

CAPÍTULO 8 CONDICIONES DEL TRÁFICO EXISTENTE

8 CONDICIONES DEL TRÁFICO EXISTENTE

Se llevaron a cabo varias encuestas de tránsito a fin de analizar las condiciones actuales de tránsito dentro del área de estudio. El mapa de ubicación de la encuesta de tráfico puede apreciarse en el Figura 8.1.1.

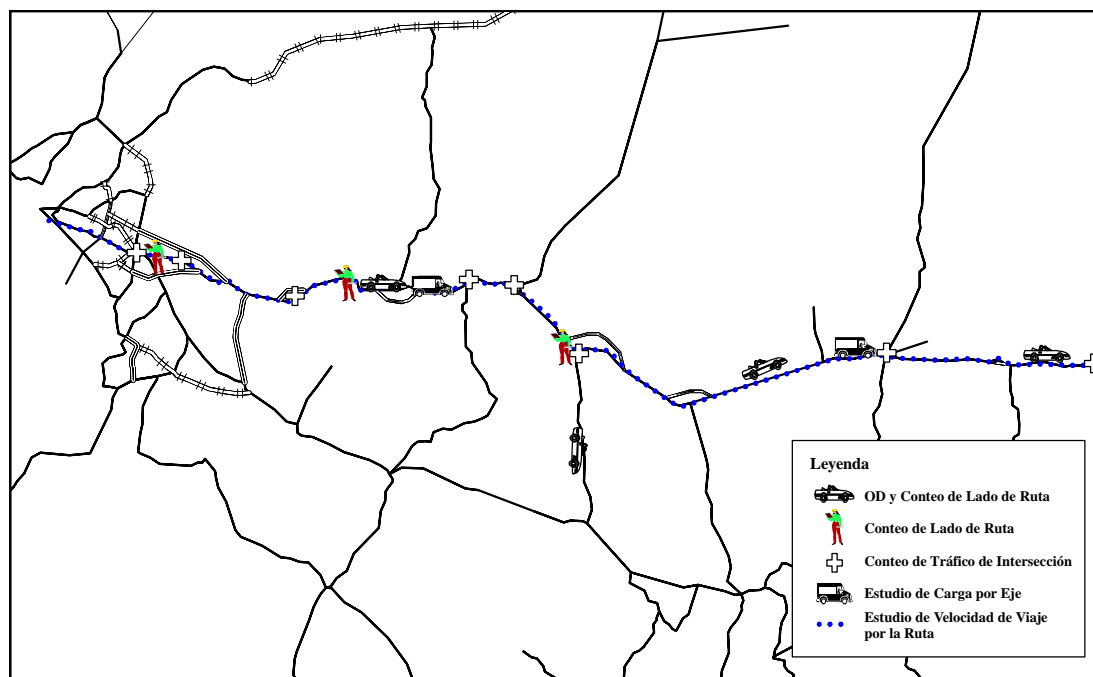


Figura 8.1.1 Mapa de Ubicación de la Encuesta de Tráfico

8.1 Conteo de Tráfico en la Zona Lateral de la Ruta

8.1.1 8.1.1 Resultados del Conteo de Tráfico

El volumen de tráfico se verificó en un total de ocho puntos y se clasificó en dos categorías: en cinco puntos de conteo (en las mismas localidades usadas para la encuesta de Origen-Destino a los lados de la ruta) durante un período de doce horas específicamente desde las 6 horas hasta las 18 horas en un día de entre-semana; y en tres puntos independientes durante un período de doce horas en un día de la semana. La proporción de vehículos pesados contados en cada punto se indica en el Cuadro 8.1.1.

Cuadro 8.1.1 Proporción de Vehículos Pesados por Conteo de 12 horas a los lados de la ruta

Número de ubicación	Nombre del Tramo	Cantidad de Vehículos Pesados	Relación de Vehículos Pesados
1	Tramo San Lorenzo – Capiatá	6,258	26.0%
2	Tramo Ypacaraí – Caacupé	4,047	29.4%
3	Tramo Eusebio Ayala – Itacurubí	3,084	40.4%
4	Tramo Capiatá – Itauguá	2,440	41.7%
5	Tramo Caacupé – Desvío a Piribebuy	1,728	43.0%
6	Tramo San José – Cnel. Oviedo	2,071	44.3%
7	Tramo Cnel. Oviedo – Caaguazú	1,728	51.3%
8	Tramo Villarrica – Cnel Oviedo	596	34.5%

8.2 Encuesta OD (Origen-Destino) a los Lados de la Ruta

8.2.1 Volumen OD Actual

Una Encuesta Origen-Destino (OD) fue llevada a cabo mediante la entrevista de conductores en cinco puntos diferentes durante un período de doce horas desde las 6 horas hasta las 18 horas en un día de entre-semana. La cantidad de conductores entrevistados se indica en el Cuadro 8.2.1. El tránsito según tipo de vehículo se obtiene de los resultados de la Encuesta OD y también puede apreciarse en el Figura 8.2.1 bajo “Líneas Deseadas”.

