

Capítulo 18 Plan de Mejoramiento Vial

18.1 Standards de Diseño Vial

Se aplicaron los standards de diseño vial establecidos por el Gobierno de la Municipalidad de Asunción. Los standards se muestran en el cuadro 18-1-1.

Cuadro 18-1-1 Standards de Diseño Vial en el Proyecto

Velocidad de Diseño	Unidad	40 km/h	60 km/h
1. Alineación Horizontal			
Radios mínimos	M	60	130
2. Distancia de Visión			
Distancia de Visión de Detención	M	46	76
Distancia de Visión de Pase	M	145	290
3. Alineación Vertical			
Gradiente Máximo y Longitud	%, m	4% (450 m)	
		5% (360 m)	
		6% (300 m)	
		7% (260 m)	
		8% (230 m)	
		9% (200 m)	
		10% (180 m)	
Radios Verticales			
Cresta	M	610	1829 – 2438
Comba	M	915	1829 – 2134
4. Medida de la Construcción	M	5.0	

Las intersecciones son diseñadas en base a los siguientes standards:

- El radio mínimo de giro de los vehículos: $R = 15,0$ m
- La longitud de carril de espera ha sido determinada en base a la siguiente fórmula:

$$L = N * (3600 / C) * 6,5$$

L = carril de espera (m)

N = el número de vehículos en giro a la izquierda por hora (vehículo)

C = longitud de ciclo (segundos)

6,5 = longitud promedio por vehículo (m)

- Se ha determinado la longitud del carril de aceleración y de los carriles de transición basándose en la siguiente fórmula:

$$L1 = (V / \Delta W) / 6$$

$$L2 = (V / \Delta W) / 3$$

L_1 = carril de aceleración (la longitud mínima es 30,0 m) (m)
 L_2 = carril de transición (la longitud mínima es 40,0 m) (m)
 V = velocidad de diseño (km/h)
 ΔW = longitud de movimiento de vehículo (m)

18.2 Ensanchamiento de la Avenida Eusebio Ayala

En esta sección, se trata un plan de mejoramiento vial con la introducción de carriles exclusivos para bus troncal, lo cual facilitará la operación sin obstáculos del bus troncal entre la Ciudad de San Lorenzo y el Centro.

A fin de introducir el itinerario exclusivo de bus troncal, se requiere la construcción de una nueva vía o el ensanchamiento de una vía existente. Sin embargo, como el área de estudio está altamente urbanizada, la construcción de una nueva vía tendría impactos negativos significativos sobre el área afectada, y también su costo sería muy alto debido a la magnitud de la expropiación de los edificios existentes y de los terrenos. Por ello, en este proyecto se ha decidido ensanchar la Avenida Eusebio Ayala existente para tener carriles exclusivos de bus troncal.

La Avenida Eusebio Ayala puede ser dividida de acuerdo con su naturaleza en los tres tramos siguientes. Abajo se describe en detalles el plan de mejoramiento vial para cada tramo.

- Centro
- Avenida Eusebio Ayala – Ruta Mariscal Estigarribia
- Área de la Ciudad de San Lorenzo

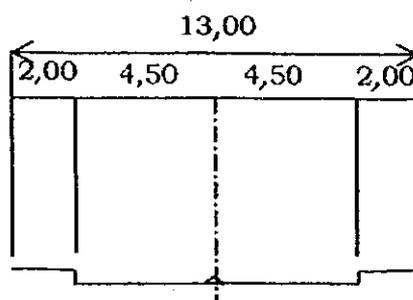
18.2.1 Vías

(1) Sección Transversal

La sección transversal de cada tramo de la avenida se describe abajo.

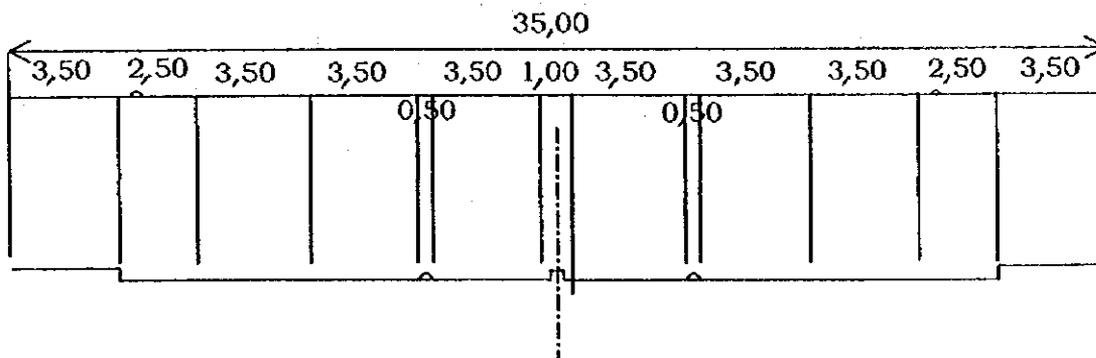
1) Centro

Es extremadamente difícil ensanchar la vía existente, ya que esta área está altamente urbanizada. En consecuencia, en este tramo se introducirán los carriles exclusivos de bus troncal manteniendo la vía existente. Lo siguiente es el ancho propuesto de la vía.



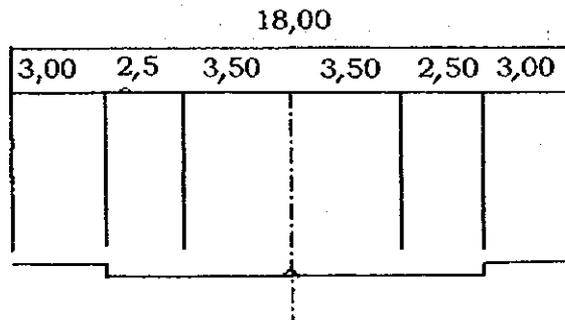
2) Avenida Eusebio Ayala – Ruta Mariscal Estigarribia

Esta es una vía principal que conecta Asunción, Fernando de la Mora, y San Lorenzo. La vía existente tiene cuatro carriles para los dos sentidos. En caso que se introduzcan carriles exclusivos de bus troncal en la vía existente, solamente quedarían dos carriles por ambos sentidos para los otros vehículos. Pero como resultado del pronóstico de demanda de tráfico, se ha llegado a la conclusión de que esos dos carriles no son suficientes para satisfacer la futura demanda de tráfico. Por ello, esta vía será ensanchada a seis carriles para ambos sentidos. Lo siguiente es el ancho propuesto de la vía.



3) Ciudad de San Lorenzo

Como pasa en el Centro, esta es un área altamente urbanizada y sería extremadamente difícil ensanchar la vía. Consecuentemente, en este tramo se introducirán carriles exclusivos de bus troncal en la vía existente sin hacer ensanchamientos. Lo siguiente es el ancho propuesto para la vía.



(2) Alineación Horizontal

La alineación horizontal de cada tramo se describe abajo.

1) Centro

El itinerario de bus troncal empieza en la Terminal de autobus del Centro propuesta, la cual será construida en un terreno que pertenece a la Municipalidad de Asunción. Se construirá la terminal de autobus frente a una instalación naval, la cual está situada a lo largo del Río Jaen, como se muestra en la Fig. 17-1-9. Luego el itinerario continúa por General Díaz – Don Bosco – Humaitá – Fulgencio R. Moreno – Pettirosi y a Eusebio Ayala. Como se dijo en la

sección anterior, las vías no serán ensanchadas básicamente. Sin embargo, en las curvas, tomando en consideración el radio de giro para bus troncal que es de 12 m, puede que se requiera un leve ensanchamiento. En total, hay cuatro curvas para ser ensanchadas.

Con respecto a la conexión de Fulgencio R. Moreno a Pettirossi, aunque el itinerario actual hace un giro a la izquierda sobre Brasil y entra a Pettirossi, a fin de asegurar la operación sin obstáculos del bus troncal y evitar un posible congestionamiento de tráfico, Fulgencio R. Moreno será extendida y pasará por la actual área residencial de Pettirossi.

La alineación vial en este punto es levemente serpenteante, por lo que será necesario cambiarla para que sea recta. Sin embargo, en caso que sea enderezada, se deberá mover una casa preservada históricamente. En consecuencia, esta vía no será ensanchada.

