

Capítulo 14 Plan de Administración del Tráfico

14.1 Problemas Actuales en la Administración del Tráfico

Los siguientes son los problemas actuales en la administración del tráfico:

- Las organizaciones a cargo de planear y hacer cumplir la administración de tráfico no están unidas ni bien coordinadas.
- Hay pocos semáforos para peatones, y aunque hay algunas, no son bien reconocidas por los peatones debido a la mala ubicación de las instalaciones.
- Los tiempos de rojos y amarillos del ciclo de los semáforos son cortos, lo que causa muchos accidentes de tránsito.
- La mayoría de los semáforos son de fases fijas, y no reflejan los cambios en el flujo de tráfico.
- Los ciclos de los semáforos son largos, lo cual disminuye el nivel del servicio.
- En las intersecciones semaforizadas, los espacios para el tráfico de giro a la izquierda no son suficientes, lo que obstaculiza el tráfico directo.
- Las señales verticales de tránsito en las vías no son muy reconocibles debido a la vegetación, y las marcas (señales horizontales) sobre el pavimento no son bien mantenidas. Especialmente en el Micro Centro, donde casi todas las calles son de un sentido, y donde estos carteles y las señales sobre el pavimento son importantes.

14.2 Política Básica para el Plan de Administración del Tráfico

(1) Coordinación entre las Organizaciones

Es deseable que las organizaciones responsables por la preparación de políticas, y por la planificación, la implementación, y la puesta en vigencia de la administración de tráfico se unifiquen. Sería práctico establecer un sistema de coordinación entre las organizaciones. Además de estas funciones, este sistema de coordinación debería incluir las organizaciones responsables de los trabajos de construcción vial y de la administración de transporte público. Los proyectos mutuos deberían estar bien coordinados.

(2) Establecimiento de un Standard de Administración

Se debería implementar contramedidas contra el congestionamiento de tráfico y para la seguridad diaria, tales como la instalación de semáforos y el mejoramiento de las intersecciones. En estos casos, no se deberían llevar a cabo basándose solamente en la experiencia pasada, sino en el desarrollo de instalaciones standard desde el punto de vista de la tecnología de ingeniería y de los datos pasados recolectados.

(3) Establecimiento de un Sistema de Administración Sustentable

El tráfico cambia constantemente, y por lo tanto es necesario monitorear los flujos, aún si las instalaciones de administración de tráfico están instaladas y son operadas en base a las medidas standard de administración, a fin de acompañar los cambios. Para esto, es necesario establecer una sección específica para el monitoreo periódico del flujo de tráfico y de la información, y preparar presupuestos.

14.3 Proyecto de Administración de Tráfico

Los siguientes son los proyectos recomendados para el mejoramiento del procesamiento sin obstáculos y seguro del tráfico:

- **Construcción de dársenas**
En las rutas troncales se construyen dársenas para autobús a fin de reducir la influencia de las maniobras de autobús y asegurar un flujo sin obstáculos del otro tráfico.
- **Instalación de semáforos**
Se debe volver a instalar los semáforos en las intersecciones con gran volumen de tráfico para mejorar la seguridad del tráfico y asegurar la circulación de tráfico sin obstáculos. Además, para controlar el tráfico apropiadamente, se deben agregar más detectores de vehículos en las intersecciones más importantes para recolectar y procesar información sobre el tráfico.
- **Mejoramiento de las señales verticales y de las marcas sobre pavimento**
- **Instalación de paseo central**
Se debe instalar paseos centrales en las intersecciones menores sobre vías troncales para evitar que los vehículos provenientes de calles menores crucen.
- **Ampliación de las Veredas**
Se debe ampliar algunas veredas en el Micro Centro, donde hay muchos peatones.
- **Establecimiento de un Sistema de Monitoreo de Volumen de tráfico**
Se sugiere la creación de un sistema y de una organización para monitorear regularmente el volumen de tráfico, al igual que las estadísticas de población. Esto hará posible formular planes de control de tráfico vial, basados en las condiciones de tráfico y los datos pertinentes.

Cuadro 14-3-1 Lista de Proyectos de Administración de Tráfico

	Número	Nombre	Carriles	Longitud (km)
Transporte Público				
		Dársena de Autobus		
	601	Avenida Artigas	4	4,09
	602	Avenida Mariscal López	4	7,97
	603	Avenida Fernando de la Mora	4	5,86
Control de Tráfico				
	702	Sistema de Semáforo		229
	711	Señalización		
		Avenida Fernando de la Mora	4	5,86
		Paseo Central		
	703	Avenida José Felix Bogado	4	3,65
	704	Avenida Fernando de la Mora	4	5,86
	705	Avenida Mariscal López	4	7,97
	706	Avenida Artigas	4	4,09
	707	Avenida General Santos	4	3,80
	708	Avenida Kubitscheck-Brasilia	4	5,47
	709	Avenida Choferes del Chaco-Sacramento	4	6,18
	710	Avenida San Martín	4	6,41
	701	Peatonal		
		Santa Rosa		0,35

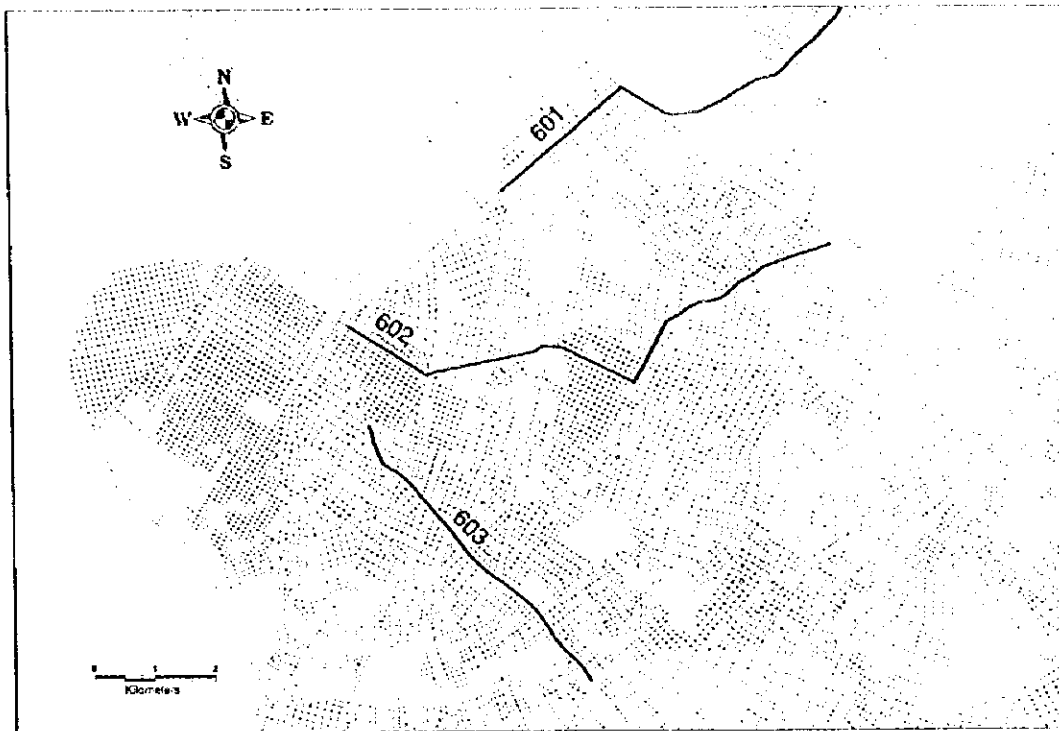


Fig. 14-3-1 Itinerarios para Establecer Dársenas para Autobús

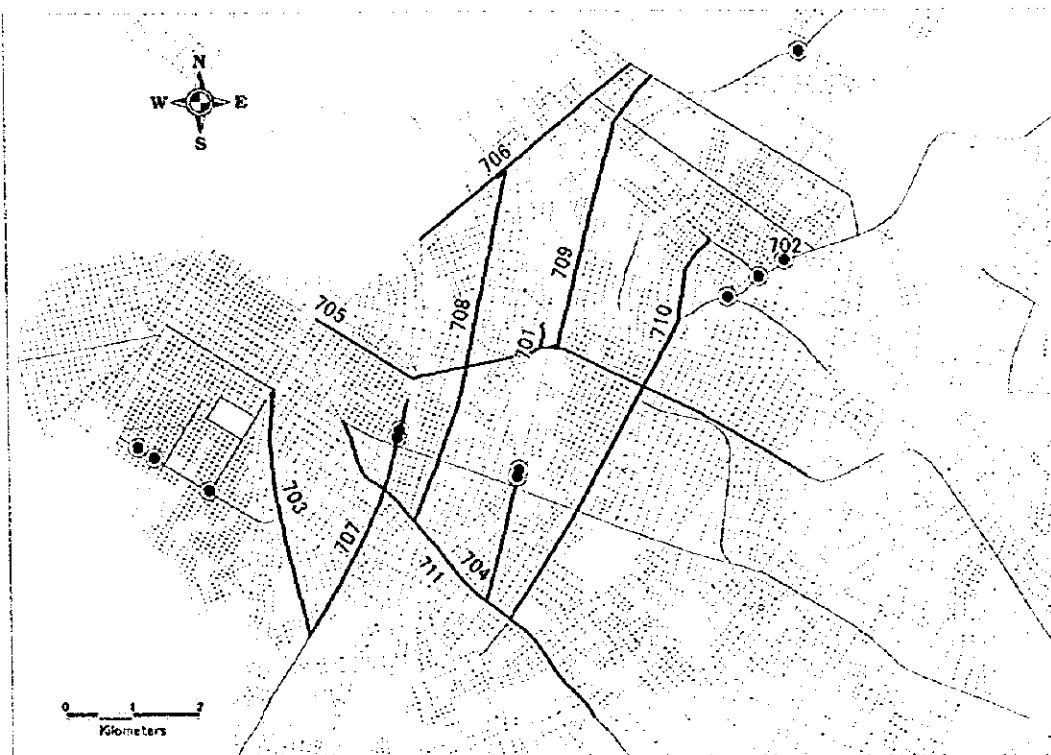


Fig. 14-3-2 Proyectos de Control de Tráfico

14.4 Política de Administración de Tráfico en el Micro Centro

Las condiciones existentes y los problemas de tráfico futuros en el Micro Centro se describen abajo:

- Esta área es el centro de los negocios y los comercios, atrae muchos viajes para el trabajo y para hacer compras. Se espera que el volumen de generación y atracción crezca en 1,6 veces, lo cual hará aún más severa la congestión de tráfico.
- La capacidad actual para estacionamiento en y fuera de la calle es de 10.000. Actualmente, casi el 100% de las instalaciones para estacionamiento sobre la calle, y el 67% de estacionamiento fuera de la calle están en uso, y la capacidad restante es de menos de 2.000. Con un aumento en la generación y atracción en el rango de 1,5 veces, la demanda de estacionamiento crece similarmente a 120.000 vehículos, por lo que habrá falta de lugares de estacionamiento.
- De acuerdo con el estudio de medio ambiente, esta área contiene una alta densidad de NOx. Si la concentración de tráfico continúa, se espera que el medio ambiente empeore.

Por lo tanto, es probable que el Micro Centro necesite restringir la entrada de vehículos. Esta sección hace dos sugerencias. Ellas se basan en las peticiones de los usuarios recogidas en la encuesta de opinión llevada a cabo por el Equipo de Estudio en el Micro Centro (vea la Fig. 14-4-1).

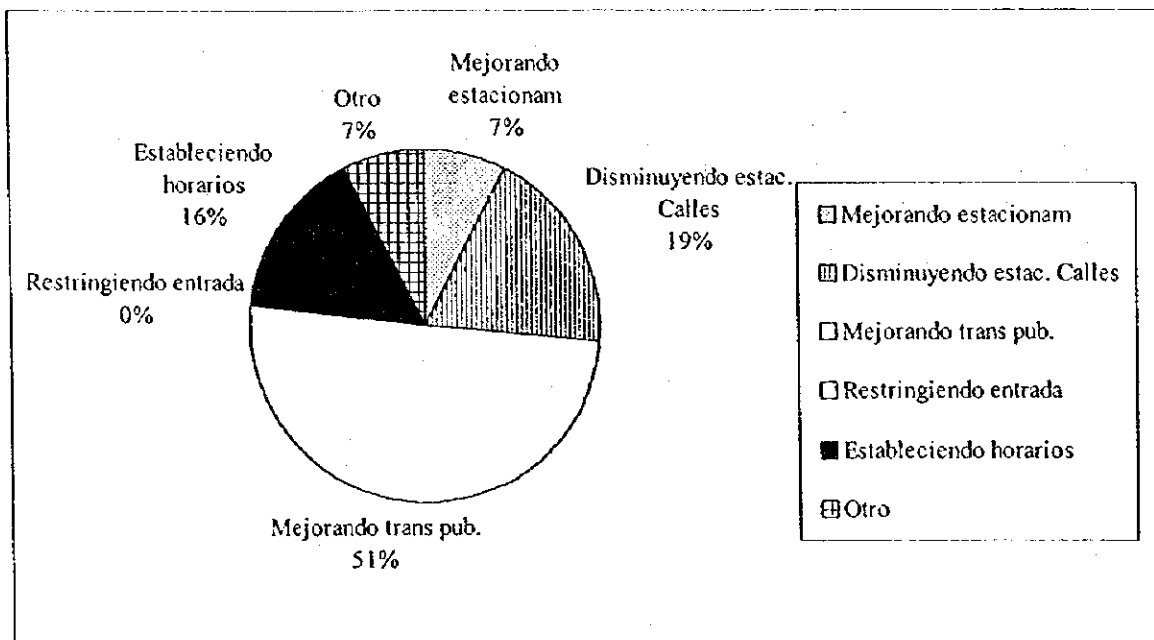


Fig. 14-4-1 Como Mejorar

(1) Restricciones del Tráfico de Afluencia

En el 2015 la cantidad de viajes en vehículos de pasajeros atraídos al Micro Centro será, según lo muestra el Cuadro 14.4.1, 150.000 en total, 81.000 por trabajo. Constituyen el 6,9% y el 3,7% respectivamente del número total de viajes de vehículos en la ciudad.

Durante las horas pico de la mañana y de la noche, se espera un gran volumen de viajes a y de el trabajo, lo que creará una congestión que será empeorada aún más por el estacionamiento sobre la calle. Se predice que el congestionamiento de tráfico empeorará en el 2015.

El Plan Maestro da prioridad al transporte público y trata de mejorar su nivel de servicio. Propone la restricción de vehículos que entren al área de 0,32 km² según se muestra en la Fig. 14-4-2, a fin de ayudar a promover la conversión modal de transporte privado a público, incrementar el flujo sin obstáculos de tráfico, y mantener suficiente espacio para peatones en el Centro. En respuesta al volumen de tráfico, se impondrá la restricción por un periodo de dos horas de las 7:00 a las 9:00 de la mañana.

Cuadro 14-4-1 Viajes de Vehículos al Trabajo en el Micro Centro

Descripción	1998	2005	2015
Viajes/día			
Total de Viajes	2.289.174	3.145.483	4.062.092
Viajes de Vehículos	1.138.960	1.683.781	2.182.261
Viajes de Vehículos al Centro	98.777	123.686	150.284
Viajes de Vehículos al trabajo en Centro	59.733	66.004	80.714
Porcentaje de Viajes Totales (%)			
Viajes de Vehículos	49,8	53,5	53,7
Viajes de Vehículos al Centro	4,3	3,9	3,7
Viajes de Vehículos al trabajo en Centro	2,6	2,1	2,0

Micro-Centro; Zona 4 (Catedral), 9 (Encarnación)



Fig. 14-4-2 Restricciones a la Afluencia de Tráfico al Micro Centro

De acuerdo con la encuesta de opinión de 100 conductores en el Micro Centro, llevada a cabo por el Equipo de Estudio tal como se muestra en la Fig. 14-4-3, el 19% de las personas que respondieron dijeron que se pasarían al transporte público si se introdujera este tipo de restricción.

Hay 81.000 viajes al trabajo en el área de estudio, y el promedio de ocupación es de 1,61 personas/vehículo. Se calcula que el número de vehículos es 50.300. Suponiendo que el 80% de ellos vienen durante el periodo de hora pico, el número sería de 40.240 vehículos. De entre ellos, cerca de 7.650 vehículos se transformarían en pasajeros de autobús. Además, la introducción de una restricción requeriría caminar desde fuera del área. De acuerdo con la encuesta, el 48% de las personas respondieron que ellos caminarían hasta 5 cuadras, y por lo tanto la restricción tendría poco impacto en los peatones.