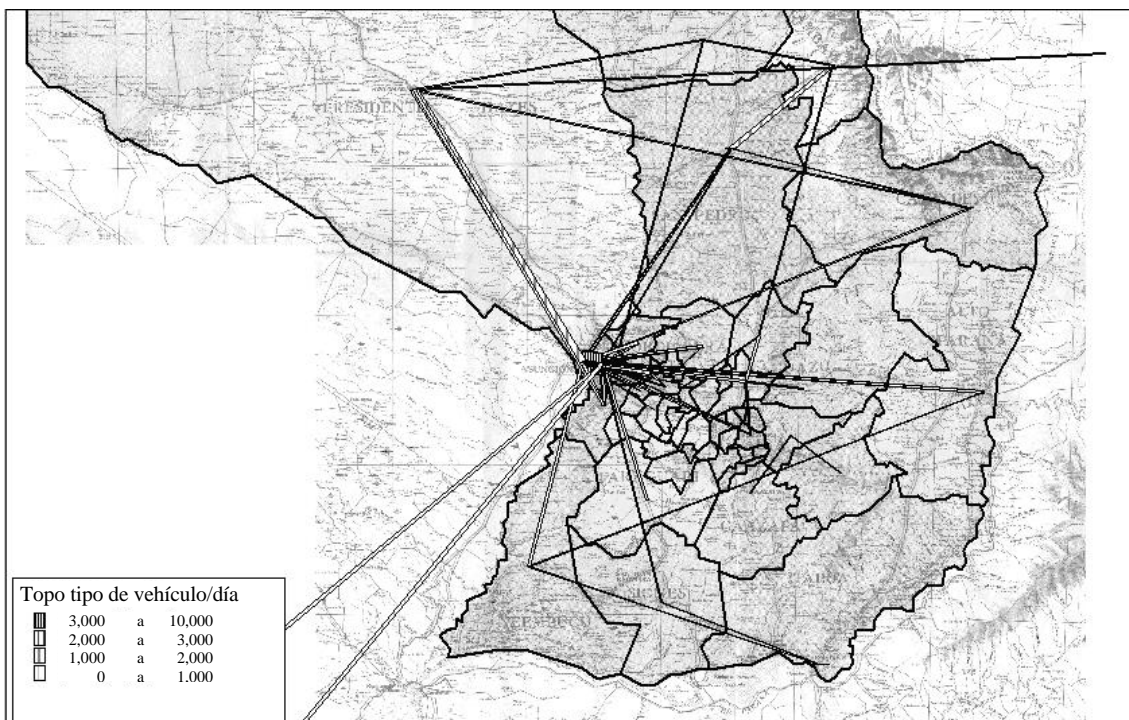


Figura 8.2.1 Líneas Deseadas del Tráfico según Tipo de Vehículo

8.2.2 Generación y Atracción de Tráfico Actual según Tipo de Vehículo

El volumen de generación/atracción de tráfico actual por zona, obtenido de los resultados de la encuesta OD, los conteos de tráfico a los lados de la ruta, el informe del “Estudio del Plan Maestro del Transporte Nacional (1992; JICA)” (de aquí en más denominado el estudio ETNA) y “El Estudio de Factibilidad Sobre el Proyecto de Desarrollo de las Carreteras Troncales en el Area Central Este de la República del Paraguay (1997; JICA)” (de aquí en más denominado el Estudio Paraguairí – Villarrica), puede apreciarse en el Cuadro 8.2.2.

Cuadro 8.2.1 Número de Muestras de la Encuesta OD a los lados de la Ruta

Nº	Sentido	Encuesta	Auto	Bus	Camión	Total
1	De Asunción	Conteo	8,724	1,230	2,032	11,986
		Muestreo OD	—	—	—	—
		%	—	—	—	—
	A Asunción	Conteo	9,128	1,317	1,679	12,124
		Muestreo OD	—	—	—	—
		%	—	—	—	—
2	De Asunción	Conteo	4,923	715	1,336	6,974
		Muestreo OD	672	82	371	1,125
		%	13.7	11.5	27.8	16.1
	A Asunción	Conteo	4,813	707	1,289	6,809
		Muestreo OD	804	59	283	1,146
		%	16.7	8.3	22.0	16.8
3	De Asunción	Conteo	2,355	457	1,174	3,986
		Muestreo OD	—	—	—	—
		%	—	—	—	—
	A Asunción	Conteo	2,187	480	973	3,640
		Muestreo OD	—	—	—	—
		%	—	—	—	—
4	De Asunción	Conteo	1,748	241	1,008	2,997
		Muestreo OD	444	65	354	863
		%	25.4	27.0	35.1	28.8
	A Asunción	Conteo	1,670	247	944	2,861
		Muestreo OD	509	65	241	815
		%	30.5	26.3	25.5	28.5
5	De Asunción	Conteo	1,196	154	752	2,102
		Muestreo OD	—	—	—	—
		%	—	—	—	—
	A Asunción	Conteo	1,096	152	670	1,918
		Muestreo OD	—	—	—	—
		%	—	—	—	—
6	De Asunción	Conteo	1,311	179	873	2,363
		Muestreo OD	435	70	367	872
		%	33.2	39.1	42.0	36.9
	A Asunción	Conteo	1,293	177	842	2,312
		Muestreo OD	467	77	304	848
		%	36.1	43.5	36.1	36.7
7	De Cnel. Oviedo	Conteo	567	72	204	843
		Muestreo OD	376	31	163	570
		%	66.3	43.1	79.9	67.6
	A Cnel. Oviedo	Conteo	565	79	241	885
		Muestreo OD	425	40	146	611
		%	75.2	50.6	60.6	69.0
8	De Asunción	Conteo	819	168	698	1,685
		Muestreo OD	423	39	337	799
		%	51.6	23.2	48.3	47.4
	A Asunción	Conteo	820	153	709	1,682
		Muestreo OD	441	63	371	875
		%	53.8	41.2	52.3	52.0