Con respecto al itinerario desde Eusebio Ayala al Centro, pasa por Eusebio Ayala - General Aquino - Azara - Terminal de autobus del Centro. Actualmente se usa la calle General Aquino como vía de acceso desde Eusebio Ayala al Centro. En este proyecto, a fin de evitar congestionamiento de tráfico y asegurar la operación sin obstáculos del bus troncal, se permitirá pasar por esta vía solamente al bus troncal y a otros autobuses ramales. Los otros vehículos pasarán por General Bruguez y entrarán a Azara.

2) Avenida Eusebio Ayala y Ruta Mariscal Estigarribia

La alineación vial existente en este tramo básicamente se ha mantenido. Aunque hay algunas curvas leves, se consideran que son insignificantes en términos de operación de vehículo. El radio mínimo es 500 m y en general la alineación total es lisa.

En este tramo, se designa las intersecciones como sigue:

- Las paradas de bus troncal básicamente están ubicadas en las intersecciones principales. Por ello, estas intersecciones serán designadas intersecciones de cuatro sentidos, porque proveen acceso total.
- Además de las intersecciones mencionadas arriba, en las otras intersecciones existentes, a fin de asegurar la operación de bus troncal sin problemas, los vehículos podrán hacer solamente giros a la derecha y no podrán pasar a través de Eusebio Ayala.

El tramo completo será ensanchado a 35 m, a fin de tener seis carriles, de los cuales los dos carriles centrales serán usados exclusivamente para el bus troncal. El promedio de ancho actual en la Avenida Eusebio Ayala es de 33 m. Por lo tanto se necesitará un ensanchamiento de cerca de 1 metro por cada lado de la avenida. Por otro lado, el promedio actual sobre la Ruta Mariscal Estigarribia es de 32 m, así que se necesitará ensanchar aproximadamente 1,5 m sobre cada lado.

Como se está construyendo un viaducto en la intersección de Eusebio Ayala y la Avenida Madame Lynch, este proyecto tomará en cuenta este trabajo.

3) Ciudad de San Lorenzo

El itinerario de bus troncal en este tramo es Mariscal Estigarribia - Terminal de autobus de San Lorenzo - Julia Miranda Cueto de Estigarribia - Mariscal Estigarribia, tal como se

muestra en la Fig. 17-1-10. Como este tramo también está altamente urbanizado, básicamente no será ensanchado. Sin embargo para asegurar el radio mínimo para bus troncal de 12 m, se requerirá un leve ensanchamiento en las curvas. Hay tres curvas que necesitan ensanchamiento.

(3) Alineación Vertical

La alineación vertical de cada tramo será descrita abajo.

1) Centro

Como este tramo está altamente urbanizado, es extremadamente difícil cambiar el gradiente. Por ello se mantiene la alineación vertical existente. En la alineación vertical existente hay un gradiente y terreno de rodamiento agudos en un tramo corto. Como se requiere igualarlo a la alineación vertical existente, el gradiente máximo en el plan es de 10,0 %, el cual es muy empinado.

Este tramo no tiene problemas en cuanto a la relación drenaje – alineación vertical, siempre y cuando la alineación vertical existente no sea alterada significativamente. Esto se debe a que las instalaciones de drenaje en este tramo están relativamente bien desarrolladas.

2) Avenida Eusebio Ayala y Ruta Mariscal Estigarribia

Este tramo también es un área urbanizada, aunque no tanto como el Centro y San Lorenzo. Por ello es imposible alterar el gradiente existente. Los gradientes máximos y mínimos son 4,14 % y 0,30 %, respectivamente. Se ha tomado en cuenta el drenaje para determinar el gradiente mínimo. Además, como se toma en consideración un sistema de drenaje para determinar la alineación vertical, se planea que las corrientes subterráneas sean puntos de hundimiento de los gradientes.

3) Ciudad de San Lorenzo

Este tramo también está altamente urbanizado así como en el caso del Centro, y es extremadamente difícil cambiar el gradiente existente. Por ello, la alineación vertical de este tramo va a estar de acuerdo con la ya existente. Sin embargo, contrariamente al Centro, no hay terreno de rodamiento en este tramo, y el gradiente máximo de 3,90% es relativamente suave.

18.2.2 Drenaje Pluvial

Se planea un mejoramiento del sistema de drenaje pluvial en Eusebio Ayala y en Mariscal Estigarribia. Como el sistema de drenaje en estas áreas no ha sido completamente desarrollado, siempre hay problemas de inundación cuando llueve, lo que a veces causa serios problemas en términos de operación de vehículo.

En esta sección se ha estudiado el informe titulado “Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Drenaje Pluvial en la Ciudad de Asunción”, el cual fue preparado por la JICA en 1986. El sistema de drenaje en estas vías es descrito en el informe.

(1) Standards de Diseño de Instalaciones de Drenaje Pluvial

1) Intensidad de Lluvia

La curva de duración de intensidad de lluvia caída (Cuadro 18-2-1) preparada en el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Drenaje Pluvial fue aplicada a este estudio. Con un periodo de retorno de 1,1 años, y un tiempo de concentración de 10 minutos para el diseño de drenaje pluvial para la superficie vial, la intensidad de lluvia será de 74,3 mm/hora.

Cuadro 18-2-1 Intensidad de Lluvia caída por Varios Periodos de Retorno

Tiempo (minutos)	Periodo de Retorno (Año)				
	1,1	2	3	5	10
5	88,5	131,6	152,2	174,9	204,1
10	74,3	116,9	135,8	156,8	183,4
15	65,1	105,1	122,6	142	166,5
20	57,8	95,4	111,7	129,8	152,5
30	47,5	80,6	94,9	110,7	130,5
45	37,4	65,4	77,4	90,7	107,3
60	30,8	55,0	65,4	76,9	91,1
120	18,1	33,7	40,3	47,7	56,8
180	12,8	24,2	29,1	34,6	41,3
360	6,8	13,2	15,9	18,9	22,7
720	3,5	6,9	8,3	9,9	11,9

2) Coeficiente de Escorrentía (c)

Los coeficientes de escorrentía muestran el grado de drenaje que fluye por la superficie del terreno sin que mucha agua de lluvia caída penetre al subsuelo. La cantidad de drenado llega a ser grande en proporción a cuán grande sea el coeficiente de escorrentía.

Se ha decidido que el coeficiente de escorrentía aplique el valor de Cuenca que va con nuestro plan zonal en cada Cuenca según lo muestra el cuadro 18-2-2.

Centro ~ Calle Argentina (B-1 Mburicaó)	: c = 0,57
Calle Argentina ~ Calle Angel Torres (b-18 Itay)	: c = 0,50
Calle Angel Torres ~ San Lorenzo (B-23 San Lorenzo)	: c = 0,35

3) Estimación del Volumen de Escorrentía

Es necesario para calcular la cantidad de drenaje de agua de lluvia caída decidir la escala del establecimiento de drenaje. Se aplicó la siguiente fórmula para la estimación de escorrentía:

$$Q = 1 / (3,6 \times 10^6) \times C \times I \times A$$

Q = Volumen de flujo (escorrentía) (m³/segundo)

C = Coeficiente de Escorrentía

I = Intensidad pluvial promedio durante el tiempo de concentración (mm/hora)

A = Área de drenaje pluvial (m²)

Además, para determinar la sección de drenaje, se adoptó el volumen planeado de flujo de Q / 0,8 para que el volumen de escorrentía fuera igual al 80% de una sección planeada.