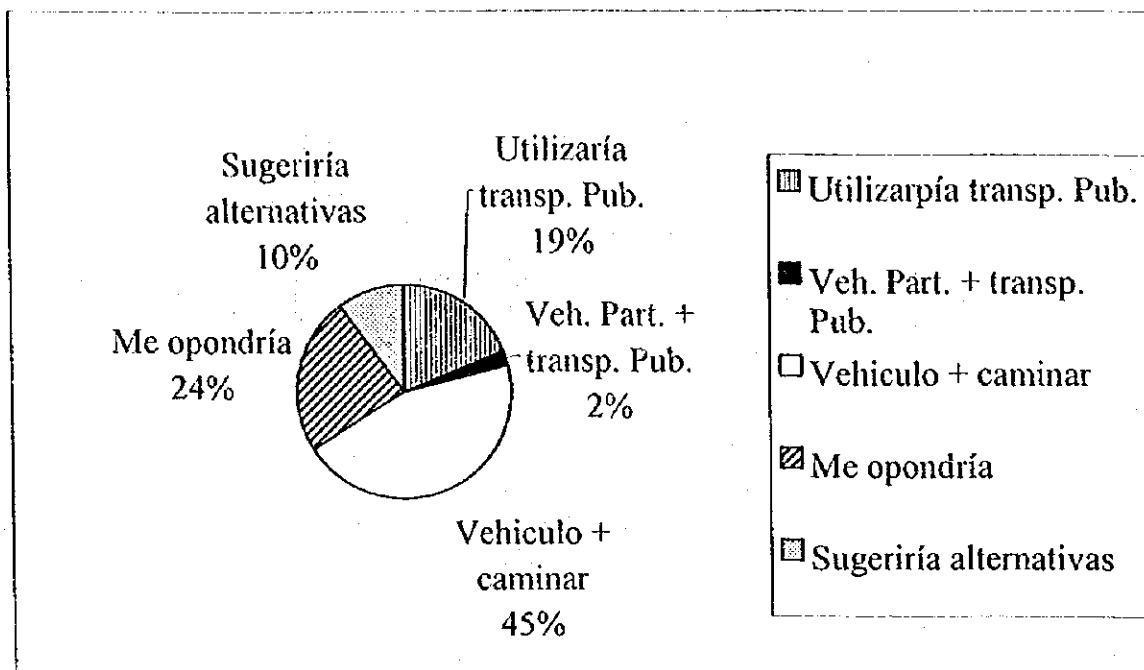


Fig. 14-4-3 Opiniones sobre la Conversión a Transporte Público de los Usuarios de Vehículos Particulares

(2) Restricciones al Estacionamiento

Otra medida de control sobre el uso de autos es una restricción sobre el estacionamiento. Los resultados de la encuesta muestran que el 19% de los usuarios de autos dijeron que la restricción de estacionamiento sobre la calle sería una solución para el congestionamiento.

En el área donde se impondría la restricción de afluencia de tráfico, la capacidad actual de estacionamiento sobre y fuera de la calle es de aproximadamente 2.300 vehículos, y se pronostica una falta de espacio para estacionamiento para el 2015.

De acuerdo con la encuesta, así como se muestra en la Fig. 14-4-4, el 50% de las personas que respondieron dijeron que usarían el transporte público si la tarifa de estacionamiento aumentara del nivel actual de Gs. 1350 por hora a Gs. 3000. Esto indica que un aumento en la tarifa por estacionamiento sería una medida efectiva para reducir la demanda por uso de vehículos privados. Si se tomara esta medida en el área de estudio, cerca de 56.000 viajes se convertirían en viajes por autobús para el 2015, o cerca de 17.000 vehículos serían puestos fuera del área.

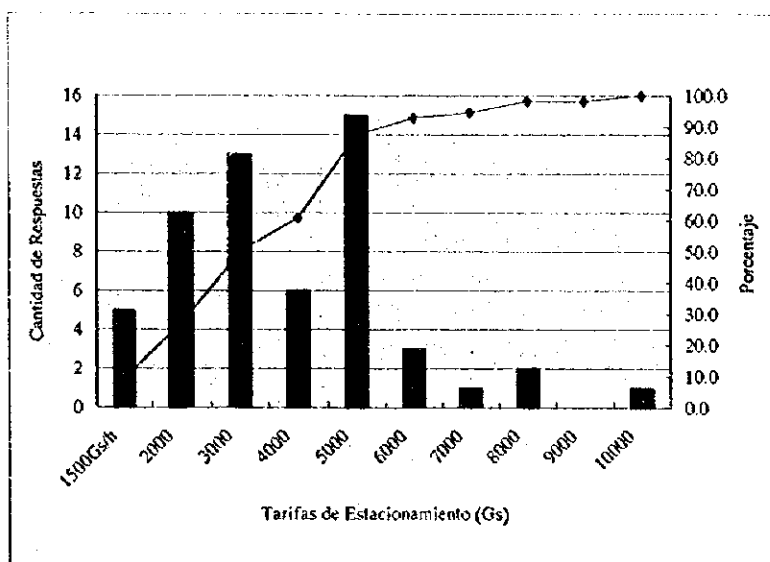


Fig. 14-4-4 Conversión a uso de Autobús como resultado de Aumento de Tarifa de Estacionamiento sobre la Calle

14.5 Costo Estimado

14.5.1 Determinación de Costo Unitario por Costo Estimado

Los costos unitarios utilizados para el costo estimado de los siguientes proyectos, los cuales están incluidos en el Plan Maestro con un año tope en el 2015 y los proyectos de mayor prioridad para el Estudio de Factibilidad con año tope para el 2005, han sido determinados:

- Construcción de dársenas para autobuses
- Instalación de semáforos
- Instalaciones relacionadas a la operación del tráfico (ensanchamiento de aceras, señalización del pavimento, instalación de señales verticales y semáforos, y cierre de paseos centrales)

(1) Construcción de dársenas para autobuses

1) Construcción de Nuevas Dársenas

Se sugiere la construcción de dársenas de autobuses con un intervalo de 500m a lo largo de las vías troncales y se calcula el costo unitario de construcción de una dársena. Para cada dársena son consideradas las siguientes especificaciones:

- Ancho de dársena: 2,5m
- Longitud de carril de disminución de velocidad: 20m
- Longitud de carril de aceleración: 25m
- Cantidad de autobuses parados: 3 autobuses al mismo tiempo
- Espacio ocupado por un autobús: 15m

Como resultado, se necesita un área pavimentada de 282m²
Entonces, la construcción de cada unidad es calculada utilizando el costo unitario de trabajos de

pavimentación (US\$33/m²) luego:

$$282\text{m}^2 \times \text{US}\$33/\text{m}^2 = \text{US}\$9.000$$

2) Construcción de Nuevas Dársenas a lo largo de la ruta troncal de autobuses

En las paradas de los servicios de autobuses articulados (autobuses expresos), se considera también la construcción de dársenas junto con un puente para peatones. El intervalo entre cada construcción de este tipo de dársena debe ser de 1,5 km. Por lo tanto, este tipo de dársenas (a ambos lados) será necesario en 8 lugares y 6 lugares para toda la extensión de la Av. E. Ayala (10,99 km) y de la Av. Mcal López (8,4 km), respectivamente. Se agregan puentes peatonales con un costo de US\$40.000 (obtenidos del AGA) al costo de construcción unitario de una dársena ordinaria mencionado arriba. Luego el costo unitario está estimado en US\$ 58.000.

(2) Costo Unitario de Instalación de Semáforos

El costo estimado de instalación de semáforos está basado en el resultado del Estudio de Factibilidad del año 1988 para instalación de los mismos en el Centro. El costo financiero directo para la instalación fue calculado en Gs.1.080 millones y el costo total del proyecto incluyendo costo indirecto es como sigue:

$$\text{Gs.1.080 millones} \times 1,59 \text{ (tasa de costo indirecto)} = \text{Gs.1.717 millones}$$

$$\text{Gs.1.717 millones} / \text{Gs.850/US}\$1 = \text{US}\$2,02 \text{ millones}$$

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

$$\text{US}\$2,02 \text{ millones} \times \text{Gs.850/Gs.3.000} = \text{US}\$572.000$$

Como la cantidad total de instalación de semáforos en el Estudio de Factibilidad es de 51 puntos, entonces se calcula que el costo de cada semáforo para las intersecciones es de US\$ 11.216. En este Estudio, sugerimos que solamente los semáforos no sincronizados sean cambiados y la cantidad total de nuevos semáforos a ser instalados en las intersecciones es de 118.

(3) Costo Unitario de Instalación de Instalaciones relacionadas con la Operación del Tránsito (ensanchamiento de aceras, señalización del pavimento, semáforos y cierre de paseos centrales)

1) Costo Unitario e Instalación de Señales Verticales y Marcas del Pavimento

Según el informe del "Estudio de Factibilidad del año 1988", se recomendó efectuar señalizaciones del pavimento (marcado de cruces tipo cebra, líneas de detención, carriles para disminuir velocidad, etc.) y señales verticales en el Centro. Por lo tanto, el costo unitario de señalización del pavimento y la instalación de señales verticales está calculado basado en dicho informe.

El costo financiero directo para estas mejoras fue calculado en Gs. 73 millones y el costo total del proyecto, incluyendo costo indirecto es como sigue:

$$\text{Gs. 73 millones} \times 1,59 \text{ (tasa de costo indirecto)} = \text{Gs. 116 millones}$$

Gs. 116 millones / Gs. 850/US\$1 = US\$140 mil

Para estimar el costo unitario en el precio del año 1999, fue considerado la devaluación del Guaraní (US\$1=Gs.850 en 1988 y US\$1=Gs.3.000 en 1999) y el costo total estimado es de:

$US\$140.000 \times Gs. 850/Gs. 3.000 = US\40.000

Como en este Estudio de Factibilidad fueron recomendados 25 locales para la instalación de estos servicios, el costo unitario para las instalaciones es de US\$1600 por cada local.

En este Estudio, se propone la instalación de señales verticales y marcado de señalización del pavimento en 59 locales, asumiendo que los intervalos de distancia en las intersecciones a lo largo de la Av. Fernando de la Mora son de 100m, para toda la extensión de 5,86 km. Como resultado, el costo total de las instalaciones es de:

$US\$1600 \times 59 = US\$94,4$ en miles

2) Costo Unitario para Cierre de Paseos Centrales

A fin de asegurar la suavización del flujo de tráfico para prevenir accidentes, proponemos el cierre de los paseos centrales, colocando solamente una abertura cada un kilómetro. Referente a esto, se propone cerrar 9 de los 10 paseos centrales, asumiendo que la longitud de cada cuadra es de 100m. Considerando el ancho de la calzada, se asume que la longitud de las aberturas en los paseos centrales es de 10m, y la longitud total de los paseos centrales propuesta a cerrar es de 90m por kilómetro.

En este Estudio, adoptamos el costo unitario de construcción de veredas como costo unitario para el cierre de paseos centrales. En el "Informe del Estudio de Factibilidad del año 1988", el costo total para la construcción de veredas de 2,0m de ancho por 1,650m en las calles 15 de Agosto 550m, Chile 550m, y Yegros era de Gs. 556 millones. Por lo tanto, el precio unitario por metro para la construcción de veredas es de Gs. 337.000. Como es necesario cerrar 90m de paseos centrales por kilómetro, el costo unitario es como sigue:

Gs. 30,33 millones = US\$36.000 (al precio de 1988)

A fin de calcular el costo unitario para 1999, consideramos la devaluación del Guaraní (US\$1=Gs.850 en 1988 y US\$1=Gs.3.000 en 1999) y el costo unitario para 1999 es de:

$US\$36 \text{ mil} \times Gs.850/Gs.3.000 = US\$10,2 \text{ mil}$

3) Costo Unitario de Ensanchamiento de Veredas

Basado en el costo unitario de la clausura de paseos centrales, el costo unitario para el ensanchamiento de veredas en ambos lados es de US\$20,4 mil por kilómetro.

(4) Recapitulación

Basado en lo mencionado más arriba, el costo unitario de cada proyecto para la administración del tráfico está resumido en el Cuadro 14-5-1.

Cuadro 14-5-1 Resumen de Costo Unitario

No	Item	Sub Item	Unidades	Costo(1000\$)/ 1	Nota
1	Dársenas	Dársena(normal)	Número	9	Construcción nueva
		Dársena (Vía p/ Autobuses articulados)	Número	58	
2	Semáforos		Número	11	Por 1 intersección
3	Administración del Tránsito	1)Veredas	Km.	21	
		2)Pintado de Vías/Señalización	Número	1.6	
		3)Reserva de Cierre	Km.	10	

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

Capítulo 15 Plan Maestro de Transporte Urbano

15.1 Política de Formulación del Plan maestro

15.1.1 Respuesta a la Futura Demanda de Tráfico

Será difícil acomodar la demanda de tráfico del año 2015 si las redes viales y de autobuses actuales permanecen inalteradas sin ninguna medida de mejoramiento. La Fig. 15-1-1 muestra las condiciones de tráfico en el 2015 en caso de no hacer nada. El porcentaje de congestionamiento (Volumen / Proporción de Capacidad: V/C) excederá el límite permitido de 1,5 en casi todas las vías troncales radiales, donde la velocidad de viaje durante las horas pico descenderá por debajo de los 5 km/h.

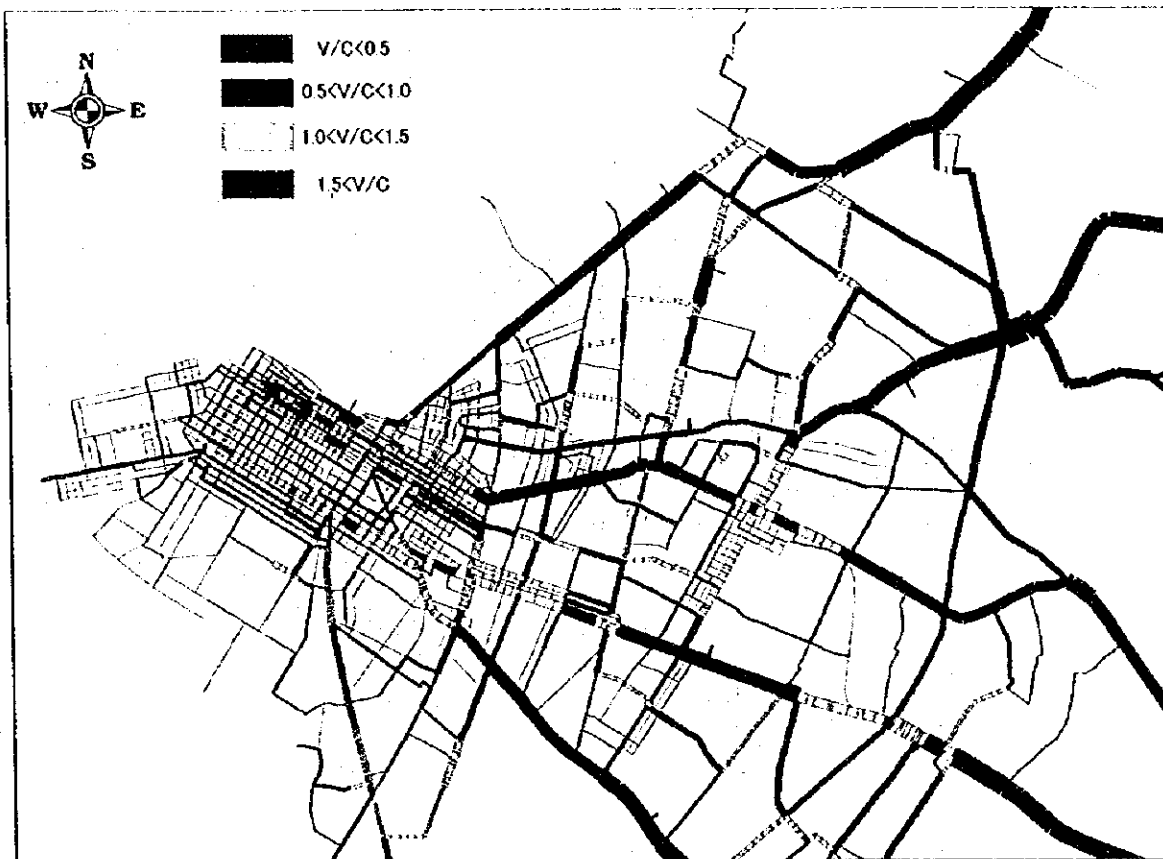


Fig. 15-1-1 Flujo de tráfico en el 2015 en Caso de No Hacer Nada

Cuadro 15-1-1 Congestionamiento en las Intersecciones Principales

Secciones	Capacidad Vial	Número de Vehículos en Circulación			Congestionamiento	Déficit de Capacidad
		Bus	Auto	Total		
1: Artigas – Gugelicht	73.800	13.068	106.195	119.263	1,616	-45.463
2: Chaves - 25 de Mayo	147.600	18.657	198.172	216.829	1,469	-69.229
3: T.S. Mongelos - E. Ayala	113.130	29.700	105.209	134.909	1,193	-21.779
4: Fdo. de la Mora - M. Ravasco	45.270	11.448	65.073	76.521	1,690	-31.251
5: Bruno Guggiari – Peron	115.110	11.259	88.516	99.775	0,867	15.335
Total	494.910	84.132	563.165	647.297	1,453	-201.878

15.1.2 Respuesta a la Formulación de Redes de Transporte Globales

La reciente tendencia a una rápida motorización es posible gracias al desarrollo de la economía del Paraguay y a la capacidad vial que fuera construida a lo largo del tiempo. Sin embargo, ahora que parece haberse alcanzado un punto de saturación, es físicamente difícil continuar esta tendencia de aumento en el uso de vehículos privados. Es más, a fin de aumentar la eficiencia, es necesario hacer un uso efectivo del transporte público. En otras palabras, es imperativo cambiar la política reactiva actual de transporte hacia un planteamiento proactivo donde las demandas de tráfico sean manejadas estratégicamente. Se necesitan políticas de planificación estratégica para lograr proporciones modales adecuadas de vehículos privados y de transporte público.

