

CAPÍTULO 12 FUTURA DEMANDA DE TRÁFICO

12 FUTURA DEMANDA DE TRÁFICO

12.1 Metodología

(1) Proceso

El procedimiento de pronóstico de demanda puede apreciarse en el Figura 12.1.1. El proceso se divide principalmente en dos partes. Una es la preparación del modelo generación/atracción para introducir a partir de datos socioeconómicos y datos existentes de origen/destino. La otra parte es el cálculo de la asignación de tráfico en cada ruta usando el modelo de distribución para introducir los datos de la red vial y el cuadro de OD futuro.

(2) Modelo de Generación / Atracción

Se creará un Modelo de Generación / Atracción utilizando la tabla OD (Origen / Destino) y los datos socioeconómicos actuales. Los indicadores socioeconómicos del modelo de generación y atracción son los siguientes:

- 1) Población
- 2) Posesión de automóvil
- 3) Producción agrícola

(3) Modelo de Distribución

Se puede hacer un modelo de distribución de tráfico al tener la tabla Origen / Destino y saber el volumen de Generación / Atracción. El modelo de distribución de tráfico se hará en base del patrón actual OD.

(4) Estimación de Tráfico Futuro

La estimación de tráfico futuro, el volumen futuro de generación/atracción y el volumen OD distribuido se calcularán en base de los indicadores socioeconómicos y del modelo de pronóstico de demanda futura.

(5) Asignación de Tráfico Futuro

En la futura red vial, la planilla futura de OD se designará mediante un sistema de asignación de tráfico. Posteriormente se calculará la demanda de tráfico futuro de la ruta de estudio.

(6) Evaluación del Proyecto de Demanda de Tráfico

Los indicadores de evaluación de la demanda de tráfico usados en el proyecto se calculan como COV (Costos de Operación del Vehículo) y CTV (Costo de Tiempo de Viaje). Las cifras COV y CTV se calculan en Vehículo x km y Vehículo x hora y se estiman en base de los resultados de asignación de tráfico futuro en toda el área del estudio.

Los beneficios del proyecto vial se calculan tomando las diferencias de COV y CTV entre los resultados de los casos de “Sin Proyectos” y “Con Proyectos”. Si los beneficios superan al costo del proyecto incluyendo los costos de construcción y mantenimiento, el proyecto se considerará factible.

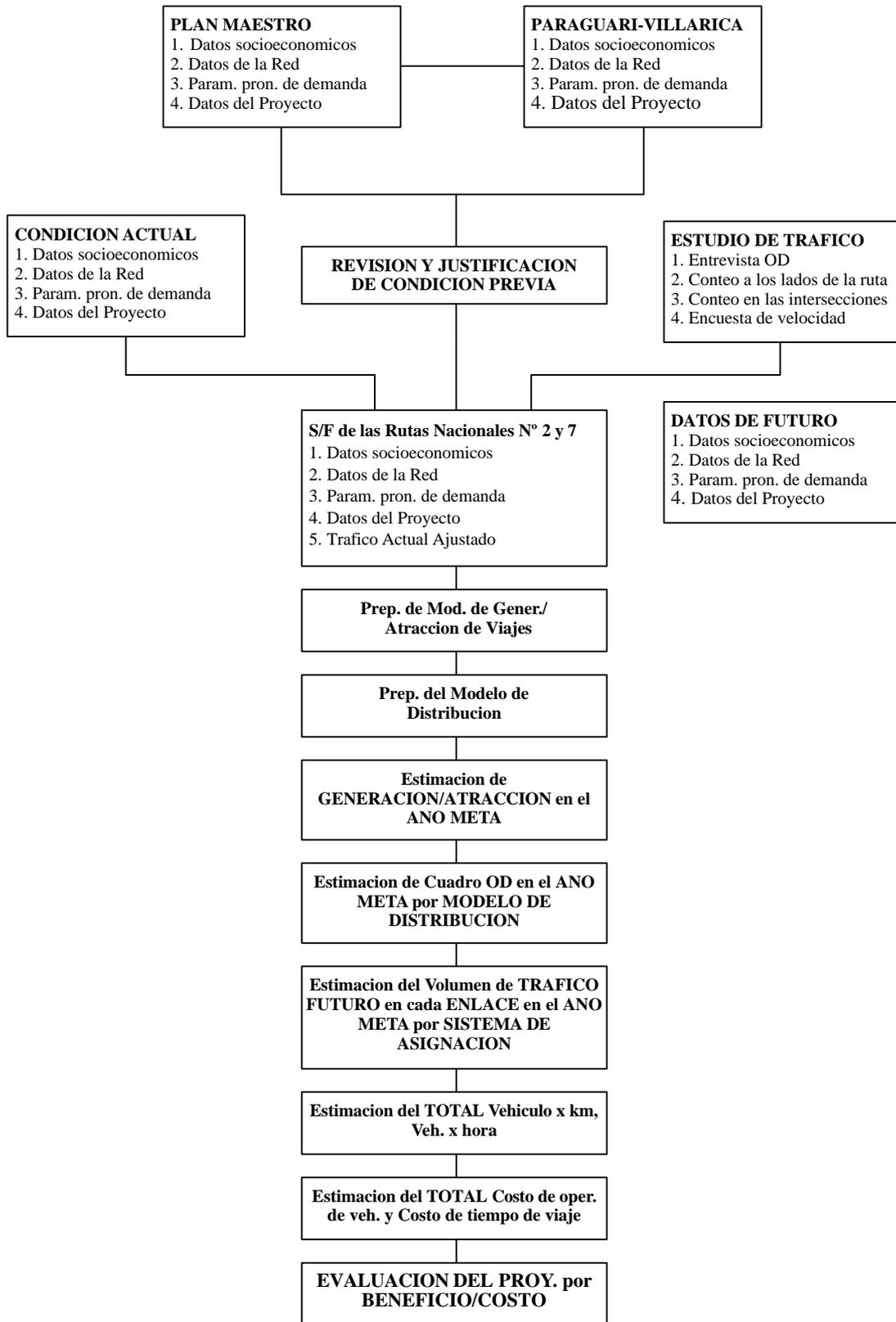


Figura 12.1.1 Proceso de Pronóstico de Demanda Futura

12.2 Cuadro OD Actual

12.2.1 Base del Cuadro OD Actual

El cuadro OD actual está basado en los resultados del estudio Paraguari-Villarrica hecho en 1996. Los resultados de este estudio a su vez fueron basados en el estudio ETNA. Así que el cuadro OD del estudio Paraguari-Villarrica tiene que ser aumentado según la proporción de aumento entre 1996 y 1999. La relación de aumento anual de tráfico es 1.0834 según la relación de aumento promedio del conteo de tráfico permanente así como indica la Figura 12.2.1. El procedimiento del Desarrollo OD actual puede apreciarse en la Figura 12.2.2.

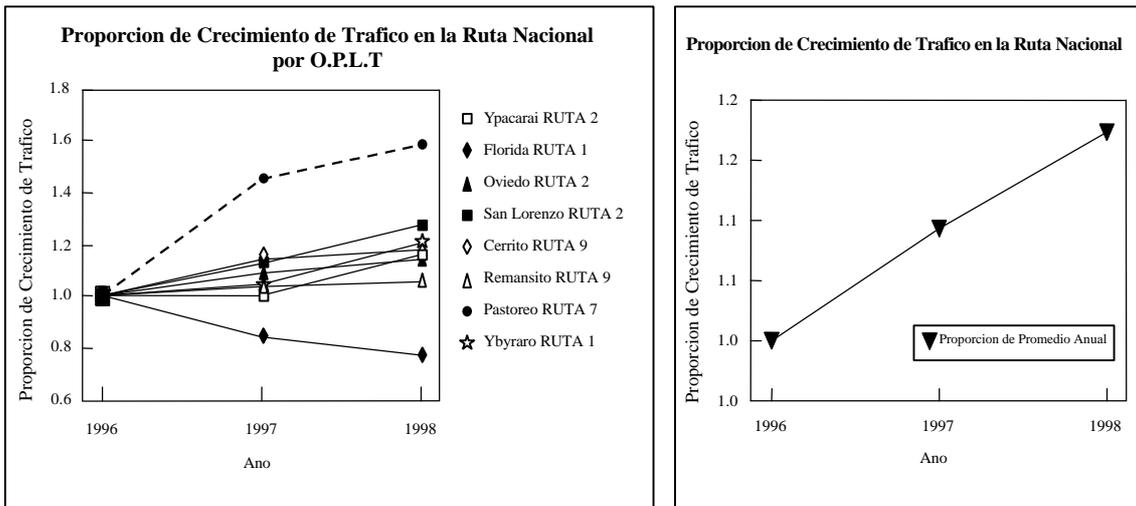


Figura 12.2.1 Relación del Aumento Anual de Tráfico

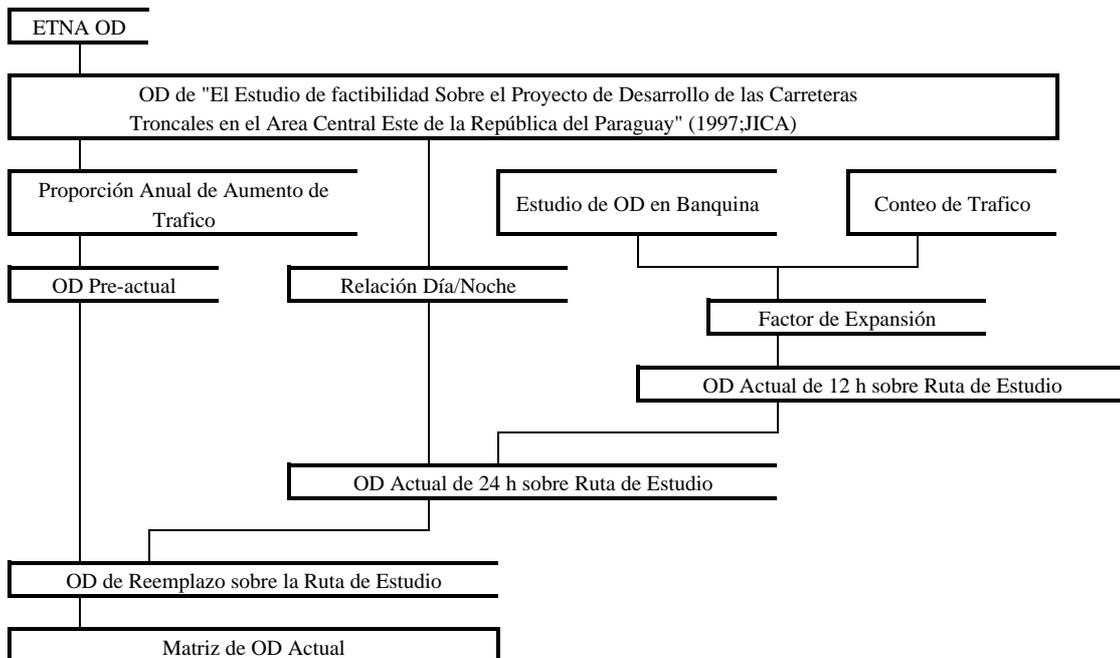


Figura 12.2.2 Procedimiento de Desarrollo OD Actual

12.2.2 Cuadro OD Actual Según Encuesta de Tráfico

Una parte del cuadro OD actual pertinente a las rutas nacionales 2 y 7 fue reemplazado por un cuadro OD que resultó de la encuesta de tráfico. El cuadro OD resultante del estudio de tráfico es un volumen promedio anual de tráfico de 24 horas.

