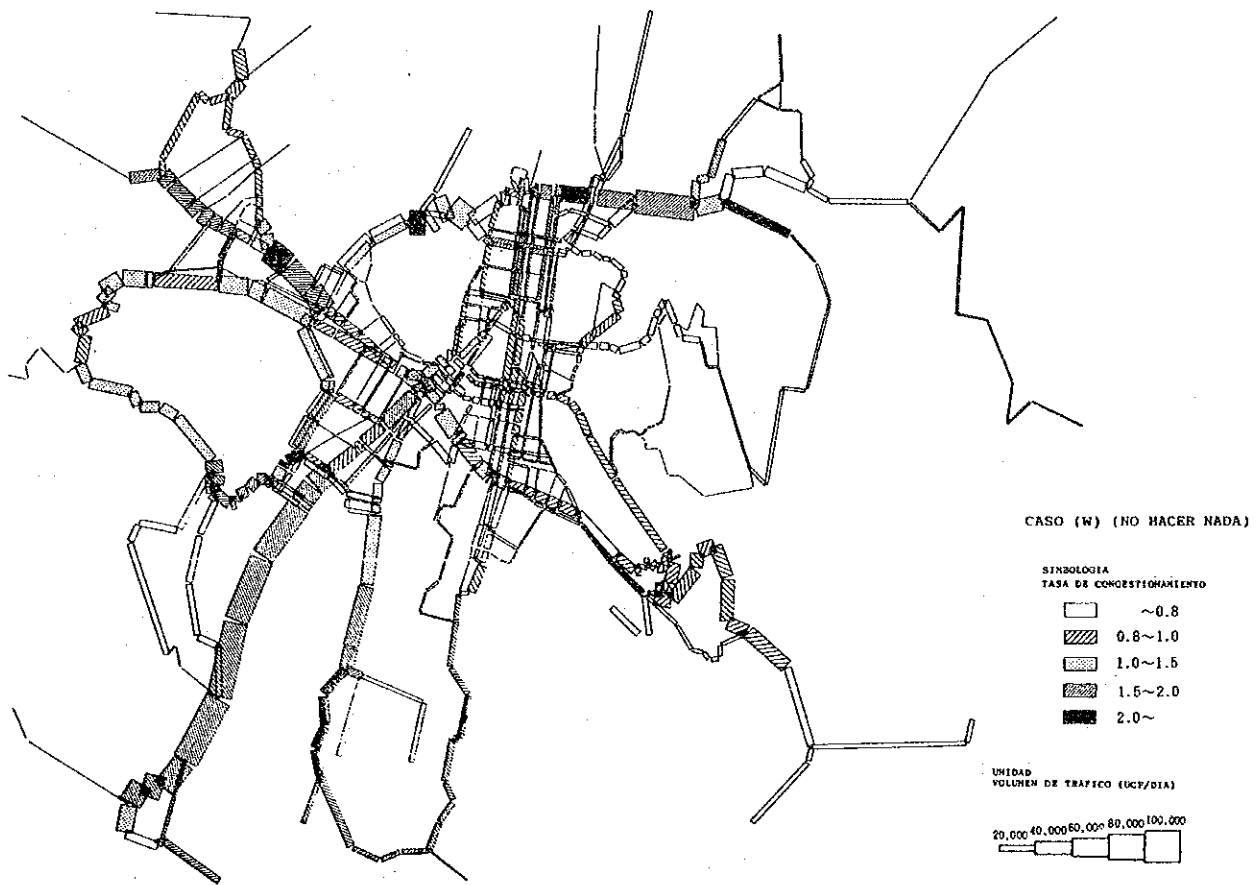


Figura 8.6.4 Asignación de Tránsito en el Caso de "No Hacer Nada"

9. PATRON DE RED DE TRANSPORTE FUTURO

9.1 Condiciones de Planificación y Estrategia Básica

9.1.1 Condiciones de Planificación

(1) Socio-Económico

Población del Area de Estudio se incrementará de 1.8 millones en 1990 a 3.0 millones en el 2010. La tasa de crecimiento anual para el PRB podrá continuar su incremento del 4.0% en 1990 a 4.5% en 1995 y ampliarse con un promedio de crecimiento anual de 4.5% después de 1995.

(2) Uso de Suelo

De un área total de 93,725 (ha) en el Area de Estudio, un área de 47,326 (ha) tiene una pendiente mayor del 30%. La mayor parte de este tipo de tierra son corrientemente bosques y barrancos profundos, para los cuales una urbanización es considerada imposible, debido a la dificultad de construcción de infraestructura, como caminos y vías férreas.

El patrón de Corredor-Policéntrico fue seleccionado como el patrón de desarrollo urbano futuro.

(3) Demanda de Tránsito

El proyecto de volumen de tránsito proyectado fue asignado en la red vial existente sin ningún mejoramiento. De acuerdo a esta asignación de tránsito, muchas carreteras congestionadas como la CA-1, CA-9, San Juan Sacatepéquez y vía a Petapa son observadas.

(4) Facilidades Viales

El patrón de la red vial existente de las áreas urbanas y suburbanas están formadas por una reticula y patrones radiales, respectivamente los problemas de las facilidades viales son los que se muestran a continuación:

- a) Insuficiencia de la red vial.
- b) Concentración de vías en ciertos puntos.
- c) Congestionamiento de tránsito en vías y embotellamientos en las intersecciones mayores.

(5) Facilidades de Transporte Público

Aproximadamente el 64% del total de viajes de personas se realizan en transporte público, especialmente buses urbanos y buses extraurbanos. En el futuro, se espera que el porcentaje de usuarios de buses disminuya, debido al incremento de propietarios de vehículos privados. Los mayores problemas del transporte público son:

- a) Operaciones inestables.
- b) Congestionamiento en buses.
- c) Baja velocidad de buses.
- d) Problemas financieros.

(6) Administración de Tránsito

Sistema de una vía, restricciones de estacionamientos en vías, y sistemas de control de semáforos están presentes en el área urbana. De cualquier forma, la congestión de tránsito ocurre en determinadas vías e intersecciones. En la administración de tránsito los principales problemas de tránsito son:

- a) Congestionamiento de tránsito en vías e intersecciones específicos.
- b) Muchos accidentes de tránsito ocurren en estas vías e intersecciones.

(7) Organización de Construcciones

El desarrollo de proyectos de la infraestructura básica como construcción de vías y puentes, han sido implementados por la Municipalidad de Guatemala y MINISCOPT.

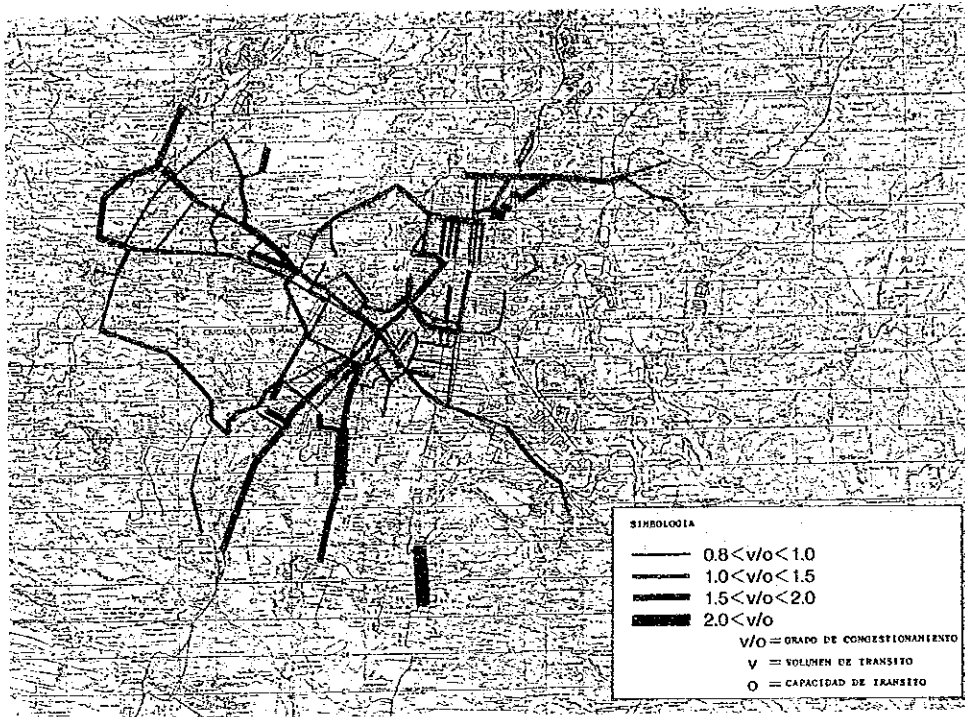


Figura 9.1.1 Grado de Congestionamiento en la Red Vial

9.1.2 Políticas de Planificación y Estrategias

- (1) Políticas de Planificación para el Desarrollo del Sistema de Transporte

Es necesario formular una política básica para el plan maestro después de identificar los problemas actuales del transporte y los pronósticos la demanda de tránsito futuro.

1) Objetivos de plan maestro

- a) Apoyar al desarrollo socio-económico del Area Metropolitana de Guatemala.
- b) Asegurar de igual acceso a los servicios de transporte para todos los ciudadanos.
- c) Formular una guía para el sistema y la infraestructura de transporte que serán desarrolladas en el largo plazo.

2) Metas y políticas del plan

- a) El desarrollo de la red de transporte tendrá capacidad de crecimiento como una parte integral de la estructura urbana futura.

- b) Corresponder a la demanda futura de transporte.
- c) Corregir las diferencias en el servicio del transporte por área y el nivel de ingresos.
- d) La seguridad de los ciudadanos y el mantenimiento del medio ambiente.
- e) Eficiencia con una inversión razonable.

Con las metas del plan arriba mencionadas, se identificaron las siguientes políticas de planificación:

- a) Enfatizar una red de transporte público
- b) Mantener un adecuado nivel del transporte

(2) Estrategias de Planificación

El plan maestro consiste en los siguientes planes sectorizados para satisfacer los objetivos de planificación y políticas de planificación.

- a) Plan de infraestructura vial.
- b) Plan de transporte público.
- c) Plan de administración de tránsito.

El plan maestro además está dividido en dos: estos son plan a corto plazo y a largo plazo. A corto plazo el cual es para el año meta 1995, el cual se derivaría del plan maestro, para el que el año metas es el 2010, el que constituyen el plan a largo plazo.

Los siguientes conceptos de planificación a corto plazo son tomados en cuenta:

- a) Coordinación y consistencia con los proyectos existentes.
- b) Necesidad mínima para la adquisición de tierra.
- c) Mantener bajos costos de construcción para evitar construcción a gran escala.
- d) Utilización efectiva de facilidades existentes.

Por otra parte, el plan maestro a largo plazo es identificado basados en los objetivos de planificación y las políticas establecidas. En particular, los siguientes factores dan mayor importancias a el plan a largo plazo.