El sistema actual de autobuses sirve a más pasajeros que los proyectados en el Plan Maestro de 1986, pero no ha podido detener el uso en aumento de vehículos privados. Por ello, este Estudio propone servicios atractivos de transporte público que puedan motivar la conversión modal de auto a autobús, y recomienda medidas de administración para frenar el uso de vehículos privados.

Como se mencionó en el Capítulo 12, el sistema de Bus Troncal sobre la Av. E. Ayala no podrá satisfacer la demanda en aumento en el año 2020, y por ello se debe pensar en un sistema de transporte de mayor escala como medio alternativo, tal como el LRT (ferrocarril liviano).

15.1.3 Mantenimiento del Nivel de Servicio Actual

Uno de los objetivos de este Estudio es mantener el nivel actual del servicio de transporte en el 2015, el año meta del plan básico, implementando medidas para mejorar las instalaciones viales y del tráfico. En otras palabras, el objetivo de este plan básico es mantener el nivel de velocidad actual tanto del transporte público (25km/h) como de los vehículos privados (30km/h).

15.2 Formulación de Alternativas del Plan Maestro

Este Plan Maestro propone dos alternativas, dependiendo del tipo de proporción modal que se tiene en mente para manejar los flujos de tráfico radial, los cuales son el sentido de flujo principal en el Área Metropolitana de Asunción.

- **Alternativa de Prioridad de Auto:** el volumen pronosticado de vehículos privados de pasajeros será manejado por medio de mejoramientos y construcciones viales, basados en los cálculos de proporción modal de la línea de tendencia.
- **Alternativa de Prioridad de Transporte Público:** la conversión modal de auto a autobús será motivada rigurosamente introduciendo el sistema de Bus Troncal sobre la Av. E. Ayala, implementando políticas de estacionamiento en el Centro, e instalando carriles exclusivos para autobuses sobre tres vías troncales radiales con más de cuatro carriles: la Av. Artigas, Av. Mcal. López, y Av. Fernando de la Mora.

Cuadro 15-2-1 Alternativas del Plan Maestro

	Prioridad de Auto	Prioridad de Transporte Público	Observaciones
Extensión de la Av. España	○	x	
Vía de circunvalación sobre la Av. España	○	x	50,300 veh/día
6 carriles sobre la Av. E. Ayala	○	○ (mejoramiento de los autobuses)	2 carriles centrales son para uso exclusivo de los autobuses en prioridad de transporte público
Bus Troncal sobre la Av. E. Ayala	x	○	
Carriles exclusivos para autobuses sobre las vías troncales principales	x	○	Av. Artigas, Av. Mcal López, Av. Fdo. de la Mora
Política de estacionamiento en el Centro	x	○	Aumento de la tarifa de estacionamiento

15.3 Evaluación Económica del Plan Maestro

15.3.1 Metodología de Evaluación y Presunciones

En esta sección, los proyectos del Plan maestro serán evaluados desde un punto de vista económico, siguiendo un análisis costo – beneficio. La Fig. 15-3-1 muestra el procedimiento para medir y compara los costos y beneficios de los proyectos en cuanto al precio económico.

El costo económico es una expresión monetaria de los productos y servicios que son consumidos para la implementación de un proyecto. Luego, todos los costos de transferencia (impuestos y subsidios) serán deducidos de los costos medidos en el precio de mercado. Además, se aplican las tasas de salario sombra (TSS) a los costos de mano de obra no calificada incluidos en el proyecto. El mismo proceso usado para calcular los beneficios económicos se usa para calcular los costos unitarios de operación de vehículo, excluyendo todos los impuestos y aplicando la TSS al costo de mano de obra de los mecánicos y del personal.

El plan de implementación está preacondicionado para identificar el año en que los costos del proyecto se generan o en que los beneficios comienzan a acumularse. Por lo tanto, los resultados de la evaluación se verán afectados por cualquier cambio en el plan de implementación.

Se define el beneficio económico como el monto ahorrado en costos de viaje debido al proyecto. Los costos de viaje consisten en dos componentes: el costo de operación de vehículo (COV) y el costo de tiempo de viaje (CTV). Estos son los beneficios más directos y comparativamente más fáciles de cuantificar. Es obvio que existen otros beneficios, tales como el mejoramiento de la seguridad, la inducción del desarrollo urbano, y la mitigación del congestionamiento de tráfico. En este estudio de factibilidad, ese tipo de beneficios es difícil de medir y por lo tanto se los excluye a fin de evitar una evaluación arbitraria.

Los beneficios del proyecto se miden a través de la comparación llamada “con” y “sin”. Usando los resultados de la asignación de tráfico a una red con el proyecto en cuestión y también a la misma red pero sin el proyecto, se calculan el COV y el CTV totales de cada caso. Y luego, el beneficio se toma como la diferencia entre los casos “con” y “sin”.

Los beneficios del proyecto se miden a través de la comparación llamada “con” y “sin”. Usando los resultados de la asignación de tráfico a una red con el proyecto en cuestión y también a la misma red pero sin el proyecto, se calculan el COV y el CTV totales de cada caso. Y luego, el beneficio se toma como la diferencia entre los casos “con” y “sin”.

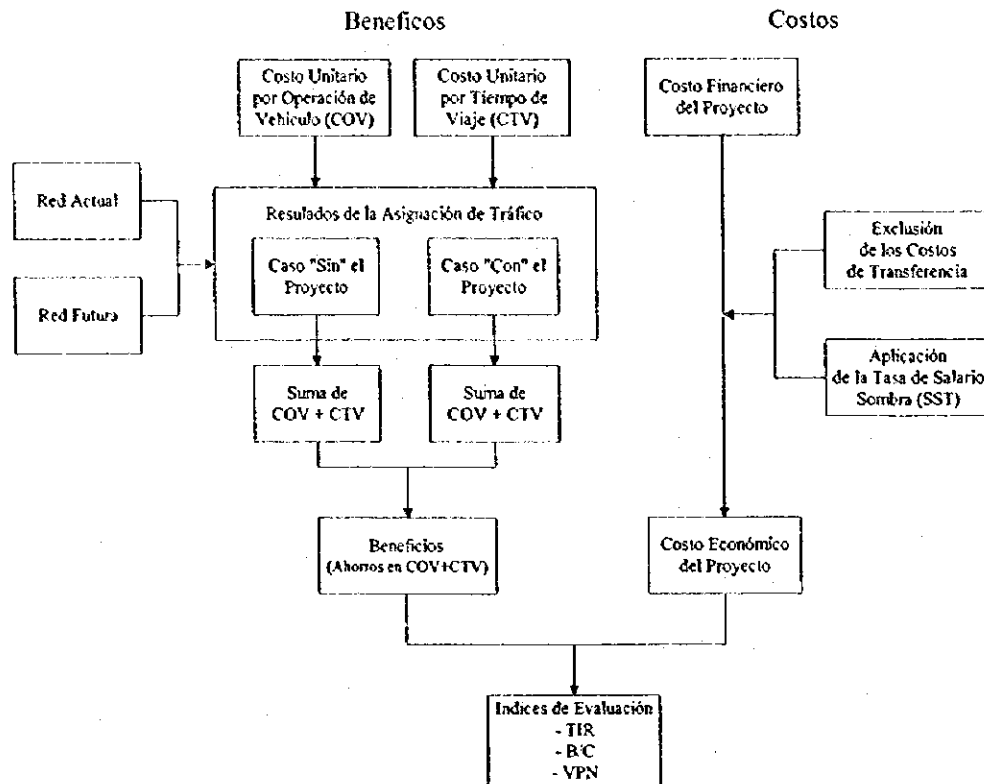


Fig. 15-3-1 Flujo de Trabajo para la Evaluación Económica

El costo económico y el beneficio se comparan a través de un análisis de flujo de caja de descuento. La tasa de descuento (DR) es del 12%, la cual se usa ampliamente en el Paraguay como tasa de interés económico. La misma tasa se usa en el cálculo del costo de oportunidad de capital del COV. La tasa interna de retorno (TIR) la proporción beneficio/costo (B/C), y el valor presente neto (VPN) se calculan como indicadores de la evaluación. Los mismos se definen como sigue:

- Tasa interna de retorno (TIR): satisfactorio:

$$\sum \frac{B_n}{(1+r)^n} = \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

- Valor presente neto (VPN):

$$\sum \frac{B_n - C_n}{(1+DR)^n}$$

- Proporción beneficio/costo (B/C):

$$\sum \frac{B_n}{(1+DR)^n} \div \sum \frac{C_n}{(1+DR)^n}$$

El flujo de caja proforma del proyecto a ser evaluado se prepara para el periodo desde el 2000 hasta el 2015. Aunque el periodo de vida útil de un proyecto de infraestructura es de 50 a 60 años, se asume que la vida útil es de 15 años, tomando en cuenta el rápido crecimiento urbano futuro y los cambios de las condiciones socioeconómicas. Entonces, cada inversión no se deprecia completamente dentro del periodo analítico hasta el 2015. Por lo tanto, se calcula el valor residual de cada proyecto en el 2016 y se agrega a la serie de beneficios.

15.3.2 Estimación del Costo de Operación de Vehículo

El costo de operación de vehículo (COV) es una de las fuentes principales de beneficio económico. El costo de operación de vehículo por distancia unitaria se calcula por tipo de vehículo, tales como auto de pasajeros, camión liviano, camión pesado, autobús, y autobús troncal. Este último no existe actualmente en el Paraguay, pero se le ha agregado a este proyecto para ver la factibilidad del proyecto propuesto.

El COV está compuesto de los siguientes componentes:

- (a) Costo del combustible
- (b) Costo del aceite
- (c) Costo de los neumáticos
- (d) Costo de Reparación
- (e) Costo de depreciación
- (f) Costo de oportunidad de capital
- (g) Costo de personal y de administración

En el Paraguay, el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) ha estado actualizando periódicamente los datos de COV a fin de usarlos como información para el Modelo HDM el cual es desarrollado por el Banco Mundial para la valoración de los proyectos de desarrollo y mantenimiento vial. Los cálculos de COV en este Estudio dependen de la información básica y de las presunciones de los datos del MOPC.

El Modelo HDM se aplica en su mayoría a los proyectos viales intermunicipales o interregionales donde un factor clave que afecta el COV son las condiciones de la superficie vial, especialmente en lo que se refiere a la rugosidad de la superficie. Por otro lado, la unidad de COV necesaria para este proyecto es aquella aplicable a los caminos rurales pavimentados en su mayoría y donde el factor clave no es la rugosidad sino la velocidad de la operación. Por lo tanto, la unidad COV de cada componente desde (a) hasta (e) se expresa como una función de la velocidad de operación (viaje). Una parte del ítem (e) y los otros (ítems (f) y (g)) no son directamente afectados por la velocidad de operación, sino por el tiempo de viaje.

Los costos unitarios de cada ítem se calculan al precio del mercado y luego se convierten en costo económico. El COV varía según las condiciones de la superficie vial. Sin embargo, los COV unitarios son investigados solamente para vías pavimentadas, porque las vías examinadas en este Estudio pertenecen mayormente al área urbana de Asunción y ya están pavimentadas.

(1) Características de los Vehículos Representativos

Aunque hay muchos vehículos de diferentes marcas y modelos actualmente circulando por Asunción, y aunque el COV varía según la marca y el modelo, y también cambia de acuerdo con la antigüedad del vehículo, se han seleccionado varios modelos populares como vehículos

representativos y se estudió su COV y se agregó sacando un promedio. El costo económico de cada vehículo representativo es el precio de mercado menos los impuestos.

El Cuadro 15-3-1 muestra los costos promedio y las características del tipo de neumáticos, tipo de combustible, distancia de operación, y horas.

Cuadro 15-3-1 Características de los Vehículos Representativos

		Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
1	Modelo Representativo	VW-1800	M.B.1318	Troncal Expreso (Curitiba)	Toyota Hilux	M.B. 710/37
2	Precio(Gs)					
	(1) Financiero	25.365.000	199.256.340	851.724.000	66.634.000	114.366.600
	(2) Económico	23.061.000	174.421.618	741.000.000	53.209.500	99.518.973
3	No. De neumáticos	4	6	10	4	6
4	Tipo de Combustible	Nafta común	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
5	Operación Anual (km)	20.000	60.000	90.000	40.000	75.000
6	Velocidad Promedio	25	20	30	25	25
7	Horas de Uso Anual	800	3.000	3.000	1.600	3.000

(2) Costo del Combustible

Básicamente, se usan tres tipos de combustibles en el Paraguay, nafta común, nafta super, y gasoil. El precio al por menor de la nafta común es de Gs. 1.200 por litro. Deduciendo el monto de impuesto del precio financiero, se calcula que el precio económico de la nafta común es de Gs. 660 por litro. De la misma forma, el precio económico de la nafta super es de Gs. 700, y del gasoil es Gs. 639.

El Cuadro 15-3-2 muestra la composición del consumo de combustible por tipo de vehículo, el cual se ha calculado usando los datos del MOPC y datos de una encuesta llevada a cabo en los surtidores más importantes de Asunción. Promediando los precios del combustible evaluado en estos porcentajes de consumo, se ha calculado el costo de combustible de cada vehículo tal como se indica en el Cuadro.

Cuadro 15-3-2 Composición del Tipo de Combustible y Promedio del Costo de Combustible por Tipo de Vehículo

Tipo de combustible	(% , Gs./litro)				
	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Nafta común	50				
Nafta super	20			20	
Diesel	30	100	100	80	100
Total	100	100	100	100	100
Promedio costo financiero (Gs/litro)	1.084,0	680,0	680,0	824,0	680,0
Promedio costo económico (Gs/litro)	661,6	638,6	638,6	650,9	638,6

El porcentaje de consumo de combustible por vehículo varía de acuerdo con la velocidad de circulación. La velocidad más económica es de 45 a 50 km/h para los autos de pasajeros, y 50 a 60 km/h para vehículos medianos y pesados. El Cuadro 15-3-3 muestra datos relacionados con el porcentaje de consumo de combustible pro velocidad de circulación y los costos de combustible/km por tipo de vehículo.

