

# Capítulo 10 Pronóstico de la Demanda del Tráfico

## 10.1 Introducción

La demanda futura del tráfico fue calculada basada en informaciones obtenidas de los viajes de automóviles y transportes públicos debido a que las informaciones de viajes actuales fueron obtenidas a través de entrevistas hechas a propietarios de automóviles y encuesta a pasajeros de autobuses, mientras que en el Estudio del año 1984, se llevó a cabo una encuesta de viaje por persona. La encuesta de 1998 no incluye informaciones de peatones ni de bicicletas, los cuales normalmente ocupan entre 30 y 40% de todos los viajes, por lo tanto, no pudieron ser calculados el rango de producción de viajes por persona y por día ni las características de los viajes por propietarios. Por estas razones y debido a la diferencia de exactitud de los viajes de ambas encuestas, los modelos de pronósticos fueron preparados por vehículo y por viajes en transporte público.

En la Fig. 10-1-1 podemos observar el procedimiento del pronóstico.

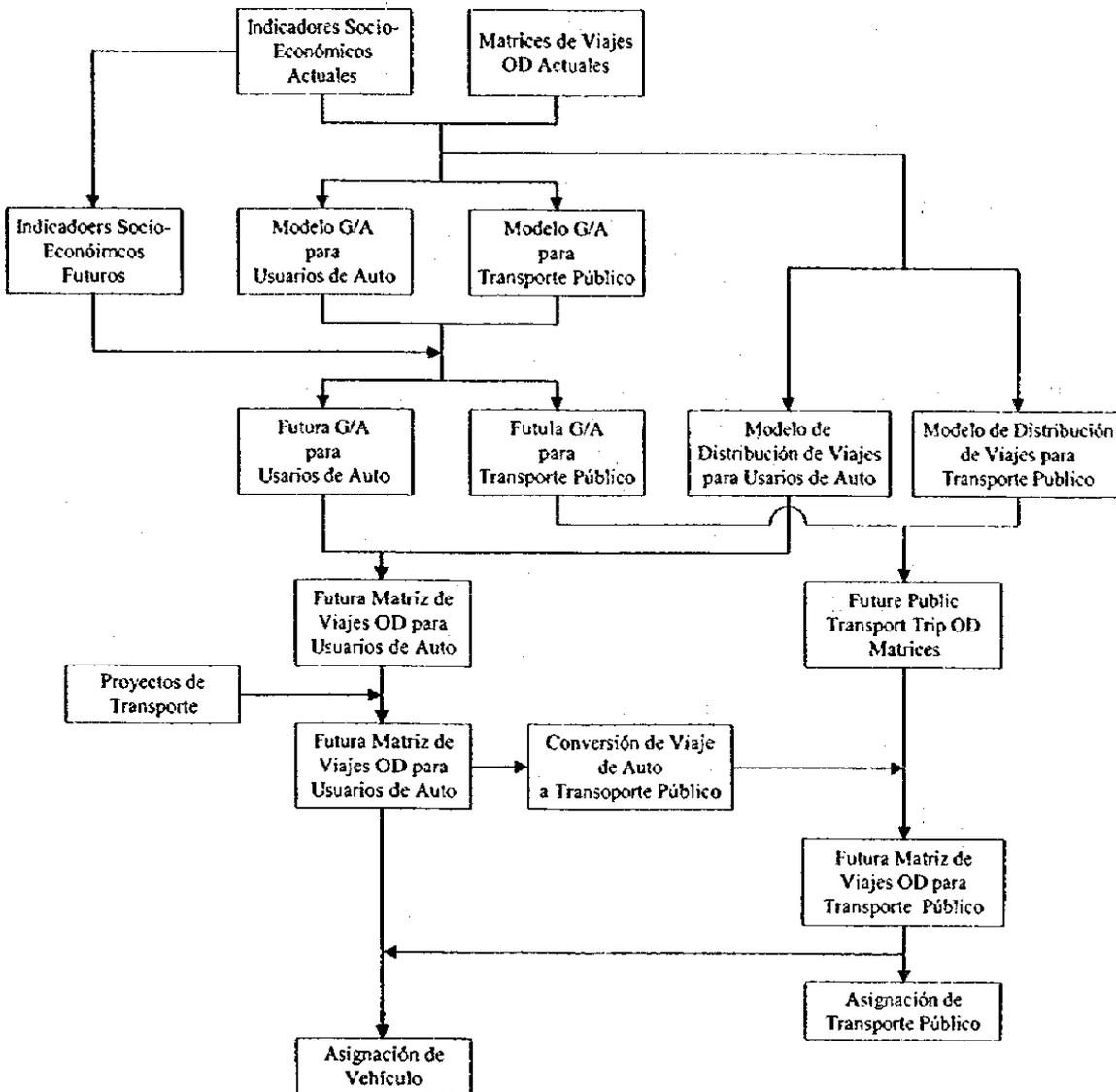


Fig. 10-1-1 Proceso del Pronóstico de la Demanda del Tráfico

## 10.2 Futura Demanda de Generación y Atracción de Viajes

### 10.2.1 Modelo de Generación y Atracción de Viajes

La futura demanda de viajes se calculó por modo. Los modelos de generación y atracción de viajes están expresados por ecuaciones de regresión lineal y son como sigue:

$$G_i = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 D_1 + a_4 D_2 + a_0$$

$$A_i = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 D_1 + a_4 D_2 + a_0$$

**Cuadro 10-2-1 Parámetros de Modelos Generación/Atracción de Viajes**

Tipo de Modelos			1ro		2do		3ro		4to		Constante	Co relación
			Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro		
Auto-móviles	Al Trabajo	Gen.	V1	0,134	V2	65,300	D1	4.565,36	D2	-2.479,27	-1.007,41	0,948
		Att.	V6	0,892			D3	14.952,99	D4	-7.699,82	-403,08	0,977
	Al Colegio	Gen.	V1	0,033	V2	20,252	D5	2.564,08	D6	-1.386,38	-397,09	0,873
		Att.	V4	1,984	V5	0,368	D7	3.755,69	D8	-1.771,67	536,62	0,914
	Viajes de Negocios	Gen.	V6	0,115			D9	1.307,85	D10	-1.979,62	97,72	0,928
		Att.	V6	0,125			D11	1.192,75	D12	-871,54	25,32	0,970
	Otros	Gen.	V1	0,032	V2	20,087	D13	2.285,05	D14	-1.115,64	-178,68	0,881
		Att.	V6	0,264			D15	4.051,63	D16	-2.403,59	89,95	0,946
Omnibus	Al Trabajo	Gen.	V1	0,161			d1	9.451,39	d2	-5.270,79	777,91	0,960
		Att.	V6	0,695			d3	8.231,61	d4	-3.399,05	133,82	0,965
	Al Colegio	Gen.	V1	0,027			d5	1.664,79	d6	-1.023,78	187,32	0,935
		Att.	V3	0,058	V5	0,280	d7	1.632,41	d8	-1.146,13	284,22	0,916
	Viajes de Negocios	Gen.	V6	0,065			d9	833,87	d10	-1.485,01	44,91	0,953
		Att.	V6	0,062			d11	526,47	d12	-470,41	49,37	0,954
	Otros	Gen.	V1	0,057			d13	5.056,71	d14	-2.308,65	478,81	0,945
		Att.	V6	0,283			d15	3.126,06	d16	-3.085,65	124,51	0,957

V1 Población

V2 Propietarios de automóviles (%)

V3 Estudiantes de Primaria y Secundaria

V4 Estudiantes de Facultades Vocacionales

V5 Estudiantes Universitarios

V6 Empleo Basado en el Lugar de Trabajo en el Sector Terciario

D<sub>i</sub>, d<sub>i</sub> Variables Ficticias (las ficticias de número impar funcionan para las zonas subestimadas, y las ficticias de número par funcionan para las zonas sobrestimadas)

Los viajes de "regreso a casa" son calculados igual que el total de "otros viajes", excepto los "viajes de negocios".

### 10.2.2 Futura Generación y Demanda de Viajes

#### (1) Viajes Totales

El Cuadro 10-2-2 muestra la cantidad total de viajes de área de estudio en 1998 y 2015, por propósito y modo. La cantidad total de viajes de 2.213.000 por día aumentará a 3.922.000 viajes por día, es decir, 1,77 veces, lo cual es mayor que el aumento de población de 1,54 veces. Los viajes de trabajo aumentarán 1,72 veces, los viajes al estudio 1,39 veces, los viajes de negocios 1,90 veces y otros viajes 1,67 veces.

Si continúa la misma tendencia y las mismas condiciones operativas del transporte público, la cantidad relativa de viajes en transporte público disminuirá de 51,5% en 1998 a 47,5% en el

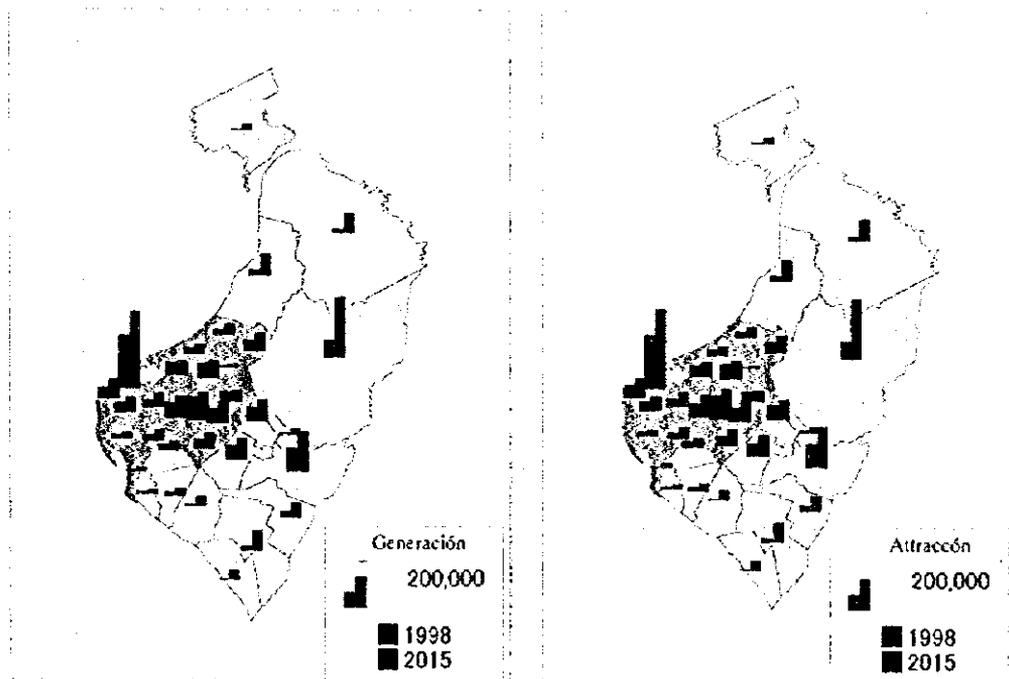
2015. Por lo tanto, el efecto del mejoramiento de los transportes públicos será discutido en la sección de planeamiento del transporte público como un caso alternativo.

**Cuadro 10-2-2 Total de Viajes de Área de Estudio por Propósito y Modo**

	Al Trabajo	Al Colegio	Regreso a Casa	Negocio	Otros	Total	Distribución(%)
<b>1998</b>							
Automóviles	365.768	91.817	430.249	65.533	119.198	1.072.565	48,5
Autobuses	340.550	64.396	556.236	32.590	146.328	1.140.100	51,5
<b>Total</b>	<b>706.318</b>	<b>156.213</b>	<b>986.485</b>	<b>98.123</b>	<b>265.526</b>	<b>2.212.665</b>	<b>100,0</b>
<b>2015</b>							
Automóviles	641.773	130.173	958.292	124.200	204.696	2.059.134	52,5
Autobuses	572.070	86.530	904.316	61.880	237.998	1.862.794	47,5
<b>Total</b>	<b>1.213.843</b>	<b>216.703</b>	<b>1.862.608</b>	<b>186.080</b>	<b>442.694</b>	<b>3.921.928</b>	<b>100,0</b>
<b>2015/1998</b>							
Automóviles	1,75	1,42	2,23	1,90	1,72	1,92	
Autobuses	1,63	1,34	1,63	1,90	1,63	1,63	
<b>Total</b>	<b>1,72</b>	<b>1,39</b>	<b>1,89</b>	<b>1,90</b>	<b>1,67</b>	<b>1,77</b>	

**(2) Generación/Atracción de Viajes por Zona**

La generación/atracción de viajes en 1998 y 2015 por zonas integradas pueden verse en la Fig. 10-2-1. En el año 2015, la generación/atracción de viajes al Micro Centro no cambiará mucho, aunque, seguirá elevada, y las generación/atracción de viajes en Luque, San Lorenzo, y Ñemby llegarán al mismo nivel que el Micro Centro.



**Fig. 10-2-1 Generación y Atracción de Viajes**

## 10.3 Distribución de Viajes

### 10.3.1 Modelo de Distribución de Viajes

El modelo de distribución de viajes fue desarrollado aplicando el siguiente modelo de tipo de gravedad Vorhees. Los parámetros para propósito de viaje se muestran en el Cuadro 10-3-1.

$$T_{ij} = G_i(A_j D_{ij}^{**g}) / \sum A_j D_{ij}^{**g}$$

Donde

- $T_{ij}$  = Viajes entre las zonas  $i, j$
- $G_i$  = Viajes generados desde la zona  $i$
- $A_j$  = Viajes atraídos a la zona  $j$
- $D_{ij}$  = Distancia entre las zonas  $i, j$
- $g$  = Parámetro

**Cuadro 10-3-1 Parámetros de Modelo de Distribución de Viajes**

	Propósito	G
Autos	Al Trabajo	- 0,1703
	Al Colegio	- 0,4155
	Negocio	- 0,2563
	Otros	- 0,3389
Autobuses	Al Trabajo	- 0,1301
	Al Colegio	- 0,1816
	Negocio	- 0,1617
	Otros	- 0,2033

### 10.3.2 Modelo de Viaje Interno

Los modelos de viaje internos por modo y propósito se desarrollan por análisis de regresión lineal. Las variables y los parámetros se muestran en el Cuadro 10-3-2.

$$V_{ii} / A = a_1 (Gen / A) + a_2 (At / A) + a_3 D_1 + a_4 D_2 + a_0$$

Donde

- $V_{ii}$  = viajes internos en la zona  $i$
- $A$  = área de la zona  $i$
- $Gen$  = viajes generados desde la zona  $i$
- $At$  = viajes atraídos a la zona  $i$
- $D, d$  = variables ficticias
- $a_0 - a_4$  = parámetros

**Cuadro 10-3-2 Parámetros de Modelo de Viaje Interno**

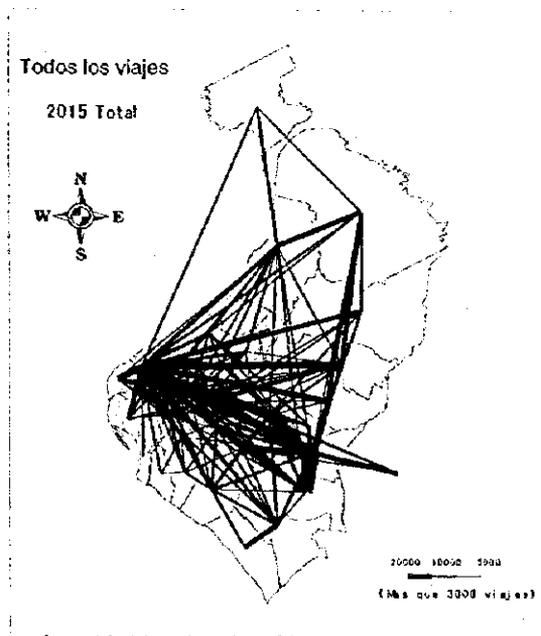
Propósito	1°		2°		3°		4°		Constante	Correlación	
	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro			
Autos	Al Trabajo	Gen/A	0,031	At/A	0,012	D1	354,981	D2	-137,416	0,257	0,946
	Al Colegio	A/A	0,025	D3	249,709	D9	603,664			18,359	0,954
	Negocio	A/A	0,038	D5	71,649	D6	-44,008	D10	206,231	-2,695	0,947
	Otros	Gen/A	0,126	D7	152,503	D8	-142,820			-28,432	0,946
Buses	Al Trabajo	Gen/A	0,021	d1	219,945	d2	-114,324	d9	519,055	5,205	0,928
	Al Colegio	A/A	0,010	d3	44,907	d4	-42,576	d9	118,671	2,941	0,918
	Negocio	A/A	0,013	d5	23,020	d6	-19,066	d9	60,258	1,710	0,911
	Otros	Gen/A	0,018	d7	98,912	d8	-47,683	d9	225,393	3,175	0,927

### 10.3.3 Futura Demanda de Tráfico

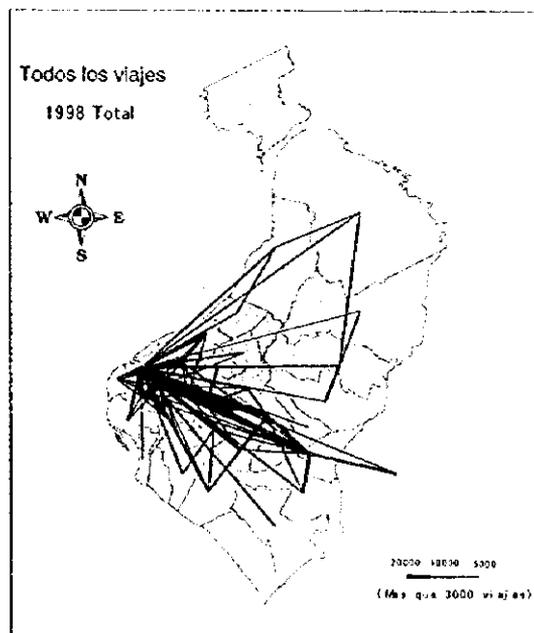
#### (1) Volumen de Tráfico de todos los Viajes, y Todos los Modos

La futura distribución del volumen de tráfico se muestra en la Fig 10-3-1. Comparando con el año 1998, se puede observar lo siguiente:

- La atracción de tráfico al distrito central de Asunción permanece sin cambios.
- El mayor flujo de tráfico es el del sentido este-oeste desde San Lorenzo a Fernando de la Mora a Asunción, pero hay un volumen de flujo mayor en Asunción desde el norte, Luque, Limpio, y Mariano Roque Alonso.
- Habrá un aumento en el volumen de tráfico en un sentido circular conectado por Limpio, Luque, y San Lorenzo.



**Fig. 10-3-1 Línea de Deseo para Todos los Viajes por Todos los Modos en el 2015**

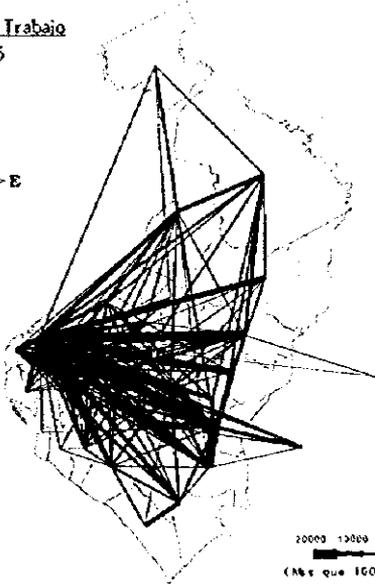


**Fig. 10-3-2 Línea de Deseo para Todos los Viajes por Todos los Modos en 1998**

#### (2) Distribución del Volumen de Tráfico por Modo

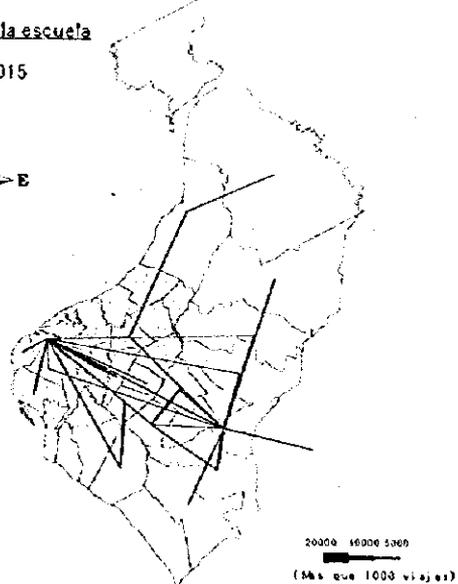
Las Figs 10-3-3 al 10-3-6 muestran las futuras líneas de deseo por propósito de viaje, por ejemplo, al trabajo, al estudio, de negocios, y otros. Hay más viajes al trabajo en dirección lineal conectando cada ciudad suburbana con el Micro Centro y dentro del círculo suburbano. Se hacen más viajes de negocios en sentido este – oeste conectando San Lorenzo, Fernando de la Mora, y Asunción. Las líneas de deseo para los otros viajes se extienden más, comparando con viajes por otros propósitos.