Cuadro 18-2-2 Incremento del Coeficiente de Escorrentía

Cuenca del Río	Nombre de la Cuenca	Coeficiente de Escorrentía		
		1965	1984	2005
B-1	Varadero	0.54	0.62	0.66
B-2	Jardín	0.65	0.68	0.68
B-3	Centro	0.59	0.62	0.67
B-4	Jaén	0.57	0.65	0.67
B-5	Tacumbú	0.48	0.53	0.53
B-6	Salamanca	0.52	0.57	0.58
B-7	Zanja Moroti	0.63	0.64	0.65
B-8	Ferreira	0.50	0.63	0.66
B-9	Villa Universitaria	0.32	0.44	0.60
B-10	Las Mercedes	0.48	0.59	0.62
B-11	Mariscal López	0.56	0.62	0.63
B-12	Bella Vista	0.50	0.63	0.65
B-13	Tablada	0.45	0.62	0.63
B-14	Mburicaó	0.42	0.50	0.57
B-15	Ycua Carrillo	0.37	0.44	0.63
B-16	Santa rosa	0.33	0.41	0.56
B-17	Tres Puentes Cué	0.30	0.35	0.41
B-18	Itay	0.33	0.41	0.50
B-19	Lambaré	0.36	0.51	0.67
B-20	Valle Apuá	0.30	0.38	0.40
B-21	Villa Elisa	0.31	0.40	0.51
B-22	Nemby	0.30	0.36	0.44
B-23	San Lorenzo	0.30	0.32	0.35
B-24	Tayazuape	0.30	0.32	0.35
B-26	Zaballos Cué	0.32	0.35	0.41
B-27	Paso Caí	0.32	0.34	0.52

4) Estimación de Capacidad de Escorrentía

El cálculo de la capacidad de descarga que determina el tramo del canal de drenaje pluvial se basa en la fórmula de "Flujo Uniforme de Manning":

$$Q = A \times V$$

$$V = 1 / n \times (I P)^{1/2} \times R P^{2/3}$$

$$R = A / P$$

Q = descarga (m³/segundo)

V = velocidad de flujo (m/segundo)

N = coeficiente de rugosidad

I = pendiente (%)

R = profundidad hidráulica

A = área de la sección transversal (m²)

P = perímetro húmedo

Como la estructura del drenaje pluvial será de concreto, el coeficiente de rugosidad será n=0,013.

(2) Drenaje

1) Corrientes Subterráneas

La localización de las corrientes subterráneas y de los ríos de corrientes subterráneas de las instalaciones de drenaje propuestas se muestra en la Fig. 18-2-1.

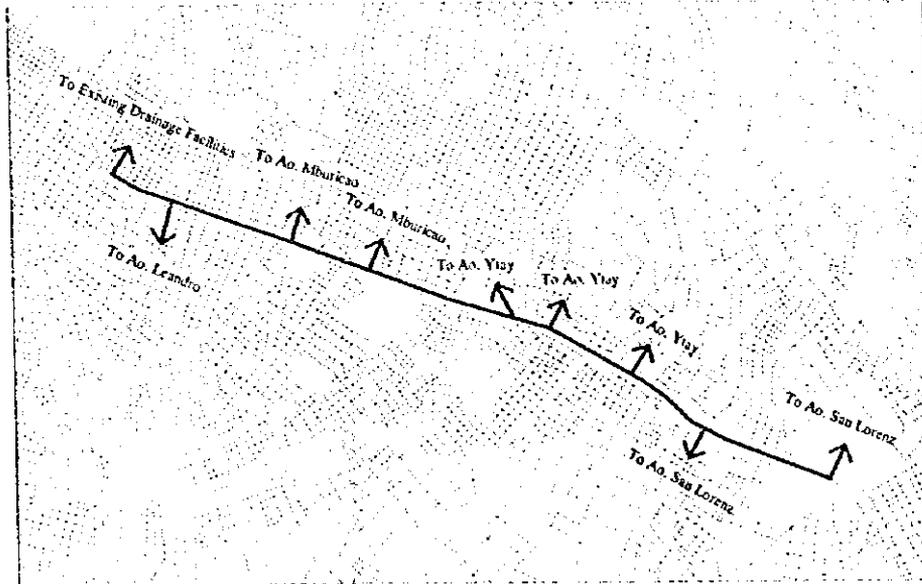


Fig. 18-2-1 Ubicación de las Corrientes Subterráneas

2) Cuenca de Captación

La cuenca de captación del área del proyecto propuesta se muestra en la Fig. 18-2-2.

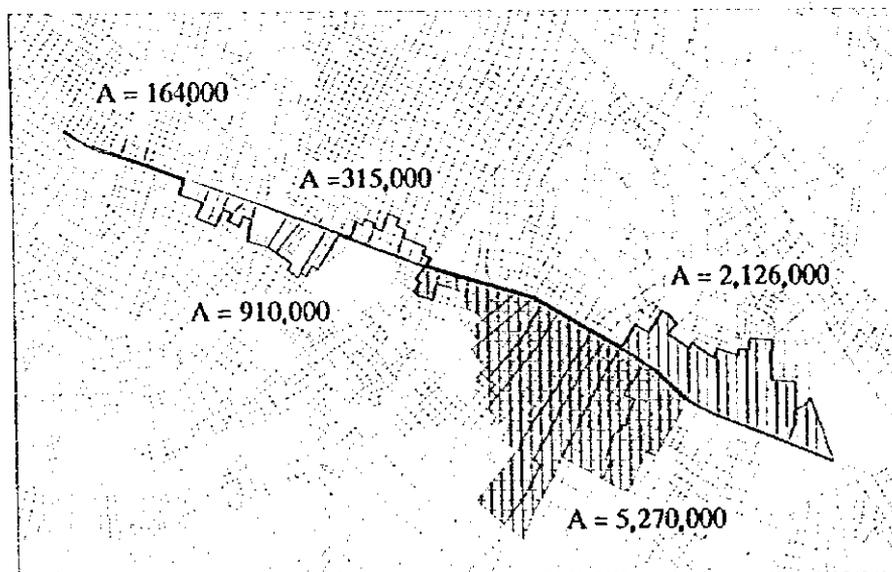


Fig. 18-2-2 Cuenca de Captación

3) Instalaciones de Drenaje

El tamaño de las instalaciones de drenaje requeridas se determina para cada cuenca de captación, tal como se muestra en el Fig. 18-2-3. Las instalaciones de drenaje determinadas se muestran en el cuadro 18-2-3.

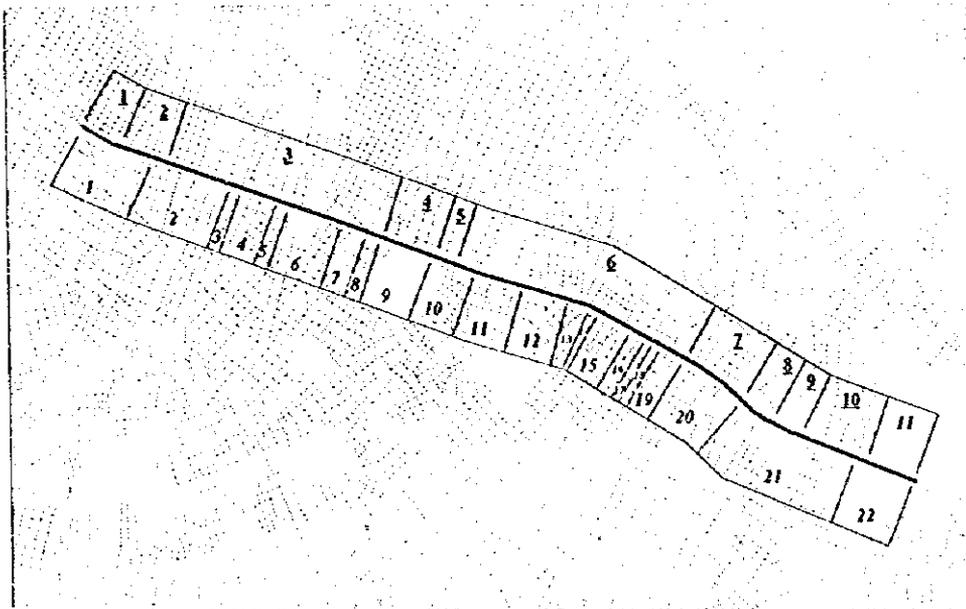


Fig. 18-2-3 División de las Cuencas de Captación

Cuadro 18-2-3 Instalaciones de Drenaje

Lado Izquierdo				Lado Derecho					
Cuenca de Captación N°	Instalaciones de Drenaje			Longitud	Cuenca de Captación N°	Instalaciones de Drenaje			Longitud
1	Alcantarillado	φ	0,5	520	1	Alcantarillado	φ	0,5	900
2	Alcantarillado	φ	1,0	590	2	Alcantarillado	φ	1,0	1.030
3	Alcantarillado	φ	0,5	2.720	3	Alcantarillado	φ	0,5	120
4	Alcantarillado	φ	1,5	690	4	Alcantarillado	φ	1,0	450
5	Alcantarillado	φ	1,0	300	5	Alcantarillado	φ	1,5	160
6	Alcantarillado	φ	0,5	2.930	6	Alcantarillado	φ	1,0	670
7	Alcantarillado	φ	2,0	950	7	Alcantarillado	φ	1,5	340
8	Alcantarillado	φ	1,5	410	8	Alcantarillado	φ	2,0	160
9	Alcantarillado	φ	1,0	410	9	Alcantarillado	φ	1,0	690
10	Alcantarillado	φ	1,5	850	10	Alcantarillado	φ	0,5	620
11	Alcantarillado	φ	2,0	550	11	Alcantarillado	φ	1,0	520
					12	Alcantarillado	φ	1,5	610
					13	Alcantarillado	φ	1,0	260
					14	Alcantarilla de cajón	2,5 * 2,0		90
					15	Alcantarillado	φ	2,0	490
					16	Alcantarillado	φ	1,5	200
					17	Alcantarillado	φ	1,0	90
					18	Alcantarillado	φ	1,5	110
					19	Alcantarilla de cajón	2,0 * 2,0		240
					20	Alcantarillado	φ	2,0	1.010
					21	Alcantarillado	φ	0,5	1.500
					22	Alcantarillado	φ	1,0	690

18.2.3 Diseño de la Estructura del Pavimento

Se diseñó la estructura del pavimento de acuerdo con la “Guía AASHTO para el Diseño de Estructura de Pavimento (1986)”.