Cuadro 15-3-3 Porcentaje de Consumo de Combustible y Costo por Tipo de Vehículo

	Velocidad de Operación (Km/h)	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Tasa de consumo De combustible (Litro/1000Km)	5	212,6	672,7	1.210,9	605,2	1.210,4
	10	138,6	430,4	774,7	387,3	774,5
	20	100,2	311,2	560,2	280,0	560,0
	30	87,0	284,2	511,6	235,0	412,0
	40	80,2	264,5	476,1	225,0	342,0
	50	78,4	284,2	511,6	220,0	314,0
	60	81,0	326,1	587,0	225,0	303,0
	70	85,7	380,9	685,6	230,0	314,0
	80	92,7	438,1	788,6	250,0	340,0
	90	102,4	483,9	871,0	276,2	375,6
Costo financiero Del combustible (Gs/1000km)	5	230.458,4	457.436,0	823.384,8	498.684,8	823.072,0
	10	150.242,4	292.672,0	526.809,6	319.135,2	526.660,0
	20	108.616,8	211.616,0	380.908,8	230.720,0	380.800,0
	30	94.308,0	193.256,0	347.860,8	193.640,0	280.160,0
	40	86.936,8	179.860,0	323.748,0	185.400,0	232.560,0
	50	84.985,6	193.256,0	347.860,8	181.280,0	213.520,0
	60	87.804,0	221.748,0	399.146,4	185.400,0	206.040,0
	70	92.898,8	259.012,0	466.221,6	189.520,0	213.520,0
	80	100.486,8	297.908,0	536.234,4	206.000,0	231.200,0
	90	111.001,6	329.052,0	592.293,6	227.588,8	255.408,0
Costo económico Del combustible (Gs/1000km)	5	140.656,2	429.586,2	773.255,2	393.924,7	772.961,4
	10	91.697,8	274.853,4	494.736,2	252.093,6	494.595,7
	20	66.292,3	198.732,3	357.718,2	182.252,0	357.616,0
	30	57.559,2	181.490,1	326.682,2	152.961,5	263.103,2
	40	53.060,3	168.909,7	304.037,5	146.452,5	218.401,2
	50	51.869,4	181.490,1	326.682,2	143.198,0	200.520,4
	60	53.589,6	208.247,5	374.845,4	146.452,5	193.495,8
	70	56.699,1	243.242,7	437.836,9	149.707,0	200.520,4
	80	61.330,3	279.770,7	503.587,2	162.725,0	217.124,0
	90	67.747,8	309.018,5	556.233,4	179.778,6	239.858,2

(3) Costo del Aceite

El precio al por menor del aceite lubricante para autos de pasajeros es de Gs. 7.404 por litro. Después de deducir los impuestos, el costo económico es de Gs. 6.100 por litro, y para los vehículos pesados es de Gs. 6.379 y Gs. 5.255 respectivamente. De acuerdo con los datos experimentales generales, la relación entre el consumo de aceite y la velocidad de circulación se muestra en el Cuadro 15-3-4. A partir de esta información, se puede calcular el costo económico del aceite por velocidad de circulación.

Cuadro 15-3-4 Porcentaje de Consumo de Aceite y Costo por Tipo de Vehículo

	Velocidad (Km/h)	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Fasa de consumo	5	3,48	8,01	16,02	6,86	8,01
De aceite	10	2,24	5,14	10,28	4,40	5,14
Litro/1000 km)	20	1,54	3,53	7,06	3,03	3,54
	30	1,27	2,92	5,84	2,50	2,92
	40	1,13	2,68	5,36	2,22	2,68
	50	1,10	2,58	5,16	2,08	2,58
	60	1,09	2,36	4,72	1,80	2,36
	70	1,07	2,14	4,28	1,68	2,14
	80	1,00	1,87	3,74	1,52	1,87
	90	0,90	1,68	3,36	1,37	1,68
Costo financiero	5	25.765,9	51.095,8	102.191,6	43.759,9	51.095,8
Del aceite	10	16.585,0	32.788,1	65.576,1	28.067,6	32.788,1
(Gs/1000km)	20	11.402,2	22.517,9	45.035,7	19.328,4	22.581,7
	30	9.403,1	18.626,7	37.253,4	15.947,5	18.626,7
	40	8.366,5	17.095,7	34.191,4	14.161,4	17.095,7
	50	8.144,4	16.457,8	32.915,6	13.268,3	16.457,8
	60	8.070,4	15.054,4	30.108,9	11.482,2	15.054,4
	70	7.922,3	13.651,1	27.302,1	10.716,7	13.651,1
	80	7.404,0	11.928,7	23.857,5	9.696,1	11.928,7
	90	6.663,6	10.716,7	21.433,4	8.739,2	10.716,7
Costo económico	5	21.228,0	42.092,6	84.185,1	36.049,3	42.092,6
Del aceite	10	13.664,0	27.010,7	54.021,4	23.122,0	27.010,7
(Gs/1000km)	20	9.394,0	18.550,2	37.100,3	15.922,7	18.602,7
	30	7.747,0	15.344,6	30.689,2	13.137,5	15.344,6
	40	6.893,0	14.083,4	28.166,8	11.666,1	14.083,4
	50	6.710,0	13.557,9	27.115,8	10.930,4	13.557,9
	60	6.649,0	12.401,8	24.803,6	9.459,0	12.401,8
	70	6.527,0	11.245,7	22.491,4	8.828,4	11.245,7
	80	6.100,0	9.826,9	19.653,7	7.987,6	9.826,9
	90	5.490,0	8.828,4	17.656,8	7.199,4	8.828,4

(4) Costo de los Neumáticos

El Cuadro 15-3-5 presenta el tipo de neumático, el precio del mercado, y el precio económico por tipo de vehículo, para nuevos y usados. Bajo la condición de velocidad promedio de 35 millas/h (56 km/h) sobre vías pavimentadas, se puede asumir que la vida útil promedio de los neumáticos es 40.000 km para auto de pasajeros, y 80.000 km para vehículos pesados.

Por ello, los porcentajes de consumo de neumáticos por 1.000 km son 2,5% y 1,3%, respectivamente. Por otro lado, es sabido empíricamente que este porcentaje de consumo aumenta cuando la velocidad de circulación sube. Un informe del IBRD ("Cuantificación de Ahorros de Usuarios Viales", IBRD, Informe Ocasional N° 2, 1966) muestra la relación tal como se ve en el Cuadro 15.3.6. Basado en esta información, se puede obtener el costo de neumático por km como se muestra en la misma Cuadro.

Como hay un número significativo de vehículos con neumáticos usados, los mismos se incluyen en el análisis. El precio económico de tales neumáticos es aproximadamente Gs.

155.000 para autos de pasajeros, y Gs. 576.000 para camiones pesados. Hay una diferencia notable entre el precio de neumáticos nuevos y usados. De acuerdo con el MOPC, tal como se puede ver en el Cuadro 15-3-5, la mayoría de los vehículos de todos los tipos usan neumáticos reparados. Por lo tanto, los costos de neumático por 1.000 km mostrados en el Cuadro 15-3-6 valen para ambos tipos al usar un promedio de acuerdo con el porcentaje de vehículos que usa neumáticos reparados.

Cuadro 15-3-5 Costo Financiero y Económico de los Neumáticos

Item	Unidad	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Numero de cubiertas		4	6	10	4	6
Cubiertas Nuevas						
Costo Fin.	(Gs)	421.800	4.531.500	7.552.500	1.173.400	2.154.600
Costo Econ.	(Gs)	276.280	2.971.068	4.951.780	769.652	1.413.834
Vida Util (km)		40.000	80.000	80.000	60.000	80.000
Tasa de consumo de cubiertas	(%/1000km)	2,5%	1,3%	1,3%	1,7%	1,3%
Cubiertas Recauchutadas						
Costo Fin.		157.004	1.643.400	2.739.000	422.400	633.600
Costo Econ.		155.428	1.494.000	2.490.000	384.000	576.000
Vida Util (km)	(km)	20.000	40.000	40.000	30.000	40.000
Tasa de consumo de cubiertas	(%/1000km)	5,0%	2,5%	2,5%	3,3%	2,5%
Porcentaje de utilización de cubierta recauchutada		56%	59%	59%	63%	56%

Cuadro 15-3-6 Porcentaje de Consumo de Neumáticos y Costo por Tipo de Vehículo

	Velocidad (Km/h)	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Indices de consumo de Cubiertas (56km/h =100)	5	53	53	53	53	53
	10	56	56	56	56	56
	20	60	60	60	60	60
	30	67	67	67	67	67
	40	78	78	78	78	78
	50	92	92	92	92	92
	56	100	100	100	100	100
	60	107	107	107	107	107
	70	125	125	125	125	125
	80	151	151	151	151	151
	90	180	180	180	180	180
Costo financiero de Cubiertas (Gs/1000km)	5	4.789,0	25.156,0	41.926,6	8.536,4	10.982,0
	10	5.060,1	26.579,9	44.299,8	9.019,6	11.603,6
	20	5.421,5	28.478,5	47.464,1	9.663,8	12.432,4
	30	6.054,1	31.800,9	53.001,6	10.791,3	13.882,9
	40	7.048,0	37.022,0	61.703,3	12.563,0	16.162,1
	50	8.313,0	43.667,0	72.778,3	14.817,9	19.063,0
	56	9.035,9	47.464,1	79.106,8	16.106,4	20.720,7
	60	9.668,4	50.786,6	84.644,3	17.233,8	22.171,1
	70	11.294,9	59.330,1	98.883,5	20.133,0	25.900,9
	80	13.644,2	71.670,8	119.451,3	24.320,6	31.288,3
	90	16.264,6	85.435,4	142.392,3	28.991,5	37.297,3
Costo económico de Cubiertas (Gs/1000km)	5	3.917,3	19.749,5	32.915,8	6.789,4	8.395,2
	10	4.139,0	20.867,4	34.779,0	7.173,7	8.870,4
	20	4.434,6	22.357,9	37.263,2	7.686,1	9.504,1
	30	4.952,0	24.966,4	41.610,6	8.582,8	10.612,9
	40	5.765,0	29.065,3	48.442,2	9.991,9	12.355,3
	50	6.799,8	34.282,2	57.136,9	11.785,4	14.572,9
	56	7.391,1	37.263,2	62.105,4	12.810,2	15.840,1
	60	7.908,4	39.871,6	66.452,7	13.706,9	16.948,9
	70	9.238,8	46.579,0	77.631,7	16.012,7	19.800,1
	80	11.160,5	56.267,5	93.779,1	19.343,4	23.918,5
	90	13.303,9	67.073,8	111.789,7	23.058,3	28.512,2

(5) Costo de Reparación

Los costos de mantenimiento anual calculados se basan en datos de COV del MOPC, donde la tasa de costo de mantenimiento anual por precio de vehículo se calcula en el 4,0% para autos de pasajeros, de 6,0% para camiones livianos, y del 8,0% para otros vehículos pesados con gran distancia anual de recorrido. Al asumir la distancia de recorrido anual, se puede calcular el costo de mantenimiento por kilómetro, tal como se muestra en el Cuadro 15-3-7.

De acuerdo con el mismo informe del IBRD que se refiere a la estimación del costo de neumático, la relación entre el costo de mantenimiento y la velocidad de recorrido muestra que el costo de mantenimiento es el más bajo aproximadamente 50 km/h. Usando estos porcentajes de conversión, se puede obtener el costo de mantenimiento a diferentes velocidades (Ver Cuadro 15-3-8).

Cuadro 15-3-7 Presunción para Estimación de Costo de Reparación

	Unidad	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo del Vehículo						
Financiero	Gs	25.365.000	199.256.340	851.724.000	66.634.000	114.366.600
Económico	Gs	23.061.000	174.421.618	741.000.000	53.209.500	99.518.973
Costo de Cubierta						
Financiero	Gs	527.250	5.286.750	8.307.750	1.466.750	2.513.700
Económico	Gs	345.350	3.466.246	5.446.958	962.065	1.649.473
Costo de vehículo sin/cubierta						
Financiero	Gs	24.837.750	193.969.590	843.416.250	65.167.250	111.852.900
Económico	Gs	22.715.650	170.955.372	735.553.042	52.247.435	97.869.500
Costo de reparación Anual						
% de costo de veh.	%	4,0	8,0	8,0	6,0	8,0
Financiero	Gs	993.510	15.517.567	67.473.300	3.910.035	8.948.232
Económico	Gs	908.626	13.676.430	58.844.243	3.134.846	7.829.560
Operación Anual	Km	20.000	60.000	90.000	40.000	75.000
Velocidad Promedio	Km/H	25	20	30	25	25
Costo de Reparación A Velocidad Promedio						
Financiero	Gs/1000km	49.675,5	258.626,1	749.703,3	97.750,9	119.309,8
Económico	Gs/1000km	45.431,3	227.940,5	653.824,9	78.371,2	104.394,1

Cuadro 15-3-8 Costo Financiero y Económico de Reparación por Tipo de Vehículo

	Velocidad (km/h)	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Tasa de Costo de Reparación por Velocidad	5	141	142	142	134	159
	10	133	131	131	126	147
	20	118	111	111	113	124
	30	105	89	89	100	100
	40	95	74	74	94	83
	50	94	72	72	93	81
	60	100	79	79	100	88
	70	108	88	88	107	98
	80	115	100	100	114	112
	90	122	112	112	120	125
Costo Finan. De Repar. (Gs/1000km)	5	70.042,5	367.249,1	1.064.578,7	130.986,2	189.702,6
	10	66.068,4	338.800,2	982.111,3	123.166,1	175.385,4
	20	58.617,1	287.075,0	832.170,7	110.458,5	147.944,2
	30	52.159,3	230.177,2	667.235,9	97.750,9	119.309,8
	40	47.191,7	191.383,3	554.780,4	91.885,8	99.027,1
	50	46.695,0	186.210,8	539.786,4	90.908,3	96.640,9
	60	49.675,5	204.314,6	592.265,6	97.750,9	104.992,6
	70	53.649,5	227.591,0	659.738,9	104.593,5	116.923,6
	80	57.126,8	258.626,1	749.703,3	111.436,0	133.627,0
	90	60.604,1	289.661,2	839.667,7	117.301,1	149.137,3
Costo Ecn. De Repar. (Gs/1000km)	5	64.058,1	323.675,5	928.431,4	105.017,4	165.986,6
	10	60.423,6	298.602,1	856.510,6	98.747,7	153.459,3
	20	53.608,9	253.014,0	725.745,6	88.559,5	129.448,7
	30	47.702,9	202.867,0	581.904,2	78.371,2	104.394,1
	40	43.159,7	168.676,0	483.830,4	73.668,9	86.647,1
	50	42.705,4	164.117,2	470.753,9	72.885,2	84.559,2
	60	45.431,3	180.073,0	516.521,7	78.371,2	91.866,8
	70	49.065,8	200.587,6	575.365,9	83.857,2	102.306,2
	80	52.246,0	227.940,5	653.824,9	89.343,2	116.921,4
	90	55.426,2	255.293,4	732.283,9	94.045,4	130.492,6

(6) Costo de Depreciación

El costo de depreciación es el costo económico del vehículo (sin el costo de los neumáticos) menos el costo residual después de uso durante la vida útil del vehículo. En el Paraguay, donde el mercado para vehículos de segunda mano y para repuestos está bien desarrollado, el porcentaje de valor de salvamento debería considerarse en un porcentaje más bien alto, es decir 25% para auto de pasajeros, 20% para camiones livianos, y 15% para otros (Cuadro 15-3-9).

Los vehículos se devalúan luego de su uso en proporción a los kilómetros recorridos, mientras que su valor disminuye a medida que se vuelven viejos, aún sin ser usados. Particularmente, un automóvil pierde valor rápidamente a medida que el tiempo pasa. Por lo tanto, la proporción de depreciación por uso, y depreciación por antigüedad se puede considerar como sigue: 50:50 para autos de pasajeros, y 70:30 para los otros vehículos.

La depreciación por uso además se subdivide en dos partes. Se presume que un tercio de este costo depende de la distancia recorrida, y dos tercios son afectados por la velocidad de recorrido, así como el costo de mantenimiento. Los costos de depreciación por uso y de depreciación por antigüedad se muestran en el Cuadro 15-3-10 y en el Cuadro 15-3-11, respectivamente.

La depreciación por antigüedad en el Cuadro presenta el costo de depreciación diaria el cual es el monto de depreciación dividido por el número de días durante el periodo de vida útil. Este costo es independiente de la distancia recorrida y de la velocidad de recorrido. Por lo tanto, este costo deberá calcularse por separado basándose en la cantidad de vehículos en la región y agregado al otro costo afectado por velocidad de recorrido. Se puede decir lo mismo del costo de oportunidad de capital, del costo de personal, y del costo general.