Viajes de Trabajo  
2015



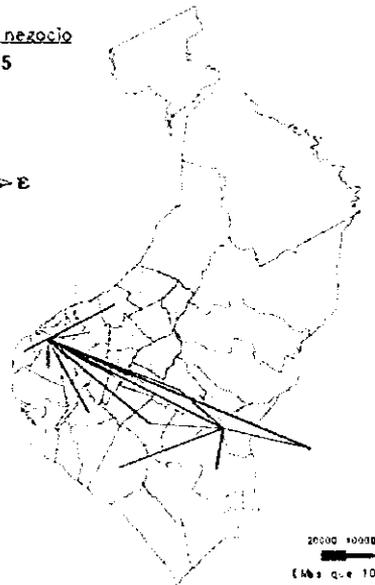
**Fig. 10-3-3** Línea de Deseo  
para Viajes al Trabajo (2015)

Viajes a la escuela  
2015



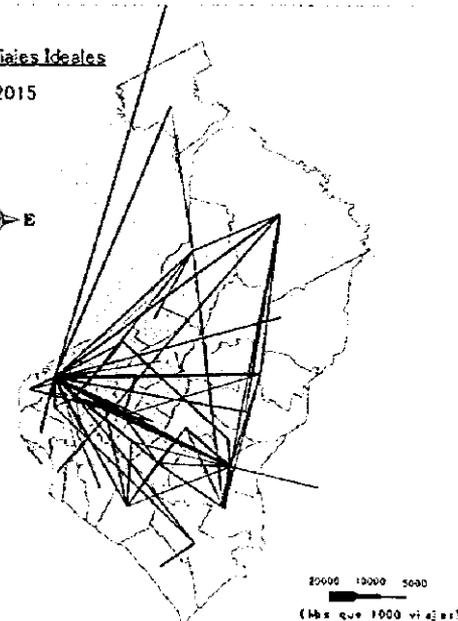
**Fig. 10-3-4** Línea de Deseo  
Para Viajes al Estudio (2015)

Viajes de negocio  
2015



**Fig. 10-3-5** Línea de Deseo  
para Viajes de Negocios (2015)

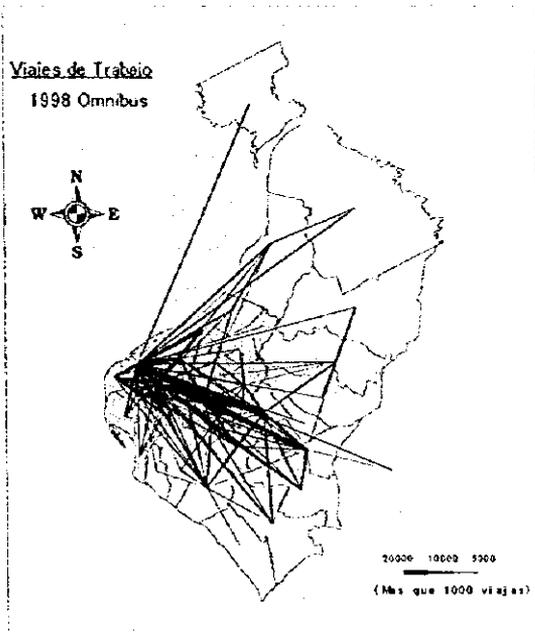
Otros Viajes Ideales  
2015



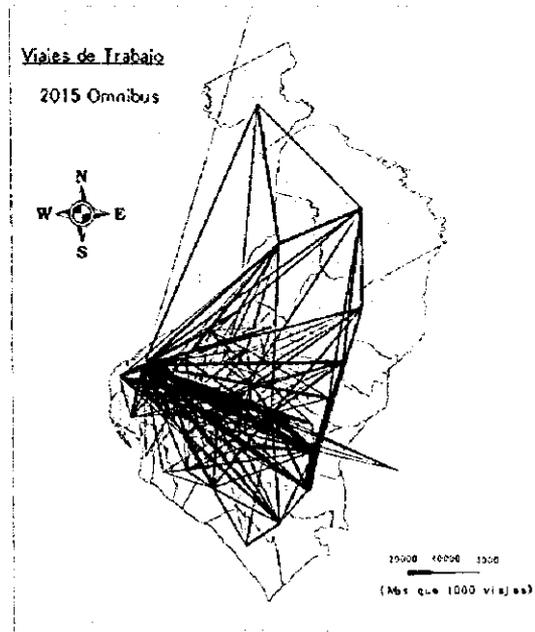
**Fig. 10-3-6** Línea de Deseo  
para viajes por otros Propósitos (2015)

### (3) Volumen de Tráfico por Tipo de Vehículo

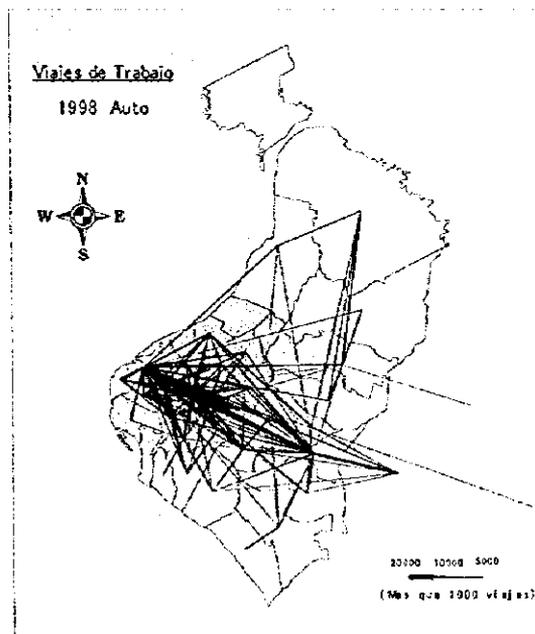
En el 2015, los volúmenes de tráfico para autobuses y autos estarán distribuidos en un área más grande que en 1998. Los viajes en autobús siguen siendo atraídos hacia el Centro de Asunción, pero aún habrá algo de aumento en sentido circular a Limpio, Luque, y San Lorenzo. Los viajes en auto hacia el Centro de Asunción aumentarán, pero el aumento será aún más evidente en sentido circular y en sentido norte – sur entre Mariano Roque Alonso, Limpio, Lambaré, y Fernando de la Mora. En sentido este – oeste, los viajes estarán más ampliamente distribuidos y alcanzarán hasta Capiatá y Caacupé.



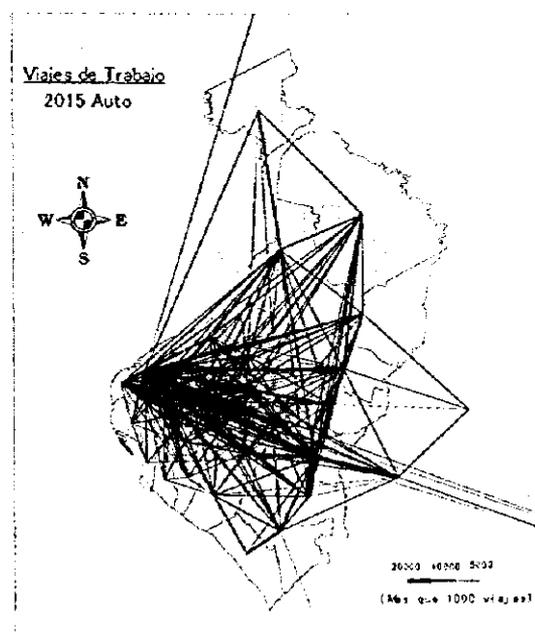
**Fig. 10-3-7** Línea de Deseo para Viajes en Autobús (1998)



**Fig. 10-3-8** Línea de Deseo para viajes en Autobús (2015)



**Fig. 10-3-9** Línea de Deseo para Viajes en Auto (1998)



**Fig. 10-3-10** Línea de Deseo para Viajes en Auto (2015)

## 10.4 Modelo de Asignación de Tráfico

La asignación de tráfico se lleva a cabo en los dos pasos siguientes:

- Asignación de pasajeros de transporte público a itinerarios de transporte público
- Asignación de la demanda de vehículos en la red vial por medio de la asignación equilibrada con la fórmula de capacidad forzada de la BPR (siglas en Inglés de la Oficina de Vías Públicas, E.E.U.U.) y con el flujo sobrepuesto de autobuses calculado en el primer paso.

### (1) Modelo de Asignación de Pasajeros del Transporte Público

La red para asignación se limita a la red de itinerario de autobuses. Hay dos pasos en el modelo de asignación del transporte público. Como primer paso, se seleccionan 10 caminos posibles, como máximo, para ser usados para cada par O – D, tomando en cuenta el tiempo de viaje generalizado computado junto con el tiempo de abordaje, de espera, de transbordo, de camino, y tarifa forzada. Al seleccionarlos, los diferentes itinerarios de autobuses con el mismo número de línea (por ejemplo, la línea 12) se consideran como un camino único, y se seleccionan para modelo solamente los caminos con su tiempo de viaje generalizado dentro de 1,5 veces el mínimo.

Después, el volumen de cada par OD se distribuye entre los caminos seleccionados, y se computa el número de usuarios al mismo tiempo. Al hacerlo, el porcentaje de distribución a cada camino se calcula dentro de la siguiente Fórmula 10-4-1.

$$\text{Tasa de Distribucion} = \frac{\text{TasadeCostodeRuta}}{\text{TasadeCostodeTodosRutas}} \text{----- (Formula 10-4-1)}$$

$$\text{Tasa de Costo de Ruta} = \frac{\text{Costo}_m}{\sum \text{Costo}_m} \text{----- (Formula 10-4-2)}$$

Donde

$\text{Costo}_m$  = costo generalizado para un itinerario  $m$

$$= T^1 * M^{n,1} + T^2 * M^{n,2} + T^3 * M^{n,3} + T^4 * M^{n,4} + T^5 * M^{n,5} + T^6 * M^{n,6}$$

$T^i$  = valor de tiempo del componente  $i$

1. Tiempo de Abordaje
2. Tiempo de Espera
3. Tiempo de Transbordo
4. Tiempo de Camino (velocidad de camino = 5 km/h)
5. Tarifa
6. Factor de Congestionamiento

$M^{n,i}$  = Itinerario – coeficiente de peso del componente  $i$  de la ruta  $m$

Los componentes del costo se explican abajo.

- 1) Tiempo de Abordaje: el tiempo a bordo del autobús. Se calcula por la velocidad de viaje del autobús.
- 2) Tiempo de Espera: el tiempo esperando el autobús en proporción con la frecuencia de autobuses. Se usa la siguiente fórmula, asumiendo que el tiempo máximo de espera es 50 minutos.  
Tiempo de Espera:  $(\text{Frecuencia} / 2) - (\text{Frecuencia}^2) / 200$

- 3) Tiempo de Transbordo: es el tiempo de transbordo entre dos paradas de autobús. Se asume uniformemente que es de dos minutos.
- 4) Tiempo caminado: es el tiempo de acceso y egreso de las paradas de autobús. Se asume que la velocidad de caminata es de 5 km/h.
- 5) Tarifa Forzada: El valor de tiempo de los usuarios de autobús es de Gs. 20,5 por minuto. Por lo tanto, la actual tarifa de autobús de Gs. 850 equivale a cerca de 41 minutos.
- 6) Factor de Congestión: los usuarios tienden a evitar los autobuses congestionados y escogen viajar en otro. Por lo tanto, se aplica la siguiente fórmula cuando el factor de congestionamiento es mayor de 0,8.  

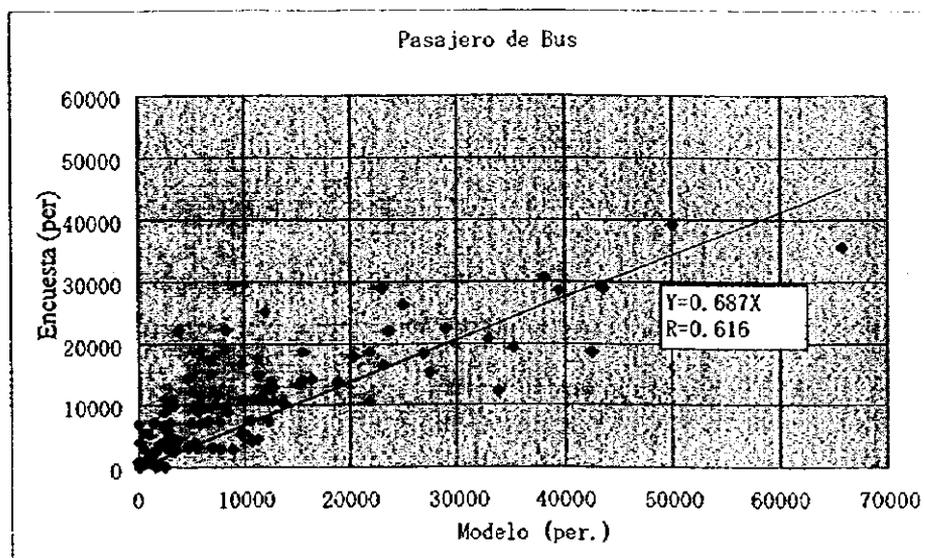
$$\text{Tiempo de Abordaje} \times (\text{Nivel de Congestionamiento} \times 5,0 - 4,0)$$

El peso (M) de cada componente se establece como sigue después del cálculo pertinente:

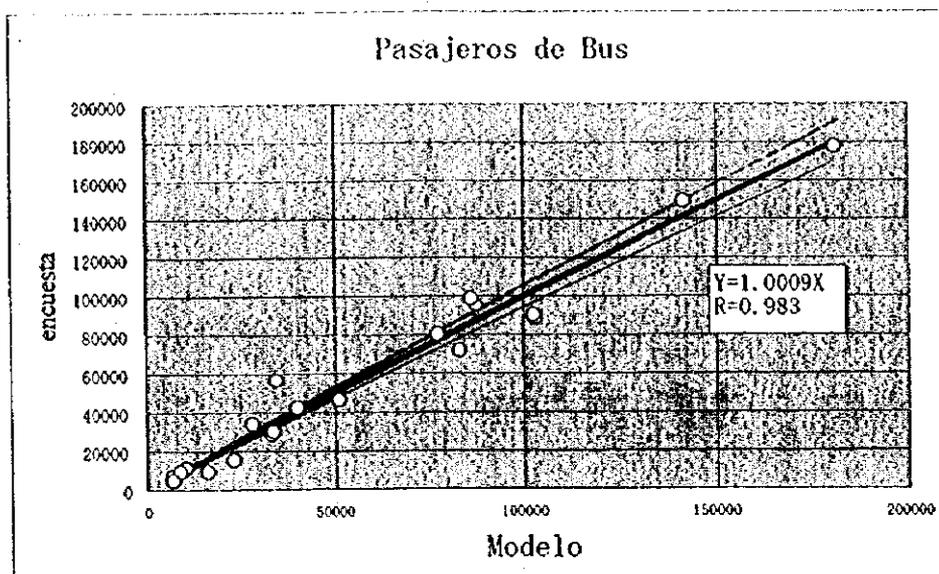
**Cuadro 10-4-1 Coeficiente de Peso**

Componente	Coeficiente de Peso
Tiempo de Abordaje	1
Tiempo de Espera	2
Tiempo de Transbordo	5
Tiempo de Camino	3
Tarifa Forzada	1
Factor de congestionamiento	100

La Fig. 10-4-1 muestra la relación entre el número de usuarios actuales y los cálculos de usuarios en cada línea individual, y el modelo indica el coeficiente de correlación de 0,016. Sin embargo, como resultado de la integración de 117 líneas de autobús en 20 grupos al poner juntas a las líneas que compiten pasando por itinerarios idénticos, se encuentra que el coeficiente es mucho más alto, de 0,98, tal como se muestra en el Fig. 10-4-2. Por ello, se puede decir que este modelo puede hacer un cálculo mucho más exacto de ciertas líneas de competencia, antes que de líneas individuales.



**Fig. 10-4-1 Pasajeros de Autobús entre la Encuesta y el Modelo**



**Fig. 10-4-2 Pasajeros de Autobús entre la Encuesta y el Modelo  
(itinerarios en competencia)**

**Cuadro 10-4-2 Grupos de Itinerarios de Buses en Competencia**

No.	Grupos	Itinerarios
1	San Lorenzo -- Lambaré	50-2
2	Este -- Oeste	54-0
3	Asuncion Norte - Mcal. López- Micro Centro	16-0
4	San Lorenzo -- Mcal. López- Micro Centro	12-1,12-2,12-3,12-4,12-5,26-4,55-0,56-0
5	Asunción Norte	1-1,1-2,37-1
6	Luque -- Asunción	51-1,51-2,51-3
7	Circunvalación (Norte)	13-1,13-2,13-3,13-4,36-1,36-2,42-0
8	Circunvalación (Sur)	41-1,41-2
9	Norte -- Sur	18-4,48-2,49-1,49-2
10	Circunvalación (Asunción)	3-1,3-2,15-3,15-4,18-2,18-3
11	Secundaria -- Micro Centro	22-1,22-2,22-3
12	Norte -- Artigas - Micro Centro	2-1,2-2,6-1,6-2,23-0,37-2,401-,40-2,44-3
13	Sur -- Fdo. Mora - Micro Centro	8-1,8-2,15-5,38-1,38-3,38-4,38-5,38-2,50-1
14	Sur -- Micro Centro	15-1,18-1,47-0
15	Norte -- E. Ayala - Micro Centro	7-0,17-0,21-2,26-3,33-1
16	Norte -- Asuncion	34-1,34-2,34-3,34-4,34-5,34-6,34-7,48-1
17	S. Lorenzo - E. Ayala -- Microcentro	11-2,19-1,20-1,27-0,29-1,29-2,43-0,45-0,59-0
18	Sur - E. Ayala - Micro Centro	10-1,10-2,15-2,21-1,21-3,25-0,26-1,26-2,33-2,33-3,39-1,39-2,39-3,39-4
19	Luque - Micro Centro	11-1,28-0,30-1,51-1,51-2,51-3
20	Sur -- Micro Centro	4-0,9-1,9-2,14-0,19-2,31-1

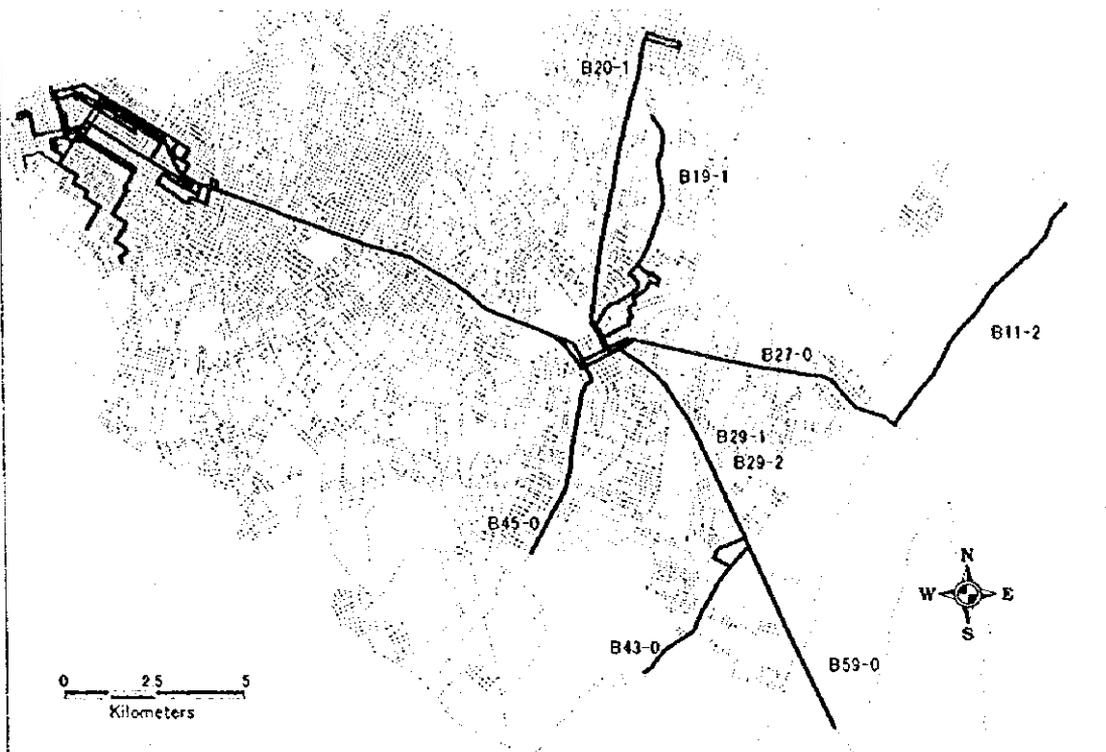


Fig. 10-4-3 Ejemplo de Líneas en Competencia (Grupo 17)

(2) Modelo de Asignación Equilibrada de Demanda Vehicular

En la asignación de demanda vehicular se calculan la velocidad de flujo libre y la capacidad de tráfico según las condiciones de superficie de ruta, las vías a lo largo de las zonas, etc. Las fórmulas para calcular la capacidad de tráfico se muestran abajo, y las velocidades de flujo libre por categoría se muestran en el Cuadro 10-4-3. Las mismas se resumen en el Cuadro 10-4-4.

Fórmula para calcular la capacidad de tráfico:

- en vía de carriles múltiples:  $Q_c = Q_s \times N/2 \times 100/K \times 100/D \times f_n \times f_s$
- en vía de dos carriles en dos sentidos:  $Q_c = Q_s \times N/2 \times 100/K \times f_n \times f_s$
- en vía de dos carriles en un solo sentido:  $Q_c = Q_s \times N \times 100/K \times f_n \times f_s$

Donde

$Q_c$  = capacidad de tráfico (vehículo/día): Ver Cuadro 10-4-4.

$Q_s$  = capacidad de tráfico básica (vehículo/hora): Ver Cuadro 10-4-5.

$N$  = Número de carriles

$K$  = factor  $K$ , ver Cuadro 10-4-6.

$D$  = factor  $D$ , ver Cuadro 10-4-7

$f_n$  = factor de tipo de área. Ver Cuadro 10-4-8.

$f_s$  = factor de nivel de servicio. Ver Cuadro 10-4-9.

La relación entre volumen de tráfico y velocidad puede expresarse por la relación entre el congestionamiento y el tiempo de viaje obtenida según la siguiente fórmula BPR. Generalmente en los Estados Unidos, se asume que  $a = 4$ , y  $k = 0,15$ .

$$T_c = T_0 (1 + k(Q/C)^a)$$

Donde

$T_c$  = tiempo de viaje

$T_0$  = tiempo de viaje por velocidad de flujo libre

$Q$  = volumen de tráfico

$C$  = capacidad

$a, k$  = parámetros

En Asunción, la velocidad de viaje es cerca de la mitad de los límites cuando el factor de congestión es 1,0. Por lo tanto, el parámetro  $k$  se establece en 1,0. Como resultado, la relación entre velocidad y congestiónamiento es la misma que la mostrada en la Fig. 10-4-4. Por lo tanto, la velocidad se ha computado por debajo de la condición de equilibrio. Como referencia, la Fig. 10-4-5 muestra la relación entre velocidad y congestiónamiento con los parámetros usados en los Estados Unidos.