(1) Periodo de Análisis

Se consideró como periodo de análisis en el diseño de la estructura de pavimento los once años desde el comienzo del uso de las vías desarrolladas.

(2) Tráfico de Diseño

El tráfico de diseño es el volumen de tráfico acumulativo durante el periodo de análisis. Se describe por tipo de vehículo. En este caso, el tráfico de diseño fue calculado para el periodo que abarca desde el 2004 hasta el 2015. El tráfico de diseño calculado se muestra en el cuadro 18-2-4.

Cuadro 18-2-4 Tráfico de Diseño

Tramo Vial	Año	Automóviles	Autobuses	Buses Troncales
Eusebio Ayala	2004	38.151	2.753	1.572
	2015	49.446	3.541	1.748
Tráfico de Diseño		175.850.978	12.635.205	6.664.900
Mariscal Estigarribia	2004	37.533	4.557	1.572
	2015	48.644	5.860	1.748
Tráfico de Diseño		173.000.328	20.912.128	6.664.900

(3) Carga por Eje de Cada Tipo de Vehículo

De acuerdo con este método de diseño, es necesario conocer la carga de eje de cada tipo de vehículo primero, para luego hacer la conversión a una carga por eje único equivalente (ESAL por sus siglas en Inglés) a 18-kip.

Cuadro 18-2-5 Distribución de Carga de Eje por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	Peso Total (W)	Distribución de carga		
		Rueda frontal	Rueda central	Rueda trasera
Auto de pasajeros	1,30	0,6813	-	0,6174
Autobús	13,80	4,7248	-	9,0752
Bus troncal	24,10	6,8000	9,9500	7,3500

Observación: W = peso total

(4) Carga por Eje Único Equivalente (ESAL) Acumulativa de 18-kip

Primero se calculó el factor ESAL para cada tipo de vehículo, aplicando los valores de el cuadro 18-2-5, tal como se muestra en el cuadro 18-2-6.

Cuadro 18-2-6 Cálculo del Factor ESAL Total

Tipo de Vehículo	Eje	Carga de Eje		Factor ESAL	
		Toneladas	Kips	Eje	Total
Automóvil	Frontal	0,6813	1,5	0,0002	0,0004
	Trasero	0,6174	1,4	0,0002	
Autobús	Frontal	4,7248	10,4	0,0880	1,5980
	Trasero	9,0752	20,0	1,5100	
Bus Troncal	Frontal	6,8000	15,0	0,4915	3,2987
	Medio	9,9500	21,9	2,1465	
	Trasero	7,3500	16,2	0,6607	

- Nota:
1. Kips = kilo-libras
 2. Los factores ESAL del eje en la quinta columna provienen de el cuadro d.4 y d.5 de la "Guía AASHTO para Diseño de Estructura de Pavimento (1986)", asumiendo que los números de servilidad y estructurales son 2,5 y 5,0, respectivamente. La guía dice "en la mayoría de los casos, dicha presunción proporciona información lo suficientemente exacta para diseños".

Usando el factor ESAL total calculado arriba, el ESAL de diseño y el ESAL acumulativo de 18-kips para cada tramo vial se obtienen de la siguiente manera.

En esta cuadro, se calcula el valor ESAL Acumulativo de 18-kips para ambos troncales y para los demás vehículos en cada tramo. En este proyecto, por razones de seguridad, se ha adoptado el valor más grande en cada tramo.

Cuadro 18-2-7 ESAL de Diseño y Acumulativo de 18-kips por Tramo Vial

Tramo Vial	Tipo de vehículo	Tráfico de Diseño (A)	Factor ESAL (B)	ESAL de Diseño (A x B)	ESAL de 18 kips Acum.
Eusebio Ayala	Automóvil	175.850.978	0,0004	70.340	31.653
	Autobús	12.635.205	1,5980	20.191.058	9.085.976
	Total				9.117.629
	Bus Troncal	6.664.900	3,2987	21.985.506	10.992.753
Mariscal Estigarribia	Automóvil	173.000.328	0,0004	69.260	31.140
	Autobús	20.912.128	1,5980	33.417.580	15.037.911
	Total				15.069.051
	Bus Troncal	6.664.900	3,2987	21.985.506	10.992.753

Nota: (ESAL Acumulativo de 18-kips) = (ESAL de Diseño) * DD * DC

Donde DD = Factor de distribución direccional = 0,5; y DC = factor de distribución de carril = 0,9

(5) CBR o subrasante

Como se adopta una CBR 6 en la Municipalidad de Asunción, en este proyecto también se aplicará una CRB 6.

(6) MR de la Infraestructura Vial

La Guía AASHTO recomienda calcular el Módulo de Resistencia Elástica de la infraestructura vial (MR) de acuerdo con la siguiente fórmula y las siguientes cuadros:

$$MR = 1.500 * CBR \text{ (psi)}$$

Donde CBR = valor de suelo de infraestructura vial de CBR (%)

Por ello, en este proyecto se calcula como sigue:

$$MR = 1.500 * 6 = 9.000 \text{ (psi)}$$

(7) Fiabilidad (F)

La Guía AASHTO recomienda que el valor de fiabilidad de una vía arterial principal en el área de estudio debe ser del 80% al 99%. En este caso se aplicó un valor de 90%.

Cuadro 18-2-8 Niveles Sugeridos de Fiabilidad para Varias Clasificaciones Funcionales

Clasificación Funcional	Nivel de Fiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Inter estatales y otras autopistas	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Local	50 - 80	50 – 80

(8) Desviación Standard (So)

En un diseño de pavimento flexible, la desviación standard puede considerarse de 0,45.

(9) Pérdida de Utilidad de Diseño (Δ PSI)

Se puede obtener la pérdida de utilidad del diseño por medio de la siguiente fórmula:

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t$$

Donde P_o es la utilidad inicial (la Guía AASHTO recomienda 4,2 para pavimento flexible), y P_t es la utilidad terminal (la Guía AASHTO recomienda 2,5 para una vía arterial principal).

Entonces, $\Delta \text{ PSI} = 4,2 - 2,5 = 1,7$

(10) Número Estructural (SNI)

Basado en los valores acumulativos de ESAL 18-kips, de Módulo de Resistencia Elástica, de Fiabilidad, de Desviación Standard, y de Pérdida de Utilidad de Diseño, se puede obtener el Número Estructural usando un nomograma preparado en la Guía. Los Números Estructurales Obtenidos por tramo vial se resumen en el cuadro 18-2-9.

Cuadro 18-2-9 Número Estructural (SNI)

Segmento	Eusebio Ayala	Mariscal Estigarribia
Sin	4,7	4,9

(11) Coeficiente de Capa (a_i)

El Coeficiente de Capa de una capa se determina por las características del material de la capa. De acuerdo con la descripción de la Guía, se han asumido los siguientes valores para este caso:

Cuadro 18-2-10 Coeficientes de Capa

Componente del Pavimento	Método, Material	Descripción	SN
Curso de la Superficie	Asfalto de mezcla caliente		0,39
Curso de Base	Piedra triturada para estabilización mecánica	CBR modificado (más de 80)	0,14
	Cemento bituminoso tratado	Mezcla caliente, estabilidad (más de 350 kg/cm ²)	0,31
	Cemento tratado	Fuerza compresora en 7 días (30 kg/cm ²)	0,22
	Cal tratada	Fuerza compresora en 10 días (10 kg/cm ²)	0,18
Curso de Sub-base	Piedra triturada	CBR Modificado (más de 30)	0,10
		CBR Modificado (más de 20)	0,08
	Cemento Tratado	Fuerza compresora en 7 días (10 kg/cm ²)	0,10

(12) Grosor de cada capa

Basado en los números de Número Estructural (SN) y de Coeficiente de Capa (ai) obtenidos hasta este punto, se puede calcular el grosor de cada capa usando la siguiente fórmula:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 + \dots$$

Donde a₁, a₂, a₃, ... = coeficientes de capa representando los cursos de superficie, base, y sub-base, respectivamente.