Cuadro 8.2.2 Generación y Atracción Diaria de Tráfico en 1999

Unidad: Vehículo/día

Nº de Zona	Nombre de Zona	Automóvil		Autobús		Camión		Total	
		Gen.	Atracción	Gen.	Atracción	Gen.	Atracción	Gen.	Atracción
1	Paraguay	445	277	72	34	110	123	627	434
2	Escobar	32	76	4	14	12	77	48	167
3	Sapucaí	43	65	4	11	11	45	58	121
4	Acahay	77	90	0	33	18	6	95	129
5	Carapegua	176	181	24	14	78	43	278	238
6	Yaguarón	169	168	0	0	78	128	247	296
7	Pirayú	139	235	21	46	78	100	238	381
8	Caballero	15	59	16	11	9	17	40	87
9	Ybytimí	16	57	7	13	4	35	27	105
10	Tebicuary-mí	37	32	4	0	26	18	67	50
11	La Colmena	104	62	24	8	11	0	139	70
12	Ybycuí	45	70	18	6	10	9	73	85
13	Villarrica	327	331	71	74	482	456	880	861
14	Yataity	105	62	5	0	19	11	129	73
15	Mbocayaty	158	118	2	2	68	35	228	155
16	Numí	84	56	2	0	57	37	143	93
17	San Salvador	49	48	0	7	13	24	62	79
18	Iturbe	76	64	11	15	41	153	128	232
19	Borja	66	72	3	9	6	55	75	136
20	Itapé	33	39	7	3	29	1	69	43
21	Cnel Martínez	31	48	0	0	14	46	45	94
22	F P Cardozo	74	52	0	15	12	11	86	78
23	Caacupé	1,148	1,500	222	186	731	660	2,101	2,346
24	Eusebio Ayala	498	388	35	7	352	221	885	616
25	Piribebuy	661	513	55	55	245	177	961	745
26	Itacurubí	381	161	0	0	288	75	669	236
27	Valenzuela	43	50	21	15	51	68	115	133
28	Cnel Oviedo	601	563	27	74	1,230	985	1,858	1,622
29	NuevaLondres	91	82	0	0	41	25	132	107
30	San José	99	81	0	0	142	156	241	237
31	Asunción	6,478	6,715	1,498	1,388	2,061	1,384	10,037	9,487
32	Concepción	140	341	81	80	1,704	1,448	1,925	1,869
33	San Pedro	241	294	98	200	1,521	2,233	1,860	2,727
34	Cordillera O	526	581	42	91	189	445	757	1,117
35	Cordillera E	343	449	251	154	386	415	980	1,018
36	Guairá	314	150	21	9	310	329	645	488
37	Caaguazú O	25	75	0	0	142	616	167	691
38	Caaguazú E	432	469	24	7	712	849	1,168	1,325
39	Caazapá O	226	205	48	30	297	287	571	522
40	Caazapá E	130	138	19	27	280	365	429	530
41	Itapúa	279	328	4	14	2,776	2,492	3,059	2,834
42	Misiones	5,874	5,371	157	226	1,750	1,976	7,781	7,573
43	Paraguay Sur	207	140	17	8	282	255	506	403
44	Alto Paraná	613	652	192	180	837	721	1,642	1,553
45	Central Norte	2,303	2,679	85	64	1,561	2,816	3,949	5,559
46	Central Sur	682	767	54	57	699	770	1,435	1,594
47	Ñeembucú	62	233	11	50	263	620	336	903
48	Amambay	2,303	2,679	85	64	1,561	2,816	3,949	5,559
49	Canindeyú	682	767	54	57	699	770	1,435	1,594
50	Chaco	62	233	11	50	263	620	336	903

8.3 Conteo de Tráfico en Intersecciones

8.3.1 Resultados del Conteo de Tráfico en Intersecciones

El volumen de tráfico actual en intersecciones se verificó en ocho intersecciones principales durante un período de doce horas desde las 6 hasta las 18 horas en un día de la semana. La relación de Vehículos Pesados en cada intersección de la encuesta puede apreciarse en el Cuadro 8.3.1.

Cuadro 8.3.1 Proporción de Vehículos Pesados en Conteo de Intersecciones x 12h

Número de Intersección	Nombre de Intersección	Número de Vehículos Pesados	Relación de Vehículos Pesados
1	San Lorenzo – Intersección de las Rutas 1 y 2	4,509	24.7%
2	Capiatá – Desvío a Areguá	5,589	32.7%
3	Ypacaraí – Desvío a San Bernardino	2,065	39.9%
4	Caacupé – Desvío a Piribebuy	2,707	44.9%
5	Eusebio Ayala – Entrada a la Ciudad	1,975	38.0%
6	Itacurubí – Desvío a Valenzuela	1,753	42.1%
7	Cnel. Oviedo – Rotonda de la Ruta 7	2,904	31.1%
8	Caaguazú – Intersección de la Ruta a Yhú	2,728	39.2%

8.4 Encuesta sobre Tiempo de Viaje

8.4.1 Resultados de Encuesta sobre Tiempo de Viaje

La velocidad del viaje fue obtenida mediante el registro de distancia cubierta y tiempo de viaje en las intersecciones principales entre San Lorenzo y Caaguazú a lo largo de las rutas nacionales 2 y 7. Un encuestador registró la distancia usando el velocímetro de su vehículo y el tiempo usando su cronómetro. Esta encuesta fue llevada a cabo tres veces en cada sentido. Los resultados de la encuesta sobre la velocidad del tránsito pueden apreciarse en el Figura 8.4.1.