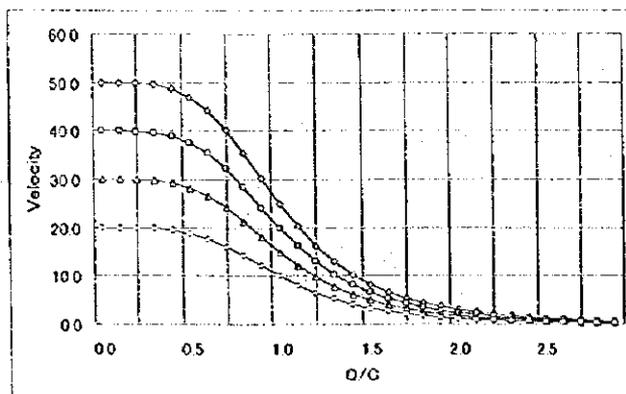


Fig.10-4-4 Fórmula BPR (Asunción)

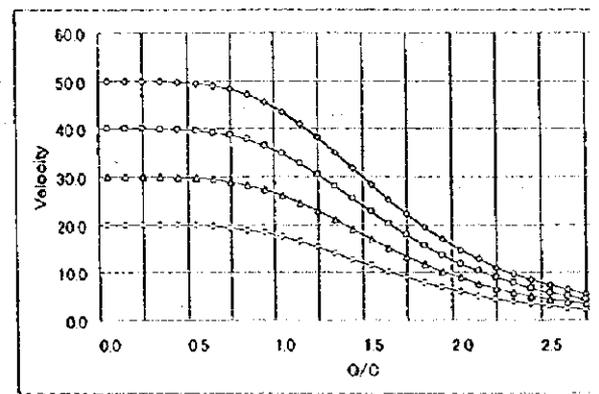


Fig.10-4-5 Fórmula BPR (EEUU)

Cuadro 10-4-3 Velocidad de Flujo Libre

Area	Pavimentado						Empedrado
	Principal		Secundaria	Menor	Autopista	Ruta	
	Penetración	Circunvalación					
Centro	40	35	35	30	80	40	20
Urbano	50	45	40	35	80	50	20
Otros	60	60	50	40	80	60	20

**Cuadro 10-4-4 Capacidad de Tráfico y Velocidad de Flujo Libre**

Pavimentación	Categoría	Carriles	Area	Sentido	Dirección	Velocidad	Tipo de Área	Nivel de Servicio	Capacidad
1	Pavimentado Autopista	6	-			80	-	1	88800
2		4	-			80	-	1	59200
3		2	-	Unico		80	-	1	29600
4	Pavimentado Ruta	4	Otros			60	-	1	64200
5		2	Otros			60	31	1	30300
6	Pavimentado Principal	6	Urbano			50	22	1	66600
7		4	Otros			60	32	1	64200
8		4	Urbano			50	22	1	44400
9		4	Urbano		Circunvalacion	45	22	1	47600
10		4	Centro	Unico		40	12	1	38400
11		4	Centro	Unico		40	12	1	38400
12		4	Centro			40	12	1	32000
13		4	Centro		Circunvalacion	35	12	1	34200
14		2	Otros			60	31	1	30300
15		2	Urbano	Unico		50	22	1	26600
16		2	Urbano			50	21	1	20700
17		2	Urbano	Unico	Circunvalacion	45	22	1	26600
18		2	Urbano		Circunvalacion	45	22	1	22200
19		2	Centro	Unico		40	21	1	19200
20		2	Centro			40	11	1	14600
21		2	Centro		Circunvalacion	35	11	1	15700
22	Pavimentado Secundario	4	Otros			50	32	2	72300
23		4	Urbano		Circunvalacion	40	22	2	53500
24		4	Urbano			40	22	2	50000
25		4	Centro		Circunvalacion	35	12	2	38500
26		4	Centro			35	12	2	36000
27		3	Centro	Unico		35	12	2	54000
28		2	Otros			50	31	2	34100
29		2	Urbano	Unico		40	12	2	30000
30		2	Urbano		Circunvalacion	40	21	2	25000
31		2	Urbano			40	21	2	23300
32		2	Centro	Unico		35	12	2	21600
33		2	Centro		Circunvalacion	35	11	2	17600
34	Pavimentado Menor	4	Otros			40	31	3	80300
35		4	Urbano			35	22	3	59500
36		4	Centro	Unico		30	12	3	48000
37		4	Centro			30	12	3	42800
38		3	Centro	Unico		30	12	3	36000
39		2	Otros			40	31	3	37900
40		2	Urbano	Unico		35	22	3	33300
41		2	Urbano			35	21	3	27700
42		2	Centro	Unico		30	12	3	24000
43		2	Centro			30	11	3	19600
44		1	Centro	Unico		30	11	3	12000
45	Empedrado Menor	4	Otros			20	32	3	10000
46		4	Urbano			20	22	3	6900
47		4	Centro			20	12	3	5300
48		2	Otros			20	31	3	4700
49		2	Urbano			20	21	3	3200
50		2	Centro			20	11	3	2200
51		2	Otros	Unico		20	31	3	2600
52		2	Urbano	Unico		20	22	3	2000
53		2	Centro	Unico		20	12	3	1500

**Cuadro 10-4-5 Capacidad Básica**

Pavimentado	Multicarril	2000 Vehi./h,carril
	2Carriles	2000 Vehi./h,2carril
Empedrado		125 Vehi./h,carril

**Cuadro 10-4-6 Factores K**

Zona	Coficiente(%)
Centro	10
Urbano	9
Otros	8

**Cuadro 10-4-7 Factores D**

Zona	Penetración	Circunvalación
Centro	60	56
Urbano	60	56
Otros		56

**Cuadro 10-4-8 Factores de Área**

Nivel	Arterias	Coefficiente
1	Principal, Ruta, Autopista	0.8
2	Secundaria	0.9
3	Menor	1.0

**Cuadro 10-4-9 Factores de Nivel de Servicio**

Zona	2 Carriles Doble Sentido	4 Carriles 2 Carriles Sentido Unico
Centro	0.55	0.60
Urbano	0.70	0.70
Otros	0.85	0.90

## **Capítulo 11 Políticas para la Formulación del Plan**

### **11.1 Antecedentes de Planificación**

#### **11.1.1 Esquema de Trabajo Socioeconómico**

Localizado entre Brasil y la Argentina, el Paraguay está bajo la tremenda influencia de estos dos grandes países. Las fluctuaciones en los cambios de esas monedas extranjeras afectan el comercio exterior, el mercado financiero, y el turismo en el Paraguay, lo que sacude directamente la economía del Área Metropolitana de Asunción. En especial, como el Paraguay no tiene una política de protección para su industria interna y como impone tasas tarifarias relativamente bajas, importa productos extranjeros a tarifas bajas para su consumo interno y para re-exportación a los países vecinos. Por lo tanto, la apertura total del mercado común en América del Sur (MERCOSUR) en el año 2006 afectará la economía del Paraguay. La reciente recesión económica puede considerarse una señal de este comienzo.

Este Estudio proyecta un 3,5 % en términos reales como promedio de tasa de crecimiento económico, siguiendo las tendencias pasadas. La industria terciaria registra la tasa de crecimiento más alta, mientras que la primaria registra la más baja. El crecimiento de la industria secundaria es en líneas generales el promedio de las otras dos. Aunque la economía del área del Gran Asunción crecerá más rápido que el promedio nacional, eventualmente se acercará al mismo, y la concentración de población en esta área capitalina gradualmente descenderá.

#### **11.1.2 Demanda de Tráfico**

El número total de viajes excluyendo caminatas y bicicletas aumentará de 2.15 millones en 1998 a 3.81 millones en el 2015 – 1,77 veces más.

Si no se implementa un sistema de transporte, el modo de viaje que aumentará más rápidamente es el de vehículo de pasajeros. El número de viajes de autos particulares de pasajeros aumentará de 1,02 millones a 1,96 millones, y los viajes de autobús aumentarán de 1,13 millones a 1,85 millones – 1,92 y 1,63 veces más, respectivamente.

#### **11.1.3 Uso de Suelo**

El centro del área capitalina del Gran Asunción es llamado Micro Centro y tiene la concentración de las funciones comerciales, ejecutivas, y políticas. A la vez forma un núcleo urbano unitario. Sin embargo, la sobre-concentración en Asunción, incluyendo el Micro Centro, ha llevado en años recientes a la reubicación de varias funciones urbanas fuera de Asunción, Fernando de la Mora, y Lambaré.

Esta tendencia continuará en los años venideros, y el aumento de población en el área capitalina va a significar el aumento directo de Luque, San Lorenzo, y otras ciudades. La forma propuesta de estructura urbana es un complejo urbano multinuclear que pueda aliviar la sobre-concentración en el centro de Asunción al crear nuevos sub-centros.

#### **11.1.4 Fuentes de Financiación para el Plan**

Hay dos organizaciones responsables de la planificación vial: el MOPC en el ámbito nacional para las rutas entre ciudades, y las Municipalidades para rutas dentro de las ciudades. Una de las organizaciones principales de estas últimas es la Asociación de Municipalidades del Área Metropolitana (AMUAM), la cual está formada por las municipalidades del área. No existe ninguna organización para administración vial al nivel departamental.

Las fuentes de financiación disponibles para proyectos en Asunción son los presupuestos de la Municipalidad y de la AGA. Los fondos de las dos organizaciones son casi los mismos, cerca de US\$ 2,5 millones para cada uno anualmente, lo que no es suficiente para proyectos a gran escala. Es necesario, por lo tanto, considerar esquemas de financiación buscando nuevas fuentes y estudiando la coordinación con otras organizaciones internacionales tales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, y la OECF.

## **11.2 Política Básica para el Plan Sectorial**

### **11.2.1 Política Global**

#### **1) Mantenimiento del Nivel Actual de Servicio**

Sin la implementación de sistemas de transportes, habrá una seria congestión de tráfico. Mientras más mejoras se hagan, menor será la congestión de tráfico. Sin embargo, esto depende de las fuentes de financiación disponibles y del nivel deseable de servicio para decidir hasta que punto se deben llevar a cabo las mejoras. Este Estudio tratará de por lo menos mantener el nivel de servicio actual.

#### **2) Con respecto al Plan Existente**

En 1995, la Municipalidad de Asunción, junto con FLACAM y CEPA formularon un plan maestro: el Plan Director de Desarrollo Urbano Ambiental o PDUA, y la actual administración vial de Asunción se rige por ese plan. Este Estudio también respeta el Plan e incorpora los proyectos propuestos después de evaluar sus efectos.

#### **3) Formulación de un Plan Implementable**

Es muy probable que debido a las limitaciones de fondos, algunos proyectos no reciban la prioridad que merecen desde el punto de vista de demanda de tráfico. Por ende, una de las más importantes políticas de este Estudio será comenzar con proyectos que son implementables y que pueden producir algunos efectos, de tal forma que para el año 2015, el plan básico pueda completarse.

### **11.2.2 Plan de Transporte Público**

El plan de transporte público da importancia al autobús. Es indispensable reforzar el transporte público para poder manejar una creciente demanda de tráfico con la red vial existente. Este Plan identificará los problemas que surjan cuando la actual red de autobuses trate de satisfacer la demanda de transporte público para el año 2015, y examinará las medidas para resolver estos problemas.

El tema principal es la introducción de un sistema de bus troncal en la Avenida Eusebio Ayala. Este sistema está diseñado para mejorar el nivel del servicio de autobuses y la eficacia del transporte al introducir nuevos autobuses a gran escala para distancias medias a alta velocidad. Este plan también sugiere la reestructuración de los itinerarios de los autobuses y de la

estructura de pasaje tomando en cuenta el sistema de bus troncal. Además, habrá algunas sugerencias institucionales para un organismo de operación del bus troncal. También, como vendrá el tiempo cuando el sistema de bus troncal no pueda satisfacer la demanda creciente, se determinará el tiempo para introducir un nuevo sistema de transporte por medio de un análisis financiero.

Actualmente, el ferrocarril nacional no sirve como medio de transporte urbano efectivo. Sin embargo, como su determinación será sustancialmente costosa, se determinará si se debe o no continuar con su operación, examinando la opción de convertir la prioridad de paso en una ruta.

### **11.2.3 Plan de Red Vial**

Hacia los sentidos radiales, los corredores principales serán identificados y mejorados intensivamente. En sentido circular, se enfatiza que se mejoren las vías que conectan ciudades suburbanas.

En respuesta al tráfico hacia el Micro Centro, se mejorarán y fortalecerán las vías del límite del distrito. Se propone que se dirija el tráfico de autobuses para entrar al distrito desde el este y desde el oeste. Por otro lado, el flujo de tráfico de vehículos de pasajeros que actualmente entran en el distrito principalmente desde el este y desde el oeste será cambiado e inducido a entrar desde el sur y desde el norte. Es más, el tráfico en el Micro Centro será separado según su modalidad.

Dentro de la ciudad de Asunción, las rutas se clasifican en arterias menores y calles locales. Se promoverán nuevos proyectos de pavimentación para mejorar la facilidad de manejo por las arterias menores. Además, se dará prioridad a las arterias principales para transporte público, a fin de mejorar las instalaciones necesarias.

### **11.2.4 Plan de Administración de Tráfico**

Como se espera producir algunos efectos positivos en el alivio de la congestión de tráfico a bajo costo, la administración de la demanda de tráfico para controlar el uso de vehículos en general merece especial atención. Se estudiará qué tipo de medidas pueden introducirse en el área de Estudio. Los métodos de administración pueden clasificarse en tres: control de posesión de vehículo, control de uso de vehículo, y promoción de modalidades alternativas. También es necesario examinar las medidas de control y desviar las demandas de tráfico.

## **11.3 Consideración por el Medio Ambiente**

La contaminación del aire en Asunción todavía no es un problema grave, de acuerdo con los datos existentes y con los resultados de la encuesta, pero el ruido en las rutas sobrepasa el standard.

A medida que aumente el volumen de tráfico, se espera que la contaminación del aire y el ruido empeoren, por lo tanto es necesario tomar algunas medidas contra las fuentes de origen. Esas medidas podrían ser inspecciones vehiculares más estrictas, la conversión de edificaciones sobre la ruta a construcciones de más de un nivel, etc. Además, se propone establecer un sistema de monitoreo para llevar a cabo una recolección continua de datos ambientales.



## Capítulo 12 Plan de Transporte Público

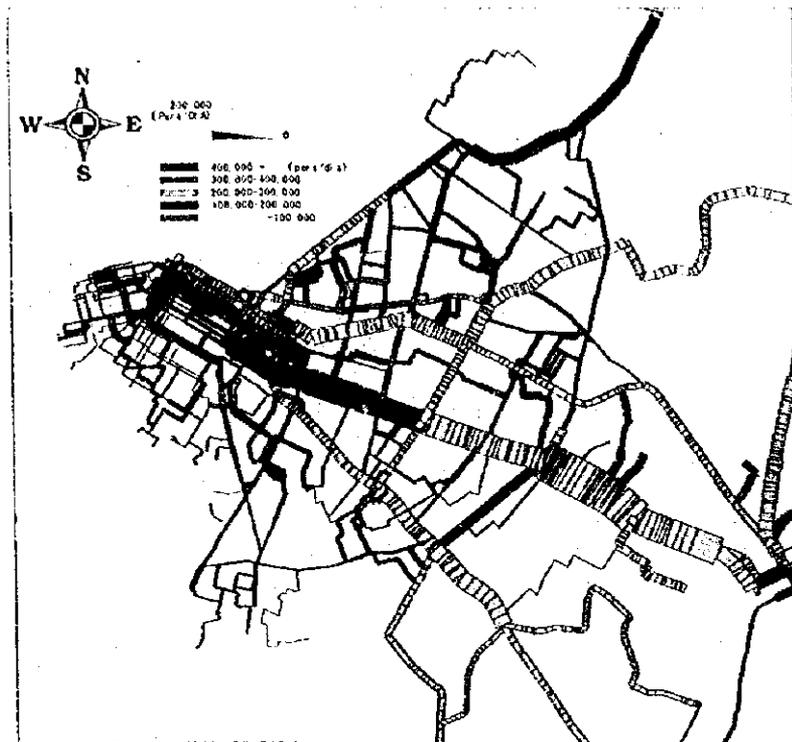
### 12.1 Estructura de la Demanda

El Cuadro 12-1-1 muestra la demanda de pasajeros de transporte público por sección y por año. La demanda en el límite de la ciudad de Asunción muestra la Fig. más alta entre las diferentes secciones y también el mayor aumento de demanda desde 1998 al 2015. La demanda de pasajeros de transporte público entrando al Micro Centro es del 60% de los que cruzan el límite de Asunción, lo que significa que la operación de autobuses que actualmente se concentra en el Micro Centro no va acorde con la estructura de demanda de pasajeros.

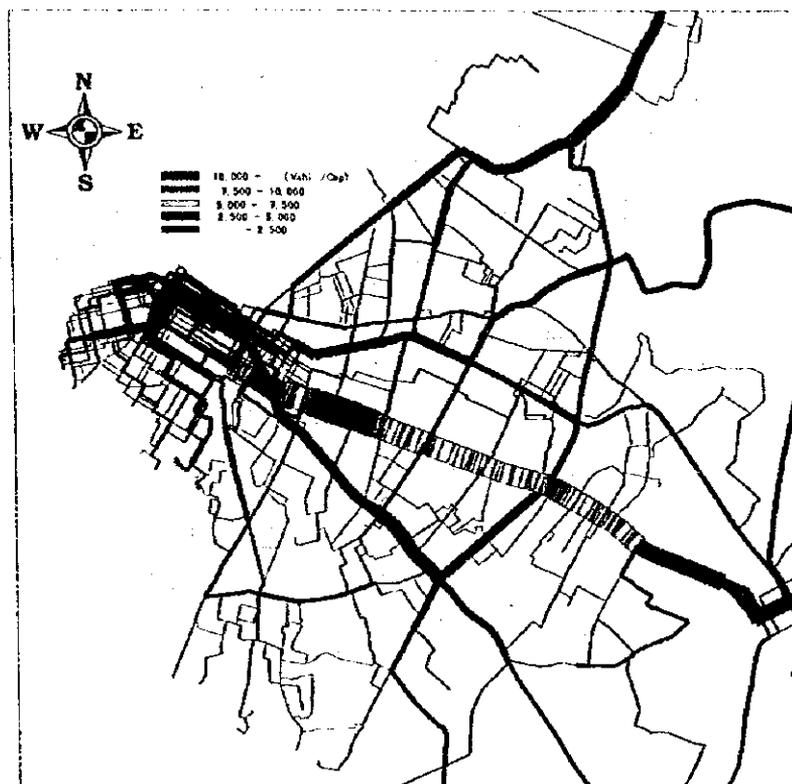
**Cuadro 12-1-1 Demanda de Pasajeros por Demanda**

Sección	1998	2015	2015/1998
Límite de la Ciudad	444.867	721.250	1,76
Pantalla	500.144	637.300	1,40
General Santos	494.321	637.041	1,42
Micro Centro	306.752	429.241	1,52

La demanda de pasajeros de autobús del 2015 asignada a la red de itinerarios de autobús de 1998 se muestra en la Fig. 12-1-1 La Fig. 12-1-2 muestra las frecuencias de operación de autobuses necesarias para satisfacer esta demanda. El servicio más frecuente es el prestado en la sección entre la Avenida General Santos y General Aquino sobre la Avenida Eusebio Ayala, con más de 10.000 autobuses por día. La Avenida Mariscal Estigarribia en Fernando de la Mora tiene un servicio de más de 7.500 autobuses por día. La Fig. 12-1-3 muestra un porcentaje de ocupación promedio diaria (pasajeros / capacidad del autobús x número de autobuses). Esta indica que el porcentaje es de cerca del 100% en el tramo entre la Avenida Eusebio Ayala y la Avenida Mariscal Estigarribia en Fernando de la Mora. Sin embargo, mientras más cerca del Centro, más bajo el porcentaje, y está por debajo del 50% aún en el tramo de servicio más frecuente. Es decir, el número de autobuses es más que lo necesario, y por lo tanto tiene impactos negativos sobre el congestionamiento de tráfico así como sobre la eficiencia de la operación de la compañía de autobuses. En los mayores corredores de autobuses se puede observar una tendencia similar, y el porcentaje de ocupación se vuelve notablemente menor hacia el Centro. Es de menos del 50% en el Centro, y de menos del 25% en Sajonia.