D₁, D₂, D₃, ... = grosor real (en pulgadas) de los cursos de superficie, base, y sub-base, respectivamente.

Así mismo, los componentes de pavimento de cada sección se muestran en el cuadro 18-2-11.

Cuadro 18-2-11 Componentes del Pavimento

Tramo	Componente de Pavimento	Material de Método	Grosor (cm)
Eusebio Ayala	Curso de superficie	Asfalto de mezcla caliente	10
	Curso de Base	Cemento tratado bituminoso	15
	Curso de sub-base	Piedra triturada	35
	Total		60
Mariscal Estigarribia	Curso de superficie	Asfalto de mezcla caliente	10
	Curso de Base	Cemento tratado bituminoso	15
	Curso de sub-base	Piedra triturada	40
	Total		65

18.2.4 Viaducto

Se construirán cuatro viaductos en cuatro intersecciones sobre la Avenida Eusebio Ayala (Fig. 18-2-4). Los viaductos serán construidos sobre las vfas que cruzan Eusebio Ayala.

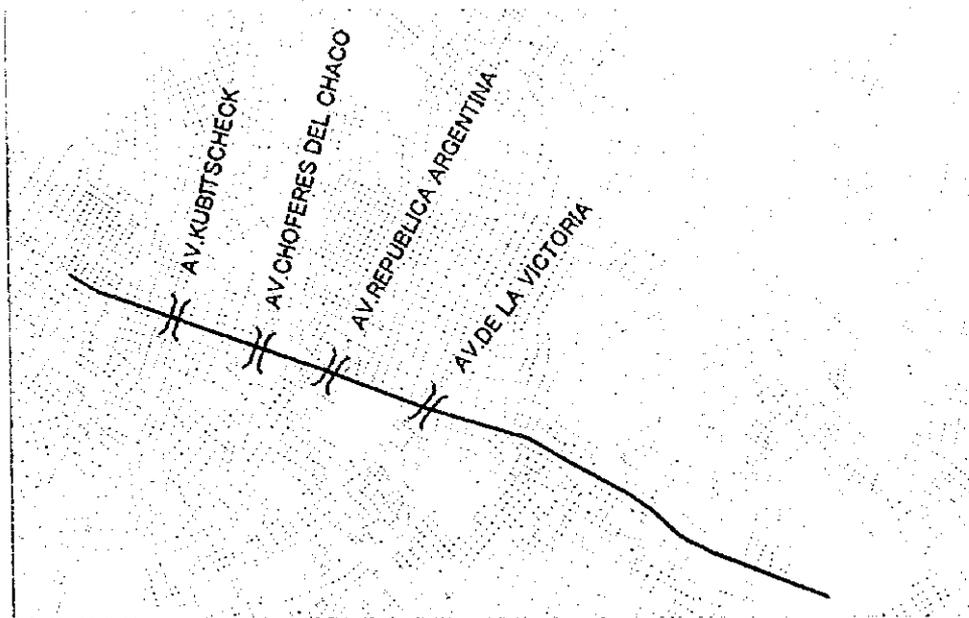


Fig. 18-2-4 Ubicación de los Viaductos

(1) Standards de Diseño

1) Carga Accidental

La AASHRO describe cuatro tipos de cargas accidentales. En vista del hecho que se dispone del diseño de los puentes y su área metropolitana, se usará la carga más pesada de HS20-44.

2) Efectos Sísmicos

Aunque no hay sismos frecuentes en el Paraguay, ocasionalmente pasan sin dañar las estructuras existentes. El Estudio tomará en consideración una carga sísmica con el menor valor de coeficiente prescrito en la AASHTO: $C = 0,06$.

3) Despeje

De acuerdo con las medidas de la AASHTO, el despeje horizontal debe tener el ancho de la calzada (incluyendo el cordón), y el despeje vertical debe tener 16 pies. El Estudio usará la fig. redondeada de 5,0 metros para el despeje vertical.

4) Fortaleza del Material

Debe decidirse la fuerza del cemento concreto tomando las condiciones actuales en Asunción y la fuerza del acero basándose en las normas ASTM. Se muestra la fortaleza de los materiales principales en el cuadro 18-2-12.

Cuadro 18-2-12 Fortaleza de los Materiales

Material	Fortaleza
Concreto para Superestructura	$F_c = 350 \text{ kg/m}^2$
Espigón	$F_c = 270 \text{ kg/m}^2$
Cimentación	$F_c = 210 \text{ kg/m}^2$
Hormigón pretensado	$F_c = 350 \text{ kg/m}^2$
Barra reforzada (grado 40)	$F_y = 2.800 \text{ kg/m}^2$
Acero pretensado (grado 270)	$F_y = 161 \text{ kg/m}^2$
Acero estructural (M-183)	$F_u = 4.000 \text{ kg/m}^2$

Observación: F_c = fuerza compresora específica del concreto a los 28 días
 F_y : fuerza de elasticidad específica de refuerzo
 F_u : fuerza de tensión mínima

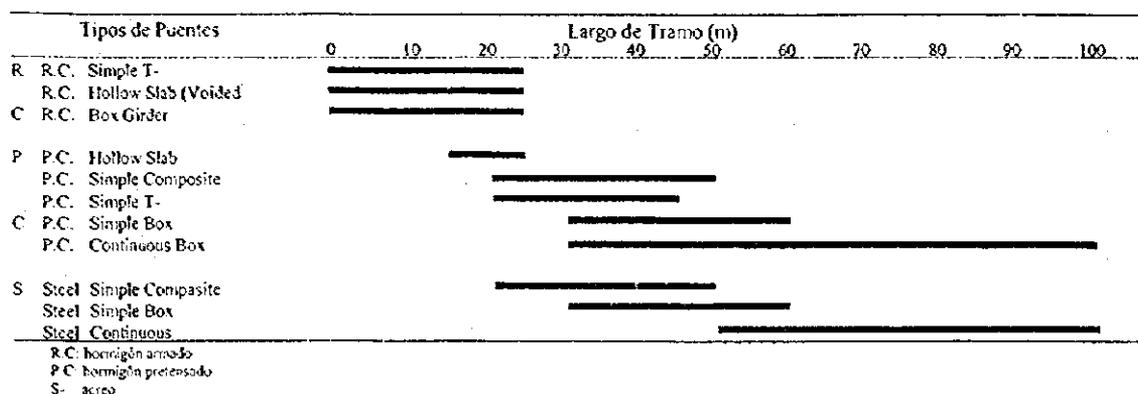
(2) Superestructura de los Puentes

1) Tipos de Puentes

Generalmente se puede clasificar la superestructura de los puentes en tres tipos: puentes de hormigón armado (de aquí en adelante llamados puentes RC), puentes de hormigón pretensado (de aquí en más llamados puentes PC), y puentes de acero. En el cuadro 18-2-13 se dan los tramos generalmente aplicables de cada puente. Se podrá aplicar el RC solamente a tramos pequeños, mientras que los puentes PC y de acero pueden aplicarse a tramos pequeños, medios, y largos.

Tomando en cuenta el tamaño de los puentes, el costo de mantenimiento, las condiciones sociales de la ciudad de Asunción, etc., se adoptan vigas de compuesto simple de PC para la superestructura del viaducto.

Cuadro 18-2-13 Aplicación de los Tramos Standard por Tipo de Puente



2) Longitud de Tramo

La longitud de tramo de superestructura se determinó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Dimensión de la Intersección
- b. Reducción de la altura de viga
- c. Ubicación de Estribo
- d. Disminución del costo total de los puentes

Con respecto a los estribos, el despeje vertical mínimo bajo la viga se planeó a un mínimo de 2,0 metros. Con esta disposición, la altura del muro de contención de acercamiento se reduce y la separación comunitaria existente se evita al máximo. La longitud de los tramos de los viaductos que se indica a continuación son distancias tomadas del centro de un espigón hasta el centro del otro.