12.2.3 Volumen de Tráfico Actual por Alcance

El volumen de tráfico actual puede apreciarse en el Cuadro 12.2.1 y en la Figura 12.2.3. El flujo de tráfico se caracteriza por la alta proporción de viajes de corta distancia. El 35% de los viajes de vehículos de todo tipo son movilizaciones de un alcance de 0 a 50 km, mientras que los camiones (18,6%) y los autobuses (18,8%) muestran tasas relativamente bajas.

Cuadro 12.2.1 Volumen de Tráfico Actual por Alcance

Alcance de Distancia (km)	Unidad : Vehículo / día			
	Automóvil	Omnibus	Camión	Total
0.- 50.	12,816	658	3,308	16,782
50.-100.	5,566	1,115	3,270	9,951
100.-150.	1,357	187	1,539	3,083
150.-200.	1,329	148	1,805	3,282
200.-250.	565	224	798	1,587
250.-300.	1,201	272	1,873	3,346
300.-350.	1,424	486	2,092	4,002
350.-400.	650	266	987	1,903
400.-450.	225	38	344	607
450.-500.	136	5	276	417
500.-	559	97	1,469	2,125
Total	25,828	3,496	17,761	47,085

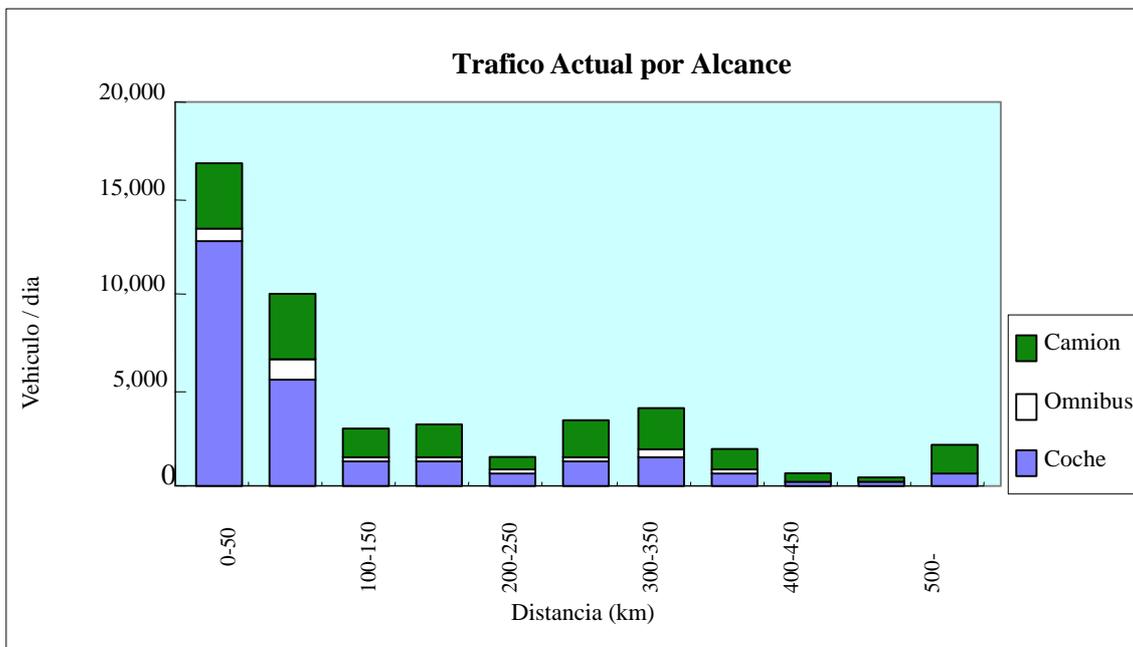


Figura 12.2.3 Volumen de Tráfico Actual por Alcance

12.3 Zonificación

12.3.1 Intensión de Zonificación

Las Rutas Nacionales 2 y 7 forman una carretera interurbana conectando el área metropolitana de Asunción con Ciudad del Este. Para este estudio, se necesita contar con un pronóstico de la demanda futura para medir el tránsito interurbano según las características del tramo de ruta. La zonificación “A”, como puede apreciarse en la Figura 12.3.1, es para el tráfico internacional, y por lo tanto el pronóstico de demanda no consiste solamente en tráfico interurbano. La zonificación “C” es la que corresponde al transporte dentro el área metropolitana de la ciudad. Para este estudio, se ha seleccionado la zonificación “B”. Como el límite de la zona “B” es el mismo usado para fines de administración, se consiguen fácilmente datos socioeconómicos.

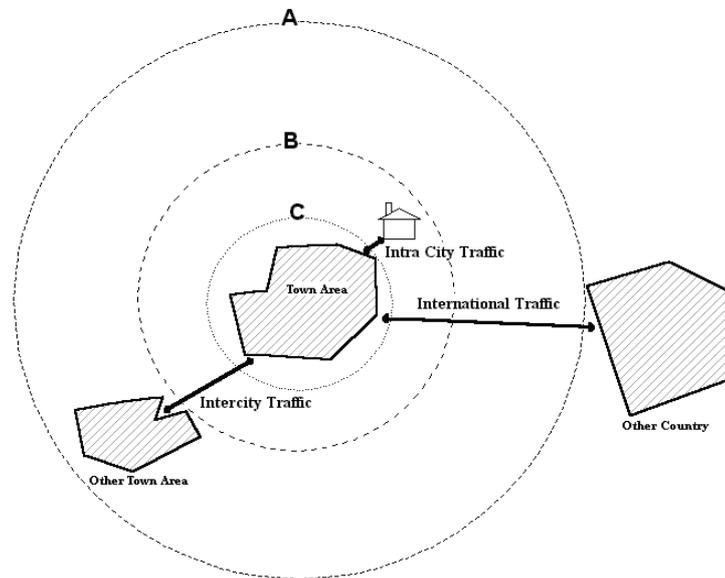


Figura 12.3.1 Intensión de Zonificación

Los alrededores del área de estudio fueron incluidos como las afueras del área de estudio. El área de estudio fue dividida en zonas de tráfico basándose en los límites municipales y departamentales. Las municipalidades a lo largo de la ruta de estudio y las rutas de carretera de circunvalación propuestas se dividieron en zonas de tráfico menores basándose en los límites de distrito. Finalmente, el área de estudio y el área circunvecina se dividieron en 50 zonas de tráfico, tal como lo muestra la Figura 12.3.2. La zonificación y la generación / atracción de todo tipo de vehículos en el futuro se muestran en el Cuadro 12.3.1.