**Fig. 12-1-1 Pasajeros de Autobuses en el 2015 en Caso de No Hacer Nada**



**Fig. 12-1-2 Frecuencia de Autobuses en el 2015 en Caso de No Hacer Nada**

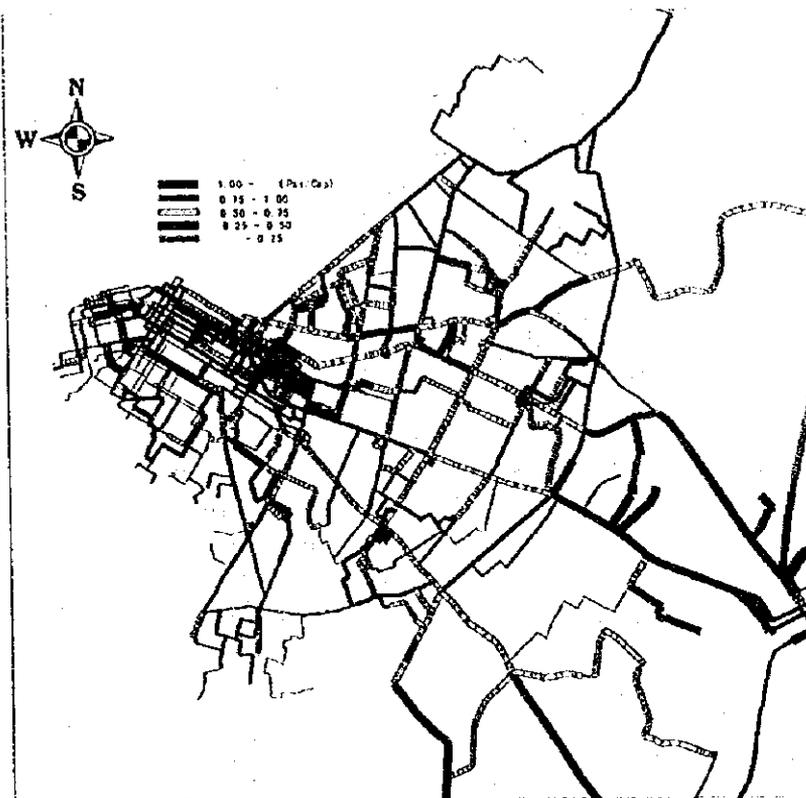


Fig. 12-1-3 Porcentaje de Ocupación en el 2015 en Caso de No Hacer Nada

## 12.2 Política de Planificación

### (1) Organización de los cuerpos Operativos de Autobús

Todos los autobuses en el área metropolitana de Asunción son operados por compañías de transporte privadas de pequeña y mediana escala. La competencia excesiva causa varios problemas de tráfico sobre las vías, y problemas financieros a las compañías de transporte. De ahí que estas compañías de transporte público deberían ser racionalizadas y deberían hacer sus operaciones más eficientes a la vez de satisfacer la demanda de pasajeros. Una de las alternativas es integrar algunas de las líneas que comparten los mismos destinos. Esto requerirá arreglos institucionales para redistribuir las ganancias. El sector público debería cambiar su papel de la función que cumple en el presente al habilitar de operación de autobuses, y cumplir un papel más activo al motivar la coordinación entre las compañías de transporte público y controlar su operación, sus ingresos, etc. En resumen, este Estudio recomienda la forma más práctica de organizar las compañías de transporte público en operación y requiere la asistencia del sector público, incluyendo la Municipalidad de Asunción y otras agencias relacionadas.

### (2) Introducción de una Jerarquía

En el Área Metropolitana de Asunción existe solamente un tipo de autobús como medio de transporte público. Sin embargo, se debería introducir un sistema de jerarquía y los autobuses troncales y los comunes deberían dividirse según su función.

### 1) Bus Troncal

Se introducirán autobuses troncales con alta capacidad, alta velocidad, y alta calidad sobre la Av. E. Ayala y otras arterias radiales principales.

### 2) Bus Común

La función de los autobuses comunes está entre la de los autobuses troncales y la de los autobuses ramales, y en gran parte, los autobuses comunes actuales continuarán como hasta ahora.

### 3) Bus Ramal

Los autobuses ramales actúan cumpliendo una función complementaria entre los autobuses troncales y los autobuses comunes, conectándolos con las terminales de ómnibus o con las paradas principales.

### (3) Introducción de los Servicios de Bus Troncal y Bus Ramal

Una de las formas de servicio integrado es el servicio de bus troncal y bus ramal. Las líneas de autobús actuales en el área metropolitana de Asunción incluyen el servicio en el área y el servicio de larga distancia lineal. Se espera que las distancias de los itinerarios sean más largas a medida que la urbanización de baja densidad se expanda en el futuro. Además, cerca del 70% de las líneas de autobús actuales se concentran en el Micro Centro, lo que causa una competencia excesiva en las vías radiales principales y también provoca accidentes de tráfico. En vista de estas condiciones, los servicios de bus troncal y bus ramal se introducirían en los tramos lineales de autobús con alto volumen y con servicios frecuentes.

El sistema también requiere la organización de las compañías de autobuses existentes para redistribuir las ganancias entre los miembros de las compañías. Es necesario proporcionar carriles exclusivos para autobuses para asegurar una operación segura de los autobuses y de las terminales de transbordo entre las líneas de bus troncal y de bus ramal para minimizar los impedimentos causados por el transbordo a los pasajeros.

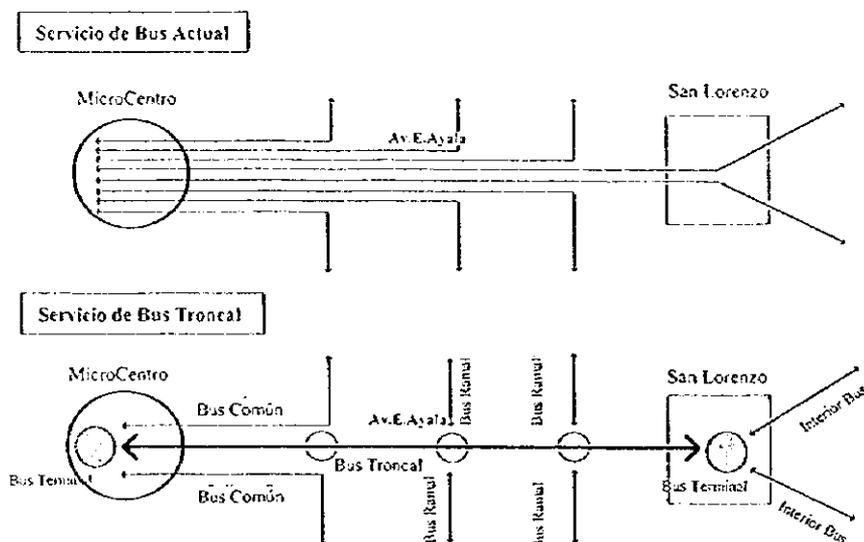


Fig. 12-2-1 Concepto del Sistema de Bus Troncal

#### (4) Mejoramiento de la Flota de Autobuses

La edad promedio de los vehículos de la flota de autobuses que opera en el área metropolitana de Asunción es de 15 años de edad, y en la actualidad no existe un control de emisiones de gases que contaminen el aire. Esta situación se debe a la falta de una inversión inicial en cada compañía de autobuses y de apoyo financiero de parte del sector público para hacer que los autobuses no dañen el medio ambiente.

El sistema de renovación de la flota de autobuses será una de las medidas que requerirá que las compañías de transporte existentes se ajusten al sistema de inspección y a las restricciones impuestas sobre los autobuses con emisiones excesivas. El sector público debería establecer una unidad especial responsable por el control de los vehículos y un sistema de apoyo financiero para ayudar a promover la renovación de los autobuses entre los operadores de buses.

Además, los usuarios de vehículos privados deben ver la importancia de la “conveniencia” al seleccionar su modo de viaje (ver Cuadro 3-4-2). Esto indica que se puede lograr la conversión de vehículos privados a autobuses si se mejora la conveniencia de los autobuses. Se puede definir “conveniencia” en términos de congestión dentro del autobús (más pasajeros que la capacidad del coche), limpieza de los vehículos, y seguridad, y la renovación de los autobuses es el esfuerzo necesario para mejorar esta “conveniencia”. El Cuadro 12-2-1 muestra los resultados del cómputo para el número de viajes convertidos de vehículos privados a autobuses, usando el modelo de tipo desagregado en 3-4-2. En el 2015, 68.629 viajes – o el 3,1% del total de los viajes en auto – pueden ser convertidos con el 50% de porcentaje de renovación, y 150.234 -- o el 6,9% - con el 100% de porcentaje de renovación. Convertido al número de vehículos, 42.627 y 93.313, respectivamente, pueden salir de las vías. La promoción de la renovación de autobuses no solamente puede ayudar a limpiar el medio ambiente, sino también puede aumentar las entradas por viaje de las compañías de transporte público y aliviar el congestionamiento de tráfico al reducir los accidentes de tráfico.

**Cuadro 12-2-1 Aumento de Pasajeros por Renovación de Autobuses**

	1998	2015		
		Sin hacer nada	Renovación del 50%	Renovación del 100%
Auto (T.E.)	1.138.960	2.182.261	2.113.622	2.032.027
(Vehículo)	758.033	1.355.442	1.312.809	1.262.129
Auto > Bus (T.E.)			68.629	150.234
(Veh.)			42.627	93.313
Bus (T.E.)	1.150.214	1.879.831	1.948.470	2.030.065
(Vehículo)	54.800	82.521	85.534	89.116

El número de vehículos se calcula dividiendo los viajes por el promedio de ocupación.

Auto = 1,61 pasajeros / vehículo; Bus = 22,78 pasajeros / vehículo

#### (5) Red de Autobuses para Apoyar un Futuro Sistema de Tránsito de Ferrocarril

El ferrocarril existente en el área metropolitana de Asunción no es usado como una forma viable de transporte urbano debido a su infraestructura deteriorada, incluyendo el material rodante y la baja demanda de pasajeros. La demanda de transporte público desde las áreas suburbanas, especialmente desde Luque, crecerá rápidamente de acuerdo con los pronósticos.

La introducción de un sistema de ferrocarril urbano al área metropolitana requiere una gran cantidad de inversión inicial, y por lo tanto, sobrepasa el poder de las autoridades locales. Sin embargo, desde un punto de vista a largo plazo, es necesario introducir el tránsito de

embargo, desde un punto de vista a largo plazo, es necesario introducir el tránsito de ferrocarril en las franjas de dominio existentes o en otras áreas. El plan de mejoramiento de autobuses del Estudio considerará también la posibilidad de introducir el tránsito de ferrocarril en un futuro cercano.

## 12.3 Introducción de un Nuevo Sistema de Transporte

Con la red de itinerarios de autobuses existente, habrá una demanda de 11.720 autobuses/día/tramo en la Avenida Eusebio Ayala en el 2015. Multiplicado por el porcentaje pico de 6,9%, habrá 404 autobuses/hora pico en un solo sentido. El número promedio de pasajeros es 38 (309.000 pasajeros / día / tramo x 10% x 0,5). Suponiendo un tiempo de 30 segundos por parada, una parada de autobús podrá manejar solamente 120 autobuses por hora. Cada parada deberá ser capaz de manejar cuatro autobuses simultáneamente, pero se espera un grave congestionamiento de tráfico debido a un número demasiado alto de autobuses llegando y partiendo. Por lo tanto, eventualmente será necesario introducir un nuevo sistema de transporte público con mayor capacidad que el ya existente.

### 12.3.1 Clasificación del Sistema de Transporte Urbano

El Cuadro 12-3-1 muestra la capacidad de varios sistemas de transporte urbano, y el Cuadro 12-3-2 muestra los costos de construcción. El número máximo de pasajeros sobre la Avenida Eusebio Ayala es de 309.000, y 15.450 pasajeros por hora sobre un lado con el porcentaje pico de 10%. Como es muy probable que se necesiten las líneas de autobús existentes para satisfacer la demanda de viajes de corta distancia, algunas de las líneas no serán reemplazadas por las nuevas. Tiene sentido bajo un punto de vista económico, entonces, introducir un sistema de autobuses articulados o de dos secciones. Sin embargo, en respuesta a un aumento de la demanda futura, es necesario tomar en cuenta la posibilidad de convertirlos en autobuses bi-articulados o de tres secciones, o en transporte subterráneo.

**Cuadro 12-3-1 Capacidad Máxima de Transporte del Sistema de Transporte Urbano**

	Longitud de coches	N° de autos	Longitud de tren	Capacidad	Intervalo	Tasa de Congestión	Capacidad Transporte
Subterráneo Lineal	16m	8	128m	100 personas	1 minuto	200%	96.000 per/h
LRT	10m	3	30m	75 personas	1 minuto	150%	20.250 per/h
Bus Troncal (3 tramos)	25m	1	25m	270 personas	1 minuto	150%	24.300 per/h
Bus Troncal (2 tramos)	18m	1	18m	160 personas	1 minuto	150%	14.400 per/h

**Cuadro 12-3-2 Costos de Construcción de los sistemas de Transporte Urbano**

	Subterráneo lineal	LRT	Bus Troncal
Costo (US\$ 1000s mil/km)	200	< 33	3

Los mayores números de pasajeros por día en las otras vías troncales en el 2015 sobre las Avenidas Mariscal López, España, Fernando de la Mora, y Artigas, respectivamente, son 130.000, 142.000, 146.000, y 121.000. Multiplicado por el porcentaje pico del 10%, los números en un solo sentido son 6.500, 7.100, 7.300, y 6.050, respectivamente lo cual es menos que la capacidad del bus troncal. Sin embargo, asumiendo que el número de pasajeros en las horas pico es de 40, el número de vehículos de transporte público en cada una de las vías troncales es de 162, 177, 183, y 151, respectivamente, y exceden la capacidad de las

paradas, por lo que puede que obstruyan el flujo del otro tráfico. Por lo tanto, es necesario usar vehículos de mayor escala y asegurar la prioridad de los carriles exclusivos para autobuses.

### 12.3.2 Líneas Alternativas para la Introducción del os Servicios de Bus troncal

Asumiendo que dos autobuses pueden ocupar simultáneamente una parada, el sistema puede manejar 240 autobuses por hora, y 9.600 buses/día/tramo ( $= 240 \times 20 \times 2$ ), con un tiempo de operación diaria de 20 horas. Se predice que las líneas de autobús que excederán esta capacidad en el 2005 son solamente sobre el tramo en la Avenida Eusebio Ayala y en la Avenida Mariscal Estigarribia. Estas vías tienen las siguientes características, y por lo tanto garantizan la introducción de un sistema de bus troncal en el 2005:

- 1) Vía troncal con más de 4 carriles – exceptuando el Micro centro  
Estas vías tienen de 4 a 6 carriles, y después de tomar carriles exclusivos para el bus troncal, se puede proporcionar carriles para los autos y los otros buses. En el Centro, uno de los dos carriles de las calles de un solo sentido será usado solamente por los buses troncales.
- 2) Vía troncal con alta concentración de las líneas de autobuses existentes  
Hay muchas líneas de autobús que tienen acceso al Centro a través de la Avenida Eusebio Ayala.
- 3) Itinerario entre dos centros principales y con una alta demanda de transporte para conectarlos  
San Lorenzo y el Centro son dos centros principales en el área, y hay una gran demanda de transporte entre ellos, lo cual garantiza el servicio de autobuses lineales.

A partir de este criterio, se ha seleccionado a la Avenida Eusebio Ayala como corredor de primera prioridad para introducir el nuevo sistema de tránsito. En el Estudio de 1988 se aplicó el mismo concepto, y se planeó una terminal de ómnibus cerca del Mercado 4 bajo el viaducto de conexión planeado entre la Avenida Eusebio Ayala y la Avenida G. R. De Francia. Sin embargo, parece ser que hubo dificultades en la compra del terreno para la terminal por varias razones. Por lo tanto, este Estudio planea introducir el nuevo sistema de tránsito hasta la Calle Colón, el extremo oeste del Micro Centro. Se planea una Terminal de Ómnibus en San Lorenzo en la unión de las Rutas Nacionales 1 y 2.

El itinerario del bus troncal se muestra en la Fig. 12-3-1 El tramo entero se extiende por 16,1 km. El Cuadro 12-3-3 muestra los requisitos para el sistema de bus troncal.

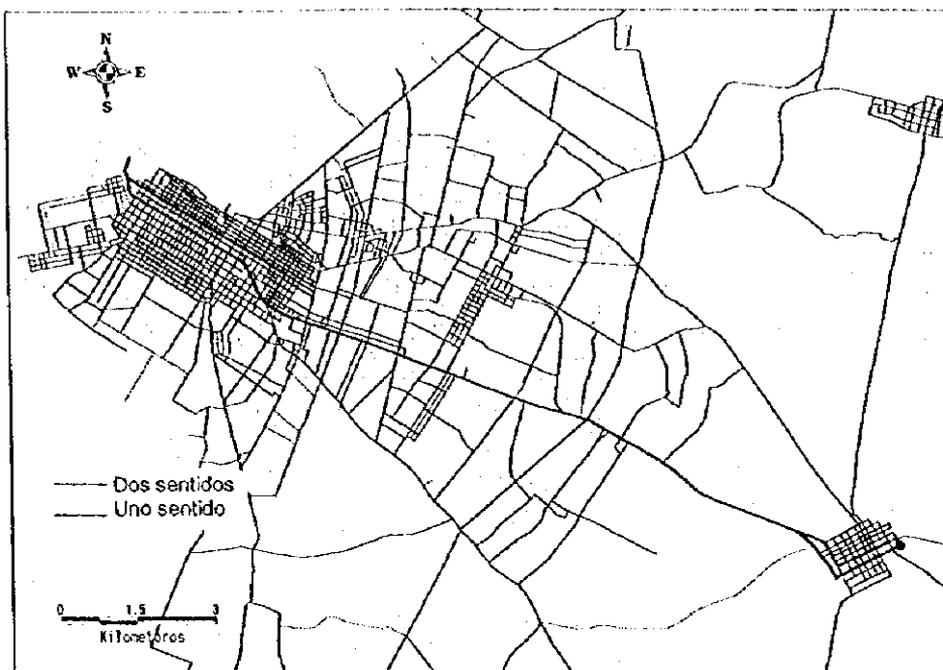


Fig. 12-3-1 Itinerario del Bus Troncal

Cuadro 12-3-3 Requisitos para el Bus Troncal

Item	Requisitos
Capacidad de Vehículo	Autobús articulado de dos secciones – 160 pasajeros
Frecuencia	Intervalo mínimo de 1 minuto
Velocidad	La velocidad actual de autobús es en promedio 23 km/h, y se pronostica que bajará a cerca de 15 km/h. Para un desempeño mejor que este, el nuevo sistema está diseñado para 25 a 30 km/h.
Línea de Operación	Se proporcionarán carriles exclusivos en el medio de la ruta al lado del paseo central. El servicio de bus lineal será proporcionado entre San Lorenzo y el Centro.
Espacio entre paradas	1 km en promedio La operación a alta velocidad requiere un mayor espacio que el que existe actualmente. Entre San Lorenzo y Madame Lynch se planea que sea más largo. Para aumentar el nivel del servicio, en Asunción el bus troncal parará en las intersecciones con otras rutas troncales, y en el Centro, hará paradas más frecuentes.
Instalación de Paradas	Tomando en consideración el transbordo a las líneas existentes, se necesitarán plataformas anchas. También se necesita un buen acceso a las instalaciones a los lados de la ruta.
Terminal	Construida en San Lorenzo y en el Centro La terminal de San Lorenzo necesita responder a demandas de transbordo a las líneas suburbanas. La terminal del Centro será más pequeña y tendrá instalaciones para los autobuses que dan la vuelta y para ajuste de tiempo solamente.

### 12.3.3 Efectos del Servicio de Bus Troncal

Según el modelo de elección de modo de tipo desagregado en Capítulo 3.4.2, la conversión de auto a bus inducida por la introducción del sistema de bus troncal se ha calculado según se muestra en el Cuadro 12-3-4. Se asume que el bus troncal corre a 30 km/h y recibe renovación. En la misma Cuadro, se muestra que el bus troncal facilitará la conversión, lo que da un total de 66.534 viajes (3,0% de los viajes en auto), o cerca de 41.000 vehículos. Además, con la

implementación de una renovación total, el número de conversión será de 180.617 viajes (8,3% de los viajes en auto) o de cerca de 112.184 vehículos.

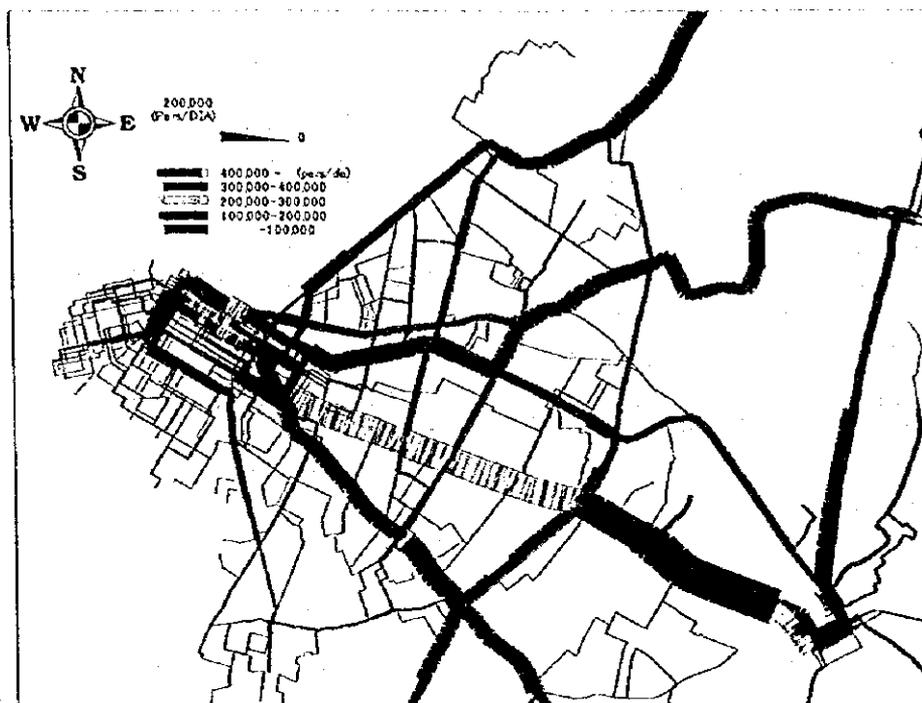
**Cuadro 12-3-4 Efectos de Conversión sobre los Viajes en Auto por Bus Troncal**

	1998	2015		
		Sin hacer nada	Sistema de Bus troncal solamente	Sistema de Bus troncal + Renovación del 100%
Auto (T.E.)	1.138.960	2.182.261	2.115.727	2.001.644
(Vehículo)	758.033	1.355.442	1.314.116	1.243.257
Auto > Bus (T.E.)			66.534	180.617
(Veh.)			41.325	112.184
Bus (T.E.)	1.150.214	1.879.831	1.946.365	2.060.448
(Vehículo)	54.800	82.521	85.442	90.450

El número de vehículos se calcula dividiendo los viajes por el promedio de ocupación.