- Kubitscheck = $L = 4 * 38,0 = 152,0 \text{ m}$
- Choferes del Chaco = $L = 4 * 38,0 = 152,0 \text{ m}$
- República Argentina = $L = 5 * 38,0 = 190,0 \text{ m}$
- De la Victoria = $L = 3 * 38,0 = 114,0 \text{ m}$

3) Altura de la Viga

El cuadro 18-2-14 muestra la relación entre la altura de viga standard y la longitud de tramo establecida por la AASHTO. Como la longitud de tramo del puente es de 38,0 metros, la altura de la viga será de 1,85 metros.

Cuadro 18-2-14 Relación entre la longitud de tramo y la altura de viga (Viga pretensada de compuesto simple)

Altura De viga(m)	Largo de Tramo (m)									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
0.700		█								
0.900			█							
1.150				█						
1.370					█					
1.600						█				
1.850							█			

(3) Subestructura

1) Características del Subsuelo

El subsuelo en el sitio del puente planeado consiste en una capa de arena tipo cieno a arcilla, llamado "Formación Patino". Los cimientos de la estructura están planeados en base a la capa de suelo a la profundidad de 3 a 10 metros desde la superficie con el valor N de más de 30, según la experiencia en construcciones en la ciudad de Asunción.

2) Tipo de Cimiento

En el presente, el estrato de suelo con valor N de más de 30 es considerado estrato de asiento. Tomando en cuenta el aspecto económico, la facilidad de la construcción, el nivel de agua, el ancho del trabajo, etc., se usará una cimentación directa cuando el estrato de base alcanza a cerca de 5 metros de profundidad. En caso de que sea más profundo, se usará una cimentación de pilotes. Considerando el bajo poder sísmico, y la experiencia previa, se adoptarán pilotes prefabricados de concreto armado de ϕ 400.

3) Profundidad de Zapata

La profundidad de la superficie más alta de la zapata se tomará en 1,0 metros como mínimo, considerando la futura instalación bajo tierra, la profundidad del pavimento, la vegetación, etc.

4) Forma del Espigón

Con respecto a la forma del espigón, a veces se verá restringida por factores externos, tales como la alineación de la calle bajo el viaducto, etc. También, bajo un punto de vista estético, es necesario tomar nota del factor de estandarización de acuerdo con condiciones tales como ubicación, sector, etc. Hay tres tipos de forma típica de espigón: marco rígido, tipo T, y tipo muro. En este proyecto, se seleccionó el tipo T más común.

5) Resumen de Cimentación

El cuadro 18-2-15 muestra el resumen de la cimentación de cada viaducto.

Cuadro 18-2-15 Cuadro de Resumen de Cimentación

Ubicación del Viaducto	Tipo de Espigón	Cimentación			
		Profundidad del Suelo	Tipo de Cimentación	Número de Pilotes	Dimensión de la Cimentación de Nota (m)
Avenida Kubitscheck	Tipo T	GL - 10,0	Con pilotes	L = 8,8 m	8,0 * 5,0 * 1,3
	(t=1,5m)		(3 unidades)	75 unidades	
Avenida Choferes del Chaco	Tipo T	GL - 5,0	Directa		
	(t=1,5m)		---		
Avenida República Argentina	Tipo T	GL - 4,0 a	Directa		8,0 * 6,0 * 1,2
	(t=1,5m)	GL - 4,8	(4 unidades)		
Avenida De la Victoria	Tipo T	GL - 4,1 a	Directa		8,0 * 6,0 * 1,2
	(t=1,5m)	GL - 4,2	(2 unidades)		

18.3 Otros Proyectos

Además de los proyectos mencionados arriba, hay otros tres proyectos. Estos proyectos son descritos abajo:

- Proyecto de Ensanchamiento Vial
- Proyecto de Desagüe Pluvial
- Proyecto de Mejoramiento del Pavimento

18.3.1 Proyecto de ensanchamiento Vial

En el proyecto de ensanchamiento vial, se cubrirán las siguientes vías:

- Avenida Choferes del Chaco
- Avenida Máximo Santos
- Avenida Rafael Franco
- Avenida Julio Correa

(1) Standards de Diseño Vial

En cuanto al proyecto de ensanchamiento vial, el diseño vial se aplica usando cada standard tal como muestra la sección 18.1.

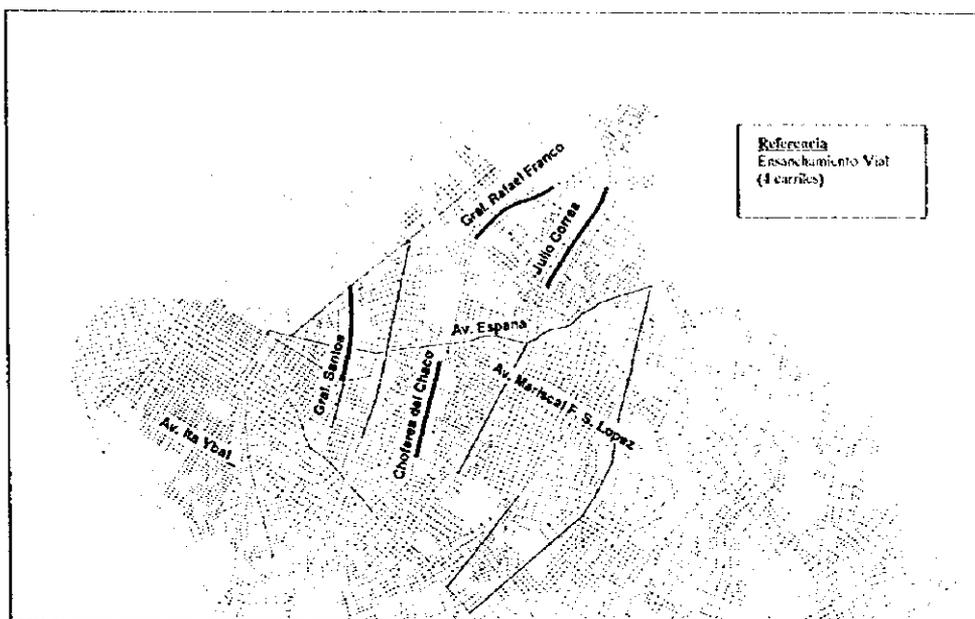


Fig. 18-3-1 Ubicación de los Proyectos de Ensanchamiento Vial

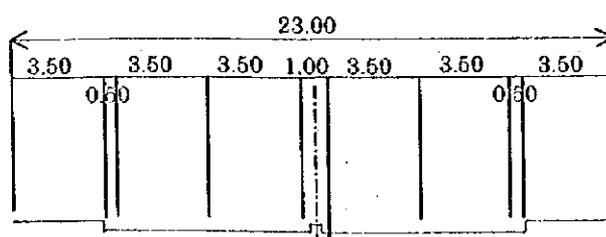
(2) Componentes de la Sección Transversal

Con respecto a los componentes actuales de carril de cada vía, a pesar de que su ancho difiere, básicamente tienen dos carriles. El ancho total varía de 15,0 metros a 22,0 metros (Cuadro 18-3-1).

Cuadro 18-3-1 Componentes Actuales de las Secciones Transversales de Cada Vía

Vías	Veredas		Calzada (m)	Ancho total (m)
	Izquierda (m)	Derecha (m)		
Avenida Choferes del Chaco	6,3	6,8	8,9	22,0
Avenida Máximo Santos	3,0	3,0	9,0	15,0
Avenida Rafael Franco	3,2	2,9	9,1	15,2
Avenida Julio Correa	3,5	3,3	9,0	15,8

Los componentes de sección transversal propuestos son cuatro carriles con veredas de ambos lados. Los componentes de Sección Transversal se muestran abajo.



(3) Alineación Horizontal

La alineación horizontal de cada vía se describe abajo.

1) Avenida Choferes del Chaco

Esta vía será ensanchada de los dos carriles actuales a cuatro carriles, ensanchando ambos lados. Al mismo tiempo, la alineación horizontal actual será mantenida. Los elementos de alineación consisten en todas líneas rectas sin obstáculos. El derecho de paso está relativamente asegurado, y el ancho requerido para el ensanchamiento es de aproximadamente 1 metro.