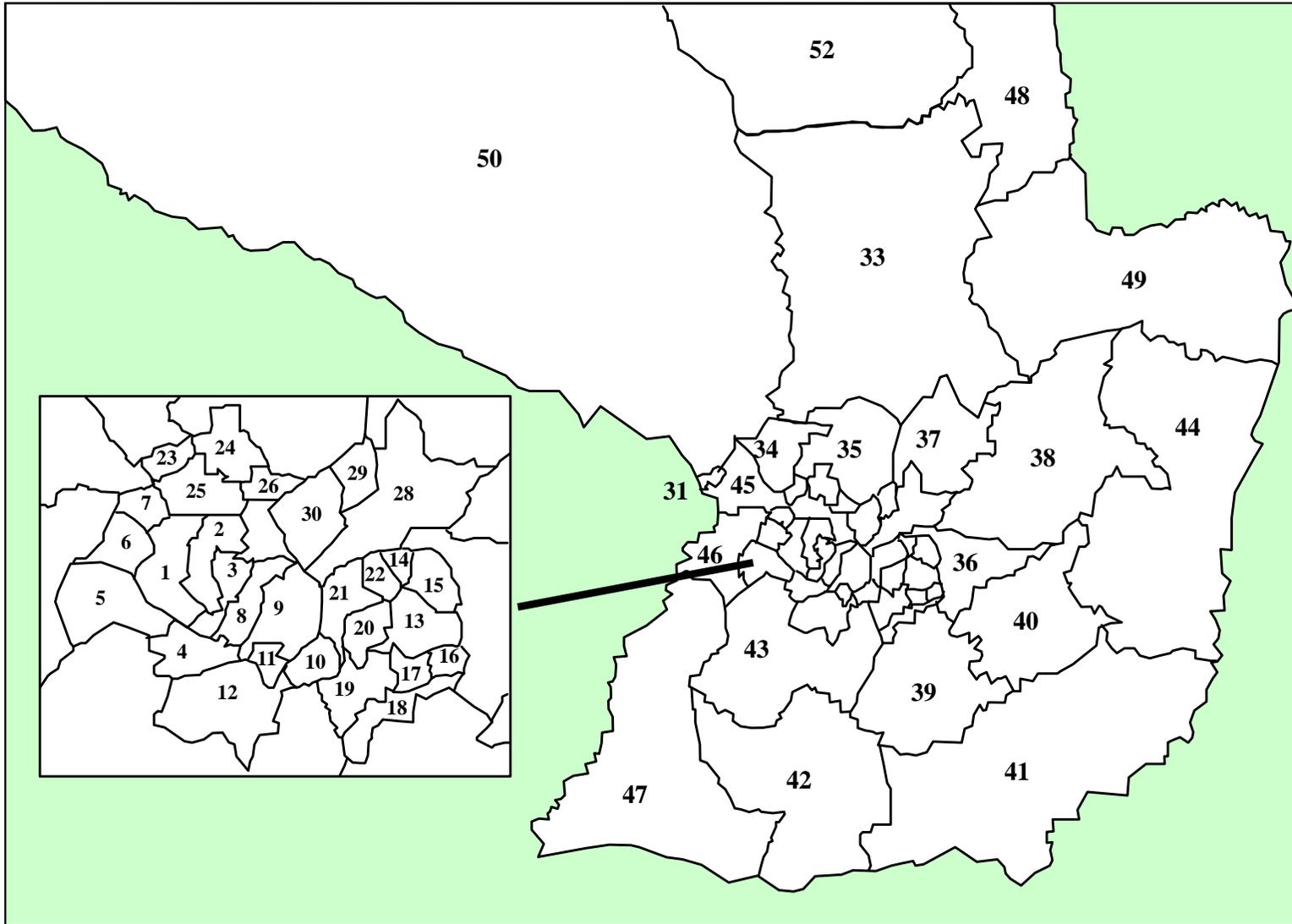


Figura 12.3.2 Mapa de la División por Zona

Cuadro 12.3.1 Zonificación y Generación y Atracción de Todo Tipo de Vehículo

Unidad : Vehículo/día

No de Zona	Nombre de Zona	1999		2010		2020	
		Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción
1	PARAGUARI	641	441	1,326	712	1,314	659
2	ESCOBAR	48	170	444	409	309	397
3	SAPUCAI	59	123	360	360	200	328
4	ACAHAY	96	131	112	340	82	162
5	CARAPEGUA	282	243	554	567	249	333
6	YAGUARON	249	301	718	676	421	543
7	PIRAYU	243	390	175	240	68	117
8	CABALLERO	40	88	263	319	110	247
9	YBYTIMI	27	108	89	244	94	154
10	TEBICUARY MI	67	50	195	219	97	193
11	LA COLMENA	142	70	327	113	233	121
12	YBYCUI	74	86	67	220	78	121
13	VILLARRICA	896	876	1,038	1,316	687	1,225
14	YATAITY	129	73	447	224	400	200
15	MBOCAYATY	231	156	378	302	292	252
16	NUMI	145	94	249	155	174	87
17	SAN SALVADOR	62	80	529	272	483	268
18	ITURBE	130	233	116	366	91	307
19	BORJA	76	137	148	129	167	108
20	ITAPE	69	43	259	99	175	107
21	CORONEL MARTINEZ	45	95	368	291	348	311
22	FELIX PEREZ CARDOZO	87	79	418	231	366	227
23	CAACUPE	2,158	2,408	1,242	1,562	1,012	1,603
24	EUSEBIO AYALA	907	631	476	400	552	468
25	PIRIBEBUY	983	765	649	523	769	614
26	ITACURUBI DE LA CORDILLERA	683	239	175	174	199	198
27	VALENZUELA	116	135	64	84	65	88
28	CORONEL OVIEDO	1,899	1,657	601	958	723	762
29	NUEVA LONDRES	134	109	238	272	190	227
30	SAN JOSE DE LOS ARROYOS	245	239	129	125	146	145
31	ASUNCION	9,661	8,925	16,014	15,547	17,901	17,921
32	CONCEPCION	1,973	1,914	1,100	1,629	1,300	1,204
33	SAN PEDRO	1,906	2,797	3,663	3,605	4,295	4,233
34	CORDILLERA OESTE	776	1,147	69	182	71	88
35	CORDILLERA ESTE	1,006	1,043	120	124	141	146
36	GUAIRA	658	496	74	79	76	81
37	CAAGUAZU OESTE	169	705	83	83	90	90
38	CAAGUAZU ESTE	1,192	1,351	2,127	2,182	2,315	2,371
39	CAAZAPA OESTE	583	532	129	80	159	97
40	CAAZAPA ESTE	438	541	66	93	62	102
41	ITAPUA	3,133	2,901	5,579	5,831	6,381	6,634
42	MISIONES	701	703	1,420	1,425	2,070	2,073
43	PARAGUARI SUR	514	410	19,771	19,627	25,679	25,598
44	ALTO PARANA	1,681	1,590	8,614	8,472	11,869	11,759
45	CENTRAL NORTE	11,335	12,770	16,742	16,928	21,883	21,893
46	CENTRAL SUR	1,468	1,635	2,692	3,354	3,960	4,994
47	NEEMBUCU	343	927	301	1,613	124	1,138
48	AMAMBAY	1,535	1,009	740	647	1,154	1,013
49	CANINDEYU	1,304	1,415	796	931	1,215	1,399
50	CHACO	1,328	922	2,631	2,587	3,588	3,581

12.4 Modelo de Generación y Atracción de Tránsito

12.4.1 Ecuación Utilizada para el Modelo de Generación y Atracción de Tránsito

Los parámetros relacionados al modelo Generación/Atracción pueden apreciarse en el Cuadro 12.4.1 y los parámetros del modelo Generación/Atracción pueden apreciarse en el Cuadro 12.4.2. La relación entre el valor real y el valor estimado puede apreciarse en la Figura 12.4.1. El modelo de fórmula de Generación /Atracción de Viaje es el siguiente:

$$G_{Ai} = C_{pop} \times PO_i + C_{car} \times CA_i + C_{bus} \times BU_i + C_{soy} \times SO_i + C_{cot} \times CO_i \\ + C_{sug} \times SU_i + C_{cas} \times CS_i + C_{mai} \times MA_i + C_{whe} \times WH_i \\ + C_{fg1} \times FG_1 + C_{fg2} \times FG_2 + C_{fg3} \times FG_3 + C$$

Leyenda:

G_{Ai} :	Generación/Atracción en zona i	C :	Constante
C_{pop} :	Coefficiente Poblacional	PO_i :	Población en la zona i
C_{car} :	Coefficiente de Registro de Autos	CA_i :	Reg. de Autos en zona i
C_{bus} :	Coefficiente de Reg. de Buses	BU_i :	Reg. de Buses en zona i
C_{soy} :	Coefficiente de Soja	SO_i :	Soja en zona i
C_{cot} :	Coefficiente de Algodón	CO_i :	Algodón en zona i
C_{sug} :	Coefficiente de Caña de Azúcar	SU_i :	Caña de Azúcar en zona i
C_{cas} :	Coefficiente de Mandioca	CS_i :	Mandioca en zona i
C_{mai} :	Coefficiente de Maíz	MA_i :	Maíz en zona i
C_{whe} :	Coefficiente de Trigo	WH_i :	Trigo en zona i
C_{fg1} :	Coefficiente de Bandera 1	FG_1 :	Bandera en zona i
C_{fg2} :	Coefficiente de Bandera 2	FG_2 :	Bandera en zona i
C_{fg3} :	Coefficiente de Bandera 3	FG_3 :	Bandera en zona i

Cuadro 12.4.1 Parámetros Relacionados para el Modelo Generación/Atracción

	Coche		Omnibus		Camión	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Población	O	O	-	-	O	O
Automóviles registrados	O	O	-	-	-	-
Autobuses registrados	-	-	O	O	-	-
Soja	-	-	-	-	O	O
Algodón	-	-	-	-	O	O
Caña de azúcar	-	-	-	-	O	O
Mandioca	-	-	-	-	O	O
Maíz	-	-	-	-	O	O
Trigo	-	-	-	-	O	O
Bandera 1	O	O	O	O	-	-
Bandera 2	O	O	O	-	-	-
Bandera 3	O	O	O	-	-	-

Cuadro 12.4.2 Parámetros del Modelo Generación/Atracción

	Automóvil		Autobús		Camión	
	Generación	Atracción	Generación	Atracción	Generación	Atracción
Población	0.0032521	0.0032521	-	-	0.0038888	0.0042689
Automóviles registrados	0.0626675	0.0626675	-	-	-	-
Autobuses registrados	-	-	0.1127828	0.092252	-	-
Soja	-	-	-	-	0.0051045	0.0040351
Algodón	-	-	-	-	0.0273116	0.0303642
Caña de azúcar	-	-	-	-	0.000533	0.0001188
Mandioca	-	-	-	-	0.0024494	0.00004
Maíz	-	-	-	-	0.0394082	0.0213251
Trigo	-	-	-	-	0.0152118	0.0269309
Bandera 1	-2926.132	-2926.132	-78.83852	1189.5684	-	-
Bandera 2	925.42874	925.42874	-6.710625	-	-	-
Bandera 3	3746.8625	3746.8625	1262.1952	-	-	-
Constante	-903.6691	-903.6691	24.314515	25.440646	77.837517	39.280613
Múltiplo correlativo	0.946502	0.946502	0.9461254	0.9509369	0.8789163	0.9509313