Auto = 1,61 pasajeros / vehículo; Bus = 22,78 pasajeros / vehículo

Las Fig. 12-3-2 y 12-3-3 muestran el flujo de pasajeros y las frecuencias de bus en el 2015 después de la introducción de los servicios de bus troncal sobre la Avenida Eusebio Ayala, respectivamente.



**Fig. 12-3-2 Flujo de Pasajeros de Autobús en el 2015**

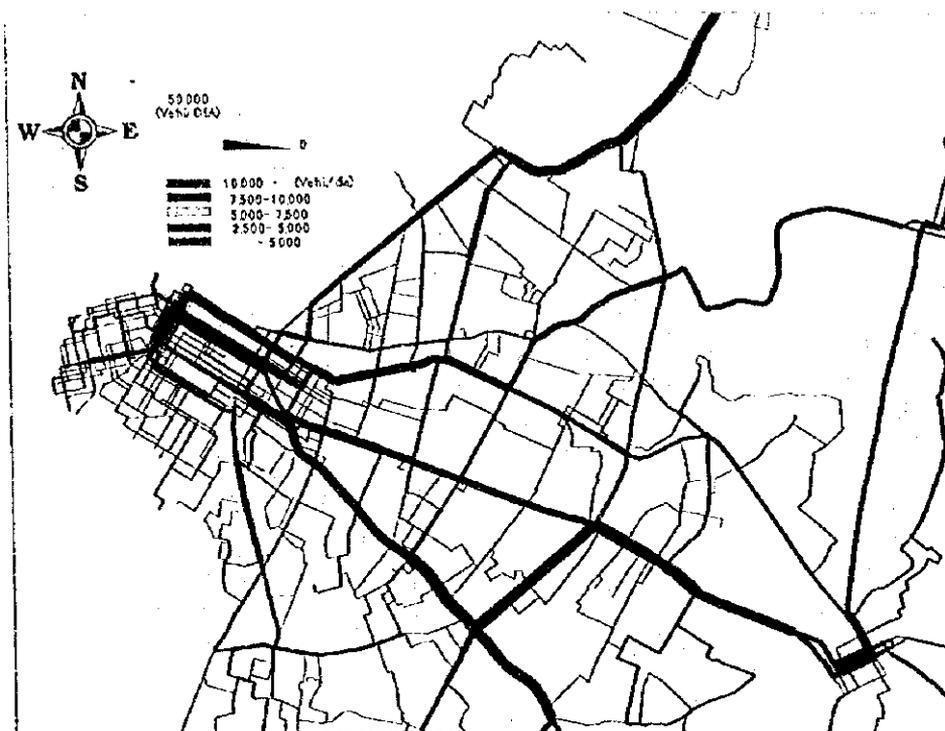


Fig. 12-3-3 Frecuencias de Autobús con el Servicio de Bus Troncal en el 2015

Estas Fig. muestran que el número de pasajeros será similar al de antes del servicio de bus troncal, de 310.000 en la Avenida Mariscal Estigarribia y en Fernando de la Mora, y de 260.000 entre la Avenida Choferes del Chaco y la Avenida General Santos sobre la Avenida Eusebio Ayala. A pesar de eso, el número de autobuses sobre la vía será de menos de la mitad que antes, o de 3.640 (incluyendo 1.500 buses troncales) en Fernando de la Mora, y 4.370 (incluyendo 1.500 buses troncales) entre la Avenida Choferes del Chaco y la Avenida General Santos sobre la Avenida Eusebio Ayala. Por lo tanto, la introducción del bus troncal producirá un impacto significativo en el alivio del congestionamiento.

## 12.4 Mejoramiento del Sistema de Operación de Autobuses

### 12.4.1 Principio de Política de Prioridad de Autobuses

Durante los últimos 14 años después del Estudio de Plan maestro previo de 1984, la población en el área metropolitana aumentó más rápidamente que lo proyectado, y ha ocurrido una urbanización irregular de baja densidad. Como resultado, la población en las ciudades suburbanas ha crecido más rápidamente que en Asunción. La proporción modal de viajes de esos residentes ha cambiado, y el uso de vehículos privados ha aumentado de 39% en 1984 al 50% en 1998, lo que claramente significa que ha ocurrido una rápida motorización. Si esta tendencia no se modifica, la urbanización irregular continúa, y el área metropolitana acelera su dependencia de vehículos privados, es evidente que las vías troncales y el Centro estarán aún más congestionados, y que las condiciones ambientales empeorarán.

Sin políticas que limiten el uso de vehículos privados y que den prioridad al transporte público, la velocidad de viaje de los vehículos que circulen por las vías troncales será tan

lenta como ir a pie durante las horas pico en el año 2015, lo que inhibirá las actividades urbanas eficientes. Por lo tanto, es imperativo decidir políticas de transporte ahora.

#### **12.4.2 Mejoramiento del Servicio de Autobús**

##### **(1) Mejoramiento de la Comodidad**

De acuerdo con los resultados del estudio de preferencia modal concluido por el Equipo de Estudio de la JICA, la comodidad es uno de los factores más importantes para seleccionar el transporte público. Es necesario mejorar la comodidad de los servicios de autobuses en el área metropolitana.

Hay dos factores que componen el significado de comodidad. Uno son las condiciones físicas, tales como los asientos del autobús y las instalaciones, y el otro son los servicios personales, tales como la conducta del chofer.

##### **1) Mejoramiento Físico**

Es necesario mejorar los siguientes puntos:

- **Refugios en las Paradas**

Se han desarrollado refugios en las paradas de autobús, pero todavía faltan refugios en muchas paradas. Se deben colocar los refugios con la ayuda del sector privado.

- **Asientos e Interior del Autobús**

Como los asientos y el interior de los autobuses actuales no son cómodos para los pasajeros, deben ser mejorados.

- **Ruido, vibraciones, y emisión de gases**

Debido a que los vehículos son viejos y no están en buenas condiciones de mantenimiento, el ruido, las vibraciones, y la emisión de gases hacen que los pasajeros estén incómodos. Es necesario introducir un sistema de inspección de los vehículos más estricto a fin de mejorar el medio ambiente.

##### **2) Mejoramiento del Servicio**

- **Conducta de los Choferes**

Como el salario de los choferes normalmente depende de cuántos viajes de ida y vuelta hagan, ellos tienden a manejar los autobuses con mucha brusquedad. Se debería desarrollar la educación de los choferes y este sistema de remuneración debería ser mejorado.

- **Seguridad**

Los accidentes de tráfico que involucran a autobuses son muchos, y se les considera consecuencia del comportamiento de los choferes. Se deben extender los programas de seguridad del tráfico.

- **Anuncio de Información, tal como Horarios**

En las paradas de autobús, no existe información disponible sobre los itinerarios y los horarios de los autobuses. Este tipo de información se debería proporcionar a los usuarios.

##### **(2) Garantía Mínima**

Como el transporte público es uno de los servicios urbanos más importantes, se debería suministrar un nivel de servicio mínimo para las actividades urbanas diarias.

- **Distancia de Acceso a los Itinerarios de Autobús**

Dentro de la Municipalidad de Asunción, el área está cubierta casi del todo por los itinerarios de los autobuses, pero en otras ciudades, muchas zonas no tienen un acceso cercano a los itinerarios de los autobuses. Dentro de las zonas edificadas, los itinerarios de autobús deberían estar ubicados en accesos dentro de 1 km de distancia.

- **Horarios de Operación**

Los horarios de operación de autobuses dentro del Área de Estudio son relativamente largos en comparación con los autobuses en otras ciudades capitalinas en América Latina, pero se necesita una prolongación de las horas de operación para las actividades urbanas.

### **(3) Orientación hacia el Usuario**

El Gobierno y los operadores de autobuses deberían cambiar su postura y pensar siempre en lo que los usuarios requieren del servicio de transporte público. Luego deberían verificar los siguientes puntos a fin de atraer a las personas para que usen el transporte público:

- Ubicación del Itinerario
- Frecuencia
- Velocidad de Viaje
- Función de Transbordo

### **(4) Nivel Tarifario**

No hay oportunidad alguna de que los ciudadanos participen en el proceso de decisión del nivel tarifario. Se debería decidir el nivel tarifario tomando en cuenta no sólo la información procedente de los operadores, sino también la información de las personas que usan el servicio.

## **12.4.3 Reestructuración del Sistema de Operación de Autobuses**

### **(1) Integración de los Operadores**

En el Área Metropolitana hay 61 compañías y 118 itinerarios. En general, las compañías de autobuses son de pequeña escala y tienen más de un propietario.

Muchas líneas de autobuses se originan en los suburbios y pasan por sus propios itinerarios, pero al entrar en Asunción, se concentran en las vías troncales. Las frecuencias de servicio son muy altas y por lo tanto son convenientes para los usuarios en las vías troncales, pero son escasas y poco confiables en las vías locales. En otras palabras, una línea a menudo cumple la función de bus troncal y de bus local al mismo tiempo.

La extensión de los itinerarios de autobús inevitablemente es larga y compleja. Algunos itinerarios incluyen vías sin pavimentar. Como se describió antes, la eficiencia del transporte es baja en las vías troncales, y la operación de las compañías de autobuses generalmente también es ineficiente. Esa es la razón por la cual las compañías de autobuses deberían integrarse para reordenar los itinerarios y el número de autobuses.

### **(2) Sistema de Tarifa**

- El sistema de tarifa actual es principalmente plano, Gs. 850 dentro del Área Metropolitana, pero es más alto en San Antonio, Limpio, y Villa Hayes: Gs. 900, 1.000, y 1.700 respectivamente.

- Los pasajeros pagan el pasaje al chofer cuando suben al autobús por la puerta del frente. Pagan en efectivo y el chofer les da un pasaje. Los pasajeros se bajan por la puerta del fondo. Los choferes dan un informe sobre la venta de pasajes a su compañía. Esto es un dato básico para la operación.
- Los pasajes sirven como una especie de recibo para cada autobús, antes que para una compañía entera. No hay pasajes comunes ni pasajes por un cierto periodo de tiempo. Tampoco hay descuentos para estudiantes.
- A fin de desacelerar el proceso de avanzar hacia una sociedad motorizada, y para aumentar el atractivo del transporte público, es necesario simplificar la estructura de cobro de pasaje y hacerla conveniente para el usuario.
- Aunque es necesario reestructurar o integrar los itinerarios de los autobuses para una operación eficiente, el sistema de pasaje actual es un obstáculo para hacerlo, y se necesita una reforma radical.
- La introducción de un sistema de itinerario jerárquico y la separación de las líneas troncales de las ramales no será un problema para los usuarios si se les permite hacer transbordo a bajo precio.
- La introducción de un pasaje común permitirá a los pasajeros hacer transbordo.
- La introducción de un pasaje común requiere un sistema tarifario uniforme o un sistema con zonas tarifarias extensas.

#### 12.4.4 Reforma Institucional

##### (1) Necesidad de Coordinación de la Institución

Hay dos instituciones relacionadas con la administración de autobuses. Las municipalidades dan la licencia a los operadores de autobuses dentro de una municipalidad, y el MOPC da la licencia a los operadores que cubren más de una municipalidad. El contenido de las regulaciones no es claro. Hay falta de coordinación entre el MOPC y las municipalidades, y entre las municipalidades mismas. Hay casos en que las compañías operan autobuses en varias municipalidades sin la licencia apropiada. A fin de cambiar esta situación, es urgentemente necesario coordinar las diferentes instituciones.

##### (2) Subsidios

###### 1) Principio de Política de Subsidio

Hay muchas opiniones negativas sobre la introducción de un subsidio, como las siguientes:

- El subsidio causa una administración negativa de la operación de autobuses
- El subsidio crea la necesidad de más subsidio
- El subsidio no llega a los usuarios finales

Sin embargo, a fin de realizar la política de prioridad del transporte público, el Gobierno Central y los gobiernos locales deberían contribuir con parte del costo, y esto significa subsidiar el costo.

El principio de subsidio debería ser el siguiente:

- El subsidio debe llegar directamente a los beneficiarios (los usuarios de autobuses)
- Desarrollar la infraestructura de apoyo para el desarrollo del transporte público

## 2) Principios de Recursos Financieros

El objetivo del proyecto es atraer a las personas al transporte público y limitar el uso de vehículos privados. Una de las principales fuentes de recursos será pedir a los usuarios de autos que paguen alguna contribución para el proyecto. Otra fuente de recursos será pedir una contribución a los beneficiarios del desarrollo del proyecto, tales como las compañías comerciales a lo largo del itinerario de bus troncal.

## (3) Necesidad de una Reforma Institucional

La introducción del Sistema de Bus Troncal requiere la revisión de las instituciones actuales, tales como leyes relevantes y organizaciones. Ahora la nueva Ley del Sistema de Transporte Terrestre está siendo estudiada en el parlamento, y se espera que pase pronto. Primero, es necesario establecer una organización que planea, promueva, regule, y supervise el proyecto. También es recomendable establecer una organización como una entidad corporativa público -- privada, si fuera necesario, para la construcción y la operación del proyecto. Además, el conseguir los recursos financieros requiere algunas revisiones de las leyes y reglamentos.

Finalmente, se recomienda firmemente la creación de una organización que pueda planear, coordinar, implementar, y controlar el transporte urbano en el área metropolitana desde un punto de vista global.

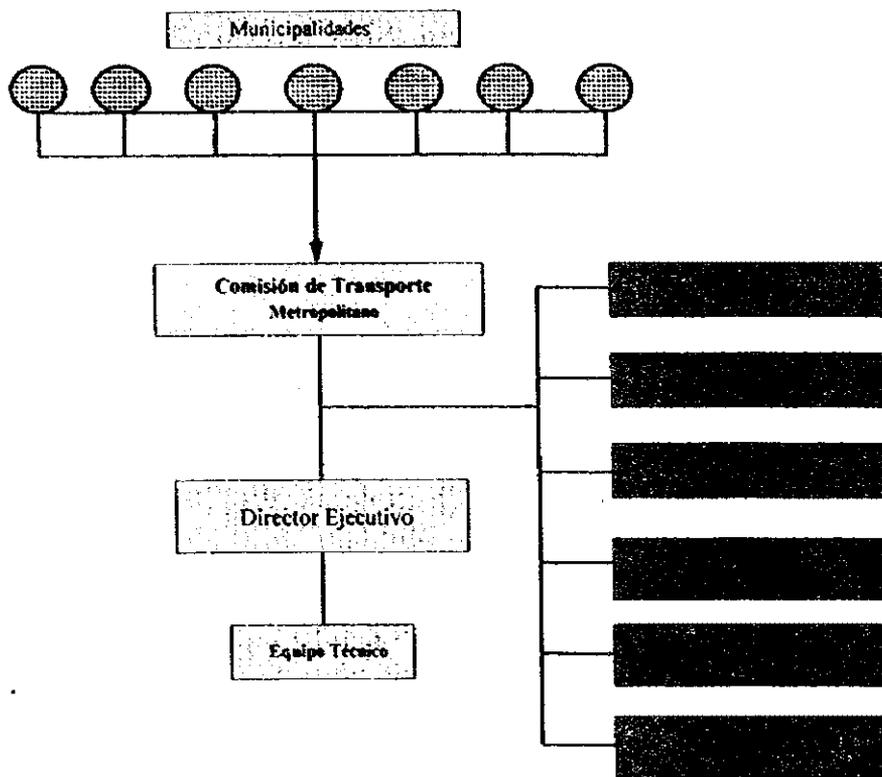


Fig. 12-4-1 Organigrama del Transporte Metropolitano

### 7) Principios de Recursos Financieros

El objetivo del proyecto es atraer a las personas al transporte público y limitar el uso de vehículos privados. Una de las principales fuentes de recursos será pedir a los usuarios de autos que paguen alguna contribución para el proyecto. Otra fuente de recursos será pedir una contribución a los beneficiarios del desarrollo del proyecto, tales como las compañías comerciales a lo largo del itinerario de bus troncal.

### 8) Necesidad de una Reforma Institucional

La introducción del Sistema de Bus Troncal requiere la revisión de las instituciones actuales, tales como leyes relevantes y organizaciones. Ahora la nueva Ley del Sistema de Transporte Terrestre está siendo estudiada en el parlamento, y se espera que pase pronto. Primero, es necesario establecer una organización que planee, promueva, regule, y supervise el proyecto. También es recomendable establecer una organización como una entidad corporativa público-privada, si fuera necesario, para la construcción y la operación del proyecto. Además, el conseguir los recursos financieros requiere algunas revisiones de las leyes y reglamentos.

Finalmente, se recomienda firmemente la creación de una organización que pueda planear, coordinar, implementar, y controlar el transporte urbano en el área metropolitana desde un punto de vista global.

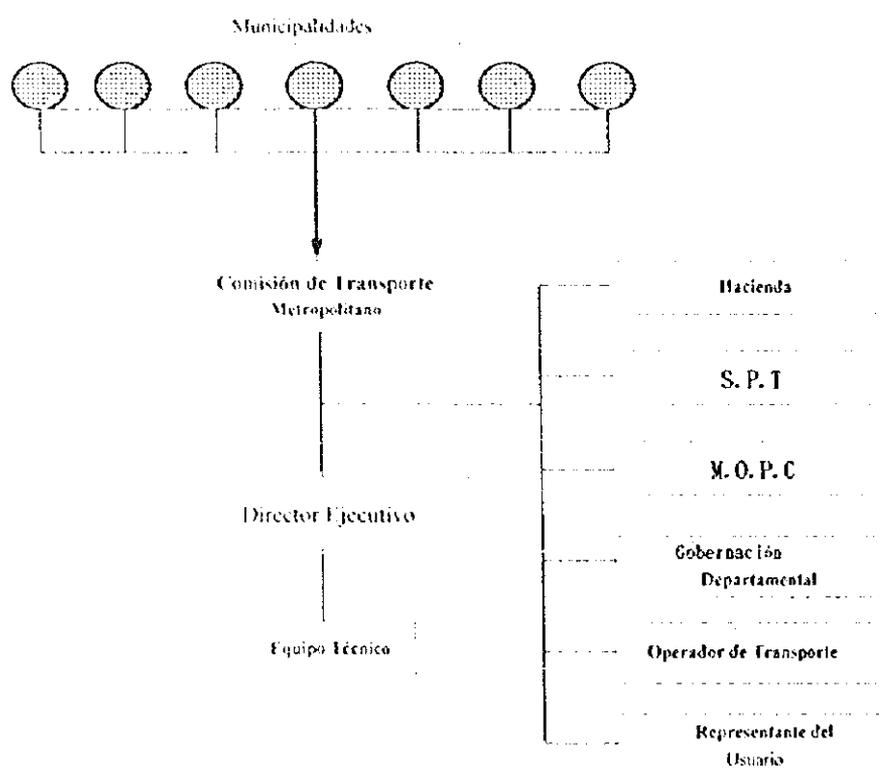


Fig. 12-4-1 Organigrama del Transporte Metropolitano

## Capítulo 13 Plan de Red Vial

### 13.1 Problemas en la Red Vial

Se puede resumir como sigue los problemas del tráfico vial:

- Las vías troncales consisten en tramos de 2 a 4 carriles, y el tráfico no fluye sin obstáculos de una sección de dos carriles a una de cuatro carriles, y viceversa.
- Las vías troncales no tienen un control total de los accesos, lo que reduce su capacidad de tráfico.
- Las funciones de tráfico actualmente están determinadas por las condiciones de superficie, y gran parte del tráfico, incluyendo el tráfico principal, tratan de pasar por las vías pavimentadas. No hay clara diferencia entre las vías colectoras y las vías locales. Esta falta de un sistema de jerarquía vial lleva a motivar al tráfico principal a circular por las vías pavimentadas paralelas a las vías troncales congestionadas, lo que empeora las condiciones ambientales de las áreas residenciales
- El empedrado se usa como base estructural de las vías pavimentadas con asfalto. Hay daños en la capa de superficie causados por el hundimiento o por la erosión de los materiales de la base después de la conclusión. En algunas rutas hay vías de tranvías en desuso que hacen difícil maniobrar los vehículos.
- Hay pocos sistemas de drenaje pluvial a lo largo de las vías, y a menudo una inundación paraliza significativamente las funciones de tráfico sobre la vía.
- Si no se hace nada con los problemas actuales de tráfico, el flujo del tráfico y los tiempos de viaje en el año 2015 empeorarán tal como lo muestran las Fig. 13-1-1 y 13-1-2 respectivamente. La Fig. 13-1-3 ilustra los cambios en el tiempo de viaje entre las ciudades del área metropolitana. En particular, se reducirá significativamente las funciones de tráfico en sentido norte – sur, tal como en el tramo entre Luque y San Lorenzo.