1) Fortalecimiento de ejes del transporte

De acuerdo a la red de transporte existente y el uso futuro de suelo, los principales ejes son formados de la siguiente manera:

- a) Area central <-----> Mixco (Eje oeste)
- b) Area central <-----> Villa Nueva (Eje sur)

- c) Area central <-----> Chinautla (Eje norte)
- d) Area central <-----> Sn. José Pinula (Eje este)

El sistema de transporte futuro puede ser planificado basado en lo anteriormente señalado.

2) Fortalecimiento del transporte público

La demanda de transporte público se prevee sea el doble del volumen existente. Adicionalmente, el espacio de construcción de vías es limitado a lo largo de los 4 ejes de transporte mencionadas.

De aquí, que el transporte podría ser reforzado con un plan de control de volumen del tránsito. Los sistemas de transporte público se podrían considerar como sigue:

- a) Introducir carriles para buses
- b) Introducir vías exclusivas para buses
- c) Introducir ferrocarriles urbanos

9.2 Concepto de Alternativas de Red de Transporte

9.2.1 Consideración Básica

Existen dos métodos para aligerar la congestión del tránsito; uno es mantener la demanda de control de tránsito y el otro es el incremento de la capacidad. La demanda del control de tránsito es mantenida para el fortalecimiento del sistema de transporte público y el incremento de la capacidad es conseguir por medio de la construcción de nuevas vías y la ampliación de las existentes.

Tomando en cuenta las características y funciones de cada sistema de transporte, la demanda futura, y situación actual del transporte, los siguientes sistemas de transporte deben ser considerados para la preparación de un plan alternativo de red de transporte.

- 1) Fortalecimiento del sistema de transporte público
- 2) Mejoramiento de sistemas de red de caminos

9.2.2 Conceptos de Alternativas de Plan Maestro

Los siguientes factores serán examinados como consideraciones básicas.

- a) Desarrollo de ejes de transporte.
- b) Balancear la capacidad con la demanda de transporte.
- c) Formular un sistema de planes realistas.
- d) Utilizar las facilidades existentes.

(1) Eje Oeste (Centro <-----> Mixco)

El volumen de tránsito futuro en la sección entre el centro a Mixco se pronostica como en 260,000 UCP/día.

De cualquier forma, solo existen tres carreteras. La capacidad del tránsito en estas tres carreteras es estimada como 170,000 UCP/día. En este eje de transporte (eje oeste), como mínimo 90,000 UCP/día de la capacidad de tránsito es en un reducido abastecimiento y de mejoramiento de las vías existentes es muy

difícil debido a la densa edificación habitacional en ambos lados de las vías mencionadas.

Para aliviar esta situación del tránsito, las siguientes alternativas de red del transporte se formularon.

- a) Introducir carriles para buses.
- b) Introducir sistemas de vías exclusivas para buses.
- c) Introducir sistemas de tránsito ferroviario.
- d) Construir vías radiales.
- e) Construir nuevos anillos periféricos.

(2) Eje Sur (Centro <-----> Villa Nueva, Petapa)

Volumen de tránsito futuro en la sección del centro a Villa Nueva, Petapa está supuesta en 397,000 UCP/día y solo tres carreteras, (CA-9), Avenida Petapa y Avenida Hincapié existen.

La capacidad de tránsito de estas carreteras es estimada a ser 170,000 UCP/día. El déficit de la capacidad de tránsito es de 230,000 UCP/día.

Para solucionar esta situación del tránsito, las siguientes alternativas de redes para el transporte son preparadas tomando en cuenta la capacidad de cada sistema de transporte.

- a) Introducir carriles para buses.
- b) Introducir sistemas de vías para buses.
- c) Introducir sistema de tránsito ferroviario urbano.
- d) Mejorar vías radiales.
- e) Construir nuevos anillos periféricos.

(3) Eje Norte (Centro <-----> Zona 18)

El volumen de tránsito futuro en la sección del centro a la dirección de la zona 18 es de 90,000 UCP/día y solo una carretera existe (CA-9) La capacidad de tránsito esta estimado en 60,000 UCP/día. El déficit de la capacidad de tránsito es calculada en 30,000 UCP/día. Para solucionar de esta situación del tránsito las siguientes alternativas de red de transporte estan preparadas.

- a) Introducir carriles para buses.
- b) Construcción de nuevos anillos periféricos.

Ampliar la calle Martí es muy difícil, debido a la densa edificación a lo largo de ambos lados de esta.

Tomando en cuenta el volumen futuro de tránsito en esta sección parece que la introducción de sistema de rutas de buses y sistema de tránsito ferroviario no sería necesario.

(4) Eje Este (Centro <-----> Sta. Catarina Pinula)

El volumen futuro de tránsito en la sección entre el centro a Sta. Catarina Pinula esta calculada en 100,000 UCP/día, y tres carreteras, CA-9, 20 calle y 2a. calle existen en ese sector.

El volumen de tránsito futuro no deberá exceder la capacidad de tránsito de estas carreteras de aquí que parece que la introducción de un mejoramiento del sistema de transporte no será necesario.

(5) Area Central

El volumen de tránsito futuro en las vías mayores en el área central esta en el supuesto de llevar su en el 2010.

Es muy difícil adquirir tierra en el área central, debido a la densa edificación localizada en ambos lados. La solución de los problemas de tránsito en el área central son llevados a cabo mediante la administración de tránsito.

Las siguientes alternativas de red de transporte son evaluadas:

- a) Introducir carriles para buses.
- b) Introducir sistema de vías exclusiva para buses.
- c) Introducir sistema de tránsito ferroviario urbano.

9.3 Alternativas de Red de Transporte

9.3.1 Plan de Fortalecimiento de la Red Vial

Tomando en cuenta el futuro uso de suelo, las características de tránsito, las redes de vías existentes, y la demanda futura de tránsito, en los dos planes de mejoramiento de red vial siguientes son formulados:

1) Plan de mejoramiento de vías radiales

Este plan de mejoramiento de la red de vías radiales es formulado básicamente basados en el desarrollo de los siguientes factores:

- a) Utilizar la red vial existente.
- b) Mejorar los ejes de transporte.
- c) Minimizar los costos de la construcción de vías

2) Planes de mejoramiento de vías radiales y periféricas

Este plan de mejoramiento de red de vías es básicamente formulado en el desarrollo de los siguientes factores:

- a) Utilizar la red vial existente.
- b) Mejorar ejes de transporte.
- c) Formar el patrón integral de la red vial
- d) Completar la red vial

9.3.2 Plan de Fortalecimiento del Transporte Público

La importancia del fortalecimiento del transporte público para la solución de los problemas del transporte urbano y el funcionamiento de cada sistema de transporte público, tres alternativas de transporte público son evaluados como una combinación de los planes de transporte público descrito a continuación.

- a) Introducir plan de carriles para buses
- b) Introducir plan de carriles para buses y vías exclusivas para buses.
- c) Introducir plan de carriles para buses y ferrocarril urbano.

9.3.3 Formulación del Plan Alternativo

Como se describió anteriormente, los dos planes de red vial son reconocidos para el plan de mejoramiento de la red vial y tres planes de mejoramiento de transporte público son identificados para el plan de mejoramiento de transporte público.

Considerando la efectividad entre los planes de mejoramiento descritos seis planes alternativos son evaluados como planes de combinados.

Los temas mencionados son resumidos en la figura 9.3.1 y la combinación entre los planos y sus seis alternativas también se resumen en las figura 9.3.2

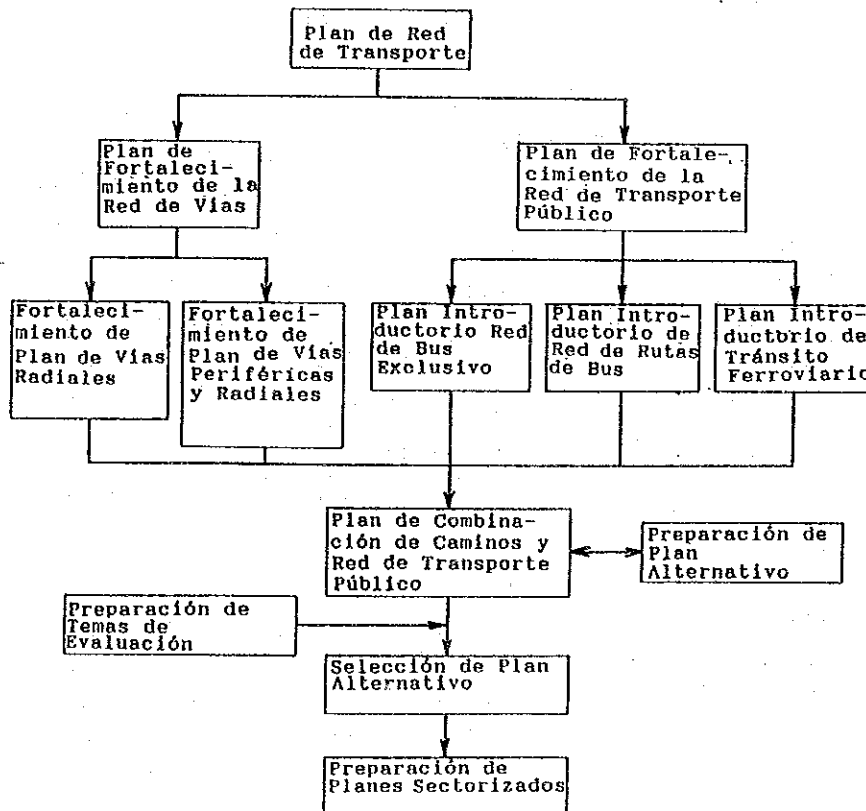


Figura 9.3.1 Formación de Plan Alternativo

1) Plan alternativo A

Consiste en el plan de mejoramiento de la red vial radial y la introducción de carriles para buses. El plan conceptual esta ilustrado en la figura 9.3.3.

2) Plan alternativo B

Consiste en el plan de mejoramiento de la red vial radial y la introducción del sistema de vía exclusiva para buses. El plan conceptual esta ilustrado en la figura 9.3.4.

3) Plan alternativo C

Consiste en el plan de mejoramiento de la red vial radiales y la introducción del sistema de tránsito ferroviario. El plan conceptual está ilustrado en la figura 9.3.5.

4) Plan alternativo D

Consiste en el plan de mejoramiento de la red vial radial y periférica y carriles para buses. El plan conceptual es ilustrado en la figura 9.3.6.

5) Plan alternativo E

Consiste en el plan de mejoramiento de red vial radial y periférica y sistema de vía exclusiva para buses. El plan conceptual es ilustrado en la figura 9.3.7

6) Plan alternativo F

Consiste en el plan de mejoramiento de red vial radial y periféricas y sistema de tránsito ferroviario. El plan conceptual es ilustrado en la figura 9.3.8.