Cuadro 15-3-9 Presunciones para la Estimación del Costo de Depreciación

	Unidad	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo de Vehículo						
Financiero	Gs	25.365.000	199.256.340	851.724.000	66.634.000	114.366.600
Económico	Gs	23.061.000	174.421.618	741.000.000	53.209.500	99.518.973
Costo de Cubierta						
Financiero	Gs	527.250	5.286.750	8.307.750	1.466.750	2.513.700
Económico	Gs	345.350	3.466.246	5.446.958	962.065	1.649.473
Costo de veh. S/cubierta						
Financiero	Gs	24.837.750	193.969.590	843.416.250	65.167.250	111.852.900
Económico	Gs	22.715.650	170.955.372	735.553.042	52.247.435	97.869.500
Costo de salvamento						
% de costo de vehículo	%	25,0	15,0	20,0	20,0	15,0
Financiero	Gs	6.209.438	29.095.439	168.683.250	13.033.450	16.777.935
Económico	Gs	5.678.913	25.643.306	147.110.608	10.449.487	14.680.425
Operación anual	Km	20.000	60.000	90.000	40.000	75.000
Velocidad Promedio	Km/H	25	20	30	25	25
Vida útil de Vehículo	Año	7	10	10	7	9
% Dep. por uso y tiempo						
Por uso	%	50	70	70	70	70
Por tiempo	%	50	30	30	30	30
Monto depreciable						
Financiero						
Por uso	Gs	9.314.156	115.411.906	472.313.100	36.493.660	66.552.476
Por tiempo	Gs	9.314.156	49.462.245	202.419.900	15.640.140	28.522.490
Total	Gs	18.628.312	164.874.151	674.733.000	52.133.800	95.074.965
Económico						
Por uso	Gs	8.518.369	101.718.446	411.909.704	29.258.564	58.232.353
Por tiempo	Gs	8.518.369	43.593.620	176.532.730	12.539.384	24.956.723
Total	Gs	17.036.737	145.312.066	588.442.434	41.797.948	83.189.075

Cuadro 15-3-10 Costo Financiero y Económico de Depreciación por Uso

	Velocidad (km/h)	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Indices de depreciación	5	136	131	131	126	146
De costo por uso (velocidad promedio = 100)	10	130	123	123	121	137
	20	119	108	108	110	119
	30	108	92	92	100	100
	40	100	81	81	96	86
	50	100	80	80	95	85
	60	104	84	84	100	90
	70	110	91	91	106	98
	80	116	99	99	111	109
	90	121	109	109	116	120
Depreciación financiera	5	90.480,4	251.982,7	687.478,0	164.221,5	143.950,5
Del costo por uso (Gs/1000km)	10	86.488,6	236.594,4	645.494,6	157.704,7	135.076,9
	20	79.170,3	207.741,4	566.775,7	143.368,0	117.329,6
	30	75.843,8	192.353,2	524.792,3	136.851,2	108.455,9
	40	71.852,1	176.964,9	482.808,9	130.334,5	98.596,3
	50	66.529,7	155.806,1	425.081,8	125.121,1	85.778,7
	60	66.529,7	155.806,1	425.081,8	125.121,1	84.792,8
	70	66.529,7	153.882,5	419.833,9	123.817,8	83.806,8
	80	69.190,9	161.576,7	440.825,6	130.334,5	88.736,6
	90	73.182,7	175.041,4	477.561,0	138.154,6	96.624,3
Depreciación económica	5	82.749,9	222.085,3	599.557,5	131.663,5	125.954,4
Del costo	10	79.099,1	208.522,8	562.943,3	126.438,8	118.190,1
Por uso (Gs/1000km)	20	72.406,1	183.093,2	494.291,6	114.944,4	102.661,5
	30	69.363,9	169.530,7	457.677,4	109.719,6	94.897,2
	40	65.713,1	155.968,3	421.063,3	104.494,9	86.270,2
	50	60.845,5	137.319,9	370.718,7	100.315,1	75.055,0
	60	60.845,5	137.319,9	370.718,7	100.315,1	74.192,3
	70	60.845,5	135.624,6	366.142,0	99.270,1	73.329,6
	80	63.279,3	142.405,8	384.449,1	104.494,9	77.643,1
	90	66.930,0	154.273,0	416.486,5	110.764,6	84.544,7

Cuadro 15-3-11 Costo Financiero y Económico de Depreciación por Antigüedad

	Unidad	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo financiero						
Costo diario	Gs/día	3.645,5	13.551,3	55.457,5	6.121,4	8.682,6
Costo por hora	Gs/H	1.663,3	1.648,7	6.747,3	1.396,4	1.056,4
Costo económico						
Costo diario	Gs/día	3.334,0	11.943,5	48.365,1	4.907,8	7.597,2
Costo por hora	Gs/H	1.521,1	1.453,1	5.884,4	1.119,6	924,3

(7) Costo de Oportunidad de Capital

Este costo no es afectado por el uso, sino que se acumula solamente a medida que pasa el tiempo y se determina por el precio del vehículo, el periodo de vida útil, la tasa de valor de salvamento, y la tasa de interés, usando la siguiente fórmula:

$$C = P(1 - r)F - P/n + irP$$

$$F = i(1 + i)^n / (1 + i)^n - 1$$

Donde,

C: costo de oportunidad de capital

P: costo económico del vehículo

F: factor de recuperación del capital

r: porcentaje de valor de salvamento

i: tasa de interés

n: durabilidad (vida útil del vehículo)

La tasa de interés es del 12%, la cual es la misma usada como tasa de descuento para calcular los índices de evaluación. El Cuadro 15-3-12 presenta el costo de oportunidad de capital diario.

El total del costo de oportunidad del capital en el área de estudio es el producto de este costo diario y el número total de vehículos existentes en el área. Por lo tanto, en una evaluación con y sin para la evaluación del proyecto, este costo quedará cancelado si en ambos casos el número de vehículos es el mismo.

Cuadro 15-3-12 Costo de Oportunidad de Capital por Tipo de Vehículo

	Unidad	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo de vehículo						
Financiero	Gs	25.365.000	199.256.340	851.724.000	66.634.000	114.366.600
Económico	Gs	23.061.000	174.421.618	741.000.000	53.209.500	99.518.973
Costo de cubierta						
Financiero	Gs	527.250	5.286.750	8.307.750	1.466.750	2.513.700
Económico	Gs	345.350	3.466.246	5.446.958	962.065	1.649.473
Costo veh. Sin cubierta						
Financiero	Gs	24.837.750	193.969.590	843.416.250	65.167.250	111.852.900
Económico	Gs	22.715.650	170.955.372	735.553.042	52.247.435	97.869.500
Valor de salvamento						
% de costo de veh.	%	25,0	15,0	15,0	20,0	15,0
Financiero	Gs	6.209.438	29.095.439	126.512.438	13.033.450	16.777.935
Económico	Gs	5.678.913	25.643.306	110.332.956	10.449.487	14.680.425
Operación anual	Km	20.000	60.000	90.000	40.000	75.000
Velocidad promedio	Km/H	25	20	30	25	25
Vida útil del vehículo	Año	7	10	10	7	9
Tasa de interés (i = 12%)		12%	12%	12%	12%	12%
Costo de Op. De capital						
Financiero	Gs/día	5.103,6	36.668,2	159.440,3	12.854,9	21.144,8
	Gs/H	2.328,5	4.461,3	19.398,6	2.932,5	2.572,6
Económico	Gs/día	4.667,6	32.317,6	139.049,8	10.306,3	18.501,4
	Gs/H	2.129,6	3.932,0	16.917,7	2.351,1	2.251,0

(8) Costo de Personal y Costo General

Este costo tampoco es afectado por la distancia recorrida sino que es proporcional al tiempo. De acuerdo con la información de las entrevistas a propietarios de vehículos, el salario anual

promedio de un chofer de autobús es aproximadamente Gs. 12 millones, mientras que el del chofer de un autobús Troncal es más alto, o sea Gs. 21 millones. El salario promedio de un chofer de camión es de Gs. 11 millones, tal como se muestra en el Cuadro 15-3-13. La misma Cuadro muestra otros costos para cada tipo de vehículo. Dichos costos incluyen inspecciones de automóviles y otros, y costos administrativos para los demás vehículos.

Cuadro 15-3-13 Costo de Personal y Otros Costos Administrativos por Tipo de Vehículo

	Unidad	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo de personal anual						
Financiero	Gs	0	12.012.572	21.143.967	3.412.513	11.375.026
Económico	Gs	0	8.964.605	15.779.075	2.649.725	8.832.421
Otros costos anuales						
Financiero	Gs	617.030	12.581.447	34.094.071	4.270.715	10.231.610
Económico	Gs	475.425	11.639.647	30.894.771	3.591.285	9.227.850
Costo anual total						
Financiero	Gs	617.030	24.594.019	55.238.038	7.683.228	21.606.636
Económico	Gs	475.425	20.604.252	46.673.846	6.241.010	18.060.271
Costos por hora de personal y otros						
Financiero	Gs	771,29	8.198,01	18.412,68	4.802,02	7.202,21
Económico	Gs	594,28	6.868,08	15.557,95	3.900,63	6.020,09

(9) COV Agregado

Las unidades de COV agregado se resumen en el Cuadro 15-3-14. Para calcular el total de COV en la red, primeramente se debe obtener la velocidad de recorrido de cada elemento del resultado de asignación de tráfico, después se calcula el costo total relacionado con la distancia sumando el costo de cada elemento, y finalmente los costos por tiempo calculados por separado usando el número total de vehículos se agregan al costo relacionado a la distancia.

La Fig. 15-3-2 ilustra el costo de operación de vehículo por tipo de vehículo y por velocidad de operación. E una velocidad muy baja de 5 km/h, el costo por tiempo es más alto que el costo por distancia para todos los tipos de vehículo. La velocidad más económica es aproximadamente 60 a 70 km/h.

Cuadro 15-3-14 COV Agregado por Tipo de Vehículo

1) COV sujeto a Uso

(Gs/Km)

	Velocidad (km/h)	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo financiero	5	421,5	1.152,9	2.719,6	846,2	1.218,8
	10	324,4	927,4	2.264,3	637,1	881,5
	20	263,2	757,4	1.872,4	513,5	681,1
	30	237,8	666,2	1.630,1	455,0	540,4
	40	221,4	602,3	1.457,2	434,3	463,4
	50	214,7	595,4	1.418,4	425,4	431,5
	60	221,1	644,4	1.525,7	435,9	431,6
	70	230,7	704,9	1.657,7	445,9	450,1
	80	245,5	789,4	1.849,5	477,6	491,4
	90	265,1	876,1	2.050,4	516,1	543,2
Costo económico	5	325,0	1.102,9	2.527,8	695,6	1.144,3
	10	248,8	828,7	2.001,1	507,2	801,7
	20	205,8	674,3	1.649,6	408,9	617,2
	30	186,8	591,6	1.434,2	361,9	487,2
	40	173,8	532,6	1.278,7	344,9	416,0
	50	167,9	525,6	1.243,7	337,3	386,0
	60	173,3	572,3	1.344,0	346,4	386,5
	70	180,5	628,0	1.463,9	354,5	403,2
	80	190,9	699,8	1.628,0	378,3	438,5
	90	204,8	774,0	1.800,3	407,8	483,5

2) COV sujeto a Tiempo

(Gs/hora)

	Auto	Bus (60 pax.)	Bus Troncal (160pax.)	Camión Liviano	Camión Pesado
Costo financiero					
Depreciación	1.663,3	1.648,7	6.747,3	1.396,4	1.056,4
Costo de oportunidad de capital	2.328,5	4.461,3	19.398,6	2.932,5	2.572,6
Costo de personal y general	771,3	8.198,0	18.412,7	4.892,0	7.202,2
Total	4.763,1	14.308,0	44.558,6	9.130,9	10.831,2
Costo económico					
Depreciación	1.521,1	1.453,1	5.884,4	1.119,6	924,3
Costo de oportunidad de capital	2.129,6	3.932,0	16.917,7	2.351,1	2.251,0
Costo de personal y general	594,3	6.868,1	15.558,0	3.900,6	6.020,1
Total	4.245,0	12.253,2	38.360,1	7.371,3	9.195,4

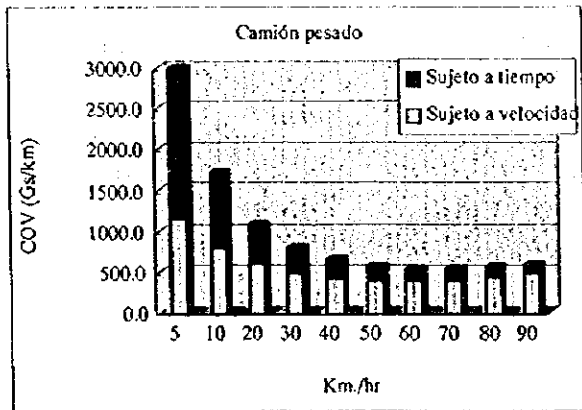
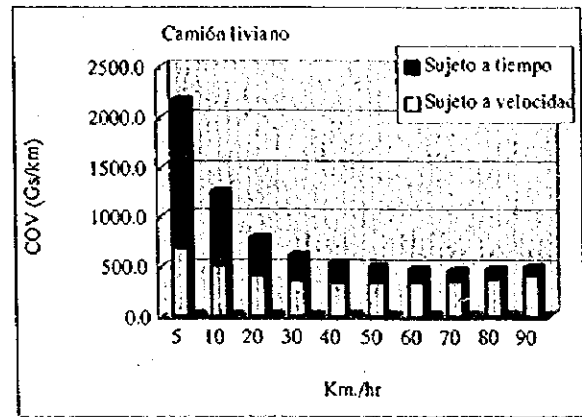
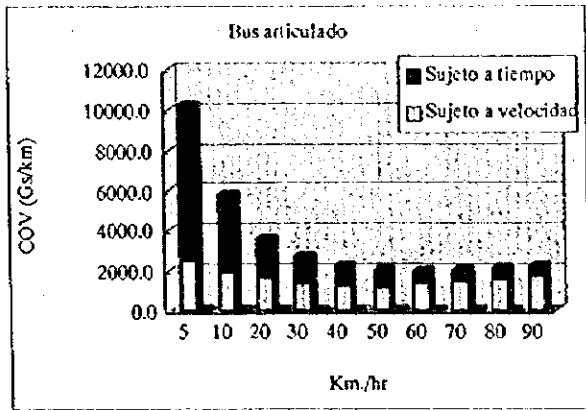
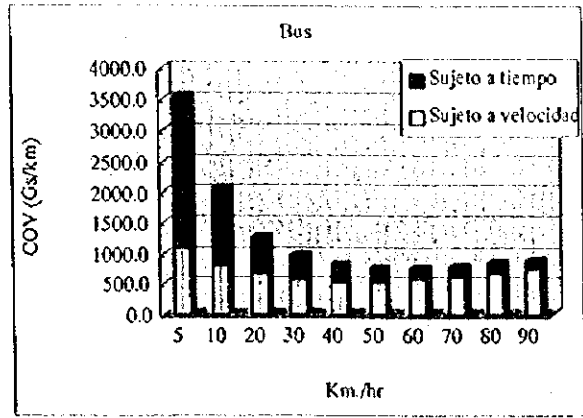
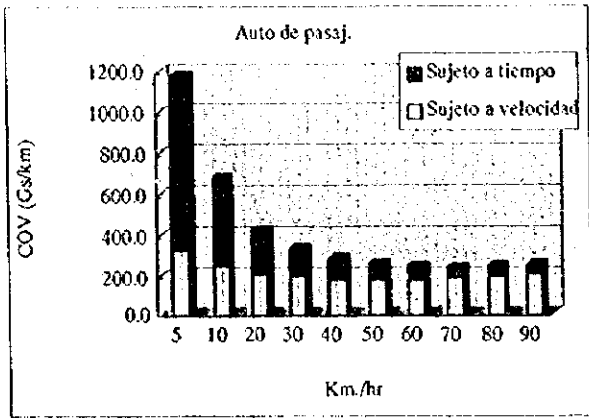


Fig. 15-3-2 Costo Económico de Operación de Vehículo por Velocidad

económicos para cada una de las dos alternativas mencionadas anteriormente. Comparando con el caso base, ambas alternativas producen efectos significativos, pero la alternativa de prioridad del transporte público produce más, y el beneficio anual total acumulado por el ahorro en costos de operación de vehículo y de costos de tiempo de viaje serán de aproximadamente US\$ 277 millones. La tasa interna de retorno económico (TIRE) se calcula en un 29,3%, y con la tasa de descuento del 12%, el valor presente neto (VPN) será de US\$ 53 millones, y la proporción beneficio/costo (B/C) será 2,38. Por lo tanto, el Plan maestro adoptará la alternativa de prioridad al transporte público.