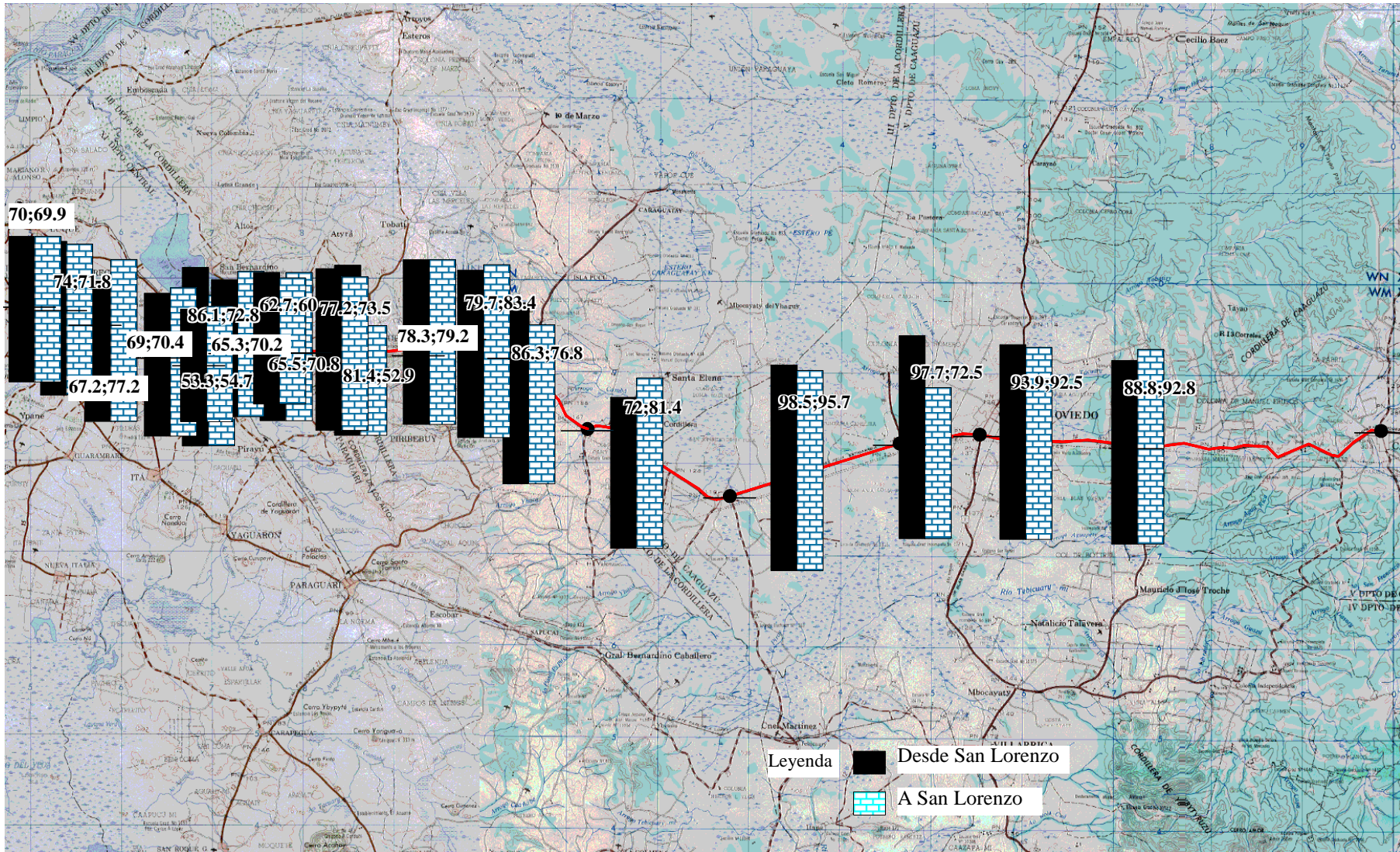


Figura 8.4.1 Resultados de la Encuesta de Tiempo de Viaje

8.5 Encuesta sobre Carga por Eje

El objetivo de la Encuesta sobre Carga por Eje es obtener datos para calcular los factores de Eje de Carga Simple Equivalente (ESAL por sus siglas en Inglés) usados en el diseño de calzadas flexibles. El método AASHTO fue aplicado para calcular los factores ESAL

8.5.1 Procedimiento

El procedimiento para determinar el patrón de distribución de carga por eje se muestra en la Figura 8.5.1. Basado en los datos de carga de eje, se estableció el patrón de distribución de carga de eje por tipo de eje (autobuses y camiones), luego se desarrolló el patrón de distribución de carga de eje para todos los tipos de camiones sobre tasas porcentuales de camiones vacíos y cargados así como tipos de camiones. El patrón de distribución de carga por eje del que trata este capítulo se muestra en la Figura 8.5.1.