El perfil de la alternativa mencionada anteriormente es resumido en la tabla 9.3.1 y el costo del proyecto es mostrado en la tabla 9.3.2

Patrón de Transporte Público Patrón de Red Vial	Sistema Existente	Introducción de Carril de Bus	Introducción de Vía Exclusiva de Bus	Introducción de Sistema Tránsito Ferroviario
Red Vial Existente	Caso Básico	----	----	----
Red Vial Radial	----	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Red Vial Radial y Peri-férica	----	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F

Figura 9.3.2 Combinación de 6 Planes Alternativos

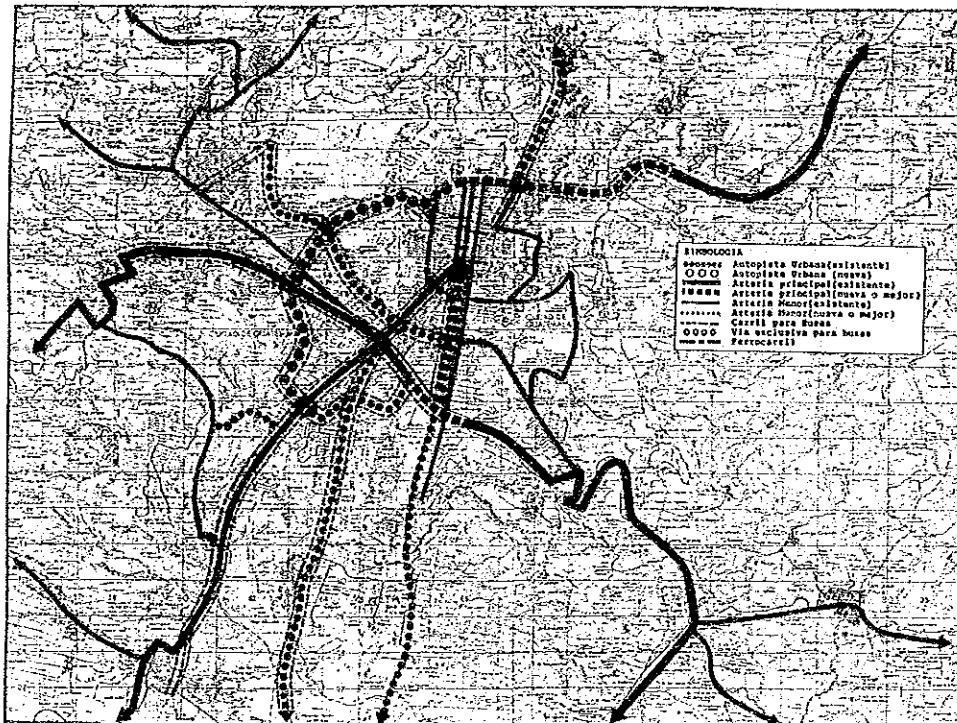


Figura 9.3.3. Plan Alternativo A

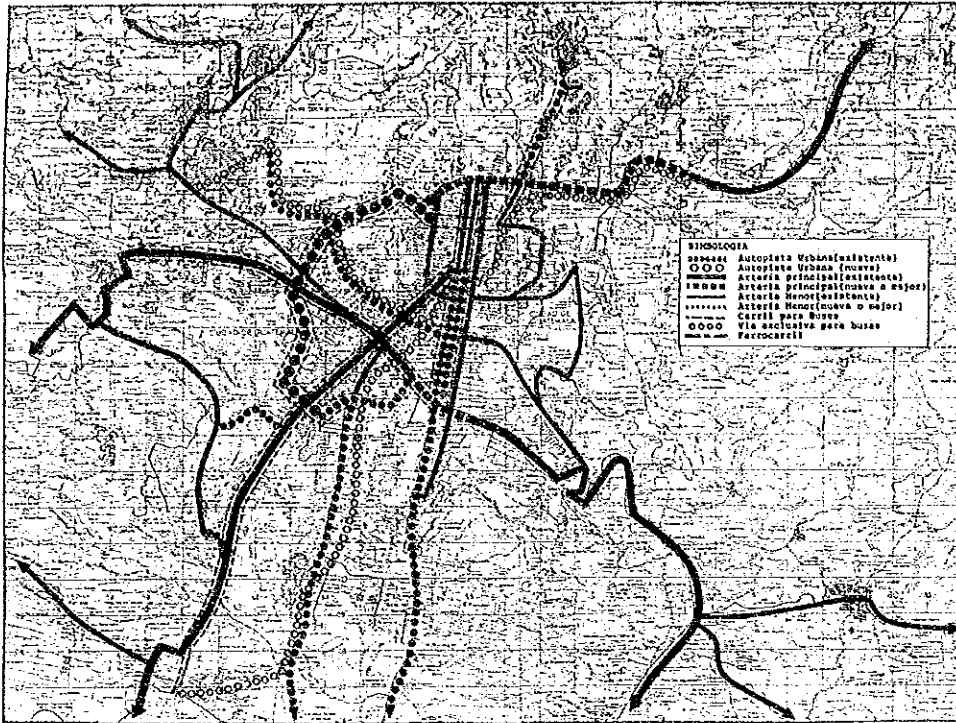


Figura 9.3.4 Plan Alternativo B

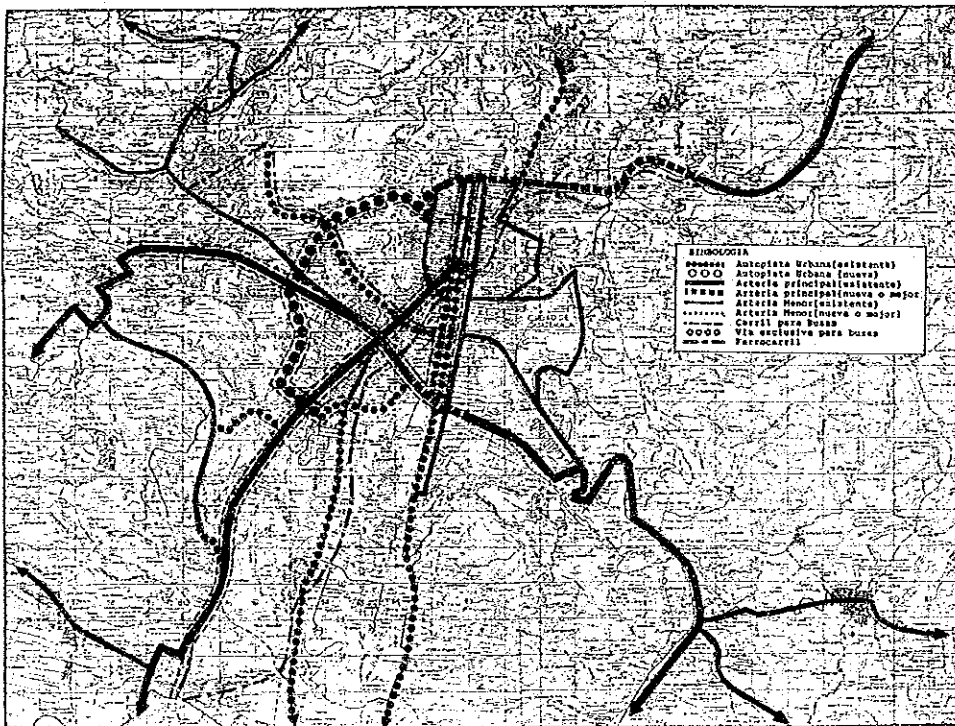


Figura 9.3.5 Plan Alternativo C

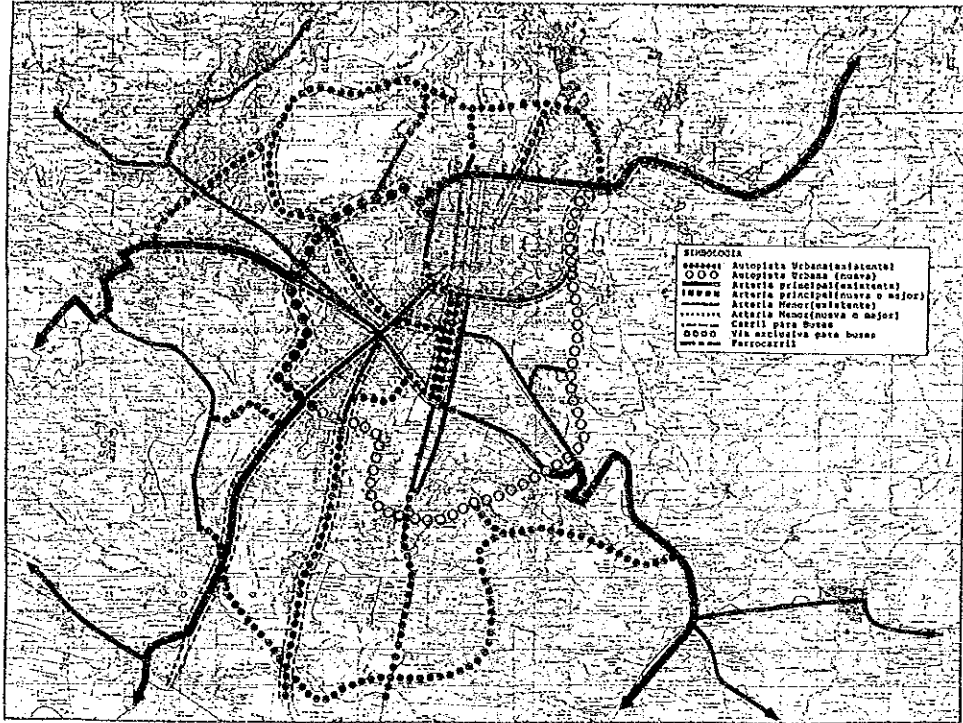


Figura 9.3.6 Plan Alternativo D

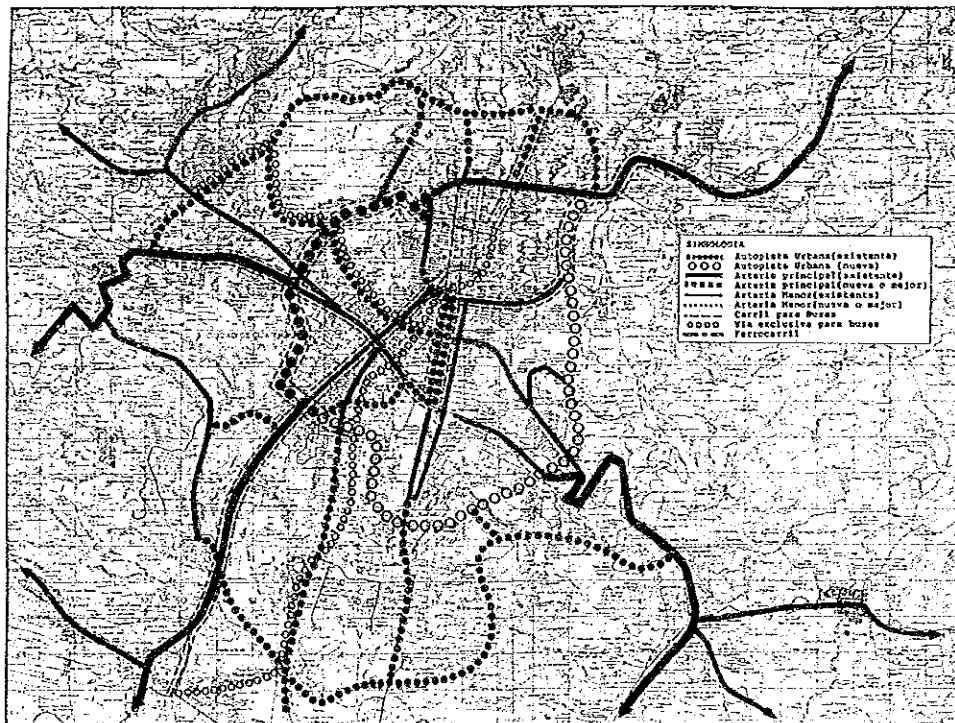


Figura 9.3.7 Plan Alternativo E

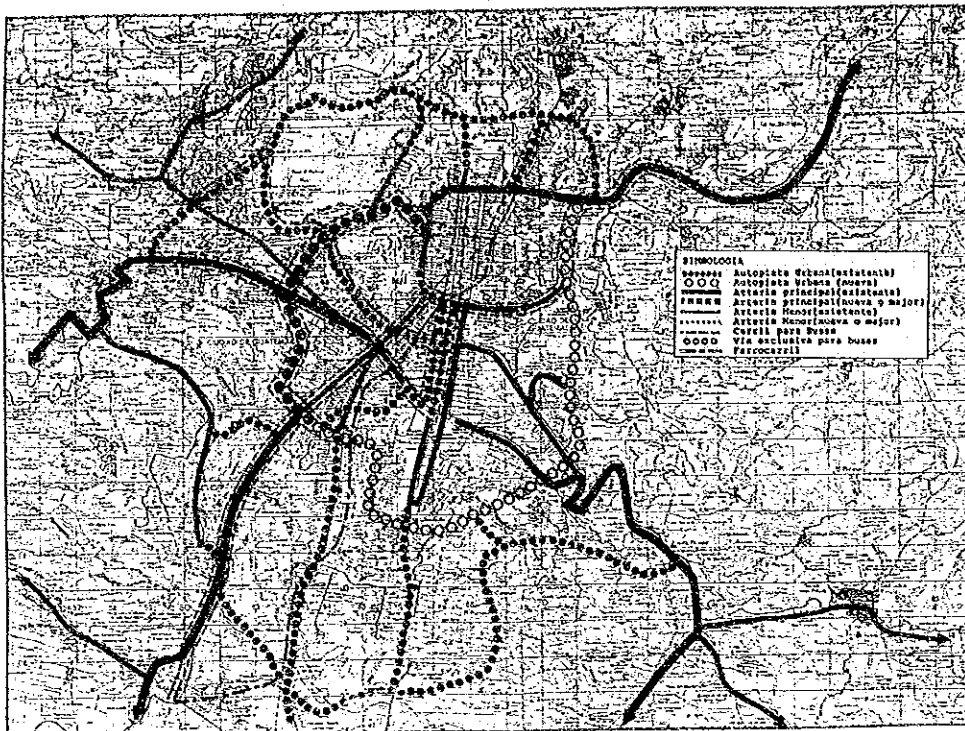


Figura 9.3.8 Plan Alternativo F

Tabla 9.3.1 Aspecto General de Planes Alternativos

	Plan alternativo					
	A	B	C	D	E	F
1. Longitud de vías (m)	76,250	76,250	76,250	122,330	118,330	118,330
1.1 Autopistas urbanas (mejoradas)	---	---	---	---	---	---
1.2 Autopistas urbanas (nuevas)	---	---	---	20,400	20,400	20,400
1.3 Principales arterias (mejoradas)	24,000	24,000	24,000	17,500	17,500	17,500
1.4 Principales arterias (nuevas)	---	---	---	---	---	---
1.5 Arterias menores (mejoradas)	33,370	33,370	33,370	29,540	25,540	25,540
1.6 Arterias menores (nuevas)	18,880	18,880	18,880	54,890	54,890	54,890
2. Longitud de puentes (m)						
2.1 Puente para vehículos	2,380	2,380	2,380	6,115	6,115	6,115
2.2 Puente para buses	---	13,000	---	---	13,000	---
2.3 Puente para ferrovías	---	---	33,000	---	---	26,000
3. Longitud de carriles de buses (m)	100,000	85,000	85,000	100,000	85,000	85,000
4. Longitud de vías exclusivas de buses	---	33,000	---	---	26,000	---
4.1 Sección de nivel	---	20,000	---	---	13,000	---
4.2 Sección de viaducto	---	13,000	---	---	13,000	---
5. Longitud de ferrovías (m)	---	---	33,000	---	---	26,000
5.1 Sección a nivel	---	---	0	---	---	0
5.2 Sección a viaducto	---	---	33,000	---	---	26,000
6. Costo proyectado (millones Q)	1,696	2,188	4,918	2,316	2,502	4,803

Tabla 9.3.2 Costo del Proyecto por Alternativa

Unidad: (1,000 Q)

	Plan alternativo					
	A	B	C	D	E	F
1. Vía de tránsito						
1- 1 Perif. Ext. (N)	----	----	----	174,395	174,395	174,395
1- 2 Perif. Ext. (S)	71,324	71,324	71,324	175,441	175,441	175,441
1- 3 Perif. Interm.	----	----	----	470,002	470,002	470,002
1- 4 Perif. Interna	81,029	81,029	81,029	81,029	81,029	81,029
1- 5 Corredor E-O	285,216	221,014	221,014	221,014	221,014	221,014
1- 6 Tramo Perif.	38,278	38,278	38,278	25,519	25,519	25,519
1- 7 Av. 13	----	----	----	2,642	2,642	2,642
1- 8 Av. 6	----	----	----	21,062	21,062	21,062
1- 9 Av. 15	15,215	15,215	15,215	15,215	15,215	15,215
1-10 35 Calle	35,782	35,782	35,782	35,782	35,782	35,782
1-11 Blvd. Sur	11,729	11,729	11,729	11,729	11,729	11,729
1-12 CA-9 (S)	122,096	122,096	61,048	122,096	61,048	61,048
1-13 Av. Petapa	103,844	59,358	59,358	103,844	59,358	59,358
1-14 Av. Hincapié	206,050	206,050	124,670	206,050	124,670	124,670
1-15 Calle Martí	169,481	124,735	124,735	124,735	----	----
1-16 CA-9 (E)	84,741	84,741	84,741	84,741	84,741	84,741