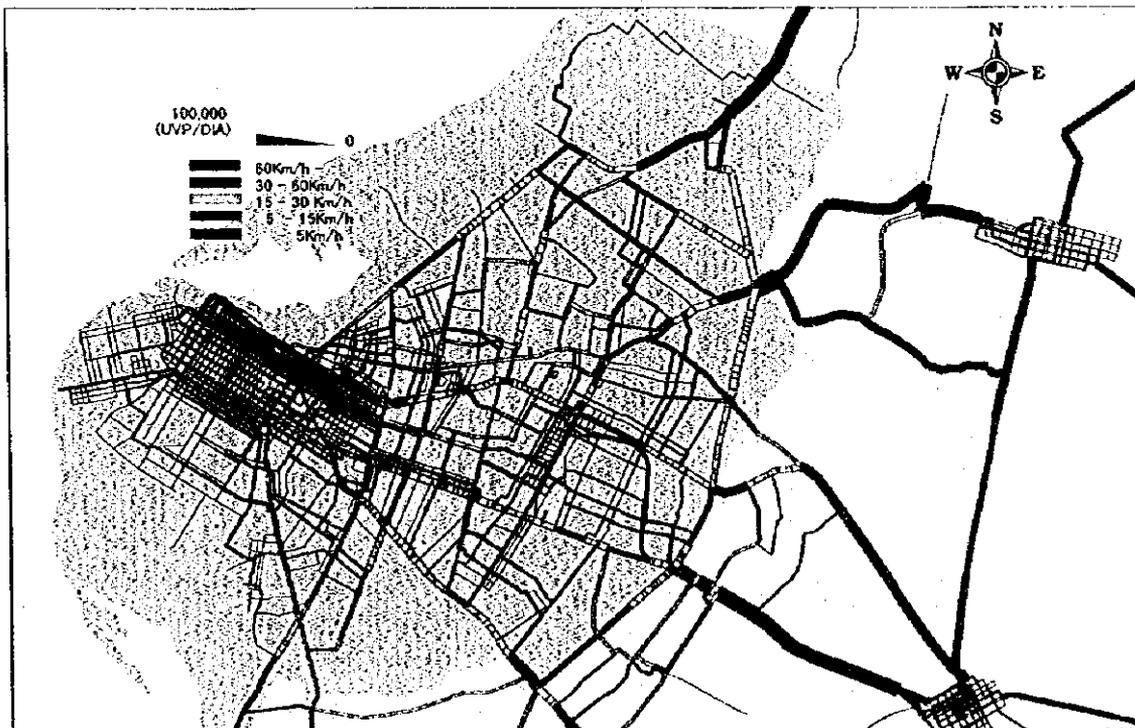


Fig. 13-1-1 Flujo de Tráfico en el año 2015 en Caso de No Hacer Nada

## Capítulo 13 Plan de Red Vial

### 13.1 Problemas en la Red Vial

Se puede resumir como sigue los problemas del tráfico vial:

- Las vías troncales consisten en tramos de 2 a 4 carriles, y el tráfico no fluye sin obstáculos de una sección de dos carriles a una de cuatro carriles, y viceversa.
- Las vías troncales no tienen un control total de los accesos, lo que reduce su capacidad de tráfico.
- Las funciones de tráfico actualmente están determinadas por las condiciones de superficie, y gran parte del tráfico, incluyendo el tráfico principal, trata de pasar por las vías pavimentadas. No hay clara diferencia entre las vías colectoras y las vías locales. Esta falta de un sistema de jerarquía vial lleva a motivar al tráfico principal a circular por las vías pavimentadas paralelas a las vías troncales congestionadas, lo que empeora las condiciones ambientales de las áreas residenciales
- El empedrado se usa como base estructural de las vías pavimentadas con asfalto. Hay daños en la capa de superficie causados por el hundimiento o por la erosión de los materiales de la base después de la conclusión. En algunas rutas hay vías de tranvías en desuso que hacen difícil maniobrar los vehículos.
- Hay pocos sistemas de drenaje pluvial a lo largo de las vías, y a menudo una inundación paraliza significativamente las funciones de tráfico sobre la vía.
- Si no se hace nada con los problemas actuales de tráfico, el flujo del tráfico y los tiempos de viaje en el año 2015 empeorarán tal como lo muestran las Fig. 13-1-1 y 13-1-2 respectivamente. La Fig. 13-1-3 ilustra los cambios en el tiempo de viaje entre las ciudades del área metropolitana. En particular, se reducirá significativamente las funciones de tráfico en sentido norte -- sur, tal como en el tramo entre Luque y San Lorenzo.

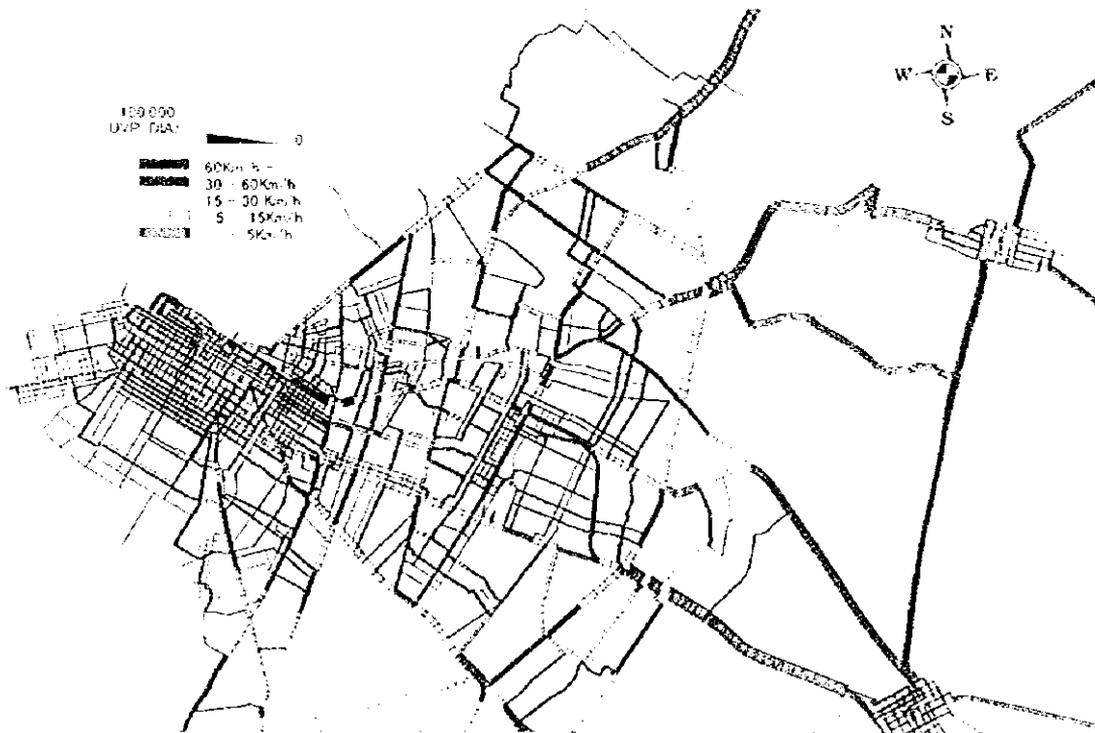


Fig. 13-1-1 Flujo de Tráfico en el año 2015 en Caso de No Hacer Nada

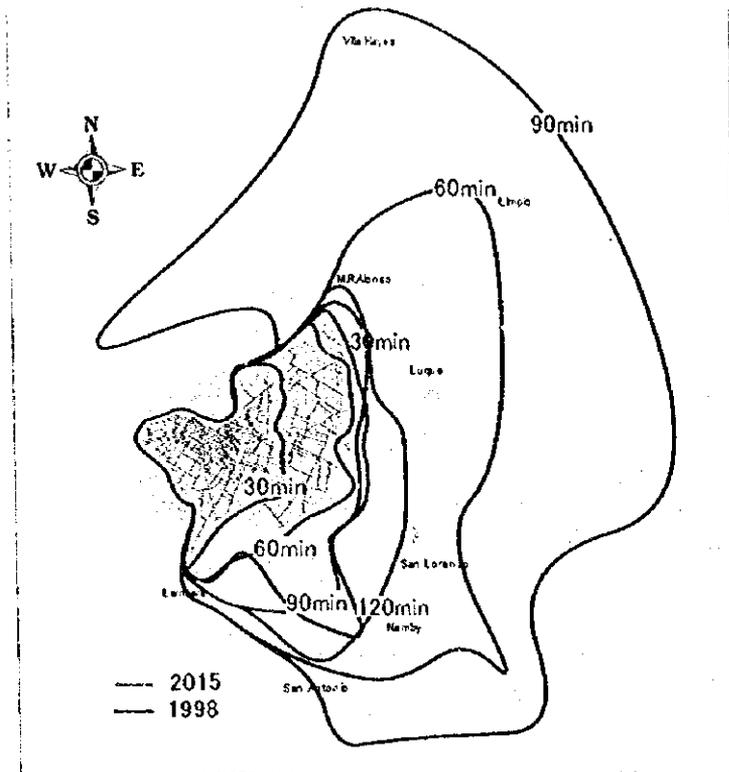


Fig. 13-1-2 Tiempo de Viaje desde el Micro Centro en el 2015

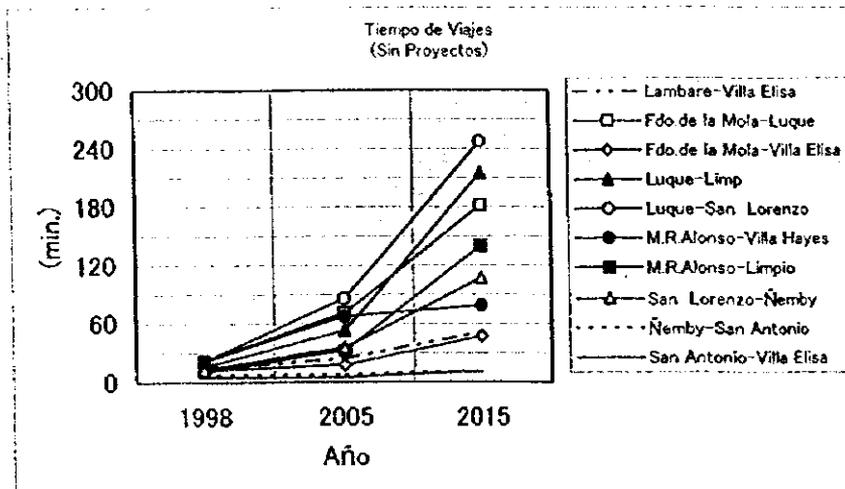


Fig. 13-1-3 Tiempo de Viaje entre Ciudades

## 13.2 Política Básica

Abajo se describen las políticas básicas de desarrollo vial.

### (1) Desarrollo Vial para Llevar a Uso de suelo Apropiado

El desarrollo vial básicamente debería apoyar el uso de suelo. El plan de uso de suelo en el Estudio ha decidido seguir el desarrollo de un corredor estratégico como el patrón más deseable de uso de suelo en el área metropolitana de Asunción con ejes de desarrollo sobre las avenidas Eusebio Ayala y Mariscal López. Las áreas comerciales en pequeña escala están ubicadas a lo largo de la Avenida Eusebio Ayala en el presente, pero serán reemplazadas por establecimientos de negocios y comerciales de mayor escala en el futuro para formar ejes comerciales más importantes en Asunción. La avenida debería ser mejorada para dar cabida al volumen de tráfico que acompaña a las actividades comerciales. Además, las municipalidades en el área metropolitana deberían estar directamente conectadas entre sí dentro de una red vial mejorada para formar una región económica integrada.

### (2) Desarrollo Vial para Apoyar el Uso de Transporte Público

A fin de motivar el uso de transporte público, se debería planear el desarrollo de las vías con muchos servicios de autobús, dando prioridad a la operación de los autobuses. Especialmente sobre la Avenida Eusebio Ayala, la cual será el corredor principal del transporte público con la introducción de los servicios de bus troncal, será inevitable construir carriles exclusivos para los autobuses a fin de mantener una velocidad de viaje adecuada.

Las otras vías troncales sin servicios de bus troncal deberían reservar espacio para un carril exclusivo para autobuses y / o dársenas para autobuses. En particular, como los ejes de transporte público incluyendo el de bus troncal atravesarán el Micro Centro, los vehículos privados deberían evitar circular por las mismas vías que ellos. Para esto, sus accesos al Centro deberían dirigirse al norte o al sur, y su flujo debería ser canalizado a ejes que corren alrededor del borde del Centro.

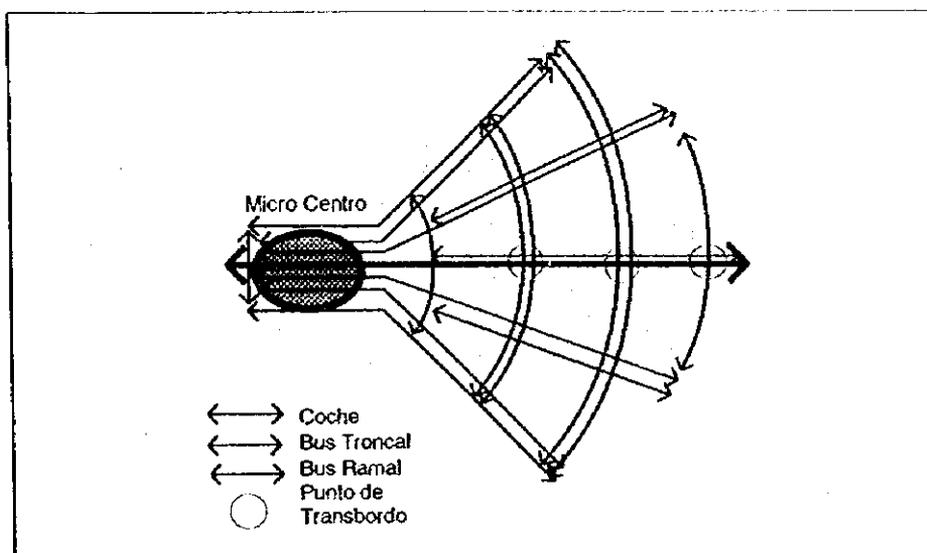
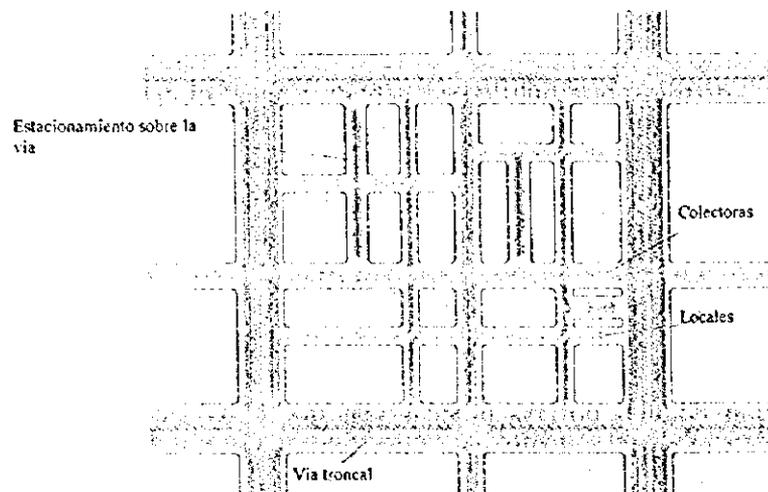


Fig. 13-2-1 Imagen de Ejes de Transporte

### (3) Establecimiento de una Jerarquía vial

Las vías en Asunción forman una red cuadriculada con espacio entre si de cerca de 100 metros. El tráfico a menudo fluye en las vías pavimentadas paralelas a las vías troncales congestionadas, lo cual afecta negativamente el medio ambiente de las áreas residenciales. Para mejorar el medio ambiente de las áreas residenciales, es necesario establecer un sistema de jerarquía vial que clasifique las vías en troncales, colectoras, o locales. Las vías troncales deberían tener más de 4 carriles y se les debería dar importancia al aumentar la capacidad de tráfico instalando paseos centrales para limitar el tráfico que cruce. Deberían planearse con espacio de 1 a 2 km. Las vías colectoras, por otro lado, deberían funcionar para complementar la red de vías troncales al guiar al tráfico local en el acceso a las vías troncales. Las vías colectoras deberían ubicarse entre espacios de 500 metros a 1 km. Las vías locales deberían servir solamente al tráfico local y no deberían permitir el paso de autobuses, porque hay muchos peatones y autos estacionados sobre la calle. La instalación de lomadas, o "lomos de burro", o "cru de sac", se debería tomar en cuenta en la planificación de vías locales para limitar la entrada de tráfico principal. El concepto de jerarquía vial se muestra en la Fig. 13-2-2.



**Fig. 13-2-2 Concepto de Jerarquía Vial**

### (4) Mejoramiento del Espacio para peatones en el Micro Centro

Se debería dar mayor prioridad de acceso al Micro Centro al transporte público, y se debería limitar el acceso de vehículos privados. Para ello, se debería proveer instalaciones para motivar el uso de transporte público y el tráfico de peatones, tales como el ensanchamiento de las veredas, y vegetación, en vez de proveer instalaciones para autos.

### (5) Desarrollo Vial basado en los Fondos Públicos

La mayoría de las mejoras viales recientes en Asunción han sido llevadas a cabo por medio del sistema de frentista. El sistema tiene la ventaja de que las mejoras viales son hechas en lugares donde son necesarias, pero a menudo no están bien planeadas. El mejoramiento de las vías troncales y colectoras debería ser implementado por iniciativas basadas en los fondos públicos disponibles. El sistema de frentista puede ser aplicado al mejoramiento de las vías locales para instalar medidas que calmen el tráfico, tales como los lomos de burro, para mantener el tráfico principal fuera de las áreas residenciales.

## 13.3 Proyectos Viales Propuestos

### 13.3.1 Proyectos de Vías Troncales Propuestos

Como muestra la Fig. 13-3-1, las áreas que serán urbanizadas en el futuro son Asunción, Fernando de la Mora, y el área entre las Avenidas Mariscal López y Fernando de la Mora en San Lorenzo. En estas áreas se llevarán a cabo estudios para examinar los proyectos para construir vías troncales con espacio de dos km. Las vías troncales deben tener más de 4 carriles.

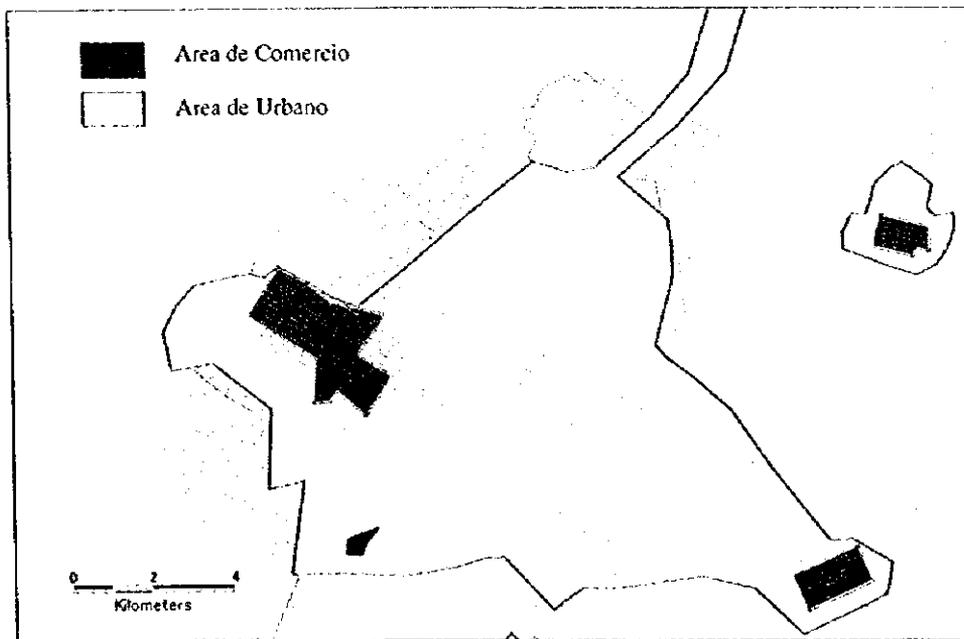


Fig. 13-3-1 Areas Urbanizadas de Asunción

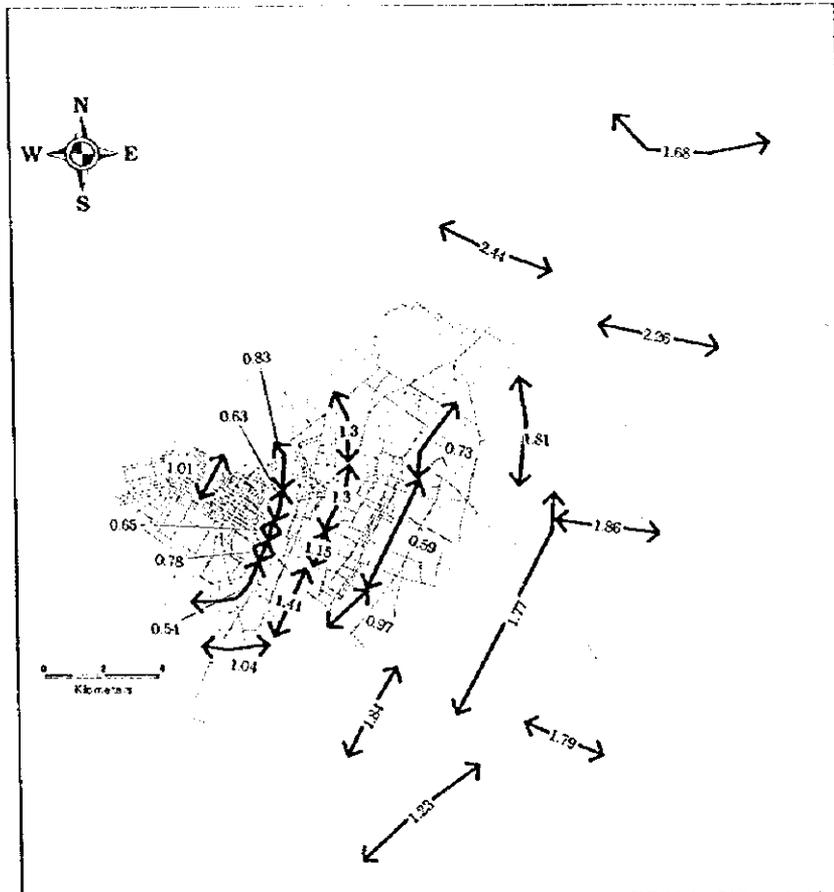
Hay 5 ejes de vías troncales radiales que se toman en consideración en el Estudio: desde el norte, las Avenidas Artigas, Mariscal López, Eusebio Ayala, Fernando de la Mora, y J.F. Bogado. Como la Avenida España tiene solamente 2 carriles, y es difícil ensancharla, ha sido excluida de entre las candidatas a vías troncales del proyecto. Las carreteras de circunvalación son, desde el centro, las Avenidas Perú, General Santos, Choferes del Chaco, República Argentina, De la Victoria – Pitiantuta, Madame Lynch, y Teniente Etienne – Riachuelo – Ytororó – General Elizardo Aquino – Avenida Nanawa entre Fernando de la Mora y San Lorenzo. A los tramos de dos carriles de estas vías se les agregarán dos carriles más. En Asunción, muchas de ellas ya han sido designadas calles de cuatro carriles por su ordenanza.