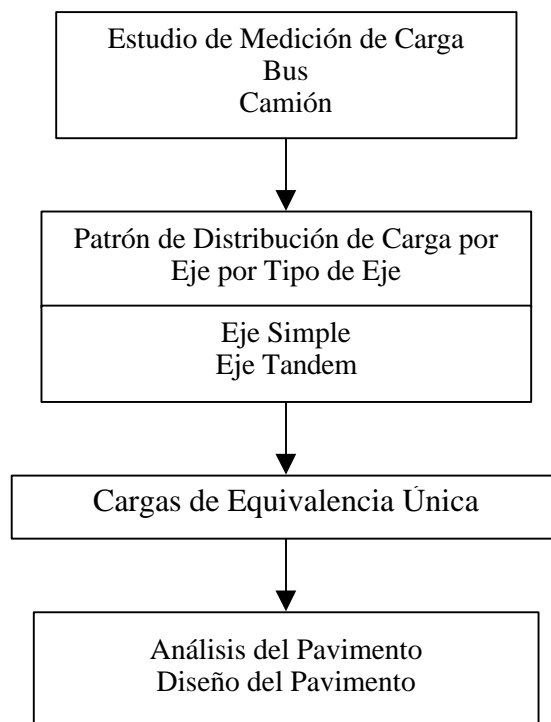


Figura 8.5.1 Procedimiento para Determinar Carga por Eje

8.5.2 Patrón de distribución de Carga por Eje por Tipo de Eje

Como muestra el Cuadro 8.5.1, se desarrollaron los siguientes cuatro tipos de patrón de distribución de carga por eje por tipo de eje.

Camiones (cargados/vacíos)

- Patrón de distribución de carga de eje único para cargas de dos ejes
- Patrón de distribución de carga de eje único para camiones con tres ejes o más
- Patrón de distribución de carga de eje Tandem.

Cuadro 8.5.1 Patrón de Distribución de Carga por Eje por Tipo de Eje

Tipo de Vehículo	Composición de Eje	Patrón de Distribución de Carga por Eje Por Tipo de Eje
Camiones		
de 2 ejes	2 ejes únicos	Patrón de Distribución de Carga por Eje para camiones de dos ejes (cargas combinadas de 2 ejes únicos)
de 3 ejes	1 Eje Único 1 Eje Tandem	Patrón de Distribución de Carga por Eje Único para camiones con 3 ejes o más
de 4 ejes	2 Ejes Únicos 1 Eje Tandem	(Todos los camiones combinados de 3 4 & 5 cargas de eje)
de 5 ejes	1 Eje Único 2 Ejes Tandem	Patrón de Distribución de Carga por Eje Tandem (Todas las cargas por eje Tandem de camiones de 3,4 y 5 ejes combinados)
Autobuses de todo tipo		Patrón de distribución de carga por eje único

8.5.3 Resultados de la Encuesta

La información recolectada en la encuesta fue tabulada por tipo de vehículo y se asignó el peso de cada eje. Los ejes luego fueron agrupados de acuerdo con las recomendaciones de la AASHTO con respecto a grupos por peso, y se calculó la cantidad total de ejes por grupo. También se calculó el peso promedio de cada grupo. Usando los cuadros de Factor de Equivalencia del Tráfico de la AASHTO, se obtuvo el valor proporcional para cada grupo. Luego se calculó el ESAL 18 kips para cada grupo y el factor ESAL para cada tipo de vehículo. El Cuadro 8.5.2 muestra los factores para camiones.

Cuadro 8.5.2 Factores de Equivalencia de Carga por Eje

Punto de Estudio	Sentido	Factores para Camiones			
		Camión de 2 ejes	Camión de 3 ejes	Trailer	Todos los camiones
Km 66	1	1.003 (54%)	0.727 (21%)	3.730 (25%)	1.625 (51%)
	2	0.344 (60%)	2.485 (10%)	2.735 (30%)	1.274 (49%)
Km 123	1	1.142 (48%)	2.352 (28%)	4.013 (24%)	2.169 (47%)
	2	0.251 (41%)	2.121 (12%)	4.511 (47%)	2.476 (53%)

8.6 Observación de los Factores que Afectan el Flujo de Tráfico

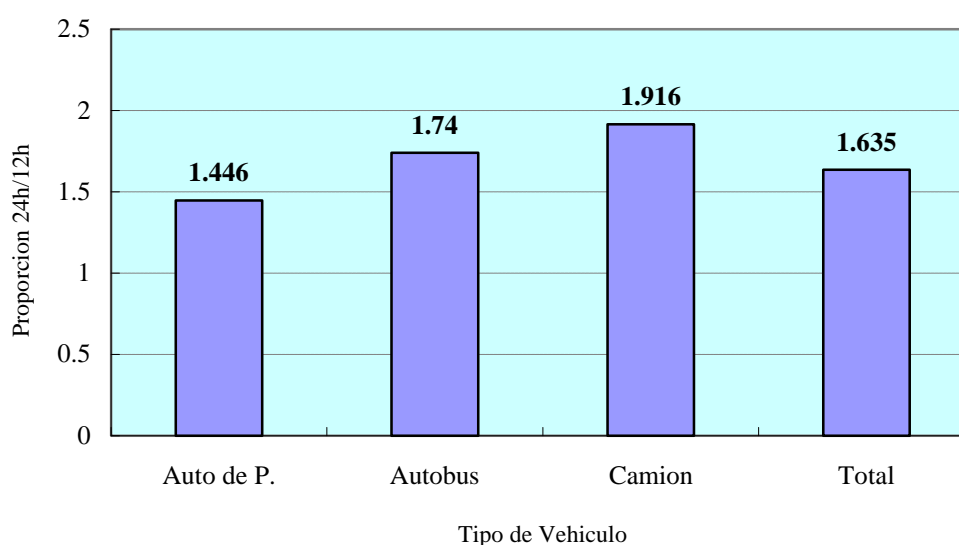
8.6.1 Condiciones Actuales del Tránsito en la Ruta del Estudio