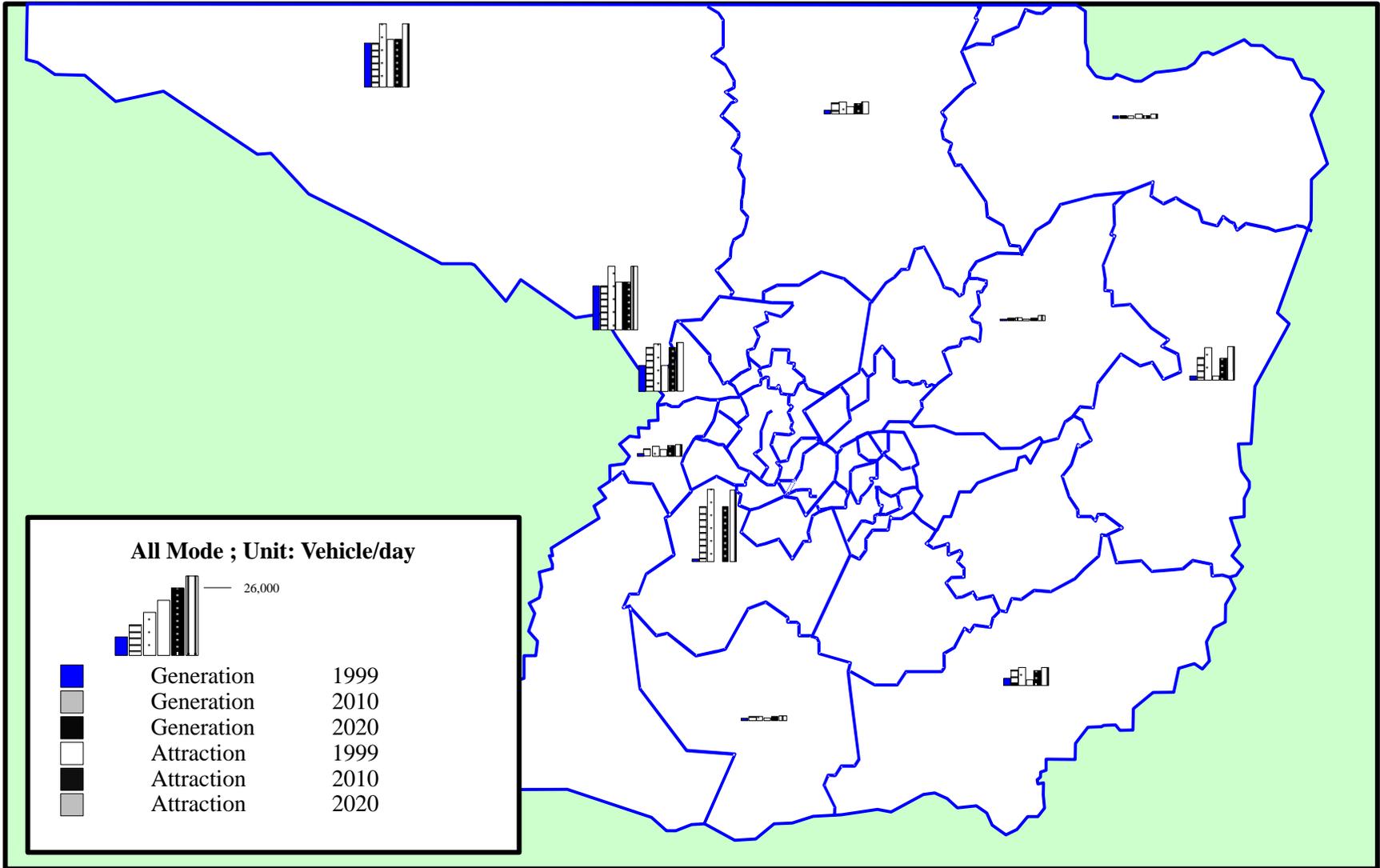


Figura 12.4.1 El modelo de fórmula de Generación /Atracción

12.4.2 Tráfico Adicional de Vehículos de Carga Generado por el MERCOSUR

El aumento de importaciones y exportaciones generado por el desarrollo del MERCOSUR ha sido agregado por separado a la demanda futura de tráfico para las Rutas Nacionales 2 y 7 por los siguientes motivos:

- 1) El modelo de Generación/Atracción se elabora usando la relación entre el volumen de generación/atracción de cada zona dentro del área de estudio y el índice socioeconómico.
- 2) No es aplicable para el volumen de generación/atracción fuera del área de estudio.
- 3) El índice económico de cada zona es el valor proporcional del total o el promedio de cada zona que podría ser menor que el real.

En resumen, en cada zona del Este y de Asunción el volumen del tráfico creado por el aumento de exportaciones se agrega a la futura tabla OD calculada en base al modelo. El volumen de tráfico calculado basándose en el aumento de exportaciones se distribuye de acuerdo al patrón actual de distribución de tráfico.

Zona	1	*	50
1	de Area Estudio a Area Estudio		de Area Estudio a Area Exterior
*			
50	de Area Exterior a Area Estudio		de Area Exterior a Area Exterior

Legenda * : Zona
 : Area de OD Adición

Figura 12.4.2 OD Adicional Creado por Tráfico Adicional de Carga Generado por el MERCOSUR

Es necesario que la tabla OD incluya el volumen adicional de vehículos de carga generado por el MERCOSUR. La estimación del volumen futuro de exportaciones relacionadas con el MERCOSUR puede apreciarse en el Cuadro 12.4.3.

Cuadro 12.4.3 Volumen Anual de Exportaciones Relacionadas con el MERCOSUR

Año	Unidad: tonelada/año		
	1999	2010	2020
Volumen anual	1,706,110	2,198,875	2,646,843
Porcentaje del volumen del 1999	100.0 %	128.9 %	155.1 %
Diferencia con el año 1999	0	492,765	940,733

Es necesario saber el volumen promedio de carga para convertir el volumen de mercancías a número de vehículos de carga. El volumen promedio de carga transportada por vehículo según la encuesta de tráfico realizada para este estudio puede apreciarse en el Cuadro 12.4.4.

Cuadro 12.4.4 Volumen Promedio de Carga Transportada por Vehículo según la Encuesta de Tráfico

Unidad: tonelada/vehículo	
1999	
Volumen promedio de carga por vehículo vacío	1.43

El volumen futuro de carga adicional relacionada con el MERCOSUR puede apreciarse en el Cuadro 12.4.5. En esta estimación, el volumen de exportaciones para el año 1999 está incluido en el OD actual, y el volumen adicional se basa en la diferencia, tomando el número de días hábiles como 300. Se presume que este volumen de exportaciones sale del país por Ciudad del Este.

Cuadro 12.4.5 Volumen Adicional de Vehículos de Carga Generado por el MERCOSUR

Unidad: vehículo/día		
Año	2010	2020
Volumen Adicional	1,149	2,193

12.5 Futuro Cuadro OD

12.5.1 Volumen OD Futuro

El futuro volumen OD y la proporción de aumento para los años 2010 y 2020 se muestran en el Cuadro 12.5.1. Se espera que la cantidad de los volúmenes OD totales aumente por los factores 1,97 y 2,16 veces a partir del nivel actual en los años 2010 y 2020, respectivamente.

Cuadro 12.5.1 Volumen OD y Porcentaje de Aumento

Año	Rubro	Automóvil	Autobús	Camión	Total
1999	Vehículo/día	26.176	3.494	24.502	54.172
	(%) del 1999	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2010	Vehículo/día	46.123	6.242	44.965	97.330
	(%) del 1999	176.2%	178.6%	183.5%	179.7%
2020	Vehículo/día	55.376	7.485	54.625	117.486
	(%) del 1999	211.6%	214.2%	222.9%	216.9%

12.6 Futura Demanda de Tráfico

12.6.1 Futura Demanda de Tráfico para la Ruta de Estudio

La futura demanda de tráfico para la ruta de estudio para los años 2010 y 2020 puede apreciarse en las Figuras 12.6.1 y 12.6.2