2) Avenida Máximo Santos

El concepto básico de ensanchamiento de esta avenida es el mismo de la Avenida Choferes del Chaco. En el futuro, cuando la red vial haya sido mejorada, esta vía estará conectada a la intersección entre la Avenida Artigas y la vía de acceso desde la Franja Costera, la cual se planea a lo largo del Río Paraguay. En cuanto a los elementos de alineación, el radio mínimo es de 300 m y la alineación es relativamente lisa. Esta vía será ensanchada aproximadamente 8 metros.

Como en el tramo desde la Avenida Ayala hasta la Avenida Mariscal López sobre la Avenida Máximo Santos los trabajos de mejoramiento y de ensanchamiento a 4 carriles con paseo central estaban casi completos entre la división completa con la Avenida Máximo Santos, se considera que el tramo objeto para ensanchamiento en este proyecto es de la Avenida Mariscal López hasta la Avenida Artigas.

3) Avenida Rafael Franco

El concepto de ensanchamiento para esta avenida es básicamente el mismo que para las otras dos vías de arriba. Como la Avenida Máximo Santos, en el futuro se volverá una intersección de cuatro carriles en la intersección con la ruta Transchaco con el mejoramiento de Itapúa, que corre a lo largo de las vías del tren. En cuanto a los elementos de alineación, el radio mínimo es de 300 m y la alineación es relativamente lisa. Esta vía será ensanchada aproximadamente 8 metros.

Como se han identificado edificios históricos -- llamados "Patrimonio Nacional de la República) -- en tres puntos de la vía seleccionada para ensanchamiento, se tomará en consideración la alineación de la vía para evitarlos.

4) Avenida Julio Correa

Entre la Avenida Dr. Molas López y la Avenida Primer Presidente, la vía existente será ensanchada, tal como en el caso de las otras vías. Sin embargo, desde la intersección entre Julio Correa y la Avenida Primer Presidente a la Avenida Gregorio Villalba, se construirá una nueva vía. La alineación de la nueva vía es una alineación con forma de S, a fin de conectarla con la Avenida Gregorio Villalba. Los elementos de alineación son una curva reversa, cuyo radio es de 500 m a 400 m. Pero como el radio es relativamente grande, se considera que no habrá problemas en términos de operación de vehículos.

Además, hasta la Avenida Tte. 2º M. Pino González está incluida y se ha definido como el Plan de Ensanchamiento para la Avenida Julio Correa.

(4) Alineación Vertical

La alineación vertical de cada vía se determina en base al gradiente actual. La topografía de toda esta área en general es plana y la alineación es relativamente lisa. Si embargo, hay algunos puntos elevados sobre Julio Correa. El gradiente máximo de cada vía se describe abajo.

- Avenida Choferes del Chaco: I = 2,88 %
- Avenida Máximo Santos: I = 4,11 %
- Avenida Rafael Franco: I = 1,68 %
- Avenida Julio Correa: I = 8,85 %

18.3.2 Intersecciones

Las intersecciones al comienzo y al final de las vías, e Itá Ybaté serán mejoradas. La forma básica de las intersecciones mejoradas se muestra en la Fig. 18-3-2.

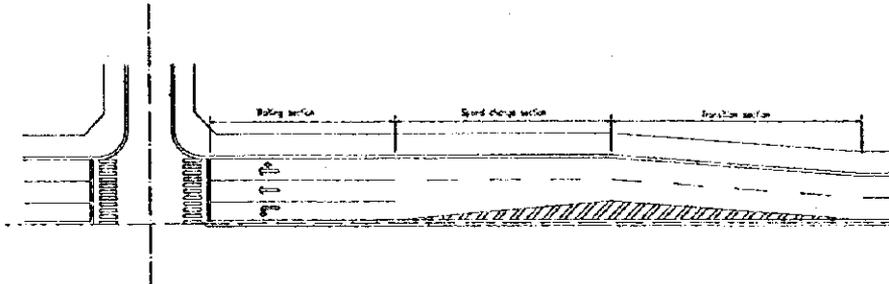


Fig. 18-3-2 Diseño Standard de la Intersección

La longitud del carril de espera fue determinada para cada intersección de la forma en que se muestra en el cuadro 18-3-2, de acuerdo con los cálculos de la demanda futura de tráfico de giro. Se planeó una extensión del carril de transición para asegurar la longitud requerida para cada velocidad de diseño. Las dimensiones para el carril de cambio de velocidad y para el carril exclusivo se indican en el cuadro 18-3-3.

Cuadro 18-3-2 Longitud del Carril de Espera por Avenida

Intersección	Arteria	Longitud del Carril de Espera (m)
Choferes del Chaco - Mariscal López	Mariscal López (O)	145,0
	Mariscal López (E)	30,0
	Choferes del Chaco	30,0
	Santísimo Sacramento	30,0
- Mariscal López	Mariscal López (O)	30,0
	Mariscal López (E)	30,0
	Máximo Santos (N)	30,0
	Máximo Santos (S)	30,0
- Artigas	Artigas (O)	30,0
	Artigas (E)	30,0
	Máximo Santos (N)	35,0
	Máximo Santos (S)	--
	Nueva vía	30,0
Rafael Franco - Santísimo Sacramento	Santísimo Sacramento (N)	30,0
	Santísimo Sacramento (S)	--
	Rafael Franco	--
Rafael Franco - Ruta Transchaco	Ruta Transchaco (O)	30,0
	Ruta Transchaco (E)	75,0
	Rafael Franco	30,0
	Itapúa	50,0
Julio Correa	Molas López (N)	30,0
	Molas López (S)	30,0
	Julio Correa	50,0
	Bogarín	30,0
Julio Correa - Gregorio Villalba	Gregorio Villalba	30,0
	Julio Correa	--
	Itapúa (N)	--
	Itapúa (S)	--
Itá Ybaté - J. F. Bogado	J. F. Bogado (N)	--
	J. F. Bogado (S)	30,0
	Itá Ybaté	--

Cuadro 18-3-3 Estándar de Diseño de Carril Exclusivo para giro a la Izquierda

Velocidad de Diseño (km/h)	Carril de Cambio de Velocidad (m)	Carril de Transición (m)
60	35	40
40	30	40

18.3.3 Mejoramiento del Desagüe Pluvial

El sistema de desagüe pluvial será mejorado en los siguiente puntos críticos:

- Avenida Mariscal López y Avenida Choferes del Chaco
- Avenida Mariscal López y Avenida General Garay
- Avenida Mariscal López y Avenida San Martín
- Avenida Mariscal López y Bernardino Caballero

Sus ubicaciones, cuenca de captación, y áreas de cuenca de captación se muestran en la Fig. 18-3-3.

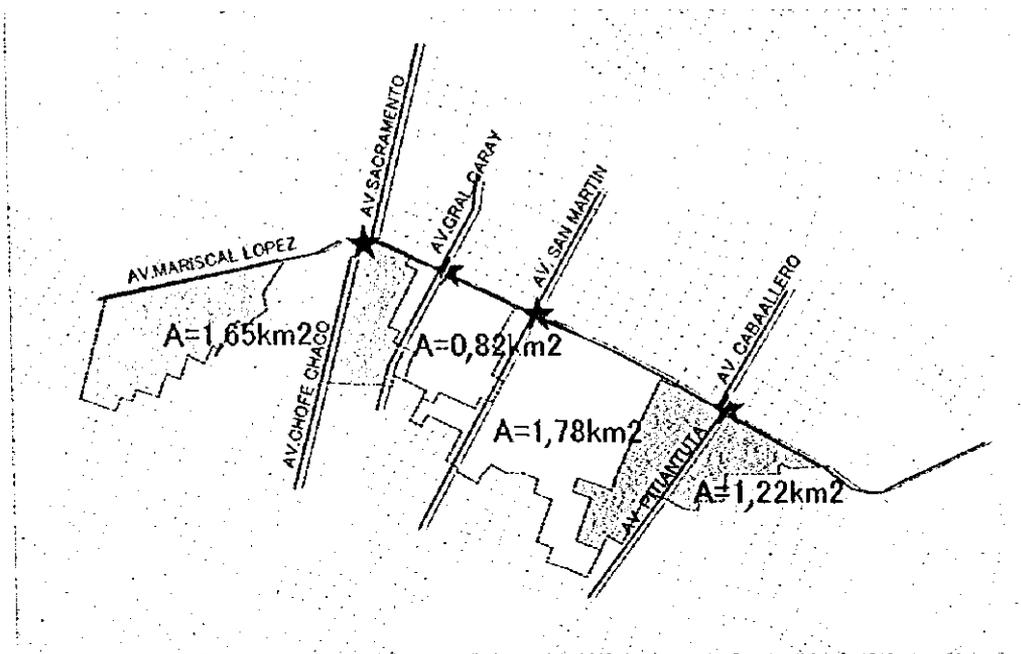


Fig. 18-3-3 Ubicación del Desagüe Pluvial a ser Mejorado

(1) Standards de Diseño de Instalaciones de Desagüe Pluvial

Se aplican los mismos standards que se usan para el diseño de instalaciones de desagüe en 18-2-2.