1-17 Av. Américas	7,085	7,085	7,085	----	----	----
1-18 2a. Calle	43,303	43,303	43,303	----	----	----
Sub-Total	1,255,173	1,121,739	979,308	1,875,296	1,563,647	1,563,647
2. Tránsito público						
2- 1 Parada de bus	3,305	3,305	3,305	3,305	3,305	3,305
2- 2 Carril de bus	4,450	3,900	3,900	4,450	3,900	3,900
2- 3 Vía Exc. de bus	----	624,130	----	----	498,550	----
2- 4 Tránsito Ferro.	----	----	3,498,854	----	----	2,799,083
2- 5 Central de bus	12,459	12,459	12,459	12,459	12,459	12,459
2- 6 Terminal de bus	243,500	243,500	243,500	243,500	243,500	243,500
Sub-Total	263,714	885,294	3,762,018	263,714	761,714	3,082,247
3. Admon. de tránsito						
3- 1 Admon.	128,323	128,323	128,323	128,323	128,323	128,323
3- 2 Admon. en centro	49,000	49,000	49,000	49,000	49,000	49,000
Sub-Total	177,323	177,323	177,323	177,323	177,323	177,323
Gran Total	1,696,210	2,186,356	4,918,650	2,316,333	2,502,684	4,803,219

9.4 Análisis de Tránsito del Plan Alternativo

9.4.1 Distribución Modal

(1) Alternativa de Red del Plan Maestro

La definición detallada de la red alternativa del plan maestro fue discutida en la sección anterior. Es presentada en síntesis para aclarar el resultado de la distribución modal y la estimación del tránsito asignado.

En la figura 9.4.1 muestra una red vial dentro los límites de el área que puede ser estimado por este supuesto. La red vial incluye todo el plan de vías.

Las secciones de vías indican un proyecto único ID, y son mostrados en la figura 9.4.2. La red del plan maestro alternativo puede ser descrito con la combinación de las secciones de vías como se muestra en la tabla 9.4.1

La red vial para carros de la alternativa A, B, y C es la misma información de la ya ingresada de la asignación de tránsito simulado y la alternativa D, E, y F es también la misma.

Figura 9.4.3. y tabla 9.4.2. muestra alternativas de la red de transporte público de la misma forma que la red para carros.

Como se puede ver en la tabla 9.4.2, el proyecto principal de transporte público es de carril para buses, en la alternativa A y D. El sistema de vía exclusiva para buses es enfatizada en la alternativa B y E, y un sistema de tránsito ferroviario en la alternativa C y F.

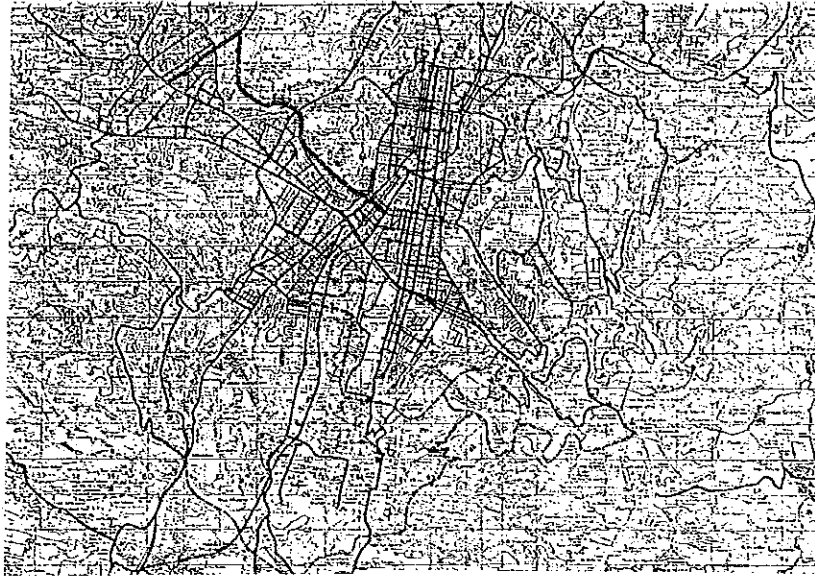


Figura 9.4.1 Red Vial para Asignación de Tránsito

Tabla 9.4.1 Componentes de Proyectos Viales por Alternativa

Numero de Proyecto	Nombre del Proyecto	Proyecto ID	Componentes del proyecto					
			Caso (A)	Caso (B)	Caso (C)	Caso (D)	Caso (E)	Caso (F)
1	Via periferica interna	IRR	○	○	○	○	○	○
2	Via periferica media	Seccion 1 MRR-1				○	○	○
3		Seccion 2 MRR-2				○	○	○
4		Seccion 3 MRR-3				○	○	○
5		Seccion 4 MRR-4				○	○	○
6		Seccion 5 MRR-5				○	○	○
7	Extension periferico	MRR-6	○	○	○	○	○	○
8	Via periferica externa Norte	Seccion 1 ORN-1				○	○	○
9		Seccion 2 ORN-2				○	○	○
10		Seccion 3 ORN-3				○	○	○
11	Via de acceso 1	13 Av.				○	○	○
12	Via de acceso 2	6a Av.				○	○	○
13	Via de acceso 3	15 Av.				○	○	○
14	Via periferica (sur)	Seccion 1 ORS-1	○	○	○	○	○	○
15		Seccion 2 ORS-2				○	○	○
16		Blv. Sur	○	○	○	○	○	○
17	Corredor este-oeste	Seccion 1 ENC-1	○	○	○	○	○	○
18		Seccion 2 ENC-2	○	○	○	○	○	○
19		1 & 2 Cille	○	○	○	○	○	○
20	35 Calle	35 Cille	○	○	○	○	○	○
21	Av. Petapa	Petapa	○	○	○	○	○	○
22	Av. Hincapie	Hincapie	○	○	○	○	○	○
23	Peso a desnivel Obelisco	UPO	○	○	○	○	○	○