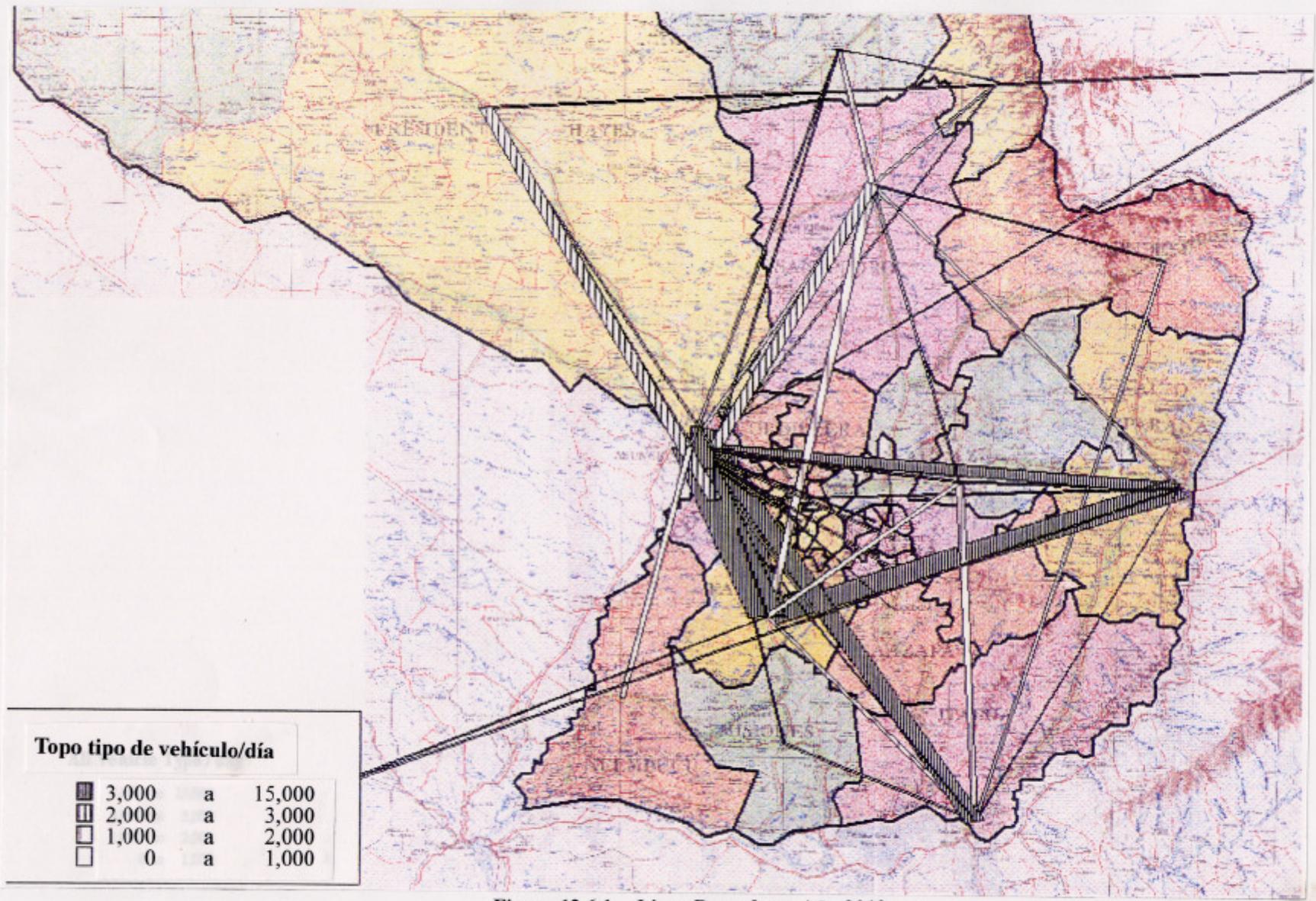


Figura 12.6.1 Línea Deseada en Año 2010

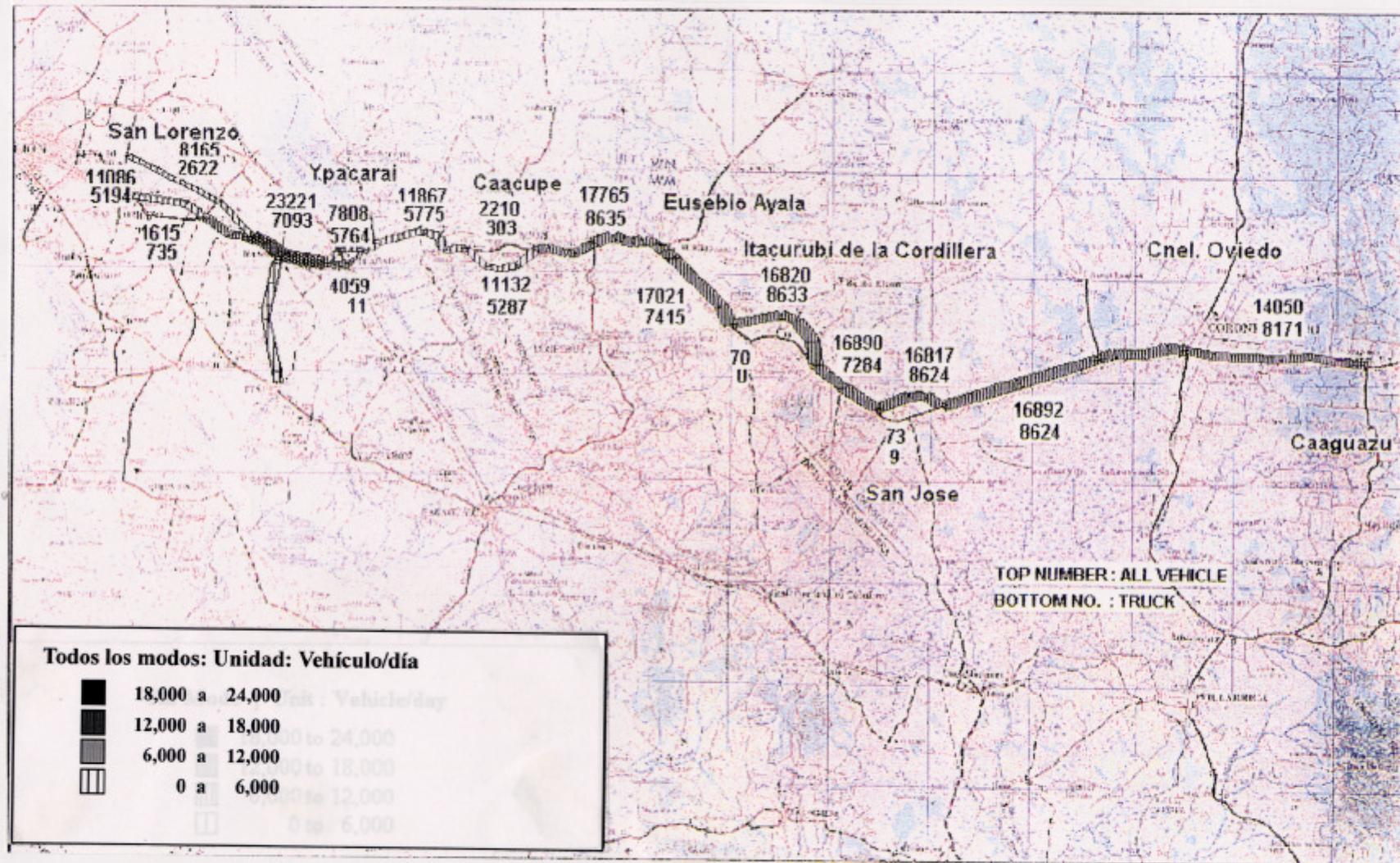


Figura 12.6.2 Demanda Futura de Tráfico para el Año 2010

CAPÍTULO 13 CONCEPTO DE PLANIFICACIÓN

13 CONCEPTO DE PLANIFICACIÓN

13.1 Política de Planificación

(1) Objetivos del Plan

Considerando la función y el futuro papel de las Rutas Nacionales 2 y 7, se persiguen los siguientes objetivos:

- 1) fortalecer el sistema de transporte conforme a la estrategia del MERCOSUR.
- 2) proveer un medio para el desarrollo económico equilibrado del país.
- 3) crear un eje de transporte entre el Area Metropolitana de Asunción y Ciudad del Este.
- 4) procurar seguridad en el tránsito para los usuarios y preservar un medio ambiente saludable para los ciudadanos.

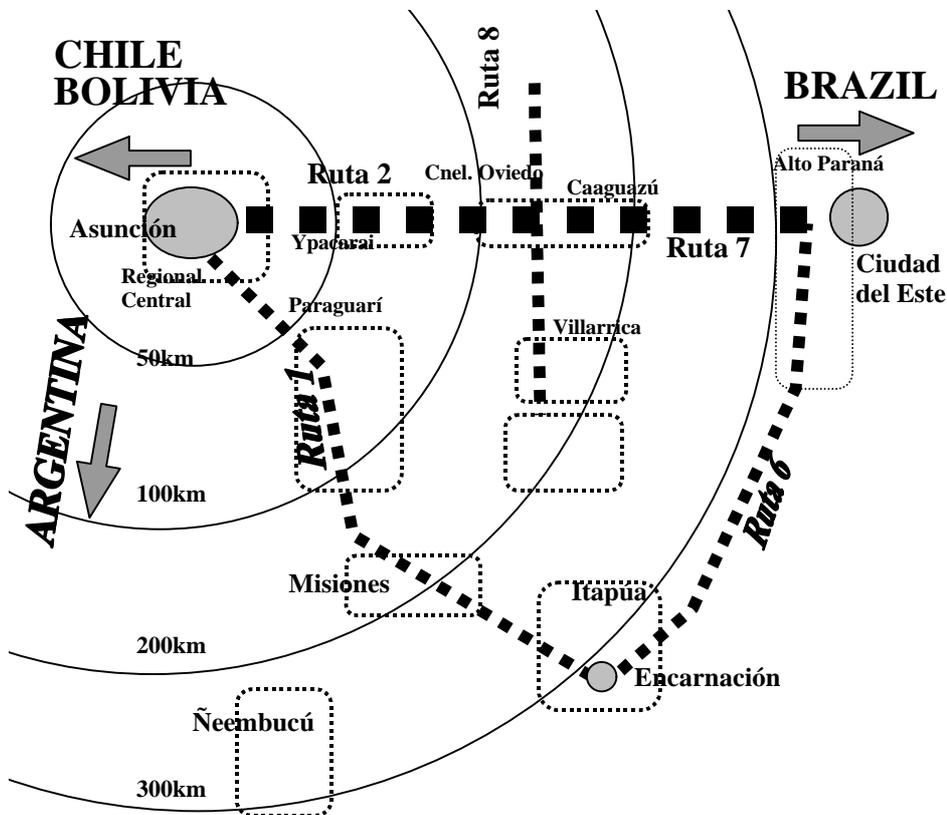


Figura 13.1.1 Plano de Ubicación de la Ruta de Asunción a Ciudad del Este

(2) Objetivos del Plan

- 1) lograr movilidad a alta velocidad
- 2) lograr un alto estándar de servicios de transporte
- 3) proveer un plan de transporte seguro
- 4) asegurar la preservación del medio ambiente
- 5) mejorar el transporte público
- 6) satisfacer la demanda de tráfico
- 7) asegurar la funcionalidad para los otros medios de transporte

(3) Funciones Viales Necesarias

Se proponen las siguientes funciones viales a fin de lograr las metas arriba mencionadas:

- 1) servir de ruta nacional principal, y especialmente de puente terrestre entre dos océanos
- 2) servir de corredor de transporte de pasajeros entre el Area Metropolitana de Asunción y Ciudad del Este
- 3) proveer asistencia en el desarrollo de infraestructura urbana en el Area Metropolitana de Asunción, en Ciudad del Este y en las zonas aledañas a las mismas
- 4) satisfacer la demanda diaria de tráfico de pasajeros
- 5) cumplir con la estrategia del MERCOSUR para asegurar la Integración al mismo

13.2 Concepto de Planificación Regional

A fin de poder definir las futuras funciones de la ruta, se debería aclarar cual va a ser el desarrollo futuro de dicha ruta. Esto a la vez se determina al estudiar las tendencias socioeconómicas tanto de Asunción como de Ciudad del Este. Puesto que el patrón de integración al MERCOSUR tiene una gran influencia sobre el plan de desarrollo, es necesario estudiar la influencia o el “impacto” del MERCOSUR dentro del plan de desarrollo.

(1) Relación de las dos Ciudades

Las dos ciudades están muy relacionadas entre sí, como se describe a continuación:

Asunción crece continuamente como el centro de la administración, de la economía y de la cultura en el Paraguay.