El proceso para pronosticar la demanda está basado en el tráfico promedio anual de 24 horas. Entonces se tiene que convertir el volumen de tráfico de 12 horas al promedio de tráfico por 24 horas. Para este estudio, el volumen de tráfico por un período de doce horas fue convertido usando los datos extraídos del punto de conteo permanente del MOPC-OPIT y los datos del “Estudio Paraguairí-Villarrica”. Estos datos pueden apreciarse en los Cuadro 8.6.1, y en las Figuras 8.6.1 y 8.6.2. El volumen promedio de tráfico por un período de 24 horas puede apreciarse en el Figura 8.6.3.

Cuadro 8.6.1 Proporción (24h/12h) de Volumen de Tráfico en la Ruta Nacional N° 2 en San José

	Rubro	Automóvil	Autobús	Camión	Total
Ambos	Volumen de 24 horas	2,495	468	2,042	5,005
	Volumen de 12 horas	1,726	269	1,066	3,061
	Relación 24 horas / 12 horas	1.446	1.740	1.916	1.635

Fuente: “Estudio Paraguairí-Villarrica”



por "El Estudio de Factibilidad del Proyecto de Desarrollo de Vías Arteriales en el Área Este Central en la República del Paraguay (1996; JICA)

Figura 8.6.1 Proporción (24h/12h) de Volumen de Tráfico en la Ruta 2 en San José

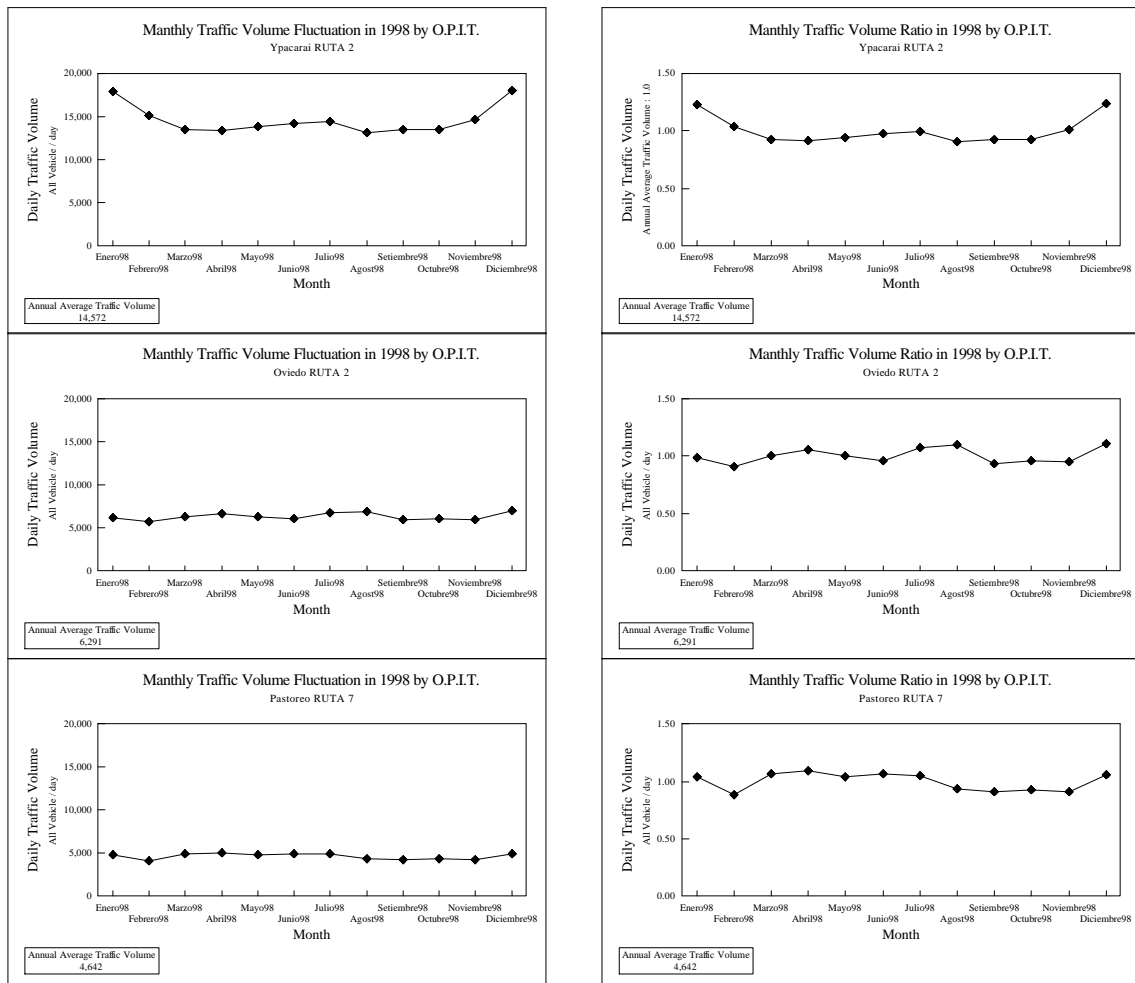


Figura 8.6.2 Fluctuación en el Volumen Anual de Tráfico en la Ruta de Estudio

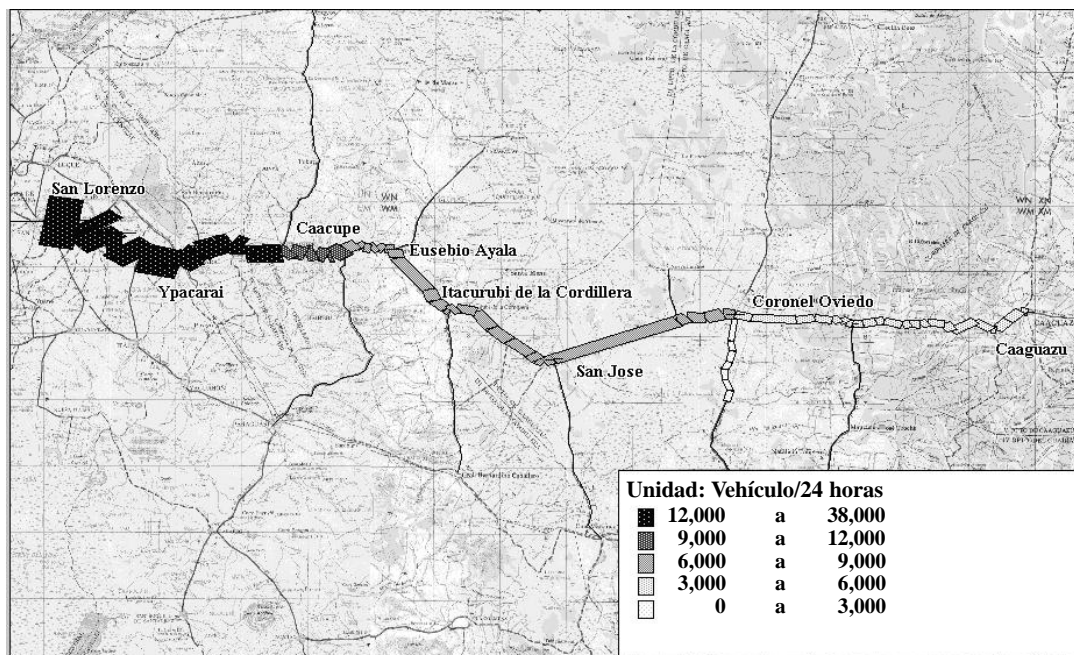


Figura 8.6.3 Tráfico Anual Promedio de 24 horas

8.6.2 Características de las Condiciones del Tráfico en la Ruta de Estudio

El tráfico existente podría clasificarse en tres tipos: entre San Lorenzo e Ypacaraí, Ypacaraí y Cnel. Oviedo, y Cnel. Oviedo y Caaguazú. Las características se detallan a continuación.

(1) San Lorenzo – Ypacaraí

La ruta de estudio es básicamente una ruta entre ciudades que conecta al área metropolitana con Ciudad del Este. Pero el tránsito de este tramo no es solamente entre una ciudad y otra. Incluye también la circulación de viajeros que viajan todos los días entre el distrito central comercial y las áreas residenciales. Los resultados son como sigue:

- 1) El volumen de tráfico es mayor que en otras secciones.