Este plan de desarrollo todavía deja la parte norte menos densa en términos de red vial. Así, la calle Julio Correa – Teniente Segundo M. Pino González que se conecta con San Martín – Avenida M. Bogarín serán vías de 4 carriles y estarán conectadas con la Avenida Madame Lynch. Las vías este – oeste serán pavimentadas, ensanchadas, y conectadas, y se construirá una pequeña carretera de circunvalación para la Avenida España.

En cuanto a los ejes del sur hacia el Micro Centro, se desarrollará la Avenida Ytá Ybaté como vía de 4 carriles pavimentada. Como acceso norte, se proporcionará una vía troncal desde la

intersección de la Avenida Artigas y la Avenida España hacia el centro del Micro Centro a lo largo de la orilla de la Avenida España.

La Fig. 13-3-2 muestra el balance de la demanda de tráfico y el suministro en cada tramo en caso de "No Hacer Nada". Esta indica que hay falta de capacidad de tráfico a lo largo de la ribera en el norte. A fin de solucionar esta situación, el Paseo Costanero estará conectado con la calle Colón en el Centro desde Madame Lynch a lo largo del costado de la ribera. Será desarrollado como una vía troncal de cuatro a seis carriles.



**Fig. 13-3-2 Promedio de Congestionamiento en los Tramos (en caso de no hacer nada)**

A fin de brindar apoyo al transporte público, la Avenida Eusebio Ayala será desarrollada hasta tener 6 carriles, y se proporcionarán viaductos en las intersecciones con vías troncales para minimizar el congestionamiento en las intersecciones.

Los proyectos viales descritos arriba están resumidos en la Fig. 13-3-3 y en el Cuadro 13-3-1.



**Fig. 13-3-3** Proyectos propuestos en las Vías Troncales

**Cuadro 13-3-1 Proyectos de Mejoramiento en las Vías Troncales**

Número	Nombre		Carriles	Longitud(km)
101	Paseo Costanero Norte		6	4,88
102	Paseo Costanero Norte		4	16,32
103	Av. Eusebio Ayala (General Aquino-Calle Última)	Ensanche	6	6,45
		Viaducto (Kubitscheck)		
		Viaducto (Chof. De la Chaco)		
		Viaducto (Rca. Argentina)		
	Viaducto (De la Victoria)			
104	Av. Eusebio Ayala (Calle Última-San Lorenzo)	Mejoramiento	6	4,54
105	Av. España	Prolongación	4	0,65
106	Av. España – Desvío	Ensanche	4	6,01
		Viaducto (Ferrocarril)		
107	Av. Artigas	Ensanche	4	1,68
108	Av. Perú	Ensanche	4	3,28
109	Av. Gral Santos	Ensanche	4	2,41
110	Av. Chof. Del Chaco	Ensanche	4	2,09
111	Av. J. F. Bogado (Iro. de Marzo)	Ensanche	4	1,65
112	Av. Sta. Teresa	Ensanche	4	1,75
113	Av. Ita Ybaté	Pavimentación	4	3,22
114	Cacique Lambaré	Ensanche	4	5,23
115	De la Victoria	Ensanche	4	2,54
116	Pitiantuta	Ensanche	4	1,92
117	Bernardino Caballero	Ensanche	4	1,70
118	Mayor Merlo	Ensanche	4	1,33
119	Av. Bruno Guggiari	Ensanche	4	1,62
120	Rca. Argentina	Ensanche	4	3,22
121	Gral. Rafael Franco	Ensanche	4	2,04
122	Julio Correa	Ensanche/Extensión	4	1,61
123	Tte. 2do M. Pino González	Ensanche	4	0,99
124	Tte. Etienne-Riachuelo-Ytororo	Ensanche	4	7,00
125	Gral. Elizardo Aquino/Av. Nanawa	Ensanche	4	8,73
126	Av. Ita Ybaté (Luque)	Ensanche	4	3,28
	-F. Salomon (San Lorenzo)			

### 13.3.2 Proyectos Propuestos en las Vías Colectoras

Las vías colectoras completan la red de vías troncales y serán desarrolladas más densamente. Una de sus funciones principales es recolectar y distribuir el tráfico en un área relativamente más pequeña, pero también deben administrar el tráfico cuando las vías troncales no son suficientes. En sentido norte – sur, las vías troncales circularés estarán a 1,0 a 1,5 km. Separadas entre sí. Sin embargo, como en el sentido este – oeste, el espacio entre las vías troncales radiales será de más de 2 km, el sentido este – oeste necesitará ser reforzado por las vías colectoras.

Se proveerá una vía colectora de este a oeste entre las Avenidas Mariscal López y Eusebio Ayala, conectándose con Fernando de la Mora y con la Avenida General Santos (201 – 204 en el Cuadro 13-3-2). De la misma manera, se desarrollará otra vía colectora entre las Avenidas Eusebio Ayala y Fernando de la Mora, conectando Fernando de la Mora y la Avenida General Santos (205 – 209). Finalmente, se desarrollarán dos vías colectoras al sur de la Avenida Fernando de la Mora, una desde Fernando de la Mora hasta la Avenida Teniente General Perón (210 – 212) y la otra desde Lambaré a la Avenida Fernando de la Mora (213 – 215). La avenida General de División M. Brítez al norte de la Avenida Mariscal López será pavimentada y conectada con la Avenida Madame Lynch (213).

Las vías colectoras circulares serán desarrolladas en las áreas urbanizadas fuera de Asunción. Paseo de Fátima y la Avenida 3 de Febrero serán conectadas a vías pavimentadas planeadas en M. R. Alonso, y tendrán acceso directo a Asunción. Estas vías servirán de complemento a la Ruta Transchaco para su falta de capacidad de tráfico. Los proyectos de vías colectoras se resumen en el Cuadro 13-3-2 y en la Fig. 13-3-4, y su longitud total es de 43,83 km.

**Cuadro 13-3-2 Proyectos Propuestos de Vías Colectoras**

Número	Nombre		Carriles	Longitud(km)	
201	Las Residentas	Pavimentación/conexión	2	1,59	3,11
202	Avelino Martínez	Pavimentación	2	1,11	
203	Arterias secundarias	Conexión	2	0,27	
204	Arterias secundarias	Conexión	2	0,14	
205	Avelino Martínez - Calle Última	Pavimentación	2	5,05	7,57
206	Calle Última - De la Victoria	Pavimentación	2	1,11	
207	Arterias secundarias	Pavimentación/conexión	2	0,77	
208	Arterias secundarias	Pavimentación/conexión	2	0,55	
209	Arterias secundarias	Pavimentación	2	0,09	
210	Fdo.de la Mora - Av. Def. del Chaco	Pavimentación/conexión	2	2,44	7,58
211	Arterias secundarias	Pavimentación	2	1,44	
212	Defensor del Chaco	Pavimentación/conexión	2	3,70	
213	Arterias secundarias	Pavimentación	2	1,44	4,56
214	Arterias secundarias	Pavimentación	2	2,16	
215	Arterias secundarias	Pavimentación	2	0,96	
216	Av.Gra de Division Mnuel Britez	Pavimentación	2	4,92	4,92
217	Autopista - Av.Mcal Lopez	Pavimentación/conexión	2	2,80	3,87
218	Mcal. Francisco Solano Lopez	Pavimentación/conexión	2	1,07	
219	Avelino Martínez	Pavimentación	2	5,71	5,71
220	Av.San Isidro	Pavimentación	2	2,68	2,68
221	Paseo de Fatima	Pavimentación	2	0,77	3,83
222	Av. 3 de Febrero	Pavimentación	2	3,06	
				Total:	43,83

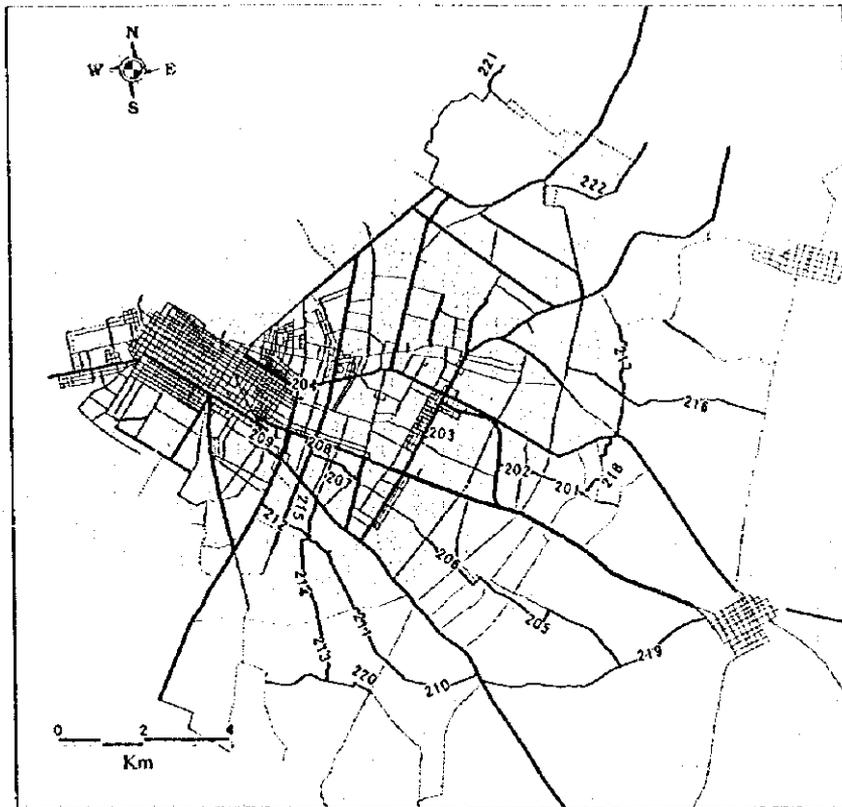


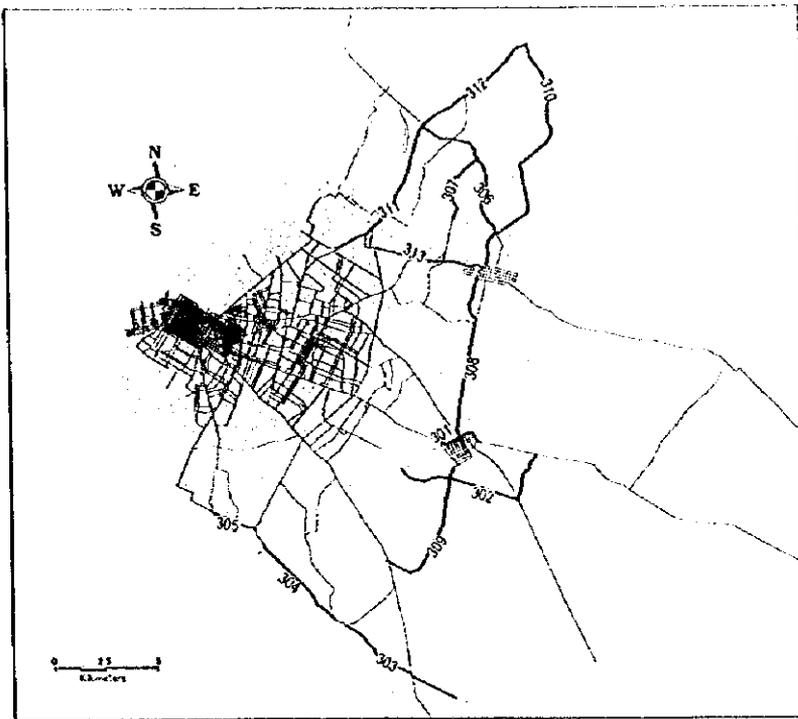
Fig. 13-3-4 Proyectos propuestos de Vías Colectoras

### 13.3.3 Proyectos Propuestos de Rutas Entre Ciudades

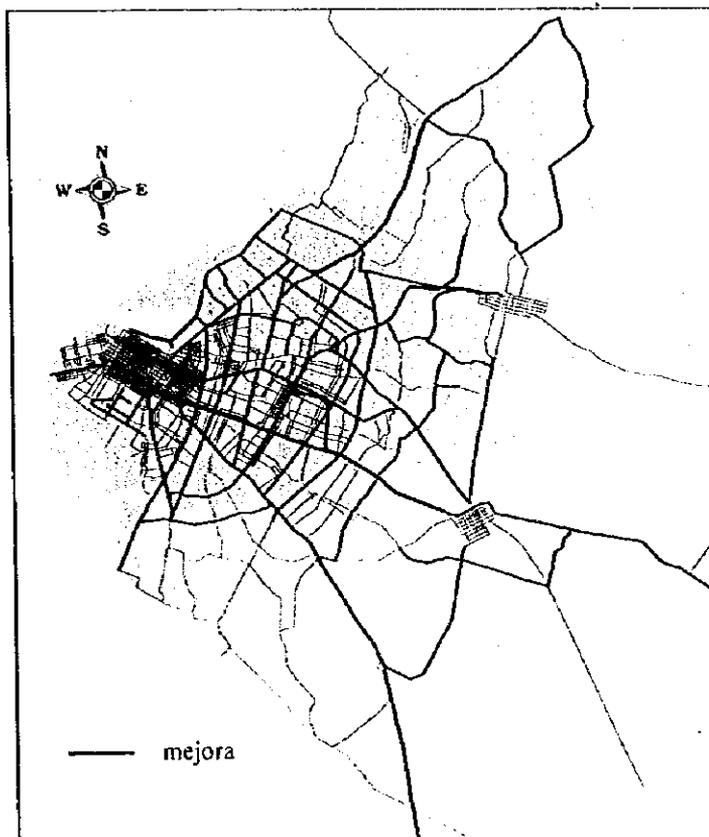
Las rutas entre ciudades serán ensanchadas y desarrolladas como rutas de 4 a 6 carriles a fin de reducir el congestionamiento y el tiempo de viaje entre ciudades. Se proporcionará una carretera de circunvalación para las Rutas 1 y 2 que pasan por el distrito central de San Lorenzo. La carretera de circunvalación empieza en un punto al oeste del distrito central de Capiatá, cruza la Ruta 1, y se conecta con Avelino Martínez. Este proyecto es necesario debido a los muchos viajes desde Capiatá a Asunción, porque no hay vías de acceso adecuadas a Asunción en el norte de la Avenida Mariscal López. El Cuadro 13-3-3 y la Fig. 13-3-5 resumen los proyectos de rutas entre ciudades. En breve, la Fig. 13-3-6 muestra la red vial principal en Asunción, consistente en vías troncales, sub-troncales, y entre ciudades.

Cuadro 13-3-3 Rutas Comunicadoras entre Ciudades

Número	Nombre		Carriles	Longitud(km)
301	Ruta 2 (San Lorenzo)	Desvío	4	2,66
302	Ruta 1(San Lorenzo)	Desvío	4	8,62
303	Ruta Nemby - San Antonio		2	6,37
304	San Antonio - Villa Elisa		2	4,86
305	Villa Elisa - Lambaré		2	2,49
306	M.R. Alonso - Luque		4	7,47
307	Acceso a Aeropuerto		2	3,62
308	Luque - San Lorenzo	Ensanche	4	7,79
309	San Lorenzo - Nemby	Ensanche	4	6,84
310	Luque - Limpio	Ensanche	4	10,98
311	Ruta Transchaco	Ensanche	6	7,45
312	Ruta 3 (Limpio-M.R.Alonso)	Ensanche	4	6,54
313	Autopista Desvío (Luque-Mme.Lynch)		4	5,43



**Fig. 13-3-5 Rutas Entre Ciudades Propuestas**



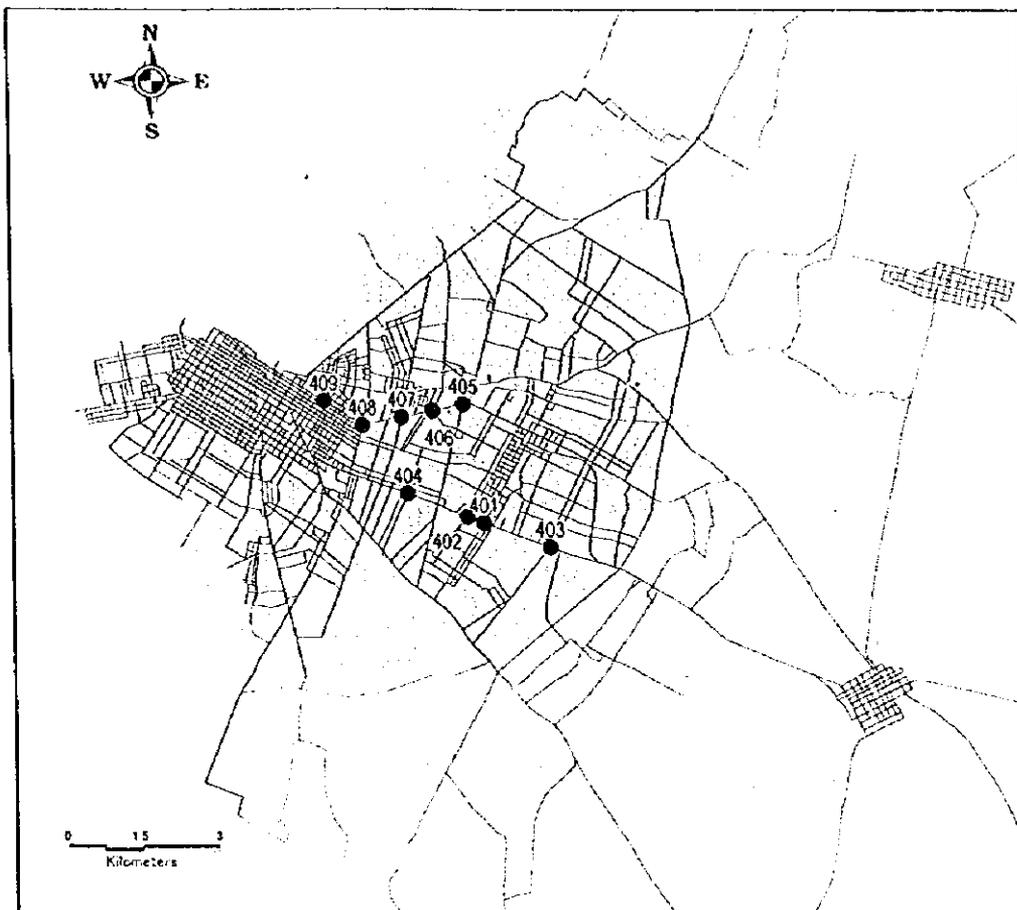
**Fig. 13-3-6 Red Vial Propuesta en el Área Metropolitana de Asunción**

### 13.3.4 Proyectos Propuestos de Mejoramiento de las Intersecciones

Se mejorarán las intersecciones donde hay congestión y accidentes de tráfico frecuentemente.

**Cuadro 13-3-4 Proyectos de Mejoramiento de Intersecciones Propuestos**

Nº	Nombre	Carriles
401	Av. Eusebio Ayala / Av. República Argentina	4 (6) x 4
402	Av. Eusebio Ayala / Av. Choferes del Chaco	4 (6) x 4
403	Av. Eusebio Ayala / De la Victoria	4 (6) x 2
404	Av. Eusebio Ayala / Bartolomé de las Casas	4 (6) x 2
405	Av. Mariscal López / Av. Choferes del Chaco	4 x 4
406	Av. Mariscal López / Venezuela	4 x 2
407	Av. Mariscal López / Av. Kubitscheck	4 x 4
408	Av. Mariscal López / Av. General Santos	4 x 4
409	Av. Mariscal López / Av. Perú	4 x 2 (4)



**Fig. 13-3-7 Proyectos de Mejoramiento de Intersecciones Propuestos**

### 13.3.5 Proyectos Propuestos de Mejoramiento de Drenaje Vial

Se harán trabajos de mejoramiento en los tramos con problemas de drenaje graves. El Cuadro 13-3-5 y la Fig. 13-3-8 muestran tales proyectos de mejoramiento.

**Cuadro 13-3-5 Mejoramiento de las Instalaciones de Drenaje Vial**

Nº	Nombre	Carriles	Longitud (km)
501	Av. Fernando de la Mora / Bartolomé de las Casas	4 x 2	-
502	Av. Fernando de la Mora / desde Kubitscheck a Gral. Santos	4	1,61
503	Av. Fernando de la Mora / San Martín	4 x 4	-
504	Av. Eusebio Ayala / Av. República Argentina	4 x 4	-
505	Av. Mariscal López / Santa Rosa	4 x 2	-
506	Av. Mariscal López / Av. Choferes del Chaco	4 x 4	-
507	Av. Mariscal López / General Garay	4 x 2	-
508	Av. Mariscal López / Av. San Martín	4 x 4	-
509	Av. Mariscal López / Bernardino Caballero	4 x 2	-
510	Avenida España / desde Kubitscheck a Sacramento	2 (4)	1,36
511	Avenida Artigas / Av. General Santos	4 x 2 (4)	-
512	Av. Primer Presidente / desde Artigas hasta Transchaco	4	0,81
513	Av. Aviadores del Chaco	4	1,16



**Fig. 13-3-8 Proyectos Propuestos de Instalaciones de Drenaje Vial**

## 13.4 Costo Estimado

### 13.4.1 Determinación de Costo Unitario por Costo Estimado

Fueron utilizados costos unitarios para calcular el costo estimado de los siguientes proyectos que están incluidos en el Plan Maestro con un año meta del 2015 y los proyectos de mayor prioridad para el Estudio de Factibilidad con un año meta del 2005, han sido determinados:

1. Nueva Construcción de vías
2. Ensanchamiento de vías existentes
3. Mejoramiento de Intersecciones
4. Mejoramiento de servicios de desagüe

#### (1) Determinación de costo unitario para la construcción de nuevas vías

Los costos unitarios para la construcción de vías han sido determinados tomando como referencia el costo unitario utilizado en el "Estudio de Factibilidad del Proyecto de Desarrollo de Arterias en el Área Central Este de la República del Paraguay" (referido de aquí en adelante como "Estudio del Área Central Este") llevado a cabo por la JICA, ya que el costo estimado es uno de los últimos costos estimados para proyectos de construcción de vías, aunque las vías claves a construirse están bajo la jurisdicción del MOPC. Además, los costos unitarios para la construcción de nuevas vías consisten en: costo de terraplén, costo del pavimento, y adquisición de tierra, la mayor parte de las vías recientemente propuestas requieren solamente trabajos de terraplén.