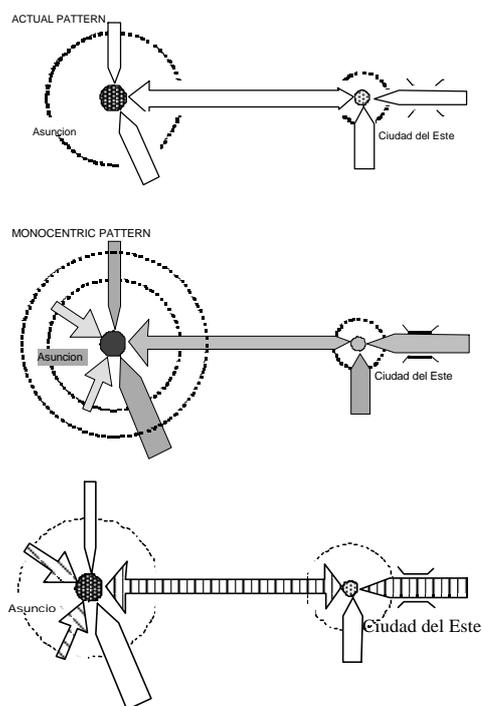
- 1) Todas las actividades socioeconómicas están concentradas en el Area Metropolitana de Asunción. Además, este fenómeno se ha acelerado recientemente.
- 2) Existen silos de cereales muy grandes en las afueras de la ciudad y por lo tanto el tránsito de camiones grandes en el área agrícola que rodea a los silos está muy concentrado.
- 3) Los límites de la comunidad de Asunción son la Ciudad de Caacupé.

Ciudad del Este ocupa el segundo lugar entre las ciudades más grandes del país y está en el punto de cruce de frontera con el Brasil. Es la ciudad a la cual vienen los turistas brasileños para hacer compras. Ciudad del Este ha prosperado gracias a su condición de ciudad exenta de impuestos aduaneros.

- 1) Como no se cobran impuestos aduaneros en Ciudad del Este, esta atrae a los turistas brasileños. Sin embargo, este estatus sin impuestos aduaneros será eliminado por el acuerdo del MERCOSUR en el 2001. Por este motivo, las ventajas en Ciudad del Este disminuirán.
- 2) Ciudad del Este busca medidas para usar las ventajas que posee como ciudad fronteriza.

(2) Patrón de Desarrollo

El plan de mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 debe abarcar los patrones de desarrollo de dos grandes ciudades. Para esto se toman en cuenta los puntos arriba mencionados. Los tres patrones de desarrollo del Area Metropolitana de Asunción y Ciudad del Este pueden apreciarse en la Figura 13.2.1



- 1) Patrón Actual : Este patrón indica cómo todas las actividades socioeconómicas se concentran en el Area Metropolitana de Asunción.
- 2) Patrón Monocéntrico : Este patrón indica que el desarrollo ocurre únicamente en el Area Metropolitana de Asunción y Ciudad del Este cesa de desarrollarse. Esto probablemente ocurriría en el caso de que no se lleve a cabo el proyecto.
- 3) Patrón de Ciudades Gemelas : Este patrón indica un crecimiento significativo de Ciudad del Este, mientras Asunción crece en forma estable. Se requeriría el desarrollo de una infraestructura urbana y también la generación de empleos en Ciudad del Este.

Figura 13.2.1 Patrones de Desarrollo

(3) Patrón de Desarrollo Propuesto

De los patrones indicados más arriba, se propone el Patrón de Ciudades Gemelas por los siguientes motivos:

- 1) Ciudad del Este queda en el punto de la ruta por la cual pasan los productos agrícolas para exportación al mercado internacional. La industria primaria contribuirá de manera significativa al crecimiento económico del Paraguay en el futuro.
- 2) La capacidad de almacenaje de cereales está significativamente relacionada con el transporte de mercancías para exportación como cereales. El 35% de la producción de granos proviene de Alto Paraná, el 25% de Itapúa y el 20% del Departamento Central. El transporte de cereales para el desarrollo económico del Paraguay está concentrado en el corredor de transporte Asunción – Ciudad del Este, y aumentará en el futuro.
- 3) Asunción es el punto principal de salida, por vía fluvial, de exportaciones tales como petróleo crudo, algodón, y productos en contenedores. Además, Asunción cumple un papel importante como centro de transporte de cereales exportados al Brasil y a Bolivia, y esta función incrementará su importancia.
- 4) Se estima que la demanda de tráfico para el año 2010 superará la cantidad de 8,000 vehículos por día.

13.3 Mejoramiento Recomendado para el Nivel de Servicio

13.3.1 Nivel de Servicio

El nivel de servicio es el nivel usado para la planificación de un control de tránsito más eficiente, y se define como una medida cualitativa que describe las condiciones operativas dentro del tránsito y las percepciones de los usuarios referentes a estas condiciones.

Las Rutas Nacionales 2 y 7 serán usadas como carreteras de dos carriles para la demanda de tráfico estimada para el año 2010 exceptuando el área urbana. En el caso de una autopista de dos carriles, el nivel de servicio para el Diseño según Volumen de Servicio se clasifica conforme a la AASHTO en seis tipos:

A- condición operativa óptima,

Velocidades operativas de 100 km/h (60 mph) o más. En el 75% de los casos se puede adelantar a otro(s) vehículo(s) sin ninguna o con poca demora. Bajo condiciones ideales, se puede lograr un nivel de servicio total equivalente a 400 autos de pasajeros por hora en ambos sentidos.

B- condición operativa buena,

Velocidades operativas de 80 km/h (50 mph) o más. El volumen puede alcanzar el 45% de la capacidad con visibilidad suficiente para adelantar a otro(s) vehículo(s). Bajo condiciones ideales, se puede lograr un nivel de servicio total equivalente a 900 autos de pasajeros por hora en ambos sentidos.

C- condición operativa regular,

Circulación aún estable. Velocidades operativas de 65 km/h (40 mph) o más con el volumen total, bajo condiciones ideales, equivalente al 70% de la capacidad con visibilidad suficiente para adelantar a otro(s) vehículo(s), o el equivalente a 1.400 autos de pasajeros por hora en ambos sentidos.

D- condición operativa pobre,

Circulación tendiendo a inestable. Velocidades operativas de aproximadamente 57 km/h (35 mph). Volumen en condiciones ideales y en ambos sentidos del 85% de la capacidad con visibilidad suficiente como para adelantar a otro(s) vehículo(s), o el equivalente a vehículos ligeros de un total de 1.700 por hora en ambos sentidos.

E- condición operativa mala,

Velocidades operativas de aproximadamente 48 km/h (30 mph), pero estas pueden variar considerablemente. El volumen total, en condiciones ideales y en ambos sentidos equivalente a vehículos ligeros a un total de 2.000 por hora. Puede ocurrir que el nivel no llegue nunca a E. Puede que la operación pase directamente del nivel D al nivel F.

F- condición operativa pésima,

Tránsito forzado y congestionado con características impredecibles. Velocidades operativas inferiores a los 48 km/h (30 mph). Volumen total en ambos sentidos de menos del equivalente de 2.000 autos de pasajeros por hora.

Como el volumen de demanda de tráfico estimado para el año 2010 es de 1.200 a 1.600 vehículos ligeros por hora, se ha determinado que el nivel de servicio será del nivel D.

13.3.2 Nivel de Servicio de las Rutas Existentes

La capacidad vial depende de las condiciones viales, el uso de suelo, el volumen del tráfico de acceso, y el nivel de servicio (NS), tal como se describió arriba. Aún con el mismo volumen de tráfico, puede variar con la equivalencia de autos de pasajeros de vehículos pesados sobre pendientes pronunciadas.

El Cuadro 13.3.1 muestra la proporción de la capacidad de las rutas existentes (V/C) en el 2010 con el volumen de tráfico pronosticado y el NS de D, asumiendo que el valor de auto de pasajeros equivalente es de 3, en tramos donde la pendiente de la alineación vertical es de más del 3% y continúa por más de 500 metros. Cuando el valor de V/C excede 1.0, el NS se vuelve E y no se puede esperar tener un flujo de tráfico sin obstáculos. Por lo tanto es necesario en esos casos tomar algunas medidas.

Las medidas que deberían tomarse antes del 2010 a fin de acomodar un aumento en la demanda de tráfico son descriptas a continuación:

- Medidas para mejorar las intersecciones que hacen que el tráfico se vuelva lento entre San Lorenzo e Ypacaraí
- Medidas contra la disminución de capacidad en las áreas urbanas por donde pasa la ruta nacional
- Medidas para aumentar la capacidad de tráfico sobre terreno ondulado donde una pendiente de más del 3% continúa por más de 500 metros, y donde se espera que el volumen aumente en términos de equivalencia de autos de pasajeros
- Medidas contra la disminución de capacidad en las intersecciones en las áreas urbanas de Coronel Oviedo y Caaguazú

Cuadro 13.3.1 Nivel de Servicio de la Ruta Existente con Pronóstico de Volumen de Tráfico

Localidad	Punto	Estación	Capacidad Actual (PCU)	V/C Año 2010	Contra medida
San Lorenzo – Ypacaraí	Suburbano	Área Edificada	45000	1.04	Mejoramiento de intersección
Ypacaraí	Urbano	34.00-39.00	32000	1.35	Mini variante
Caacupé	Urbano	50.00-56.00	32000	1.32	Mini variante
Caacupé	Rodamiento	67.00-68.00	24000	1.45	Carril de ascenso
Mocobli	Rodamiento	79.50-80.50	24000	1.32	Carril de ascenso
Itacurubí	Urbano	85.00-91.00	14000	2.47	Mini variante
Itacurubí	Rodamiento	92.00-93.40	24000	1.31	Carril de ascenso
San José	Urbano	101.00-105.00	20000	1.50	Mini variante
San José	Rodamiento	120.00-122.00	24000	1.42	Carril de ascenso
Intersección de Cnel. Oviedo	Urbano	132.00	25000	1.25	Mejoramiento de intersección
Cnel. Oviedo	Rodamiento	146.00-150.00	24000	1.15	Mini variante
Cnel. Oviedo	Rodamiento	154.00-155.00	24000	1.15	Carril de ascenso
Caaguazú	Rodamiento	162.00-163.50	24000	1.15	Carril de ascenso
Caaguazú	Rodamiento	166.00-168.00	24000	1.15	Carril de ascenso
Caaguazú	Urbano	179	25000	1.16	Mejoramiento de intersección

13.3.3 Mejoramiento Recomendado para el Nivel de Servicio

Desde el punto de vista de la planificación vial tanto rural como urbana, la carretera principal debería proporcionar la mejor calidad de servicios posible a fin de proveer una vía de transporte más rápida, más segura y más cómoda, conforme al reglamento y a la función de la carretera principal, de ser económica y financieramente factible tales planes. Además, el nivel mínimo que los usuarios aceptarían sería el nivel mínimamente permisible. El nivel de servicio D será recomendado como el nivel de mejoramiento apropiado para la demanda de tráfico en el 2010.