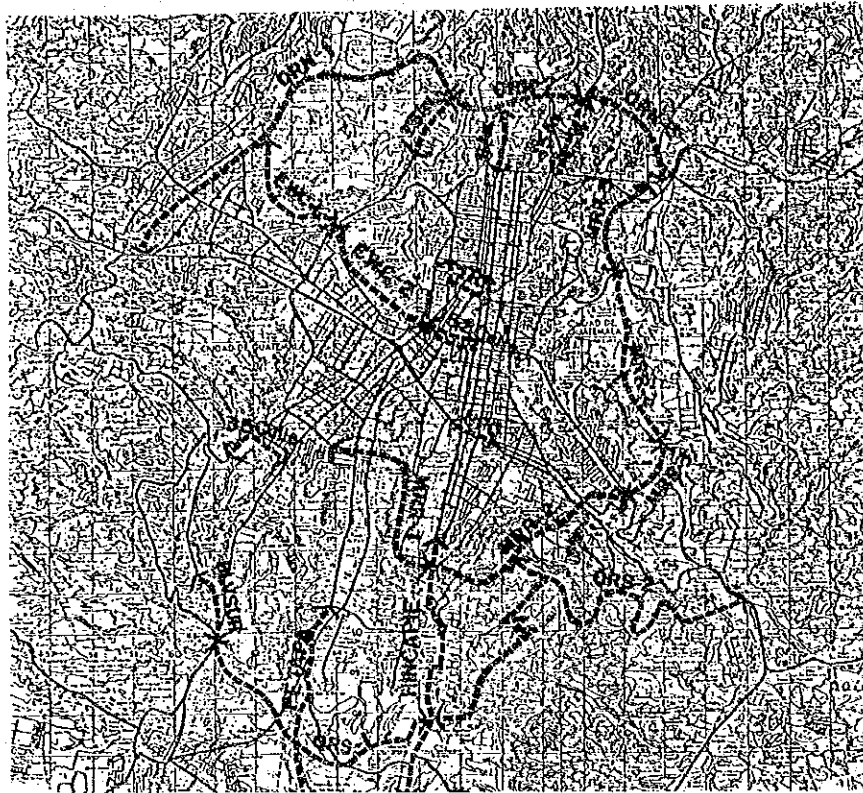


Figura 9.4.2. Sección de Vías del Proyecto

Tabla 9.4.2. Componentes del Proyecto de Transporte Público por Alternativa

Proyecto No.	Proyecto Nombre	Proyecto ID	Tipo de servicio Publico	Componentes del Proyecto					
				Caso (A)	Caso (B)	Caso (C)	Caso (D)	Caso (E)	Caso (F)
1	Corredor E-0	EHC-R	Ferrovía			○			○
2	Corredor	EHC-B	Via Exc. de bus		○			○	
3	Este/Deste	EHC-E	Carril de bus	○			○		
4	Ferrocarril	Seccion 1	SR1-R	Ferrovía			○		○
5			SR1-E	Via Exc. de bus		○			○
6		Seccion 2	SR2-R	Ferrovía			○		○
7			SR2-E	Ruta Exc. de bus		○			○
8	Ferrocarril	Seccion 1	NR1-R	Ferrovía			○		○
9			NR1-E	Via Exc. de bus		○			○
10		Seccion 2	NR2-R	Ferrovía			○		
11			NR2-E	Via Exc. de bus		○			
12		Seccion 3	NR3-R	Ferrovía			○		
13			NR3-E	Via Exc. de bus		○			
14	CA 1	Seccion 1	C11-E	Carril de bus	○	○	○	○	○
15			C12-E	Carril de bus	○	○	○	○	○
16	CA 9	Seccion 1	C91-E	Carril de bus	○	○	○	○	○
17		Seccion 2	C92-E	Carril de bus	○			○	○
18		Seccion 3	C93-E	Carril de bus	○			○	○
19	Via Per. interior	IRR-E	Carril de bus				○	○	
20	Via periferica media	MR1-E	Carril de bus	○	○	○	○	○	
21		MR2-E	Carril de bus				○	○	
22	San Juan Sacatepequez	San Juan	Carril de bus						
23	6a Av. & 7a Av.	6 & 7 Av.	Carril de bus	○	○	○	○	○	
24	8 Calle & 9 Calle	8 & 9 Calle	Carril de bus	○	○	○	○	○	
25	18 Calle	18 Calle	Carril de bus	○	○	○	○	○	
26	1a Calle & 2a Calle	1 & 2 Calle	Carril de bus	○	○	○	○	○	
27	Av. Bolivar	Bolivar	Carril de bus	○	○	○	○	○	
28	Petapa	Seccion 1	PT1-E	Carril de bus	○			○	
29		Seccion 2	PT2-E	Carril de bus	○			○	
30	15 Av.	15 Av.	Carril de bus	○	○	○	○	○	

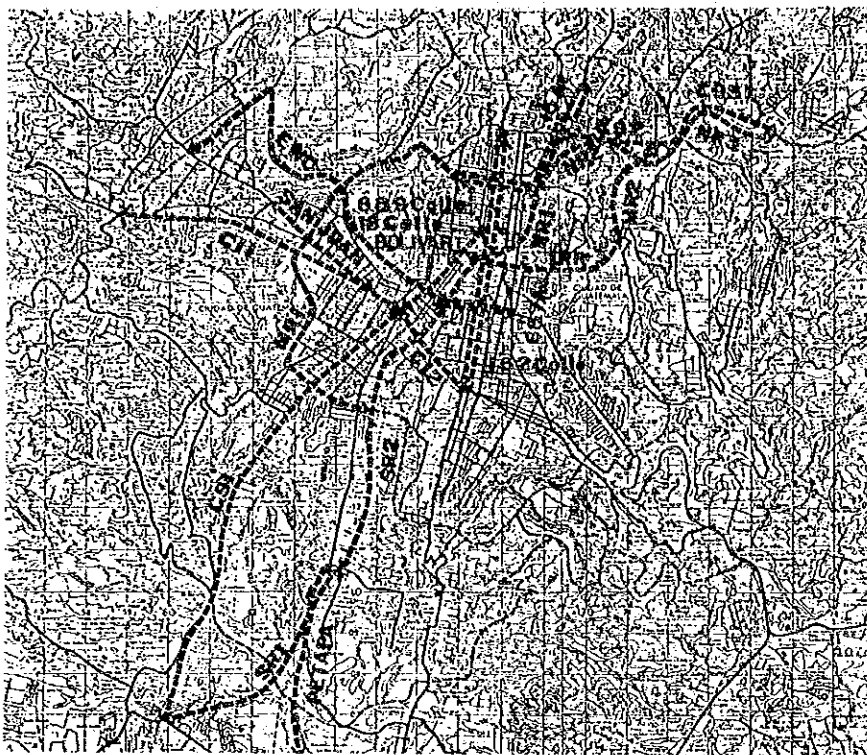


Figura 9.4.3 Sección de Proyecto de Transporte Público

(2) Distribución Modal por Plan Alternativo

La tabla 9.4.3. describe la distribución modal de las alternativas.

En el caso de la alternativa A y D la distribución los viajes por carro privado, la cual es más alta que las otras alternativas, aproximadamente alcanza un 40%. Los viajeros gradualmente se desvían a usar transporte público de sus carros privados de acuerdo a la introducción de un mejor sistema de transporte público.

Si el sistema de tránsito ferroviario es introducido (en el caso de la alternativa C y F), muchos viajeros podrían usar el transporte público y la participación de carros privados podrá disminuir comparado con el caso "No hacer nada". De cualquier forma el número de viajes de personas utilizando el transporte público indica aproximadamente 1.7 veces del valor actual (incluyendo la alternativa B y C). Por consiguiente es necesario considerar la introducción de un sistema eficiente de transporte público llevando a estos pasajeros.

Tabla 9.4.3 Distribución Modal por Alternativa

Alternativa	Transporte público			Vehículos privados		
	Propie- tarios	No propietarios	Total	Propie- tarios	No propietarios	Total
A	952	1,954	2,906 (59.8%)	1,799	151	1,950 (40.2%)
B	1,008	1,963	2,971 (61.2%)	1,743	142	1,885 (38.8%)
C	1,104	1,972	3,077 (63.3%)	1,647	133	1,780 (36.7%)
D	965	1,954	2,919 (60.1%)	1,786	151	1,937 (39.9%)
E	1,001	1,959	2,960 (61.0%)	1,750	148	1,896 (39.0%)
F	1,082	1,967	3,049 (62.8%)	1,669	138	1,807 (37.2%)
No hacer na- da	883	1,933	2,816 (58.0%)	1,868	172	2,040 (42.0%)
1990	382	1,412	1,794 (64.3%)	798	199	997 (35.7%)

Nota: La unidad de los números descritos es de 1,000 viajes personales por día. Este número no incluye viajes intra zonas.

9.4.2 Asignación de Tránsito

(1) Volumen de Tránsito Asignado

La tabla 9.4.4 muestra el volumen de tránsito asignado en las vías principales como se muestra en la figura 9.4.4. El crecimiento del tránsito con una presentación gráfica del congestionamiento de tránsito es mostrado en la figura 9.4.5 a la figura 9.4.7.

Observando estas figuras, los siguientes resultado pueden ser mostrados.

1) Alternativa A

En cada vía en las alternativas A,B, C y D, el índice de congestiónamiento excede de 1.0. Puede decirse que las facilidades en las vías son suficientes.

2) Alternativa B

El congestiónamiento en las vías a Mixco, Villa Nueva, y la zona 18, en donde la vía exclusiva para buses son introducidas, desaparecen. Por otra parte, la vía exclusiva para buses a lo largo de la carretera a Villa Nueva, tiene el doble de pasajeros indicados para su capacidad. Esto solo indica la demanda potencial porque la asignación de tránsito de bus fue realizada solo como una división a la vez de la tabla OD. La demanda de buses de pasajeros en las calles paralelas es pequeña. En el plan de estaciones sectorizadas, por consiguiente, este desbalance podrá ser aclarado.

3) Alternativa C

El índice de congestiónamiento de la mayor parte de vías bajan del 1.0 por la introducción del tránsito ferroviario. De cualquier manera, la demanda de pasajeros en el ferrocarril del sur es de 0.8 millones, y en el ferrocarril Este-Oeste es de 0.5 millones. Estas figuras pueden ser revisadas y examinadas para la planificación en el plan sectorial.