Cuadro 15-3-16 Comparación de las Alternativas del Plan Maestro

	Unidad	Caso de base	Auto	Transporte Público
Veh km	1.000veh km/año	17.850	15.769	14.209
Veh time	1.000veh km/año	2.128	566	588
Velocidad prom.	Km/h	8,4	27,9	24,2
Costo de capital	US\$ mil	-	463.872	339.493
Beneficio	US\$ mil/año	-	182.694	176.562
TIRE	%	-	25,2	32,5
VPN (r=12%)	US\$ mil	-	186.872	234.280
B/C (r=12%)		-	1,82	2,40

15.4 Resumen del Plan Maestro

El Plan maestro para el 2015 ha sido formulado con un fuerte énfasis en los proyectos sobre la Av. E. Ayala, como ser el Sistema de Bus Troncal, y el ensanchamiento. El Plan Maestro tiene como objetivo resolver la falta de capacidad de tráfico en el área metropolitana. En respuesta a la futura demanda de tráfico, también busca desarrollar redes equilibradas de vías troncales radiales y de circunvalación.

El Plan Maestro consiste en (1) el desarrollo de la infraestructura centrándose en el desarrollo vial, y (2) medidas de administración y planificación enfatizando la administración del tráfico. Estas dos medidas deben ser combinadas conjuntamente en una forma armoniosa para maximizar su efectividad.

A continuación se describen los componentes principales del Plan Maestro.

- El ensanchamiento (6 carriles) de la Av. E. Ayala y la nueva construcción de carriles exclusivos para autobuses a fin de introducir el Sistema de Bus Troncal.
- El desarrollo de las redes viales en áreas donde se espera un rápido aumento en la futura demanda de tráfico, a saber (a) en el sur, (b) en el norte, y (c) en el este.
- El mejoramiento de las vías de circunvalación, especialmente su pavimento.
- El desarrollo de las redes viales troncales que conectan cada ciudad del área metropolitana.
- La administración del tráfico.
- El mejoramiento de las intersecciones para resolver los cuellos de botella.
- El mejoramiento de las instalaciones de drenaje, como ser el drenaje de superficie sobre las vías troncales principales.

- La provisión de instalaciones para Bus Troncal, como ser terminales, y la aplicación del bus troncal en otras vías.

El Cuadro 15-4-1 y la Fig. 15-4-1 muestran el resumen de los proyectos del Plan Maestro. El plan de implementación en etapas está resumido en el Cuadro 15-4-2. El plan intenta lograr un equilibrio entre los proyectos de emergencia a corto plazo y las medidas a largo plazo.

Con la implementación del Plan Maestro, la proporción de autobuses aumentaría del 45,8% al 50,0%, y cerca de 180.000 personas en total cambiarían su medio de transporte de vehículos privados al autobús. Además, la distancia de tiempo desde el Micro Centro hasta otras ciudades se vería significativamente reducida.

Cuadro 15-4-3 Cambio en Medio de Transporte

(Unidad: viajes/día)

	1998	Sin Mejoramiento (2015)	Plan Maestro (2015)
Auto	1.220.433 49,4%	2.314.298 54,2%	2.135.651 50,0%
Bus	1.248.335 50,6%	1.958.108 45,8%	2.136.755 50,0%
Total	2.468.768	4.272.406	4.272.406

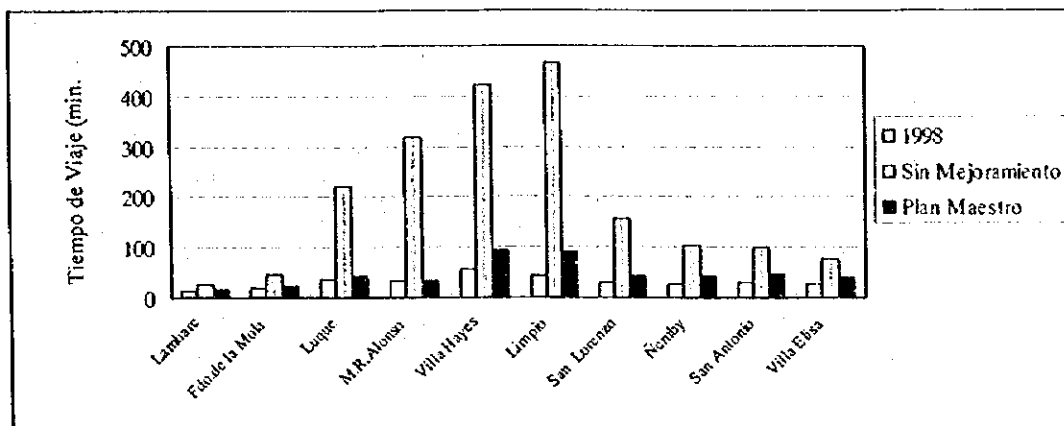


Fig. 15-4-2 Tiempo de Viaje desde el Micro Centro en el 2015

Cuadro 15-4-1 Lista de los Proyectos del Plan Maestro

	Número	Nombre	Cariles	Longitud (km)	Costo (1000US\$)		
					-2005	-2015	Total
Av. E. Ayala Transporte	103	Av Eusebio Ayala (General Aquino-Calle Ultima)	Ensanche	6	6,45	31.683	31.683
	104	Av.Eusebio Ayala (Calle Ultima-San Lorenzo)	Ensanche	6	4,54	24.793	24.793
Desde Sur	111	Av. J. F. Bogaño (Iro. de Marzo)	Ensanche	4	1,65		2.353
	113	Av. Itá Ybaté	Pavimentación	4	3,22	2.613	2.613
Desde Norte	101	Paseo Costanero Norte	Desvío	6	4,88		20.000
	102	Paseo Costanero Norte	Desvío	4	16,32		40.000
	107	Av. Artigas	Ensanche	4	1,68		2.396
	121	Gral. Rafael Franco	Ensanche	4	2,04	3.970	3.970
	122	Julio Conza	Ensanche	4	1,61	3.376	3.376
123	Tte. 2do M. Pino Gonzalez	Ensanche	4	0,99	2.076	2.076	
Desde Este	112	Av. Sta. Teresa	Ensanche	4	1,75		2.496
Circunvalación	108	Av. Perú	Ensanche	4	3,28		4.677
	109	Av. Gral. Santos	Ensanche	4	2,41	5.002	5.002
	110	Av. Chof. del Chaco	Ensanche	4	2,09	3.656	3.656
	119	Av. Bruno Guggiari	Ensanche	4	1,62		2.310
	120	Rca. Argentina	Ensanche	4	3,22		4.592
Ampliación de las Arterias	201	Las Residentas	Pavimentación	2	1,59		472
	202	Avelino Martínez	Pavimentación	2	1,11		330
	203	Arterias Secundarias	Pavimentación	2	0,27		80
	204	Arterias Secundarias	Conexión	2	0,14		335
	205	Avelino Martínez - Calle Ultima	Pavimentación	2	5,05		1.500
	206	Calle Ultima - De la Victoria	Pavimentación	2	1,11		330
	207	Arterias Secundarias	Pavimentación	2	0,77		229
	208	Arterias Secundarias	Pavimentación	2	0,55		163
	209	Arterias Secundarias	Pavimentación	2	0,09		27
	210	Fdo de la Mora - Av. Def. del Chaco	Conexión	2	2,44		5.836
	211	Subsidio Arterial Street	Pavimentación	2	1,44		538
	212	Defensores del Chaco	Pavimentación	2	3,70		1.099
	219	Avelino Martínez	Pavimentación	2	5,71		1.696
	220	Av. San Isidro	Pavimentación	2	2,68		796
221	Paseo de Fatima	Pavimentación	2	0,77		229	
222	Av. 3 de Febrero	Pavimentación	2	3,06		909	
Conexión de las Ciudades	301	Ruta 2 (San Lorenzo)	Desvío	4	2,66		9.418
	302	Road 1(San Lorenzo)	Desvío	4	8,62		29.644
	306	M.R. Alonzo - Luque	Desvío	4	7,47		25.689
	308	Luque-San Lorenzo	Ensanche	4	7,79		11.109
	309	San Lorenzo - Nainby	Ensanche	4	6,84		9.754
	310	Luque-Limpio	Ensanche	4	10,98		15.657
	311	Ruta Trans Chaco	Ensanche	6	7,45		14.647
	312	Ruta 3 (Limpio-M.R. Alonzo)	Ensanche	4	6,54		9.326
	313	Autopista Desvío (Luque-Mine Lynch)	Desvío	4	5,43		18.674
Control de Trafico	701	Sistema de Semáforo				2.497	2.497
	702	Señalización				206	206
	703	Tranvía					11.340
	704	Estacionamiento					11.340
Intersección	401	Av. Eusebio Ayala / Av. Rca. Argentina	6x4(2)			2.729	2.729
	402	Av. Eusebio Ayala / Av. Chof. del Chaco	6x4(2)			2.531	2.531
	403	Av. Eusebio Ayala / De La Victoria	6x4(2)			2.167	2.167
	404	Av. Eusebio Ayala / Kubitscheck	6x4(2)			2.921	2.921
	405	Av. Mcal. López / Av. Chof. del Chaco	4x4			71	71
	406	Av. Mcal. López / Venezuela	4x2				71
	407	Av. Mcal. López / Av. Kubitscheck	4x4				71
	408	Av. Mcal. López / Av. Gral. Santos	4x4			71	71
	409	Av. Mcal. López / Av. Perú	4x4				71
Drenaje	501	Av. Fdo. de la Mora / Bartolomé de las Casas	4x2				18
	502	Av. Fdo. de la Mora / From Kubitscheck to Gral Santos	4				18
	503	Av. Fdo. de la Mora / San Martin	4x4				18
	504	Av. Eusebio Ayala (General Aquino - San Lorenzo)	6	10,99	11.548		11.548
	505	Av. Mcal. López / Sta Rosa	4x2			1.338	1.338
	506	Av. Mcal. López / Av. Chof. Del Chaco	4x4			1.337	1.337
	507	Av. Mcal. López / Gral. Garay	4x2			716	716
	508	Av. Mcal. López / Av. San Martin	4x4			2.130	2.130
	509	Av. Mcal. López / Bernardino Caballero	4x2			3.328	3.328
	510	Av. España / From Kubitscheck to Sacramento	2(4)				18
	511	Av. Artigas / Av. Gral Santos	4x4				18
	512	1er. Presidente / From Artigas to Transchaco	4				18
	513	Av. Aviadores del Chaco	4				18
Instalaciones Transporte	601	Darceña de Omnibus / Av. Artigas				734	734
	602	Darceña de Omnibus / Av. Mcal. López				564	564
	603	Darceña de Omnibus / Av. Fdo. De la Mora				828	828
	604	Terminal de Omnibus / San Lorenzo				4.421	4.421
	605	Terminal de Omnibus / Centro				1.665	1.665
	606	Estacionamiento para Omnibus Troncal				766	766
					117.611	251.116	368.727