Desde el punto de vista de la circulación del tránsito, las Rutas Nacionales 2 y 7 vienen a ser la carretera principal utilizada para viajes de larga distancia y para conectar Asunción con Ciudad del Este. Una carretera tiene varias funciones y la circulación del tránsito es una de las principales. La circulación del tránsito tiene a su vez dos funciones: movilidad y acceso local. Estas funciones son incompatibles. La función de tráfico de las Rutas Nacionales 2 y 7 necesita movilidad a alta velocidad y a esta movilidad se debería dar máxima prioridad.

13.4 Normas de Diseño Geométrico

No hay una norma de diseño geométrico en el Paraguay. Las normas de diseño geométrico se deciden para cada proyecto y para las vías principales. En este estudio, la norma de diseño está determinada tomando en consideración las funciones de la ruta mostradas abajo.

- 1) La vía principal conecta Asunción, la ciudad capital del Paraguay, con Ciudad del Este, la segunda ciudad en orden de importancia.
- 2) Muchas vías ramales se conectan con las rutas nacionales 2 y 7, y funcionan como eje de desarrollo a lo largo de las rutas.
- 3) Las rutas nacionales 2 y 7 son un corredor importantísimo que se conecta con el Brasil. Constituyen una ruta internacional dentro del MERCOSUR.
- 4) El volumen del tráfico de gran escala es alto.
- 5) Para el volumen de tráfico del 2020, se debe ensanchar las rutas principales a cuatro carriles.
- 6) Cuando pasan por áreas suburbanas, se deben construir pantallas de protección vial contra ruido y contaminación para las casas sobre los lados de la ruta.

Este estudio está diseñado de acuerdo con las normas para rutas principales de la AASHTO. Las normas de diseño geométrico aplicadas a los trabajos de rehabilitación de la ruta 2 entre Asunción e Ypacaraí han demostrado proporcionar un punto de comparación con las normas de mejoramiento de las rutas nacionales 2 y 7.

Cuadro 13.4.1 Norma de Diseño para el Mejoramiento de las Rutas 2 y 7

Trabajo Terreno	Ruta Existente			Este Estudio		
	Plano	Ondulante	Montañoso	Plano	Ondulante	Montañoso
Velocidad de diseño en km/h	60-80	50-60	40-50	60-80	60-80	50-60
Ancho de Calzada (metros por carril)	3.00-3.25	3.00-3.25	3.00-3.25	3.65	3.65	3.65
Ancho de Banquina (metros)	1.80	1.80	1.80	2.5	2.5	2.5
Franja de dominio (metros)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Radio (metros)				200-400	200-400	150-200
Gradiente (%)				3-4	3-4	4-6
Distancia de visibilidad para adelantar (m)				350-550	350-550	250-550

13.5 Sección Transversal Típica

(1) **Para el diseño de la sección transversal se consideraron los siguientes componentes.**

- 1) La sección transversal debe ser suficiente para la velocidad de diseño alta y un gran volumen de tráfico.
- 2) La sección transversal deberá satisfacer la demanda de tráfico pronosticada para el año meta.
- 3) La sección transversal debe permitir la separación de tráfico según medio de transporte mediante el uso de vías diferentes para vehículos de alta velocidad, vehículos de baja velocidad, bicicletas y peatones.
- 4) La sección transversal y la alineación deben fomentar la preservación del medio ambiente considerando la ubicación de viviendas y uso de la tierra.
- 5) Para un fácil mantenimiento vial, dentro de lo posible la sección transversal debe seguir un tipo standard.
- 6) Se dio mayor prioridad al factor seguridad en el diseño de intersecciones.

(2) **La sección transversal típica de este estudio se muestra abajo.**

- 1) La franja de dominio adoptada es de 50 metros para las nuevas carreteras de circunvalación el cual es el mismo ancho de las rutas principales del Paraguay.
- 2) El ancho de calzada adoptada es de 12 pies (3,65 m) de acuerdo con el ancho de las rutas principales.
- 3) La banquina derecha adopta el valor de rutas principales de 8 pies.

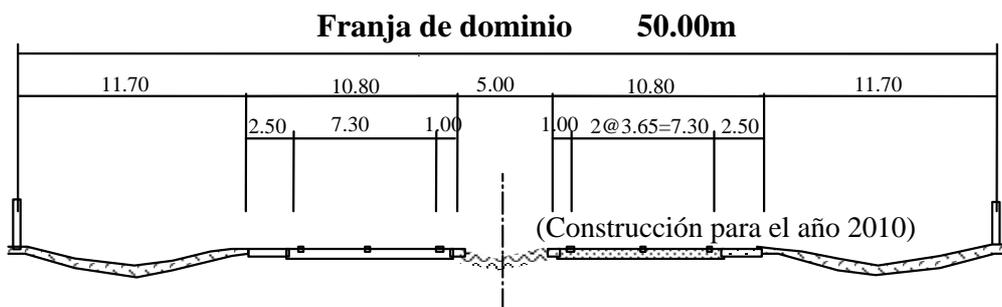


Figura 13.5.1 Transversal Típica

CAPÍTULO 14 MÉTODO DE MEJORAMIENTO

14 MÉTODO DE MEJORAMIENTO

14.1 Medidas de Mejoramiento Propuestas

Las Rutas Nacionales 2 y 7 son, sin duda, las carreteras más importantes del Paraguay. Es necesario que para el 2020, el tramo de Asunción a Ciudad del Este como carretera principal del país tenga cuatro o más carriles. Sin embargo, se considera que la capacidad de los dos carriles existentes es suficiente para el volumen de tráfico estimado para el año 2010

Por lo tanto, se ha determinado que el año meta para la planificación del proyecto vial sea el 2010, de tal manera que el proyecto sea construido para satisfacer la demanda de tráfico estimada para el 2010. Los objetivos de este proyecto vial son mejorar los dos carriles con excepción del tramo dentro del área urbana de Asunción y se propone la estructura vial correspondiente para mejorar las condiciones actuales de la ruta en cuestión.

Se proponen los tres periodos siguientes para el mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7.

a. Corto Plazo (2000 – 2005)

Mejoras en las áreas problemáticas de la carretera existente.

- 1) Mejoras en las intersecciones a nivel
- 2) Construcción de un carril de ascenso
- 3) Instalaciones de seguridad para el flujo de tránsito

b. A Mediano Plazo (2006 – 2010)

La construcción de carreteras de circunvalación.

- 1) Construcción de mini-carreteras de circunvalación

c. A Largo Plazo (2011 – 2020)

La construcción de caminos según la estrategia del MERCOSUR referente a la necesidad de la construcción de carreteras de circunvalación en áreas altamente urbanizadas.

- 1) Construcción de una carretera de circunvalación para aliviar el congestionamiento en las áreas interurbanas
- 2) Ensanchamiento en áreas altamente urbanizadas
- 3) Construcción de una carretera de cuatro o más carriles

14.2 Problemas Específicos en las Rutas Nacionales 2 y 7

14.2.1 Mejoramiento de las Intersecciones a Nivel

Las intersecciones a nivel que necesitan ser mejoradas son las siguientes:

- El tramo de Km 14 (San Lorenzo) a Km 33 (Ypacaraí) sobre la Ruta Nacional 2
- El Km 132 (intersección de Cnel. Oviedo)
- El Km 179 (intersección de Caaguazú)

- 1) San Lorenzo, Capiatá, Itaguá. La ruta nacional 2 en una vía dual de 4 carriles en las áreas urbanas. Las intersecciones a nivel no disponen de un carril para el giro a la izquierda. Es más, ya que no existe un carril para adelantar a vehículos que giren a la izquierda, los mismos obstruyen el flujo de tráfico. Se necesita instalar un carril para giro a la izquierda para mejorar la seguridad y el flujo de tráfico. Sin embargo, no hay espacio suficiente para la extensión de la franja de dominio que se necesitaría hacer para mejorar la intersección a nivel. Los lados de la ruta en estas áreas son usados para desarrollar actividades comerciales y son áreas de alta densidad. Por lo tanto, el plan de mejoramiento de las intersecciones a nivel no incluye la adquisición de tierra, ya que es difícil llevar a cabo una extensión.