4) Alternativa D

Comparando con la alternativa A, el índice de congestiónamiento es totalmente bajo, porque más proyectos de vías son construídos que en la alternativa A. De cualquier manera, el congestiónamiento de vías para la ciudad de Villa Nueva se mantiene.

5) Alternativa E

El congestiónamiento en la CA-9 y Avenida Petapa desaparece comparado con la alternativa D. De cualquier manera demasiada demanda en vía para buses fue estimada necesaria para estudiar la introducción de buses de gran capacidad y convirtiendo la demanda de bus a un sistema de bus normal.

6) Alternativa F.

El congestiónamiento de todas las vías es más bajo del 0.8. Por consiguiente puede decirse que el buen servicio es mantenido.

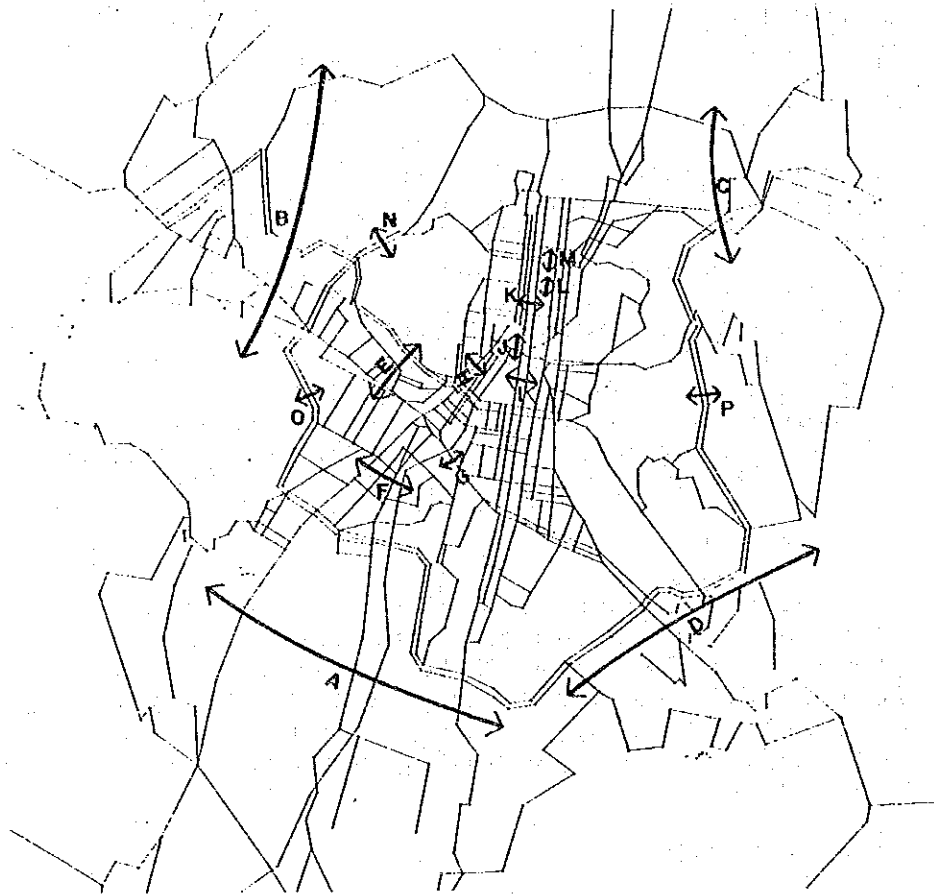


Figura 9.4.4 Sección de Vías para el Análisis del Volumen de Tránsito

Tabla 9.4.4 Volumen de Tránsito Asignado a Vías Principales

Punto	Nombre de vía	Capacidad (PCU)	Número	Link	Caso (A)				Caso (B)				Caso (C)						
					Volumen de Trafico (Veh.)			Índice de Congestión	Pasajero al tren (PT)	Volumen de Trafico (Veh.)			Índice de Congestión	Pasajero al tren (PT)	Volumen de Trafico (Veh.)			Índice de Congestión	Pasajero al tren (PT)
					Bus	Auto	Total			Bus	Auto	Total			Bus	Auto	Total		
A	CA9	109,400	215		15,000	67,300	82,300	0.89	-	5,300	67,400	72,700	0.71	-	800	60,700	61,500	0.57	-
	Avenida de Petapa	62,800	511		18,200	45,700	63,900	1.31	-	0	60,100	60,100	0.96	-	0	48,000	48,000	0.76	-
	Avenida Hincapié	53,300	1023		1,100	71,600	72,700	1.38	-	300	54,800	55,100	1.04	-	0	45,800	45,800	0.85	-
	Ferrocarril/Via Bus Sur	30,800	806		-	-	-	-	-	31,400	-	31,400	2.04	-	-	-	-	-	800,300
B	Via periferica externa	53,300	909		-	-	-	-	-	0	59,300	59,300	0.99	-	0	49,000	49,000	0.82	-
	Corredor E-0	59,800	706		19,600	23,100	42,700	1.04	-	20,300	-	20,300	1.32	-	-	-	-	-	512,700
	Ferrocarril/Via Bus E-0	30,800	756		-	-	-	-	-	3,700	61,900	65,600	0.87	-	900	59,200	60,100	0.77	-
	Calle de San Juan	79,700	609		4,600	79,400	84,200	1.12	-	0	600	800	0.03	-	0	0	0	0.05	-
C	2a Calle	16,200	3601		0	2,200	2,200	0.12	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0.06	-
	CA1	97,200	119		3,900	70,300	74,200	0.80	-	3,900	70,500	74,400	0.81	-	4,300	55,000	59,300	0.65	-
	Via periferica externa	53,300	903		-	-	-	-	-	3,200	69,800	73,000	0.98	-	0	84,700	84,700	0.88	-
	CA9	98,500	258		22,500	110,200	132,700	1.58	-	22,100	-	22,100	1.17	-	-	-	-	-	521,700
D	Periferico	104,000	340		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ferrocarril/Via Bus N	37,800	829		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CA1	109,400	153		100	89,300	89,400	0.82	-	100	89,000	89,100	0.82	-	100	84,100	84,200	0.77	-
	20 Calle	16,100	2411		10,700	14,300	25,000	2.22	-	9,600	9,300	16,900	1.77	-	9,800	9,400	19,200	1.80	-
E	Via periferica externa	53,300	937		-	-	-	-	-	0	0	0	0.00	-	-	-	-	-	-
	Corredor E-0	59,800	713		12,700	24,000	36,700	0.83	-	0	35,600	35,600	0.60	-	0	28,000	28,000	0.47	-
	Ferrocarril/Via Bus E-0	15,400	763		-	-	-	-	-	15,800	-	15,800	2.05	-	29,500	0	29,500	3.83	589,800
	Calle de San Juan	79,700	602		0	45,400	45,400	0.57	-	0	43,100	43,100	0.54	-	3,100	41,800	41,800	0.52	-
F	CA1	97,200	122		3,600	47,400	51,000	0.56	-	3,700	41,600	45,300	0.50	-	3,100	33,000	39,100	0.40	-
	CA9	79,700	222		16,000	33,200	49,200	0.82	-	6,000	50,100	56,100	0.78	-	830	51,800	52,600	0.57	-
	Avenida de Petapa	58,300	504		15,100	18,800	34,900	0.86	-	1,500	38,600	40,100	0.71	-	100	29,200	29,300	0.45	-
	Ferrocarril/Via Bus S	30,800	809		-	-	-	-	-	30,700	-	30,700	1.93	-	-	-	-	-	915,200
G	CA1	97,200	131		10,700	58,400	69,100	0.82	-	12,600	53,300	65,900	0.81	-	14,100	48,000	62,100	0.78	-
	Avenida Bolívar	58,300	231		24,300	4,600	28,900	0.91	-	7,300	34,900	42,200	0.65	-	2,200	45,400	47,600	0.65	-
	6a Avenida	62,800	1011		3,500	43,500	47,000	0.81	-	3,100	32,100	35,200	0.61	-	3,800	27,200	30,800	0.55	-
	7a Avenida	62,800	1108		6,100	35,200	41,300	0.76	-	4,000	27,400	31,400	0.57	-	4,000	20,500	24,500	0.48	-
H	24 Calle	51,400	2104		1,600	13,200	15,000	0.33	-	0	15,800	15,800	0.31	-	0	9,500	9,500	0.16	-
	Paso bajo	96,000	2106		2,300	41,500	44,200	0.48	-	1,300	41,200	42,500	0.46	-	600	38,900	37,500	0.40	-
	Ferrocarril/Via Bus N	30,800	817		-	-	-	-	-	0	0	0	0.00	-	-	-	-	-	715,700
	6a Avenida	16,800	1008		12,600	0	12,600	2.33	-	4,500	0	4,500	0.83	-	2,500	2,400	5,000	0.70	-
I	7a Avenida	10,800	1105		18,200	0	18,200	2.63	-	4,600	2,800	7,400	1.11	-	1,700	5,000	7,700	0.87	-
	13 Calle	23,300	2205		0	8,600	8,600	0.37	-	0	7,900	7,900	0.34	-	0	6,800	6,800	0.29	-
	6a Calle	27,400	2014		9,400	7,500	16,900	0.56	-	3,600	11,300	14,800	0.68	-	6,000	10,000	16,000	0.60	-
	9a Calle	27,400	2023		14,900	0	14,900	1.09	-	5,200	12,800	18,000	0.85	-	5,300	11,800	16,900	0.81	-
J	Periferico	129,600	301		12,000	87,300	99,300	0.86	-	11,700	70,900	82,600	0.73	-	7,600	74,500	82,100	0.69	-
	Periferico	51,400	408		0	22,000	22,000	0.43	-	0	24,900	24,900	0.48	-	0	11,000	11,000	0.21	-
	Periferico	79,200	306		8,200	29,100	37,300	0.57	-	5,400	34,600	39,400	0.57	-	1,700	37,700	39,400	0.52	-
	Periferico	51,400	415		0	29,900	29,900	0.58	-	0	25,300	25,300	0.43	-	0	19,400	19,400	0.38	-
K	Periferico	116,400	335		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Periferico	51,400	444		0	6,800	6,800	0.13	-	0	6,900	6,900	0.13	-	0	5,400	6,400	0.12	-