- 2) El volumen de vehículos pesados es menor que en otras secciones.
- 3) En los últimos años, se ha visto mudar el área residencial de alta densidad desde el distrito central comercial hacia San Lorenzo.

El volumen de tráfico diario en la zona edificada de San Lorenzo es actualmente de 38.000, y disminuye en el tramo entre San Lorenzo e Ypacaraí a 28.000. Esta diferencia principalmente es resultado del tráfico de ida y vuelta generado y atraído por el área edificada de San Lorenzo. Aunque el tráfico es principalmente interurbano, el tráfico interno y externo de esta zona es el 40% del total. Esta zona contiene áreas altamente urbanizadas, y futuros desarrollos residenciales causarán un aumento del tráfico de acceso y de los puntos de acceso a lo largo de la ruta nacional.

La hora pico para el tráfico interno de la ciudad es alrededor de las siete de la mañana, pero la tasa pico actualmente es bastante baja, o del 6,3%. La distribución de sentido durante las horas pico es 55/45, lo que significa que el flujo de tráfico se caracteriza como de tipo urbano. Por otro lado, sin embargo, se encuentra que la proporción de camiones es alta, o del 30,1% para la tasa diaria y 22,6% durante las horas pico. Estas características muestran que el tramo puede clasificarse como una ruta troncal interurbana.

(2) Ypacaraí – Cnel. Oviedo

Las características de este tramo caen entre las de los tramos San Lorenzo – Ypacaraí y las de los tramos Cnel. Oviedo – Caaguazú. Mientras más se aleja de Asunción, Ypacaraí – Caacupé – Desvío a Piribebuy, Eusebio Ayala – Itacurubí, Capiatá – Itaguá, y San José – Coronel Oviedo, el volumen de tráfico se hace menor, de 23.000 a 8.000. Por el contrario, la proporción de camiones aumenta del 35% al 51%. El tráfico pico ocurre entre las 2:00 y las 4:00 de la tarde, y la tasa piso promedia entre 5,8% y 6,6%. La distribución por sentido durante las horas pico es 60/40 en San José y 58/42 en Capiatá, mostrando una disparidad significativa. Sin embargo, en otras áreas, la distribución por sentido es 52/48, lo que hace una diferencia bastante pequeña.