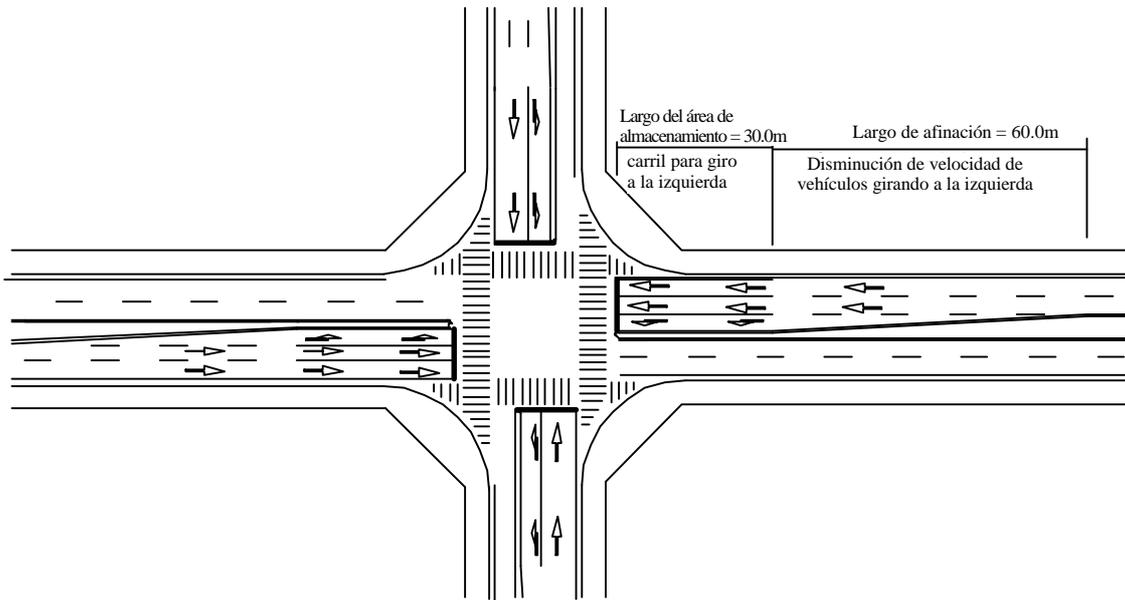


Figura 14.2.1 Intersección a Nivel

- 2) La intersección de Cnel. Oviedo es una rotonda con un diámetro de 50 metros. La intersección necesita otro tipo de intersección a nivel o a desnivel para que los vehículos que pasan recto no necesiten frenar. En este proyecto, se recomienda una intersección a desnivel para el flujo de tráfico de la vía principal. Además, esto satisfará la demanda de tráfico del 2010.

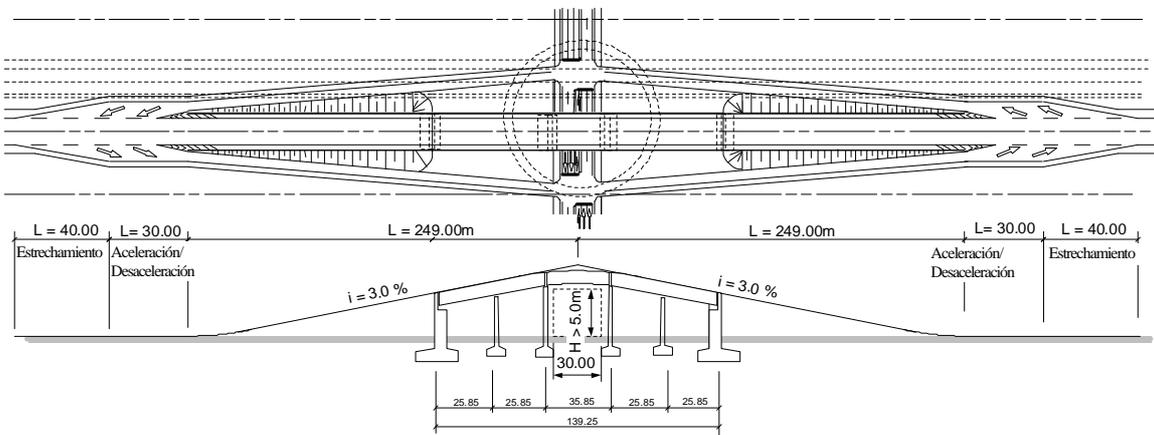


Figura 14.2.2 Intersección a Desnivel

14.2.2 Construcción de Carril de Ascenso

a. Necesidad de un Carril de Ascenso

- 1) En tramos con un gradiente del 3% o más, los camiones de gran escala disminuyen su velocidad hasta menos de 20 km/h. En estos tramos ocurren con frecuencia accidentes por adelantamiento indebido.
- 2) El flujo de tráfico de autos de pasajeros se ve interrumpido por vehículos a baja velocidad lo cual disminuye la capacidad de tráfico de las rutas nacionales 2 y 7.

La instalación de un carril de ascenso será tomada en cuenta por las razones aquí expuestas.

b. Posición de Instalación

- 1) Se proporcionarán carriles de ascenso para gradientes de tramos verticales del 3% o más.
- 2) La longitud mínima a ser adoptada para un carril de ascenso será de 500 metros o más.
- 3) En los tramos verticales con una pendiente del 3% o más, el flujo de tráfico disminuye de velocidad como muestra la Figura 14.2.3. La siguiente figura muestra las curvas de velocidad – distancia para camiones pesados típicos de 300 lb/hp por desaceleración. Los camiones pesados típicos son catalogados por la AASHTO. En el Paraguay, se adopta el 60% del valor porque los camiones están sobrecargados y tienen un mantenimiento pobre.

Desaceleración (sobre porcentaje de desnivel indicado)

Aceleración (sobre % superior e inferior indicados)

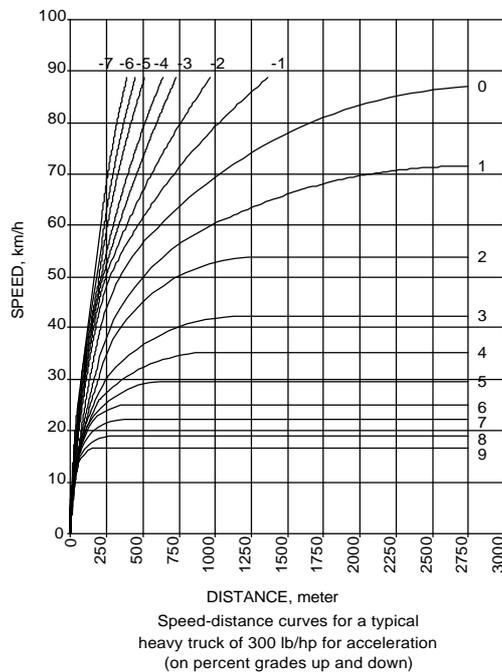
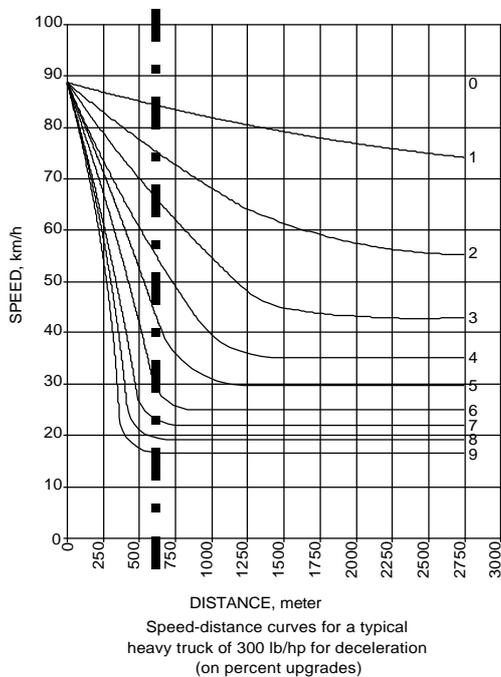


Figura 14.2.3 Curvas de Distancia – Velocidad para Camiones Pesados Típicos de 300 lb/hp por desaceleración

14.2.3 Instalaciones de Seguridad

El equipo de estudio investigó los puntos donde frecuentemente se producían accidentes en las rutas nacionales 2 y 7 a fin de determinar las instalaciones de seguridad necesarias. Los puntos más peligrosos son los puentes y las curvas cerradas.

- 1) Choques en los puentes
Los choques en los puentes ocurren principalmente debido a banquetas reducidas con guía de carril poco clara y con poca señalización vial.
- 2) Tramo de Curvas Cerradas
En el tramo de curvas cerradas del km 146.5 al km 149.5 frecuentemente ocurren accidentes. Luego de un tramo en línea recta, de repente aparecen curvas cerradas en forma de “s”.

14.3 Construcción de Mini-carreteras de Circunvalación

Debido al tránsito de vehículos pesados por los tramos que pasan por las ciudades de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí y San José, los peatones y los residentes a los lados de la ruta corren peligro. Las vías deberían clasificarse de acuerdo con su función en Ruta Principal y Vía Local. La ruta principal funcionaría a alta velocidad y sería fundamental para el transporte de cargas. La vía local sería usada por la comunidad de residentes a los lados de la ruta.

Hace falta la construcción de una mini-carretera de circunvalación en las afueras de estas ciudades.

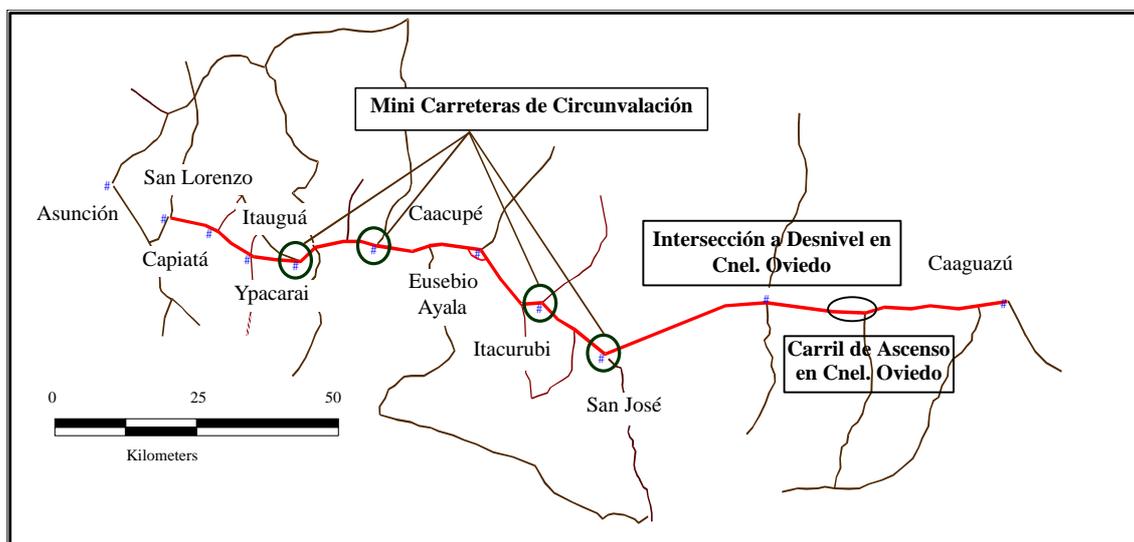


Figura 14.3.1 Ubicación de las Carreteras de Circunvalación