Punto	Nombre de vía	Capacidad (PCU)	Número	Link	Caso (D)				Caso (E)				Caso (F)						
					Volumen de Trafico (Veh.)			Índice de Congestión	Pasajero al tren (PT)	Volumen de Trafico (Veh.)			Índice de Congestión	Pasajero al tren (PT)	Volumen de Trafico (Veh.)			Índice de Congestión	Pasajero al tren (PT)
					Bus	Auto	Total			Bus	Auto	Total			Bus	Auto	Total		
A	CA9	109,400	215		14,900	72,300	87,200	0.83	-	5,300	62,200	67,500	0.67	-	800	59,200	60,000	0.56	-
	Avenida de Petapa	62,800	511		18,300	37,100	55,400	1.17	-	0	60,500	60,500	0.96	-	0	48,000	48,000	0.73	-
	Avenida Hincapié	53,300	1023		1,000	53,300	54,300	1.04	-	600	50,000	50,600	0.96	-	0	48,800	48,800	0.92	-
	Ferrocarril/Via Bus Sur	30,800	806		-	-	-	-	-	29,900	-	29,900	1.94	-	-	-	-	-	714,200
B	Via periferica externa	53,300	909		0	16,600	16,600	0.31	-	0	6,900	6,900	0.13	-	0	4,200	4,200	0.08	-
	Corredor E-0	59,800	706		19,600	17,200	36,800	0.64	-	0	46,500	46,500	0.78	-	0	39,600	39,600	0.66	-
	Ferrocarril/Via Bus E-0	30,800	756		-	-	-	-	-	20,800	-	20,800	1.35	-	-	-	-	-	506,700
	Calle de San Juan	79,700	609		4,600	60,000	64,600	0.87	-	3,700	55,000	58,700	0.78	-	900	57,200	58,100	0.74	-
C	2a Calle	16,200	3601		0	6,400	6,400	0.35	-	0	0	0	0.00	-	0	0	0	0.00	-
	CA1	97,200	118		3,900	71,000	74,900	0.81	-	3,700	67,200	70,900	0.77	-	4,200	60,300	64,500	0.71	-
	Via periferica externa	53,300	903		1,500	19,200	20,700	0.42	-	1,500	17,800	19,400	0.39	-	1,500	17,700	19,200	0.39	-
	CA9	98,500	255		8,000	45,700	54,700	0.64	-	8,700	46,100	54,800	0.64	-	12,300	40,200	52,500	0.65	-
D	Periferico	104,000	340		12,900	50,100	63,000	0.73	-	12,300	48,100	60,400	0.70	-	9,700	48,300	58,000	0.65	-
	Ferrocarril/Via Bus N	37,800	829		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CA1	109,400	153		0	77,000	77,000	0.70	-	0	75,400	75,400	0.69	-	0	71,900	71,900	0.65	-
	20 Calle	16,100	2411		5,200	0	5,200	0.65	-	5,300	0	5,300	0.66	-	5,500	0	5,500	0.68	-
E	Via periferica externa	53,300	937		0	3,400	3,400	0.06	-	0	3,200	3,200	0.06	-	0	2,400	2,400	0.05	-
	Corredor E-0	59,800	713		13,400	15,300	28,700	0.70	-	0	28,600	28,600	0.48	-	0	23,600	23,600	0.40	-
	Ferrocarril/Via Bus E-0	15,400	763		-	-	-	-	-	16,500	-	16,500	2.14	-	-	-	-	-	570,100
	Calle de San Juan	79,700	602		0	45,900	45,900	0.58	-	0	41,100	41,100	0.52	-	-	39,700	39,700	0.50	-
F	CA1	97,200	122		3,900	46,500	50,400	0.56	-	3,900	40,600	44,500	0.49	-	3,200	36,600	39,800	0.44	-
	CA9	79,700	222		15,5														

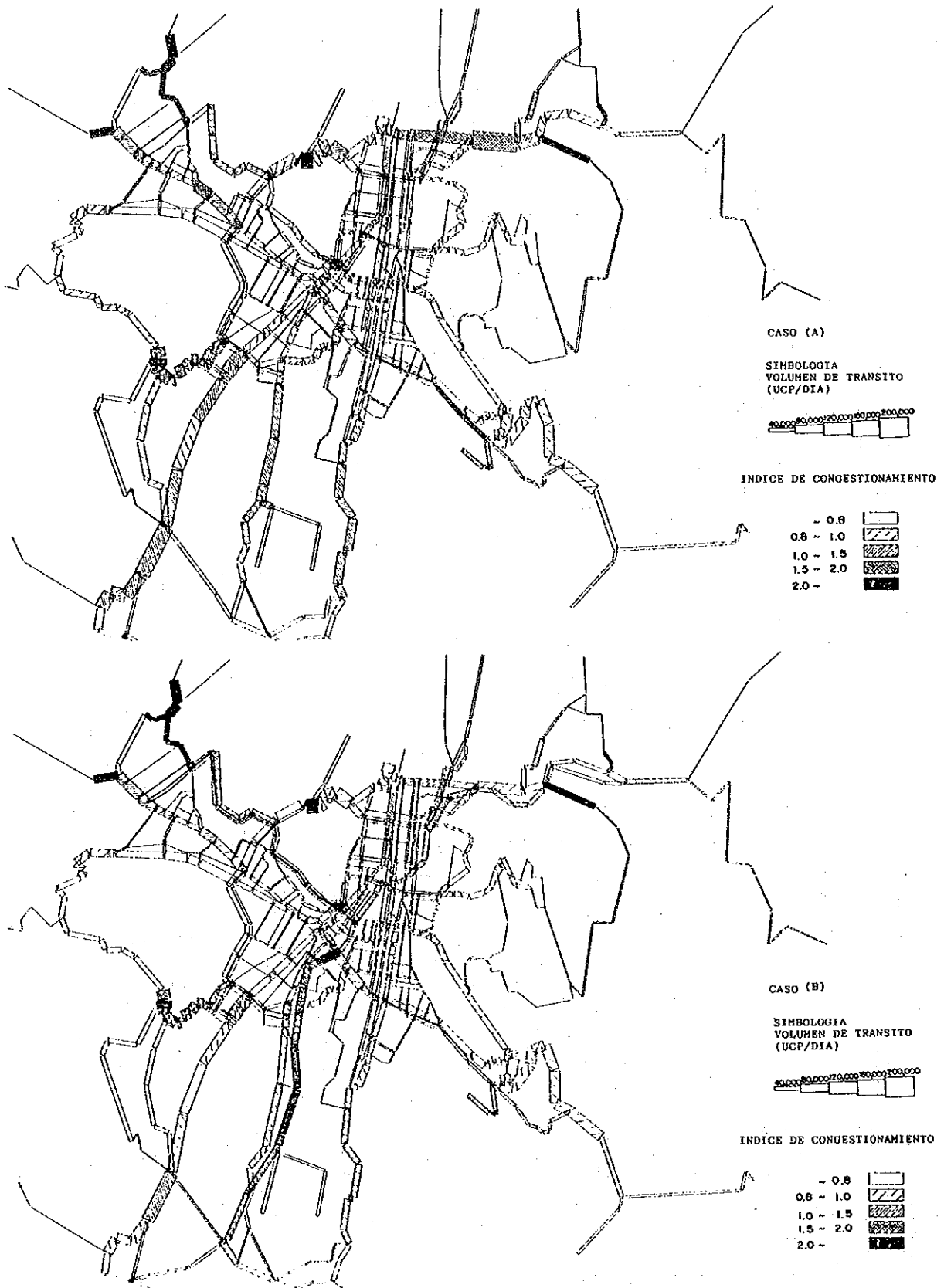


Figura 9.4.5 Resultado de Asignación de Tránsito por Alternativa (1)

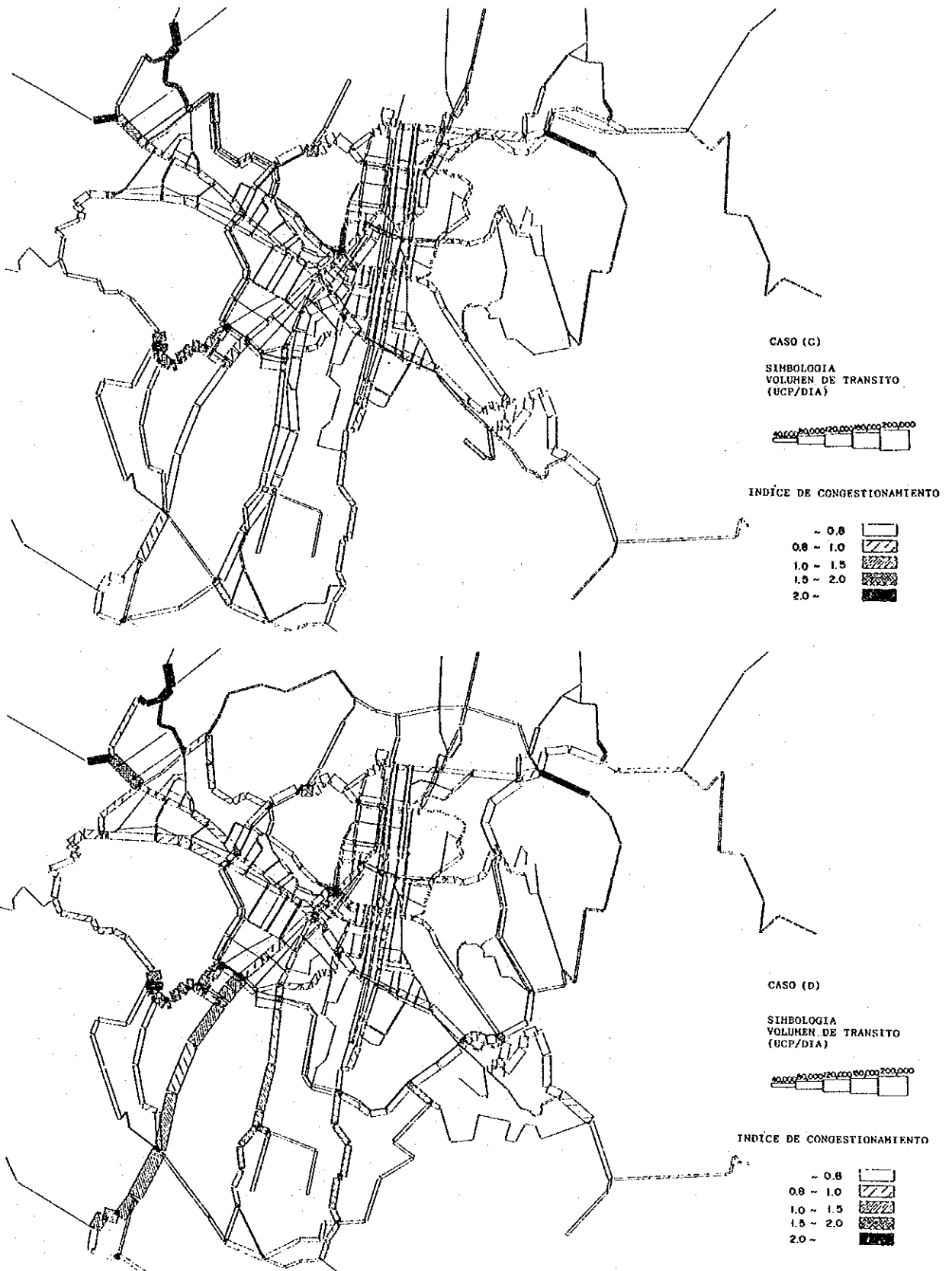


Figura 9.4.6 Resultado de Asignación de Tránsito por Alternativa (2)