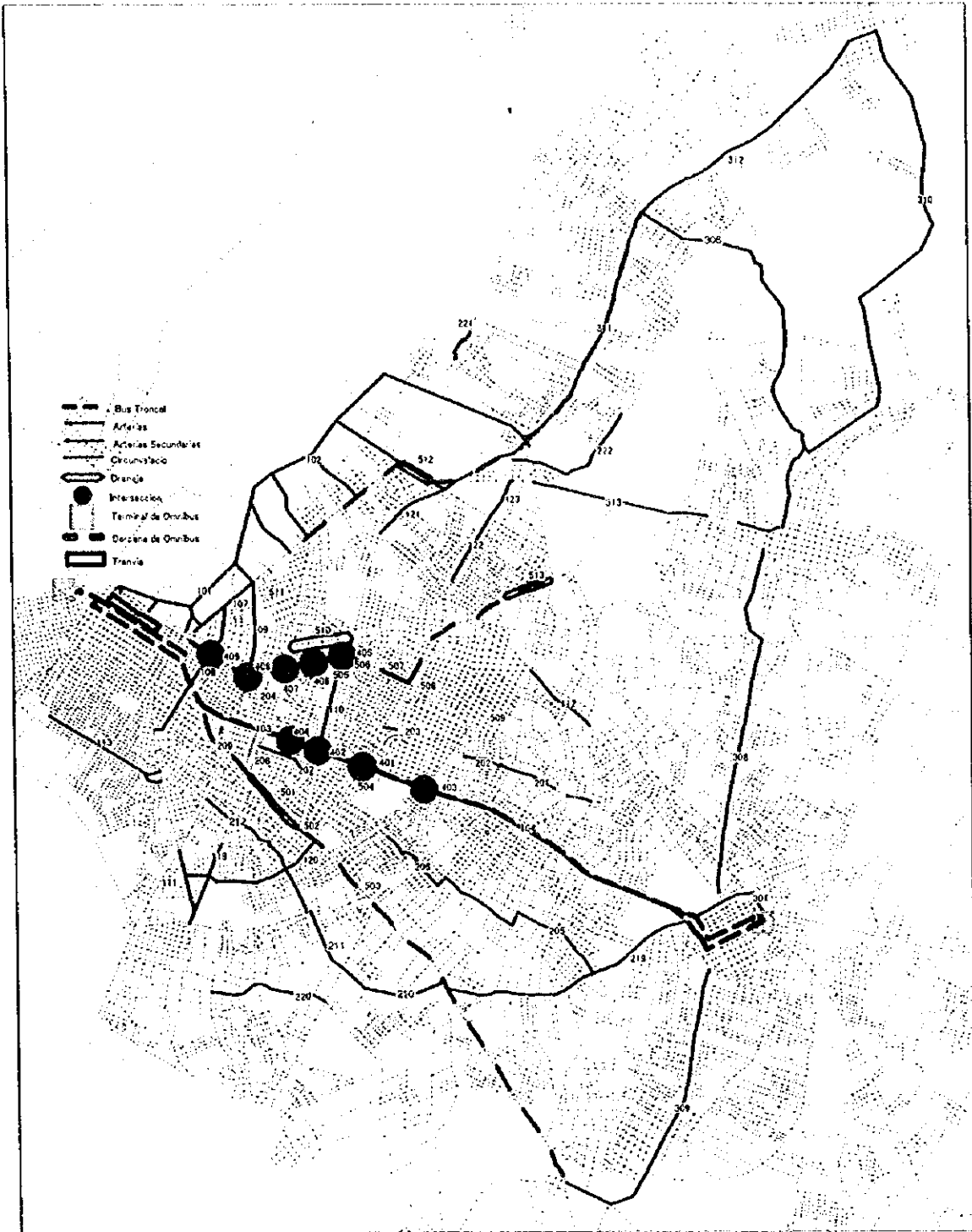


Fig. 15-4-1 Resumen del Plan Maestro

Cuadro 15-4-2 Plan de Implementación por Etapas

	Nro.	Nombre	Costo (1000US\$)			Años														
			-2005	-2015	Total	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Av. E. Ayala	103	Av. Eusebio Ayala (General Aquino-Calle Última)	31.683		31.683															
	104	Av. Eusebio Ayala (Calle Última-San Lorenzo)	24.793		24.793															
Desde Sur	111	Av. J. F. Bagado (Tro. de Mora)		2.353	2.353															
	113	Av. Itá Ybañé	2.613		2.613															
Desde Norte	101	Paseo Costanera Norte		20.000	20.000															
	102	Paseo Costanera Norte		40.000	40.000															
	107	Av. Artigas		2.396	2.396															
	121	Gral. Rafael Franco	3.920		3.920															
	122	Julio Cortés	3.376		3.376															
	123	Tte. 2do M Pina González	2.076		2.076															
Desde Este	112	Av. Sta. Teresa		2.496	2.496															
Circunvalación	108	Av. Perú		4.672	4.672															
	109	Av. Gral. Santos	5.002		5.002															
	110	Av. Chof. del Chaco	3.656		3.656															
	119	Av. Bruno Guggiari		2.310	2.310															
	120	Rca. Argentina		4.592	4.592															
Ampliación de las Arterias	201	Las Residentes		472	472															
	202	Avulino Martínez		330	330															
	203	Arterias Secundarias		80	80															
	204	Arterias Secundarias		335	335															
	205	Avulino Martínez - Calle Última		1.500	1.500															
	206	Calle Última - De la Victoria		330	330															
	207	Arterias Secundarias		229	229															
	208	Arterias Secundarias		163	163															
	209	Arterias Secundarias		27	27															
	210	Fdo. de la Mora - Av. Def. del Chaco		5.836	5.836															
	211	Subsidio Arterial Street		538	538															
	212	Defensores del Chaco		1.099	1.099															
	219	Avulino Martínez		1.696	1.696															
220	Av. San Isidro		796	796																
221	Paseo de Fatima		229	229																
222	Av. 3 de Febrero		909	909																
Conexión de las Ciudades	301	Ruta 2 (San Lorenzo)		9.418	9.418															
	302	Road 1 (San Lorenzo)		29.644	29.644															
	306	M R. Akono - Luque		25.689	25.689															
	308	Luque-San Lorenzo		11.109	11.109															
	309	San Lorenzo - Nemby		9.754	9.754															
	310	Luque-Limpia		15.657	15.657															
	311	Ruta Trans Chaco		14.647	14.647															
	312	Ruta 3 (Limpia-M R. Akono)		9.326	9.326															
313	Autopista Dussán (Luque-Mme Lynch)		18.674	18.674																
Control de Tráfico	701	Sistema de Semáforo	2.497		2.497															
	702	Señalización	206		206															
	703	Transía		11.340	11.340															
	704	Estacionamiento																		
Intersección	401	Av. Eusebio Ayala / Av. Rca. Argentina	2.729		2.729															
	402	Av. Eusebio Ayala / Av. Chof. del Chaco	2.531		2.531															
	403	Av. Eusebio Ayala / De La Victoria	2.167		2.167															
	404	Av. Eusebio Ayala / Kubitscheck	2.921		2.921															
	405	Av. Meal. López / Av. Chof. del Chaco	71		71															
	406	Av. Meal. López / Venezuela		71	71															
	407	Av. Meal. López / Av. Kubitscheck		71	71															
	408	Av. Meal. López / Av. Gral. Santos	71		71															
409	Av. Meal. López / Av. Perú		71	71																
Drenaje	501	Av. Fdo. de la Mora / Bartolomé de las Casas		18	18															
	502	Av. Fdo. de la Mora / From Kubitscheck to Gral Santos		18	18															
	503	Av. Fdo. de la Mora / San Martín		18	18															
	504	Av. Eusebio Ayala (General Aquino - San Lorenzo)	11.548		11.548															
	505	Av. Meal. López / Sta Rosa	1.338		1.338															
	506	Av. Meal. López / Av. Chof. del Chaco	1.337		1.337															
	507	Av. Meal. López / Gral. Garay	716		716															
	508	Av. Meal. López / Av. San Martín	2.130		2.130															
	509	Av. Meal. López / Bernardino Caballero	3.328		3.328															
	510	Av. España / From Kubitscheck to Sacramento		18	18															
	511	Av. Artigas / Av. Gral Santos		18	18															
512	Ter. Presidente / From Artigas to Transchaco		18	18																
513	Av. Aviadores del Chaco		18	18																
Instalaciones Transporte	601	Darceña de Omnibus / Av. Artigas		734	734															
	602	Darceña de Omnibus / Av. Meal. López		564	564															
	603	Darceña de Omnibus / Av. Fdo. De la Mora		828	828															
	604	Terminal de Omnibus / San Lorenzo	4.421		4.421															
	605	Terminal de Omnibus / Centro	1.665		1.665															
606	Estacionamiento para Omnibus Troncal		766	766																
			117.611	251.116	368.727															

Capítulo 16 Proyectos y Programas de Prioridad

16.1 Estructura de la Demanda de Tráfico

Comparado con la demanda de tráfico actual, la demanda de transporte público para los años 2005, 2010 y 2015, como puede apreciarse en el Cuadro 16-1-1, se concentra en calles radiales principales, tales como la Av. E. Ayala y la Av. Mcal. López. Por la Av. E. Ayala, específicamente, transitarán más de 10.000 vehículos por día en el año 2010. Como se puede apreciar en la Fig. 16-1-2, la demanda más alta por parte de los usuarios de autobuses también se aprecia en las calles radiales principales, principalmente en la Av. E. Ayala. Fuera de Asunción, sin embargo, aunque no haya una demanda alta de volumen de tráfico, sí hay muchos usuarios de autobuses, lo cual indica que la dispersión urbana se acelerará.

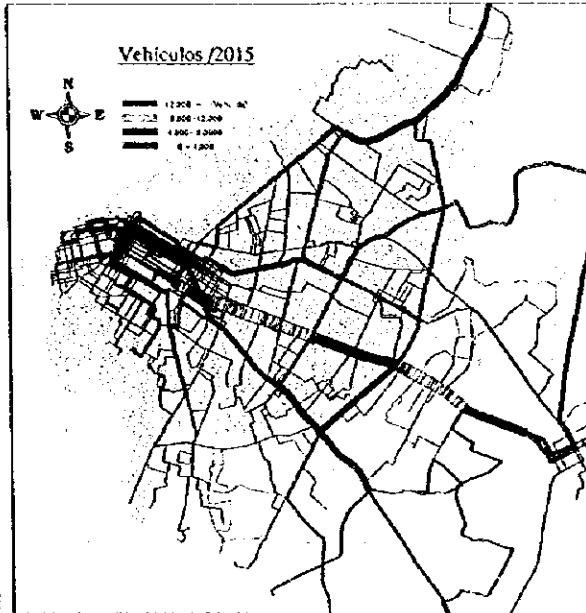
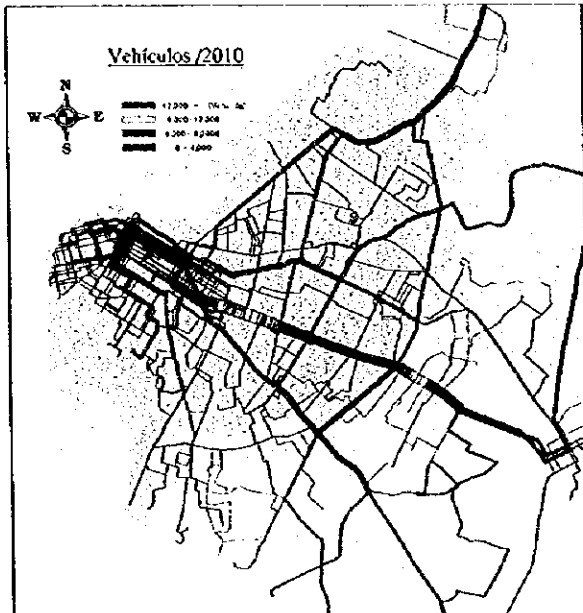
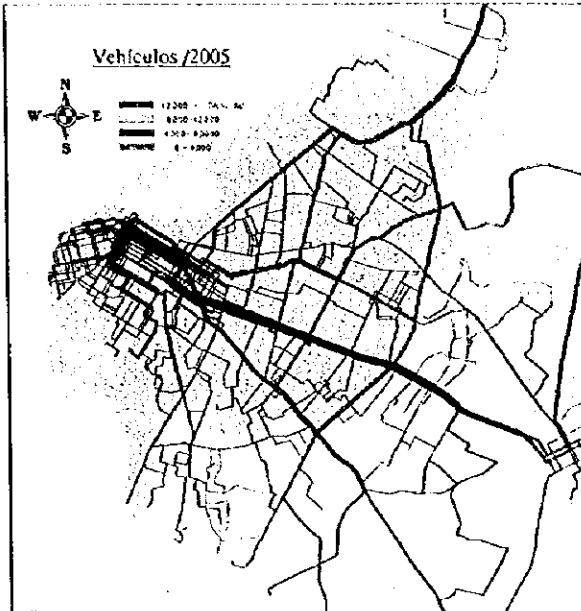


Fig. 16-1-1 Demanda de Autobuses para los años 2005, 2010 y 2015

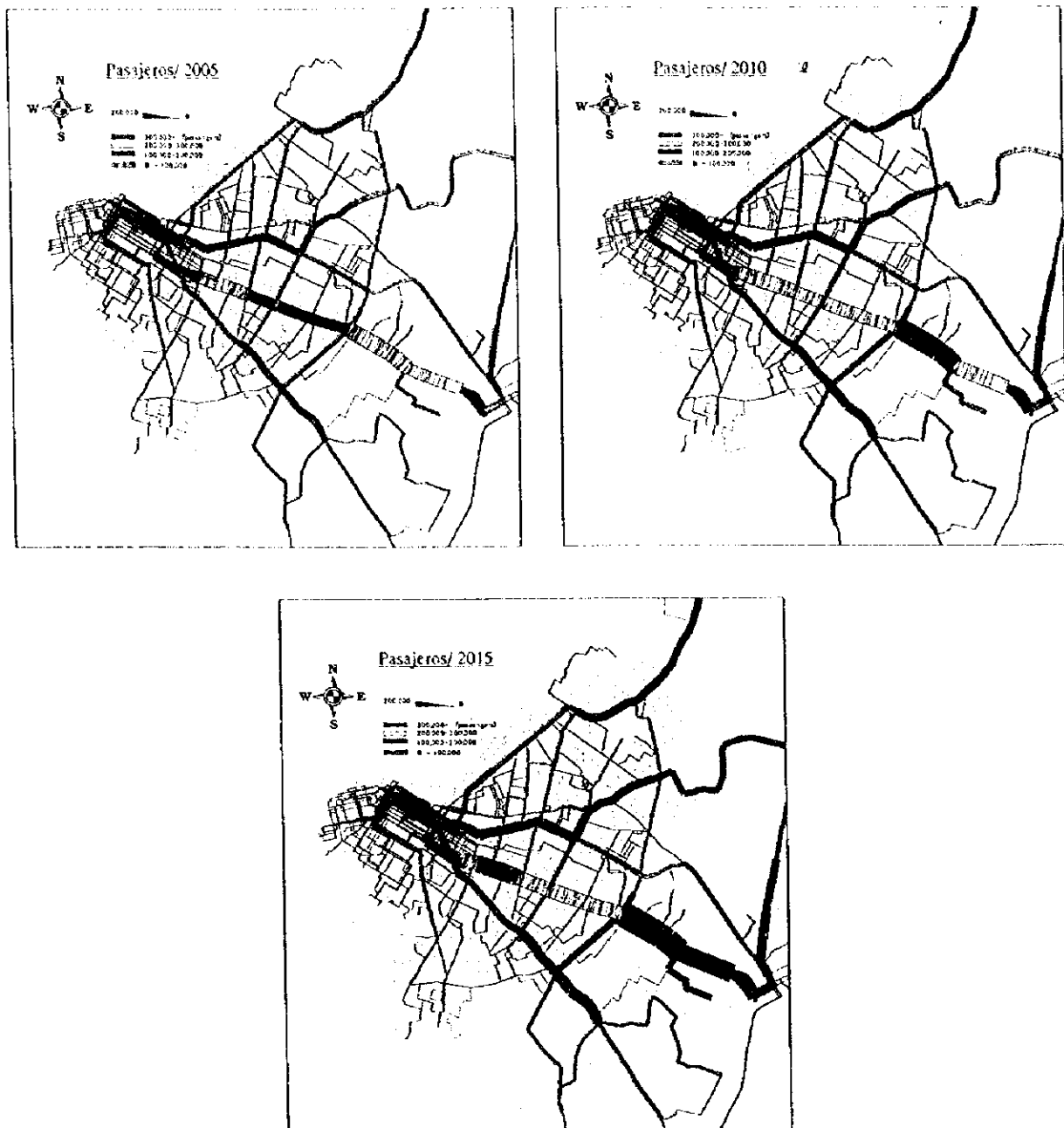


Fig. 16-1-2 Demanda de Usuarios de Autobuses para los años 2005, 2010 y 2015

Sin modificaciones en la tendencia actual, como se aprecia en la Fig. 16-1-3, Luque y San Lorenzo quedarán dentro del área de tiempo de viaje de 60 minutos desde el Centro..

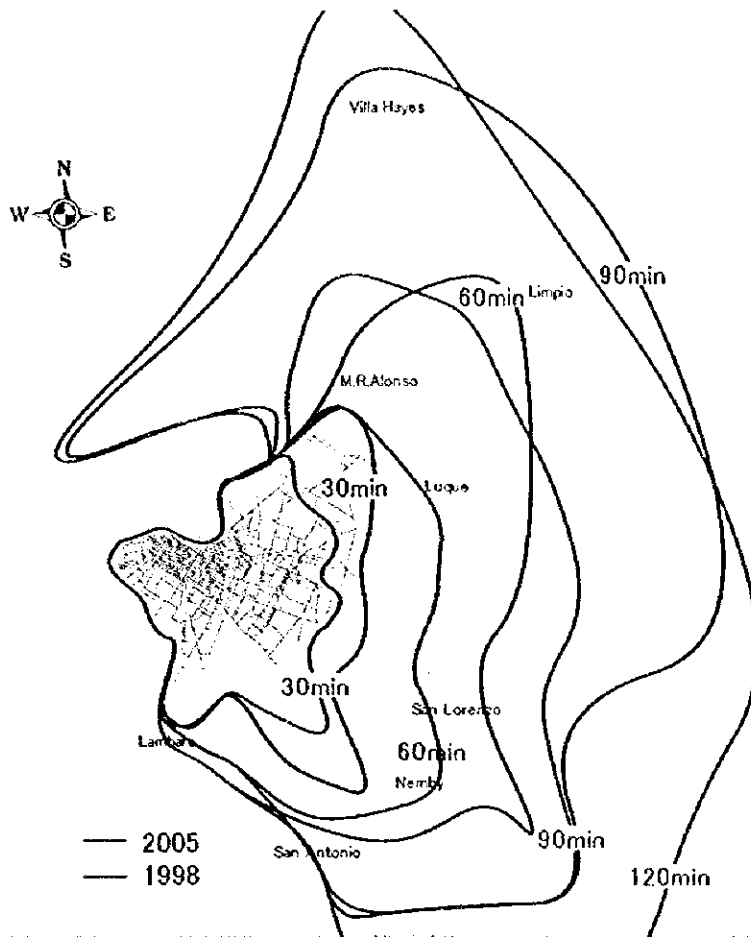


Fig. 16-1-3 Cambios en el Tiempo de Viaje en el Caso que no se Haga Nada

El Cuadro 16-1-1 muestra los cambios en la estructura de demanda de tráfico después de introducir el sistema de buses troncales, esto presumiendo que los siguientes proyectos han sido implementados.

- Restricciones de estacionamiento en el Centro
- Introducción del sistema de autobuses troncales y carriles exclusivos para autobuses
- Renovación de la flota de autobuses

Cuadro 16-1-1 Cambio en el Número de Viajes Después de Varios Proyectos de Transporte

	1998	2005		2015				
		Tendencia	Tendencia	Estacion. EnCentro Gs3,000	Bus Troncal Av. Ayala	Bus troncal y carriles para bus	Renovación 50%	Bus troncal, carriles para bus + Ren. 50%
Auto	1.138.960 49,75%	1.683.781 53,53%	2.182.261 53,72%	2.125.559 52,33%	2.115.727 52,08%	2.112.547 52,01%	2.113.622 52,03%	2.001.644 49,28%
Conversión de Auto a Bús				56.702 1,40%	66.534 1,64%	69.714 1,72%	68.639 1,69%	180.617 4,45%
Bus	1.150.214 50,25%	1.461.702 46,47%	1.879.831 46,28%	1.936.533 47,67%	1.946.365 47,92%	1.949.545 47,99%	1.948.470 47,97%	2.060.448 50,72%
Total	2.289.174	3.145.483	4.062.092	4.062.092	4.062.092	4.062.092	4.062.092	4.062.092

Total número de Viajes, Tasa de Conversión (%)

En el caso de que la tendencia actual continúe, para el año 2005, la proporción de vehículos privados superará a la de autobuses, y para el año 2015, la diferencia entre los dos medios de transporte se habrá vuelto aún más grande. Por lo tanto, una de las metas es seleccionar

En el caso de que la tendencia actual continúe, para el año 2005, la proporción de vehículos privados superará a la de autobuses, y para el año 2015, la diferencia entre los dos medios de transporte se habrá vuelto aún más grande. Por lo tanto, una de las metas es seleccionar proyectos y políticas que ayuden a mantener en el futuro las tendencias actuales en cuanto a la relación de medios de transporte. La introducción de un sistema de autobuses troncales y la renovación de los autobuses son medidas efectivas para la realización de esta meta.

16.2 Plan de Implementación del Transporte Público por Etapas

En el año 2005, en caso de no hacer nada, se pueden observar aumentos significativos en el tiempo de viaje en tramos desde el norte al este de Mariano Roque Alonso, Limpio, San Lorenzo, y Luque. Entre estos tramos, la Avenida Eusebio Ayala tiene la mayor demanda de autobuses y por lo tanto recibe una primera prioridad. Por ello, en la primer etapa, es necesario introducir el bus troncal en esta avenida.