La proporción de tráfico nocturno con respecto al tráfico diurno de 12 horas de camiones, autobuses, y autos es relativamente alta, o 0,91, 0,74, y 0,45, respectivamente.

Esto implica que el plan de mejoramiento vial debe tomar en cuenta la seguridad para el tráfico nocturno.

Las intersecciones en las áreas urbanizadas contienen tráfico local y por lo tanto muestran una proporción de camiones más baja, que promedia del 37% al 50%, menos que en los tramos interurbanos. Sin embargo, la cantidad absoluta de camiones todavía es significativa. El tráfico pico ocurre entre las 3:00 y las 5:00 de la mañana, y la tasa pico es del 6,1% al 7,1%. Como el tráfico interurbano normalmente es de larga distancia, las mejoras viales deben tomar en cuenta el transporte de cargas de larga distancia.

Las ciudades a lo largo de la Ruta 2 se han desarrollado principalmente a los lados de la ruta. Hay muchas vías de acceso a la Ruta 2, con calzadas angostas. La distancia lateral del tráfico vial también es pequeña. En vías de dos carriles en el distrito central comercial, la capacidad de tráfico en el nivel de servicio de D es de solamente 1.400 PCU. Con el volumen de tráfico existente, la capacidad fácilmente es saturada, por lo que es necesario tomar algunas medidas para resolver este problema.

Las vías en terrenos ondulados no tienen largos cortes o estructuras de terraplén, y sus alineaciones verticales simplemente siguen el terreno natural. Debido a esto, hay tramos donde las características topográficas afectan negativamente la capacidad de tráfico de la ruta. Actualmente, esto no es un gran problema, pero en el futuro cuando aumente el volumen de tráfico, será necesario aumentar la capacidad de la ruta.

(3) Cnel. Oviedo – Caaguazú

El tráfico de este tramo cae casi en la categoría de tránsito entre ciudades. Las consecuencias son como sigue:

- 1) El volumen de tráfico es menor que en otros tramos
- 2) El volumen de vehículos pesados es mayor que en otros tramos
- 3) En el tráfico de vehículos pesados, la relación del volumen de vehículos de carga es más alta.

En este tramo, el volumen diario de tráfico está entre 3.000 a 6.000, muchos de los cuales son viajes de larga distancia. La composición de camiones es relativamente alta, del 40,5 al 57,9%. El tráfico pico ocurre desde las 4:00 a las 5:00 de la tarde, y la tasa pico es más bien baja, promediando de 6,7% a 7,1%.

La distribución de sentido durante las horas pico permanece a un nivel similar a lo largo de todo el tramo, de 52/48. Como el tramo entre Ypacaraí y Coronel Oviedo, la proporción de tráfico nocturno con respecto al tráfico diurno es levemente significativa. Por lo tanto también es necesario tomar algunas medidas para reforzar la seguridad durante la noche.

La franja de dominio está reservada por aproximadamente 100 metros de ancho aún en las áreas urbanas. Casi no hay factores que signifiquen obstáculos a la capacidad del tráfico en este tramo, y no es difícil conseguir la capacidad para manejar 2.400 vehículos por día. Sin embargo, la alineación vertical de los tramos sobre terreno

ondulado ha sido diseñada sin corregir la topografía natural, y hay tramos donde pendientes pronunciadas bajan la capacidad de la ruta. Es importante por ende prepararse para un aumento del volumen de tráfico en el futuro y reforzar la seguridad de las operaciones de larga distancia de camiones pesados.

En las intersecciones en las ciudades a lo largo de la Ruta 7, el tráfico local se junta con el tráfico interurbano, y el volumen alcanza 1.100 a 1.500. Esto es más de tres veces sobre el volumen en los tramos interurbanos, y muchas localidades urbanas sufren congestión diariamente. Las horas pico en las ciudades son entre las 4:00 y las 5:00 de la tarde, y la tasa promedio entre 5,9% y 6,3%. La proporción de camiones durante las horas pico varía entre 31,8% a 38,7%. Por lo tanto es crítico mejorar esas intersecciones teniendo en cuenta los vehículos de gran escala, los accidentes de tráfico, y el tráfico local diario.

8.7 Nivel de Servicio por Tramo Vial y por Intersección

8.7.1 Nivel de Servicio Actual en la Ruta de Estudio

El nivel de servicio por tramo, aparte de algunos tramos dentro de los límites municipales de las ciudades, es casi razonable. Esto se ve en los resultados de la encuesta sobre tiempo de viaje. Sobre la ruta en cuestión, casi se posibilita el tránsito a más de 60 kph. En algunos tramos dentro de las ciudades es posible transitar entre 50 y 60 kph.

Tampoco es bajo el nivel de servicio en las intersecciones. La mayor circulación de tráfico es obviamente por las Rutas Nacionales 2 y 7, pero el volumen de vehículos que cruzan estas rutas es bastante bajo en comparación con el volumen en el sentido principal. Esto también se ve en los datos obtenidos del conteo de tráfico en las intersecciones.