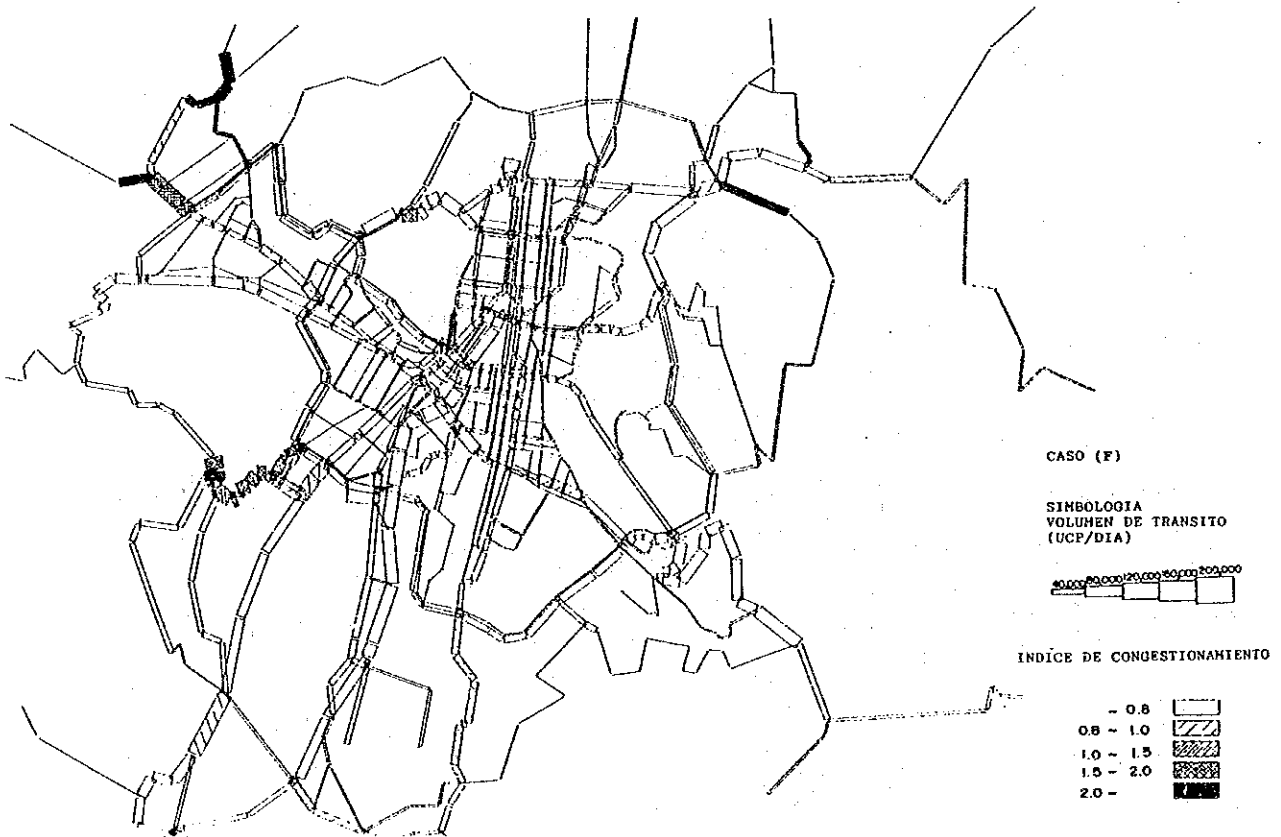
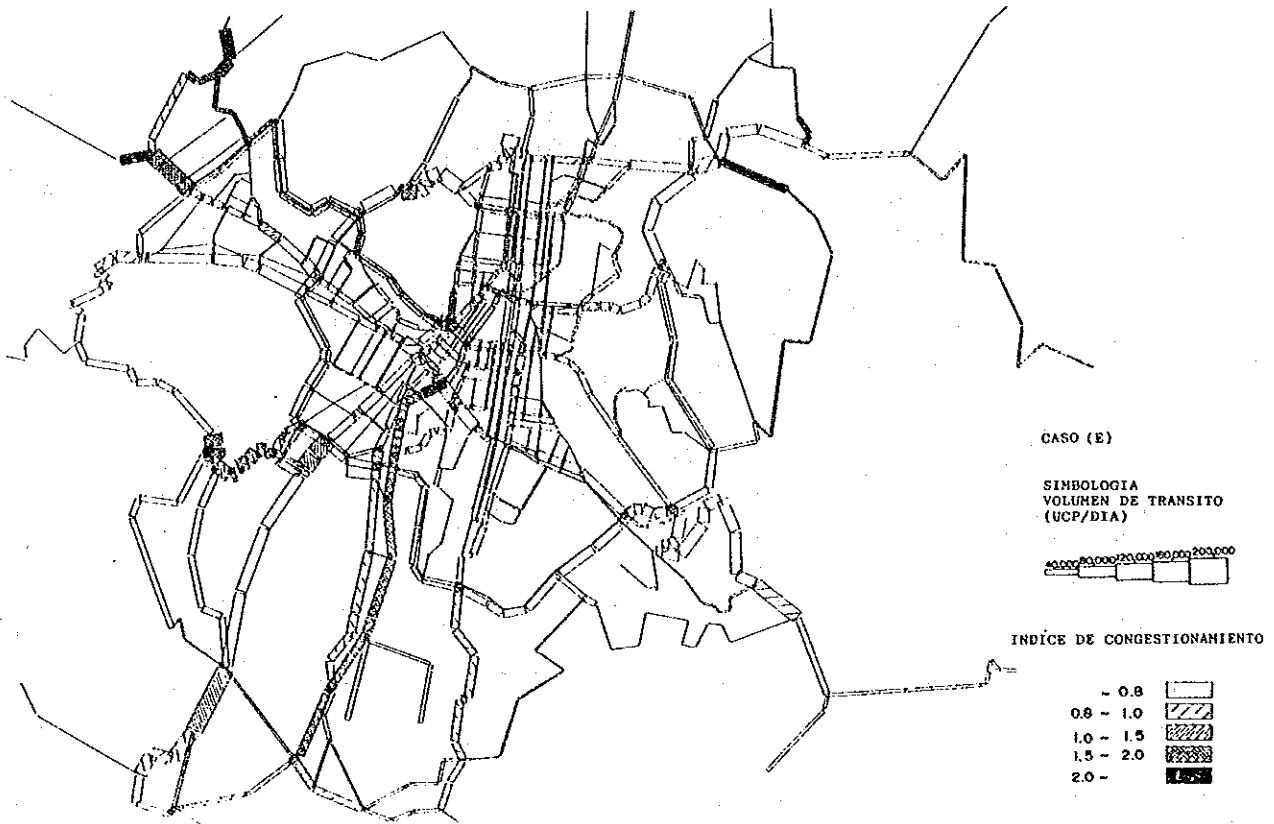


Figura 9.4.7 Resultado de Asignación de Tránsito por Alternativa (3)

(2) Análisis de Tránsito de las Alternativas del Plan Maestro

La tabla 9.4.5 indica la comparación de las alternativas en términos de demanda de tránsito.

Los siguientes resultados son fácilmente obtenidos en esta tabla.

- a) Promedio de longitud del viaje se extiende aproximadamente 1.2 veces del valor actual.
- b) Promedio de índice de congestión de las alternativas A, B y D se excede 1.0. Los demás son menores al 1.0. Desde el punto de vista del índice de congestión, en el caso F en donde el tránsito ferroviario es introducido, es el mejor.
- c) Las figuras del promedio de velocidad de viajes tienen las mismas tendencias del promedio de congestión con la introducción del sistema de tránsito ferroviario desaparece el congestión de vías.
- d) La distancia de viaje en vehículo y el tiempo de viaje se vuelve más corto como un mejoramiento de un sistema de transporte público introducido.

Tabla 9.4.5 Comparación de Tránsito por Alternativa

Temas de evaluación		Planes Alternativos de Red de Transporte						No hacer nada en 2010	Base en 1990
		Caso (A)	Caso (B)	Caso (C)	Caso (D)	Caso (E)	Caso (F)		
Promedio de longitud de viaje Km/Viaje	Transporte publico	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Carro privado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Promedio de índice de congestión (Vol./Cap)	Transporte publico	1.75	1.16	0.48	1.59	1.20	0.67	1.74	1.15
	Carro privado	1.28	1.24	1.08	0.99	0.92	0.82	1.52	0.54
	Total	1.38	1.22	0.94	1.11	0.98	0.78	1.56	0.69
Promedio de velocidad (Km/h) de viajes	Transporte publico	11.1	14.5	34.7	11.7	13.4	29.2	8.0	9.8
	Carro privado	21.0	24.1	26.7	26.0	27.8	29.8	17.5	34.9
	Total	19.0	22.0	28.6	23.0	24.8	29.6	15.8	28.8
Distancia de viaje en vehículos (1,000 Veh.*K./ día)	Transporte publico	1,712.3	1,854.3	2,073.3	1,691.8	1,775.7	1,967.5	1,635.8	663.2
	Carro privado	13,150.7	12,166.5	10,876.5	12,723.9	12,072.3	11,008.2	14,811.5	4,135.4
	Total	14,863.0	14,020.8	12,949.8	14,415.6	13,848.0	12,975.7	16,447.4	4,798.7
Tiempo de viaje en vehículo (1,000 Veh.* h/día)	Transporte publico	199.1	178.6	147.3	184.3	179.4	158.9	263.1	91.3
	Carro privado	932.0	753.6	591.3	722.9	626.6	527.4	1,351.6	152.2
	Total	1,131.1	932.1	738.6	907.2	806.0	686.2	1,614.7	243.5

Nota : El promedio de índice de congestión no es considerado en tránsito ferroviario de la alternativa C y F

9.5 Evaluación de Planes Alternativos

Basados en los seis planes alternos identificados en la sección anterior, un estudio comparativo es llevado a cabo para seleccionar la red óptima de sistemas de transporte futura.

9.5.1 Procedimiento para Evaluación de Planes Alternativos

La evaluación de planes alternos es desarrollada con los procedimientos siguientes:

- a) Estimación de los siguientes indicadores relacionados a las condiciones de tránsito en cada plan alternativo.
 - Total de kilómetros recorridos en vehículos.
 - Total de tiempo de viaje en vehículos.
 - Promedio de grado de congestión.
 - Promedio de velocidad de viajes.
- b) Estimación de valor unitario del ahorro de tiempo y reducción en el costo operativo del vehículo (COV) por tipo de vehículo.
- c) Estimación de los beneficios de tránsito de cada plan alternativo.
- d) Conversión del costo económico del costo financiero.
- e) Comparación de cada plan alternativo.

Adicionalmente al aspecto ya mencionado, aspectos técnicos y sociales son examinados para toda evaluación de los planes alternativos.

En lo anterior, los indicadores relacionados a las condiciones son mostrados en la sección 9.4.

9.5.2 Análisis Económico

Varios planes alternos fueron evaluados a través de la comparación de sus costos y beneficios. La tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio costo (B/C), y valor presente neto (VPN) fueron adoptados como indicadores económicos de la evaluación económica. La evaluación en esta sección es provisional, el costo de sombra no fue aplicado, porque aunque hubiese