A fin de mejorar el acceso al norte, se introducirán carriles exclusivos para autobuses en el tramo de cuatro carriles de la Avenida Artigas a la Ruta Transchaco, lo que además dará prioridad al transporte público. Luego, también se instalarán carriles exclusivos para autobuses en los tramos desde la Autopista a la Avenida Mariscal López, y sobre la Avenida Fernando de la Mora como vías de acceso desde Luque al Centro.

Después del 2015, se predice que el sistema de bus troncal sobre la Avenida Eusebio Ayala no podrá satisfacer la demanda, y por lo tanto la avenida necesitará un nuevo sistema público de guía fija.

Mientras tanto, las mejoras en la comodidad de los autobuses en circulación requieren una renovación continua de los vehículos de transporte público y su conversión a vehículos de mayor tamaño. Es importante, por lo tanto, establecer organizaciones y formular políticas que motiven compartir el costo por la compra, el mantenimiento, y la operación de los autobuses. Dichas políticas requieren que las organizaciones, instituciones, y presupuestos supervisen a las compañías de transporte público en términos de su administración, su operación, y sus condiciones de trabajo en cuanto a sus empleados. Actualmente, hay una idea de fundar una agencia de transporte metropolitano, y esto necesita ser hecho inmediatamente.

Cuadro 16-2-1 Plan de Implementación del Transporte Público por Etapas

Año	Planes
2005	Bus Troncal sobre la Av. E. Ayala, establecimiento de una agencia de transporte metropolitano, integración de la operación de autobuses, provisión de dársenas para autobús sobre las vías troncales
2010	Carriles exclusivos para autobuses en los tramos de cuatro carriles de la Av. Artigas, Ruta Transchaco, renovación de los autobuses, y conversión a vehículos de mayor escala
2015	Carriles exclusivos para autobuses en los tramos de cuatro carriles sobre Autopista, Mcal. López, y la Av. Fernando de la Mora, renovación de la flota de autobuses, y conversión a vehículos de mayor escala
2020	Introducción de tránsito de ferrocarril liviano (LRT) sobre la Av. E. Ayala

16.3 Plan de Implementación de la Red Vial por Etapas

En primer lugar, a fin de apoyar el plan de transporte público, es primera prioridad ampliar la Av. E. Ayala a seis carriles, y mejorar la ruta Mcal. Estigarribia a seis carriles con veredas. La formación de una red vial troncal en Asunción requiere el dar prioridad a las mejoras de las

Choferes del Chaco. Además, es necesario pavimentar Ytá Ybaté con asfalto y modificar sus puntos de conexión para que se pueda fortalecer el eje norte hacia Asunción.

En las áreas suburbanas, la Ruta Transchaco tiene una alta concentración de tráfico. Hay un plan de pavimentación para las vías paralelas en M. R. Alonso, y se da prioridad al pavimentado de las vías colectoras conectándolas con las vías en Asunción. Además, a fin de distribuir la demanda de tráfico desde el norte de Asunción, es crítico mejorar las vías troncales en el norte. Se aplican mejoras de pavimentación a otros tramos de las vías colectoras con congestionamiento pesado.

La introducción de los carriles exclusivos para autobuses sobre la Av. Artigas a la Ruta Transchaco requiere el ensanchamiento de la Ruta Transchaco a seis carriles.

Cuadro 16-3-1 Plan de Implementación de la Red Vial por Etapas

Año	Planes
2005	Ensanchamiento de la Avenida Eusebio Ayala y la ruta Mcal. Estigarribia para la introducción del bus troncal. Mejoramiento de los tramos incompletos de las vías troncales circulares principales Pavimento de cuatro carriles de la Av. Itá Ybaté como eje de acceso sur
2010	Ensanchamiento de la Ruta Transchaco Provisión de un eje hacia el norte mejorando las vías colectoras competentesAA Mejoramiento de una sub-red hacia el Centro de Asunción pavimentando y conectando las vías colectoras
2015	Provisión de vías circulares suburbanas ensanchando las vías troncales entre ciudades a cuatro carriles Carretera de circunvalación en San Lorenzo Mejoramiento de vías colectoras

16.4 Implementación de la Administración de Tráfico por Etapas

En el plan a corto plazo del 2005, se planea introducir un sistema de control de semáforos con programas de control central en las vías troncales para dar apoyo al bus troncal sobre la Av. E. Ayala. En el Centro, el área de control existente será expandida, y el área también mejorará su sistema de control central y tendrá la capacidad para analizar las estadísticas de los datos de tráfico recolectados, y para proporcionar información a los usuarios viales.

Para establecer un sistema de control de semáforos bien desarrollado las intersecciones más importantes tendrán mejoras en sus marcas en el pavimento, se instalarán señales de sentido, y un sistema de control coordinado. También es necesario tener programas educacionales y de entrenamiento para que los oficiales de tránsito aprendan las leyes de tránsito y de control para reforzar este sistema de control.

En el 2010, el área de control central será expandida a las vías troncales circulares tales como la Av. Madame Lynch, donde los semáforos serán controlados centralmente también. Esto permitirá que el sistema controle el tráfico de las áreas suburbanas también. Al introducir medidas de administración de la demanda de tráfico (ADT) – tales como horarios de trabajo escalonados y restricciones al tráfico de afluencia al Centro – se controlará el volumen total de vehículos privados.

En el año objetivo del Plan Maestro, el 2015, se desarrollará un nuevo sistema para aliviar la concentración de tráfico en el Centro y para motivar una conversión de modo de vehículo

privado a autobús, con un sistema de transporte público más conveniente como el LRT. Esto requerirá de las medidas de ADT y de restricciones en el estacionamiento en coordinación con el uso de suelo en el Centro y con el control de vehículos de ocupación única sobre las vías troncales. Para establecer una policía de tránsito que haga evaluaciones globales del transporte urbano y que ejecute la nueva administración de tráfico, es necesario revisar el sistema existente y mejorar las instalaciones educativas de los oficiales de policía de tránsito. A fin de mejorar el comportamiento de los conductores y el medio ambiente, se llevará a cabo una revisión del sistema de licencia de conducir y una reforma del sistema de inspección de vehículo.

Cuadro 16-4-1 Plan de implementación de la Administración de Tráfico por Etapas

Año	Planes
2005	Mejoramiento de los semáforos (Av. E. Ayala con el bus troncal, Centro) (Otras vías troncales) Marcas en el pavimento en las intersecciones principales, mejoramiento de las señales de tráfico Educación y entrenamiento de los oficiales de policía de Tránsito
2010	Mejoramiento de los semáforos (vías circulares) Horario de restricción en el tráfico de afluencia al Centro ADT (horas laborales escalonadas)
2015	Restricciones de Estacionamiento en el Centro Revisión de la organización de la policía de tránsito y establecimiento de un centro de entrenamiento Reformas del sistema de licencia de conducir y de la inspección de vehículos

16.5 Selección de los Proyectos y Programas de Prioridad

Se seleccionarán del Plan Maestro los proyectos y programas de prioridad. Los criterios para esta selección se detallan a continuación:

- Prioridad para el transporte público (consistencia con la política)
- Prioridad para los proyectos que generarán los mayores efectos (TIRE alta)
- Prioridad para proyectos específicos que sean relativamente fáciles implementar si los mismos también generan beneficios significantes
- Consideración sobre medio ambiente (baja emisión de gases)
- Prioridad en proyectos dentro del área de la Municipalidad de Asunción

Los proyectos de emergencia sujetos a evaluación son las vías troncales principales solamente. Los proyectos para calles paralelas no se incluyen porque, en la mayoría de los casos, son proyectos de pavimentación y su ejecución puede ser gradual. Se puede apreciar los resultados de la evaluación en el Cuadro 16-5-1.

Cuadro 16-5-1 Resultados de la Evaluación de los Proyectos de Prioridad

Número	Nombre de Proyecto	EIRR	Línea Municipal Regulación	Facilidad	Política de Plan Maestro	Rank
101	Paseo Costanero Norte	30,4	*	X		B
102	Paseo Costanero Norte	15,4	*	X		C
103,104	Av.Eusebio Ayala(General Aquino-San Lorenzo)	34,1	*		OO	A
107	Av.Artigas	43,6	*	X		B
108	Av.Perú	10,4	*	OO	O	B
109	Av.Gral Santos	36,4	*		O	A
110	Av. Chof. del Chaco	52,8	*	O	O	A
111	Av. J. F. Bogado(1ro. de Marzo)	45,5		O		B
112	Av. Sta. Teresa	20,0	*			C
113	Av.Itá Ybaté	65,9	*	OO		A
119	Av. Bruno Guggiari	43,6				B
120	Rca. Argentina	33,2				B
121	Gral. Rafael Franco	50,5	*	O		A
122	Julio Corréa	56,9	*	O		A
123	Tte.2do M.Pino González	72,4	*	O		A

* Si
 OO Muy facil
 O Facil
 X Deficil
 OO Muy Coincidencia
 O Coincidencia
 A Alto
 B Medio
 C Bajo

Los puntos tomados en cuenta para la evaluación se detallan a continuación.

- Para el cálculo de los beneficios, el caso en el cual no se hace nada se toma en cuenta para las redes viales incluyendo la de Madame Lynch y su ensanchamiento el cual será completado en el año 2000
- Los beneficios anuales se calculan para 240 días x 3/24 horas
- Los valores actuales de costos anuales de los proyectos se calculan tomando una tasa de descuento del 12%
- El proyecto para buses troncales en la Av. E. Ayala, N° 103, incluye a los costos de los terminales y pasos a desnivel
- Las emisiones de NO_x y CO₂ para cada proyecto se evalúan presumiendo que no se hace nada y tomando la línea de base como 1,0.

- (1) El sistema de bus troncal sobre la Avenida Eusebio Ayala es el proyecto más importante, y se ha seleccionado la construcción de las terminales de bus troncal y los carriles exclusivos para buses a fin de mejorar el acceso a este nuevo sistema. Además, como medidas para mejorar las vías para el bus troncal, se ha propuesto ensanchar la Avenida E. Ayala, separar los grados de las vías que la cruzan, y mejorar las instalaciones de drenaje.
- (2) Se han escogido los siguientes proyectos para mejorar otros tramos viales aparte de la Avenida E. Ayala:
 - Ensanchamiento a cuatro carriles y mejoramiento de la intersección sobre la Av. Gral. Santos
 - Mejoramiento de drenaje vial sobre la Av. Mariscal López
 - Pavimento asfáltico en la Av. Itá Ybaté
- (3) La administración del tráfico requiere una renovación inmediata del sistema de semáforos y de las marcas sobre el pavimento en las intersecciones. También es necesario examinar las políticas de estacionamiento en el Centro y las medidas de implementación del

permiso de área. Eventualmente, se introducirán al Centro restricciones sobre el tráfico de entrada al distrito, y un plan un tránsito de paseo con la restauración del tranvía.

- (4) Como rutas entre ciudades fuera de Asunción, se ha dado prioridad a las carreteras de circunvalación de las Rutas 1 y 2 donde la demanda aumenta después del año 2006, y de las rutas de acceso de Luque hacia sus ciudades circunvecinas, donde la población crece.
- (5) Las vías colectoras serán mejoradas una por una antes del 2015 según surja la necesidad. No se empleará el sistema de frentista para conseguir fondos, sino que se usarán fondos públicos para asegurar las funciones del tráfico.
- (6) Se construirán dársenas para autobuses para tres líneas de autobús que se espera aumentarán la demanda después del 2006, a fin de mejorar el servicio de autobuses y mantener un flujo de tráfico sin obstáculos.

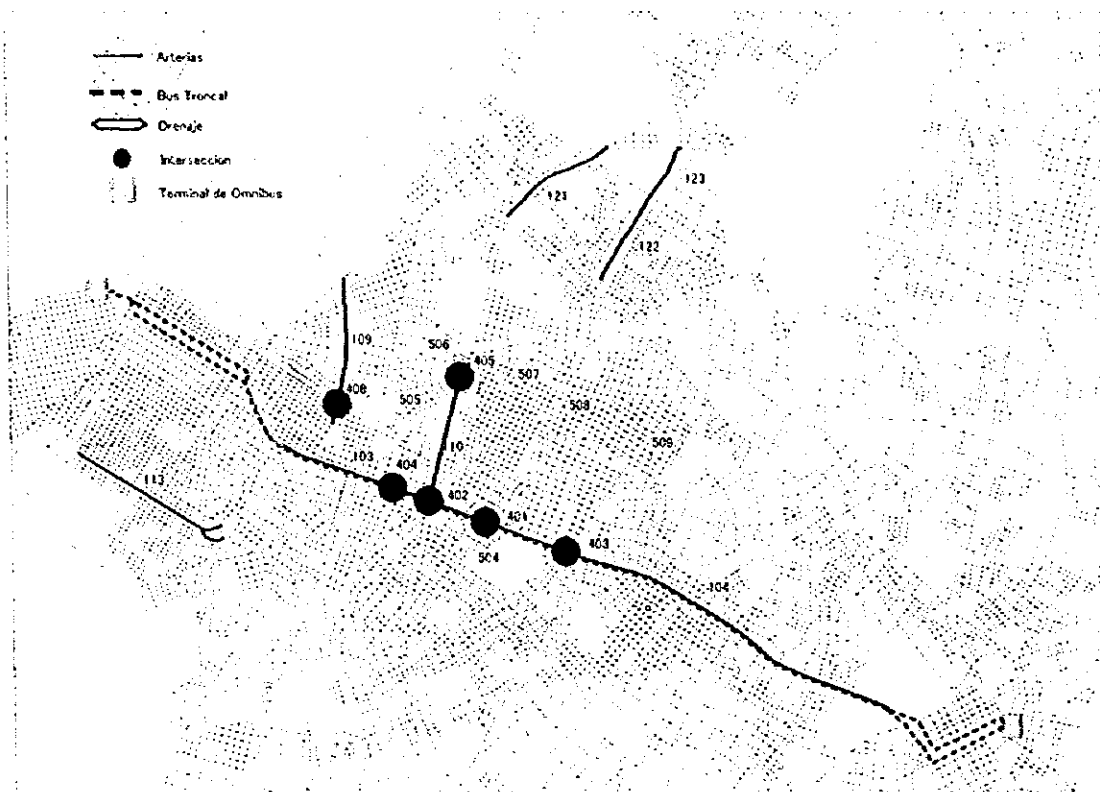


Fig. 16-5-1 Proyectos de Prioridad

Cuadro 16-5-2 Lista de Proyectos de Prioridad

	Número	Nombre	Carril es	Longitud	
AV. E. AYALA	103	Av.Eusebio Ayala(General Aquino-Calle Ultima)	Ensanche	6	6,45
	104	Av.Eusebio Ayala(Calle Ultima-San Lorenzo)	Ensanche	6	4,54
From the South	113	Av.Itá Ybaté	Pavementación	4	3,22
From the North	121	Gral. Rafael Franco	Ensanche	4	2,04
	122	Julio Corréa	Ensanche	4	1,61
	123	Tte.2do M.Pino Gonzalez	Ensanche	4	0,99
Circulación	109	Av.Gral Santos	Ensanche	4	2,41
	110	Av. Chef. del Chaco	Ensanche	4	2,09
Control de tráfico	701	Sistema de semáforos			
	702	Señalización			
Intersección	401	Av.Eusebio Ayala / Av. Rca. Argentina (puente)		6x4(2)	
	402	Av.Eusebio Ayala / Av. Chef. del Chaco (puente)		6x4(2)	
	403	Av.Eusebio Ayala / De La Victoria (puente)		6x4(2)	
	404	Av.Eusebio Ayala / Bartolome de las Casas (puente en Kubitscheck)		6x4(2)	
	405	Av.Mcal. López / Av. Chef del Chaco		4x4	
	408	Av.Mcal. López / Av. Gral. Santos		4x4	
Drenaje	504	Av.Eusebio Ayala(General Aquino-San Lorenzo)		6	10,99
	505	Av.Mcal. López / Sta.Rosa		4x2	
	506	Av.Mcal. López / Av.Chef. Del Chaco		4x4	
	507	Av.Mcal. López / Gnal. Garay		4x2	
	508	Av.Mcal. López / Av. San Martin		4x4	
	509	Av.Mcal. López / Bernardino Caballero		4x2	
Instalaciones de Transporte	604	Terminal de Autobus/ San Lorenzo			
	605	Terminal de Autobus / Centro			
	606	Estacionamiento para Autobus Troncal			