#### 1) Costo Unitario de Terraplén

El costo unitario de terraplén está estimado tomando como referencia el costo estimado del "Estudio del Área Central Este", donde los trabajos de terraplén se configuran por sectores (extensión total de 52,85km) con 2 carriles, ancho de calzada de 7,0m (2@3,5m), ancho de banquetas a ambos lados de 2,5m, y el ancho total de la calzada es de 12,0m. Teniendo en cuenta estas condiciones, el costo total estimado del terraplén es de US\$ 8.010.819 (precio de 1996 y con una tasa de cambio de US\$1 = Gs. 2.020). Así tenemos que el costo por kilómetro de cada terraplén de 12,0m de ancho de calzada por tramo es de alrededor de US\$102.000 (al precio de 1999 con una tasa de cambio de US\$ 1 = Gs. 3.000):

$$\text{US\$}8.010.819 \times 0,67 = \text{US\$}5.367.250$$

(2.020 / 3.000 = 0,67: conversión del costo total en precio de 1999)

$$\text{US\$}5.367.250 / 52,85 \text{ km} = \text{US\$} 102.000 \text{ (costo unitario por kilómetro de terraplén en precio de 1999)}$$

En este Estudio, las secciones transversales típicas están ilustradas en la Fig. 13-4-1, mientras que los elementos de secciones transversales están determinados de la siguiente manera:

Como resultado, el costo unitario de terraplén de tramo de dos carriles (16,0 m de ancho) y de tramo de 4 carriles (23,0 m de ancho) es de US\$136.000 y US\$196.000, respectivamente.

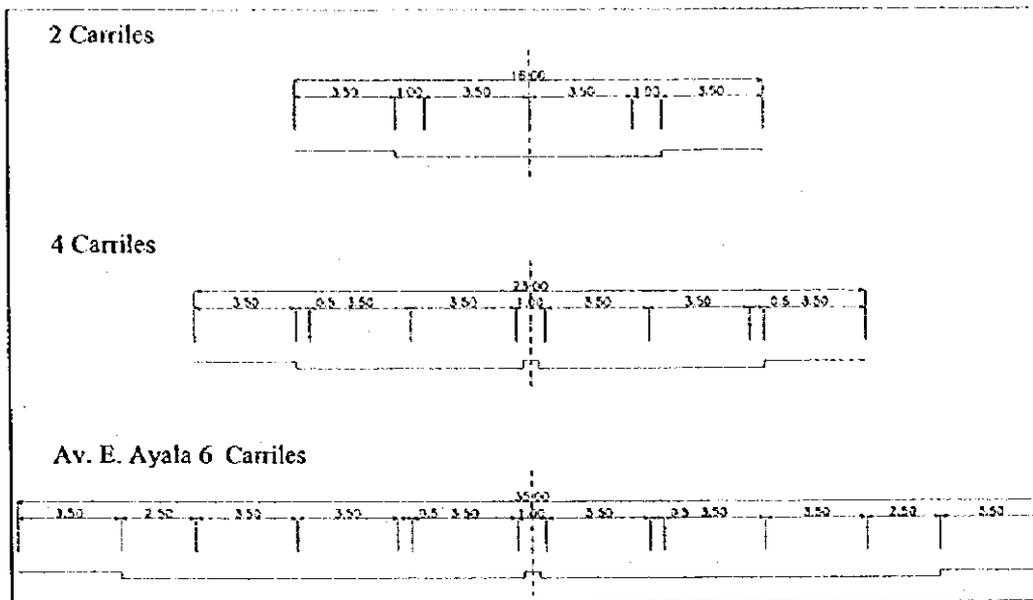


Fig. 13-4-1 Típica Sección Transversal

Cuadro 13-4-1 Elementos Típicos de Secciones Transversales

Tipo	Calzada	Carril de bús troncal	Aceras	Banquinas	Paseo Central	Ancho Requerido
2 carriles	2@3.5m = 7,0m	-	3,5m x 2 = 7,0m	1,0m x 2 = 2,0m	-	16,0m
4 carriles	2 x 2@3,5m = 14,0m	-	3,5m x 2 = 7,0m	0,5m x 2 = 1,0m	1,0m	23,0m
6 carriles (Av. Ayala)	2 x 2@3,5m = 14,0m	2 x 3,5m = 7,0m	3,5m x 2 = 7,0m	2,5m x 2 = 5,0m	-	35,0m

## 2) Costo Unitario de Trabajos de Pavimentación

De igual manera que el costo del terraplén, el costo unitario del pavimento se determina con referencia al "Estudio del Área Este Central". El valor CBR de 6, de la encuesta realizada en la Av. Eusebio Ayala en 1989, fue adoptado como un valor CBR típico utilizado para determinar el grosor del pavimento en el área urbana de Asunción, y se asume que los trabajos de pavimentación serán realizados sobre un curso de sub-base. Además, la estructura del pavimento es determinada a 10cm para la capa de la superficie (pavimento asfáltico), 20 cm de capa base, y 70 cm para la capa de sub-base. Como resultado, el costo unitario estimado es de US\$33/m<sup>2</sup> como en el Cuadro 13-4-2. Luego el costo unitario por kilómetro está calculado de la siguiente manera:

Tramos de 2 carriles: 16m x 1.000m x US\$33/m<sup>2</sup> = US\$528.000

Tramos de 4 carriles: 23m x 1.000m x US\$33/m<sup>2</sup> = US\$759.000

**Cuadro 13-4-2 Costo Estimado de Pavimento**

Item	Unidad	Descripción	Precio Asumido(\$/m3)		
			Marzo de 1996	Dic. de 1999	
Pavimento Flexible	Concreto	m3	Utilizado para capas y superficies	119,6	80,5
	Asfáltico				
	Base	m3	Piedras trituradas mecánicamente prensadas. Combinado con el costo de transporte.	40,4	27,2
	Sub-base	m3	Con trituradora Finalmente combinada con el costo del transporte.	40,4	27,2
Pavimento Rígido	Concreto de Cemento	m3		135	90,9
	Sub-base	m3	Con trituradora Finalmente combinada con el costo del transporte	40,4	27,2

Item	Tipo de superficie	
	(m)	(\$/m2)
A/C	0,1	8,05
Base	0,2	5,44
Sub base	0,7	19,04
<b>Total</b>		<b>32,53</b>

Note: #1 tipo de cambio utilizado US dólar/guaraní 2.020Gs./\$

#2 tipo de cambio utilizado US dólar/guaraní 3.000Gs./\$

Fuente: "EL Estudio de Factibilidad Para el Proyecto de Desarrollo de Arterias en el Área Este Central de la República del Paraguay" feb/1997

### 3) Costo Unitario de Adquisición de Terrenos

Para estimar el costo adquisitivo de terrenos, fueron recogidos precios individuales de terrenos a lo largo de las vías del proyecto en el área urbana de Asunción los cuales están indicados en "Costos", y el promedio del valor mínimo y máximo por metro cuadrado de US\$108/m<sup>2</sup>, es el adoptado como precio unitario de adquisición de terreno. Como referencia, los precios recaudados manzana por manzana a lo largo de las vías pueden verse en el Cuadro 13-4-3.

Como resultado, se calcula que el costo unitario de la construcción de vías nuevas es US\$2.392.000 y US\$3.439.000 para tramos con 2 y 4 carriles respectivamente.

### Cuadro 13-4-3 Precio Unitario de Terreno

Se aplican a Vías Arteriales

Nº del Proyecto	Nombre	Ubicación	Min(Gs/m <sup>2</sup> )	Min(\$/m <sup>2</sup> )	Max(Gs/m <sup>2</sup> )	Max(\$/m <sup>2</sup> )	(Min+Max)/2 (\$/m <sup>2</sup> )
104	Anf Teatro	Tacumbu	60.000	20	200.000	70	45
105/6	Av.Eusebio Ayala	Tembetary	100.000	40	750.000	270	155
107-10	Av.España	San Roque	250.000	90	500.000	180	135
111	Av.Artigas	Jara	100.000	40	150.000	50	45
112	Av.Mcal López	Las Mercedes	180.000	60	600.000	210	135
113	Av.Perú	San Roque	200.000	70	500.000	180	125
114	Av.Gral Santos	Las Mercedes	400.000	140	500.000	180	160
115	Av. Choferes del Chaco	Recoleta	200.000	70	600.000	210	140
116	Av. J. F. Bogado (tro. de Marzo)	Republicano	100.000	40	600.000	210	125
117	Av. Sta. Teresa	Ycua Sati	300.000	110	400.000	140	125
118	Av.Itá Ybaté	Republicano	40.000	10	80.000	30	20
119	Cacique Lambaré	Lambaré	60.000	20	150.000	50	35
120	De la Victoria - Pitantuta	Villa Aurelia	100.000	40	300.000	110	75
124	Av. Bruno Guggiari	Pinoza	100.000	40	600.000	210	125
125	Rca. Argentina	Recoleta	100.000	40	600.000	210	125
126	Gral. Rafael Franco	Mburicao	100.000	40	200.000	70	55
127	Julio Corréa	Manora	300.000	110	450.000	160	135
129	Conexión Av.Def.del Chaco-Cacique Lambaré	Terminal	400.000	140	600.000	210	175
Sub Total					62	153	108

#### Conexión de la ciudad

Número	Nombre	Ubicación	Min(Gs/m <sup>2</sup> )	Min(\$/m <sup>2</sup> )	Max(Gs/m <sup>2</sup> )	Max(\$/m <sup>2</sup> )	(Min+Max)/2 (\$/m <sup>2</sup> )
301	Vía 2	Fdo.de la Mora			80.000	30	30
302	Vía 1	"			80.000	30	30
303	Vía Nemby - San Antonio	"			80.000	30	30
304	San Antonio - Villa Elisa	"			80.000	30	30
305	Villa Elisa - Lambaré	Ita Enramada	60.000	20	150.000	50	35
306	M.R.Alonzo - Luque	Luque			80.000	30	30
307	Acceso a Aeropuerto	Luque			80.000	30	30
Sub Total					20	33	31

#### 4) Costo Unitario de Cruce a Desnivel

A fin de aliviar el flujo de tráfico en la Av. E. Ayala, se propone la construcción de cruces a desnivel en cinco intersecciones. Las intersecciones estarían ubicadas en: Av. Kubitscheck, Av. Choferes del Chaco, Av. República Argentina, y Av. De la Victoria. El costo de construcción de los cruces a desnivel es calculado en US\$1.250 por metro cuadrado, considerando las experiencias pasadas. Cada cruce a desnivel puede verse en el Cuadro 13-4-4.

#### Cuadro 13-4-4 Costo de Construcción de Cruce a Desnivel

Ubicación del cruce a desnivel	Ancho (m)	Largo (m)	Cuadrado (m <sup>2</sup> )	Precio Unitario (US\$/m <sup>2</sup> )	Costo (US\$ 1000)
Kubitscheck	15,5	560	8.680	1.250	10.850
Choferes del Chaco	15,5	400	6.200	1.250	7.750
R. Argentina	15,5	520	8.060	1.250	10.075
De la Victoria	15,5	515	7.982,5	1.250	9.978
Total:					38.653

Nota: Se estima el costo unitario de los cruces a desnivel en US\$ 1.250/m<sup>2</sup> (1999).

### 5) Costo Unitario para la Construcción del Paseo Costanero

Para estimar el precio unitario de construcción del paseo costanero planeado por la municipalidad de Asunción, la calle fue dividida en varios tramos basados en los informes preparados por la municipalidad. Para estimar el costo de construcción para esta calle, se incluye precio de adquisición de terrenos.

### 6) Costo Unitario para el Ensanchamiento de las Vías Existentes

El típico proyecto de ensanchamiento vial en Asunción es de la Av. E. Ayala de 4 a 6 carriles entre las intersecciones de Pettirossi y Av. Mme. Lynch con una extensión total de 6,6 km. Según el "Plan de Transporte" preparado por la municipalidad de Asunción, el costo total estimado es de US\$6.600.000 y el costo unitario de US\$1 millón al tipo de cambio de 1994 (US\$ 1 = Gs. 2.020). Por lo tanto, el costo unitario del ensanchamiento de las vías existentes es calculado considerando la conversión del precio entre los años 1994 y 1999, (tipo de cambio US\$1=Gs. 3.000), y es como sigue:

$$\text{US\$1 millón} \times 0,67 = \text{US\$670.000}$$

Este costo unitario es el adoptada para el ensanchamiento de vías existentes de 4 a 6 carriles y de 2 a 4 carriles. Además, de la misma manera que para la construcción de vías nuevas, el costo de adquisición de terrenos es calculado a partir de los datos de precios presentados en "Costos", si es necesario adquirir terrenos para el ensanchamiento de las vías existentes. Luego el costo unitario por kilómetro es calculado como sigue:

$$\text{Ensanchamiento a 4 carriles: US\$670.000} + (23 \text{ m} - 16 \text{ m}) \times 1.000 \text{ m} \times \text{US\$108/m}^2 = \text{US\$1.426.000}$$

$$\text{Ensanchamiento a 6 carriles: US\$670.000} + (35 \text{ m} - 23 \text{ m}) \times 1.000 \text{ m} \times \text{US\$108/m}^2 = \text{US\$1.966.000}$$

### (2) Costo Unitario para el Mejoramiento de Intersecciones

El cálculo del costo unitario del mejoramiento de las intersecciones está basado en los resultados del Estudio de Factibilidad de 1988 para el mejoramiento de la intersección de Tacuary ubicada en el Centro. El costo financiero directo del mejoramiento fue calculado en Gs. 136 millones y el costo total del proyecto incluyendo el costo indirecto fue estimado de la siguiente manera:

$$\text{Gs. 136 millones} \times 1,59 \text{ (ratio de costo indirecto)} = \text{Gs. 216 millones}$$

$$\text{Gs. 216 millones} / \text{Gs. 850/US\$1} = \text{US\$250.000}$$

A fin de calcular el costo unitario en precio del año 1999, consideramos la devaluación del guaraní (US\$ 1 = Gs. 850 en 1988 y US\$ 1 = Gs. 3.000 en 1999) y el costo unitario estimado es como sigue:

$$\text{US\$250.000} \times \text{Gs. 850/Gs. 3.000} = \text{US\$71.000 por uno.}$$

### (3) Costo Unitario para el Mejoramiento de las Instalaciones de Desagüe

### (3) Costo Unitario para el Mejoramiento de las Instalaciones de Desagüe

#### 1) Costo Unitario para la Construcción de Tubería Transversal de Desagüe

El costo de construcción de tuberías transversales de desagüe fue calculado tomando como referencia el costo unitario del "Estudio del Área Este Central". Se calcula en US\$279 por metro.

#### 2) Costo Unitario para el Mejoramiento de las Instalaciones de Desagüe en las Intersecciones

El costo unitario para el mejoramiento de las instalaciones de desagüe en las intersecciones fue calculado tomando como referencia el costo licitado para el mejoramiento de la Av. Mme. Lynch, el cual fue calculado por el MOPC. Como precio normal de mejoramiento, la construcción de un registro (boca de desagüe) de 2,0m x 2,0m, uno de 0,8m x 1,0m, dos de 0,57m x 0,75m, una alcantarilla transversal de 0,5m x 20m, y una alcantarilla transversal de 0,3m x 10m deben ser incluidos. Como resultado, el costo para el mejoramiento de los servicios de desagüe es calculado como sigue:

Construcción de registro (boca de desagüe) Gs. 1.563.200 x 4 = Gs. 6.252.800

Costo Unitario de construcción de alcantarilla transversal por un metro de diámetro por un metro de longitud: Gs. 555.547. Así, el costo unitario de construcción de una alcantarilla transversal se calcula como sigue:

$$(0,5 \text{ m} \times 20 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \times 10 \text{ m}) \times \text{Gs. } 555.547 = \text{Gs. } 7.222.111$$

$$\text{Costo unitario Total Gs. } 6.252.800 + \text{Gs. } 7.222.111 = \text{Gs. } 13.474.111$$

$$= \text{US\$ } 4.5 \text{ en miles}$$

**Cuadro 13-4-5 Costo Estimado de Desagüe de Intersección**

No	Item	Unidad	Mínimo	Máximo	Promedio	Costo(\$/l)
1	Pavimento de Asfalto de Concreto	Gs/m <sup>3</sup>	190.500	338.039	264.270	88
2	Capa de Concreto	Gs/m <sup>3</sup>	232.570	253.539	243.055	81
3	Sub-base (triturada)	Gs/m <sup>3</sup>	84.100			28
4	L canaleta	Gs/ml	30.420	36.420	33.420	11
5	Alcantarilla de Concreto D=1	Gs/ml	485.613	625.480	555.547	185
6	Pileta recolectora (Tipo A)	Gs/un	1.563.200			521
7	Pileta transversal	Gs/un	3.252.800			1.084
8	Boca de Acceso Clase 1	Gs/un	2.916.000			972
9	Boca de Acceso Clase 2	Gs/un	3.118.000			1.039

Fuente: MOPC(Precio de Licitación de la Av. Madame Lynch)

/1:1\$= 3.000 Gs. (1999)

### (4) Recapitulación

Basado en lo anterior, el costo unitario de cada uno está resumido el Cuadro 13-4-6.

**Cuadro 13-4-6 Resumen de Costo Unitario**

Nº	Item	Sub Item	Unidad	Costo(1000\$)/1	Nota
1	Construcción y pavimentación de vías	1) Construcción de vías nuevas	Km	2.392	2 carriles
			km	3.439	4 carriles
		2) Pavimento	m2	0.033	
		3) Cruce elevado (aéreo)	m2	1.25	
2	Ensanchamiento de vías		km	1.426	2carriles-4carriles
				1.966	4carriles-6carriles
3	Mejoramiento de Intersecciones		Número	71	Por Intersección
4	Mejoramiento de desagües	1) Desagüe (latitud)	km	279	
		2) Intersección	Número		5 Por Intersección

/1:1\$=3.000Gs(1999)

### 13.4.2 Costo Unitario para la Introducción de Modo Alternativo de Transporte

En este Estudio, además del transporte de autobuses, está calculado también el costo unitario para la introducción de trolebuses y una línea de transporte ferroviario liviano (TFL - *LRT en inglés*) como modos alternativos de transporte.

#### (1) Costo Unitario para la Introducción del Sistema de Trolebuses

Basado en los estudios de factibilidad conducido por el MOPC para introducir el sistema de trolebuses en la Av. E. Ayala en el año 1997 (Plan Maestro de las Vías de Acceso a la Ciudad de Asunción, Informe Final tomo 3), el costo total del proyecto y la longitud total están acumulados, y el costo unitario para introducir el sistema de trolebuses puede verse en Cuadro 13-4-7.

**Cuadro 13-4-7 Costo Unitario para la Introducción del Sistema de Trolebuses**

Item	Costo Unitario	Superficie (m2) por unidad	Costo Total (US\$)	
			1996-2160Gs./US\$	1999-3000Gs./US\$
Terreno	20	12.000	240.000	172.800
Estacionamiento y Flujo	28	3.360	94.000	67.680
Edificio Central	360	700	252.000	181.440
Taller y Depósito	180	1.040	187.000	134.640
Área Pedestre	11	2.000	22.000	15.840
Postes de luces	250	16	4.000	2.880
Sub estación1	600.000	1	600.000	432.000
Sub estación2	1.160.000	1	1.160.000	835.200
Red Unica	80.000	9	720.000	518.400
Doble Red	120.000	7	780.000	561.600
Red de Accesorios	Global	-----	141.000	101.520
Servicio de Ingeniería	Global	-----	400.000	288.000
Total(i)	-----	-----	4.600.000	3.312.000
Costo Operativo Total Anual				
Costo Operativo Total(ii)	-----	-----	3.783.000	2.723.760
Total(i+ii)	6.454.910			6.035.760

**Pre-Factibilidad del resultado técnico final de ferrocarriles en la Av. E. Ayala**

Extensión Total (km.)	21
Extensión total de la red(km.)	22
Tiempo de Viaje(min.)	50
Tiempo Total de Viaje(min.)	55
Demanda por pasajero (persona)	4.040
Frecuencia de horas pico (veh/h)	40
Flota total (vehículos)	42
Costo Unitario Total por km.:(US\$)	293.405

**(2) Costo Unitario para la Introducción de Transporte Ferroviario Liviano (LRT)**

En este Estudio se considerará la introducción del sistema de transporte ferroviario liviano (LRT) como una alternativa para la introducción de servicios de autobuses articulados a lo largo de la Av. Eusebio Ayala, debido a que el costo de construcción del sistema de LRT es menor que el de otros sistemas de transporte en masa. Basado en informaciones obtenidas de Colombia y Perú, por lo tanto, el costo unitario para la introducción del sistema LRT se calcula en US\$25 millones por kilómetro.