(2) Desagüe en cada Tramo

1) Avenida Mariscal López y Avenida General Santos

La cuenca de captación en esta intersección es el Río Mburicaó. El área de esta cuenca se muestra en la Fig. 18-3-2. La corriente subterránea de este sistema de drenaje se planea que esté en el lado central de la intersección sobre Mariscal López. La descarga en la corriente subterránea es de 15,81 m³/s. Se usa un conducto subterráneo de tubos con un diámetro de 2 metros para la instalación mayor de desagüe.

2) Avenida Mariscal López y Avenida General Garay

La corriente subterránea de este sistema de drenaje es el Río Mburicaó. La ubicación exacta de la corriente subterránea está a 200 metros al norte de la intersección sobre la Avenida General Garay. La descarga a la corriente subterránea es de 8,45 m³/s. Se usará un conducto subterráneo con tubos de 1,5 metros de diámetro para la instalación mayor de desagüe.

3) Avenida Mariscal López y Avenida San Martín

La corriente subterránea de este desagüe también es el Río Mburicaó. La ubicación de la corriente subterránea está a 300 metros del norte de la intersección sobre la Avenida San Martín. La descarga a la corriente subterránea es de 20,91 m³/s. Se usa una alcantarilla de cajón de 2,0 m x 2,0 m para la instalación de desagüe más grande.

4) Avenida Mariscal López y Bernardino Caballero

La cuenca de captación de esta intersección es la cuenca del Río Itay. La ubicación de la corriente subterránea está en la intersección entre la Avenida Mariscal López y la Avenida Madame Lynch. La distancia desde la intersección hasta la corriente subterránea es de 700 metros, relativamente larga. La descarga en la corriente subterránea es de 12,59 m³. Se usa una alcantarilla de cajón de 2,0 metros de diámetro para la mayor instalación de desagüe.

(3) Instalaciones de Desagüe

La ubicación de las instalaciones de desagüe se muestra en la Fig. 18-3-4. Las estructuras de drenaje en cada ubicación se muestran en el cuadro 18-3-4.

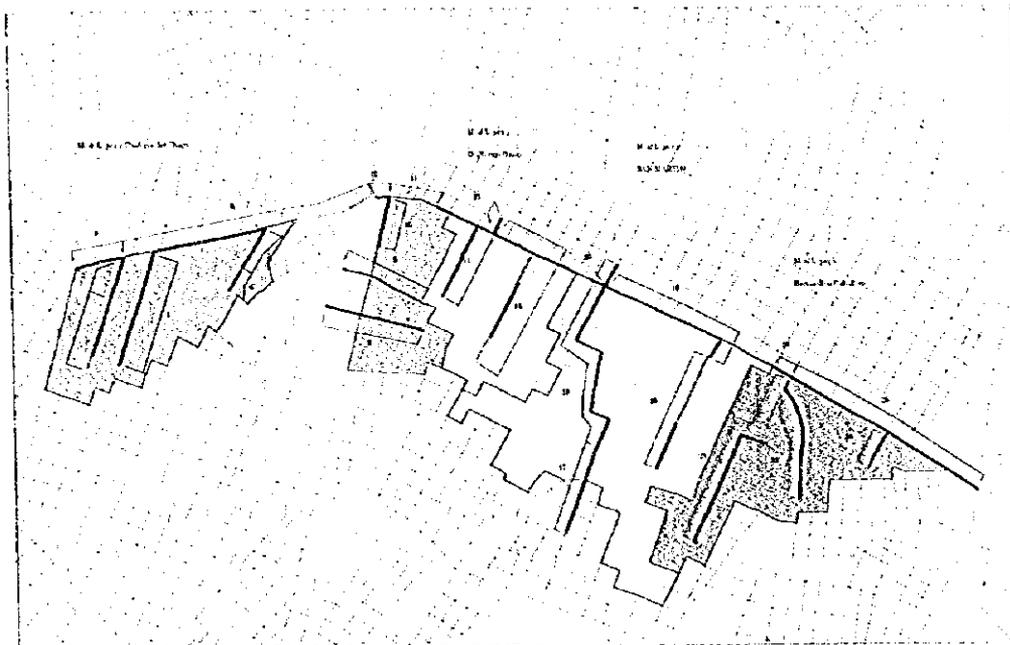


Fig. 18-3-4 Ubicación de las Instalaciones de Desagüe

Cuadro 18-3-4 Estructuras de Drenaje en cada Ubicación

Cuenca de Captación N°	Instalaciones de Drenaje			Longitud	Cuenca de Captación N°	Instalaciones de Drenaje			Longitud
Choferes del Chaco					San Martín				
1	Cañería	φ	1,0	500	16	Cañería	φ	1,5	1,220
2	Cañería	φ	1,5	250	17	Cañería	φ	1,5	590
3	Cañería	φ	0,5	310	18	Cañería	φ	2,0	1,280
4	Cañería	φ	1,0	780	19	Cañería	φ	1,5	580
5	Cañería	φ	2,0	1.680	20	De Cajón	2,5 * 2,0		110
6	Cañería	φ	1,0	160	Caballero				
7	Cañería	φ	1,5	300	21	Cañería	φ	1,5	1,350
8	Cañería	φ	1,5	610	22	Cañería	φ	1,5	1,000
9	Cañería	φ	1,0	550	23	Cañería	φ	1,0	150
10	Cañería	φ	1,0	300	24	Cañería	φ	1,0	250
11	Cañería	φ	1,0	310	25	Cañería	φ	2,0	1,400
12	Cañería		1,5	250					
General Garay									
13	Cañería	φ	1,5	1.100					
14	Cañería	φ	1,0	600					
15	Cañería	φ	1,5	100					

18.3.4 Planificación del pavimento

El pavimento asfáltico de Itá Ybaté ha sido planeado. El pavimento actual está hecho de cantos rodados. Se usan los mismos standards de diseño y los cálculos mencionados en la sección 18.2.3. En esta sección, solamente se describen las condiciones principales y los resultados.

(1) Tráfico de Diseño

El Volumen de tráfico en los años 2005 y 2015 será tal como se muestra en el cuadro 18-3-5.

Cuadro 18-3-5 Diseño de Tráfico

Tramo Vial	Año	Autos de Pasajeros	Autobuses
Itá Ybaté	2005	14.445	146
	2015	18.379	160
Tráfico de Diseño		59.903.800	558.450

(2) Número Estructural (SN)

Se ha calculado el número estructural en base al tráfico de diseño mostrado arriba. La misma fórmula usada en la sección 18.2.3 se ha usado ahora. El resultado se muestra en el cuadro 18-3-6.

Cuadro 18-3-6 Número Estructural (SN)

Segmento	Itá Ybaté
Sin	2,7

(3) Componente del Pavimento

Los componentes del pavimento se muestran en el cuadro de abajo.

Cuadro 18-3-7 Componentes de Pavimento

Tramo	Componente de Pavimento	Método y Materiales	Grosor (cm)
Itá Ybaté	Curso de superficie	Asfalto de mezcla caliente	8
	Curso de base	Cemento de tratamiento bituminoso	14
	Curso de sub-base	Piedra triturada	18
	Total		40

18.4 Proyecto de Costo Estimado

18.4.1 Costo de los Proyectos Prioritarios Examinados para el Estudio de Factibilidad

(1) Proyecto de Ensanche de la Avenida Eusebio Ayala

1) Resumen del Proyecto

Los cálculos de costo para el ensanche de la Avenida Eusebio Ayala se dividen de la siguiente manera, tal como se ve en la Fig. 18-4-1.

- Ensanche de la carretera
- Obtener carril exclusivo para el autobus troncal
- Nueva construcción de viaductos en cuatro lugares, incluyendo el mejoramiento de carreteras unidas en dicho lugar
- Mejoramiento de los cruces de mayor importancia
- Mejoramiento de drenajes

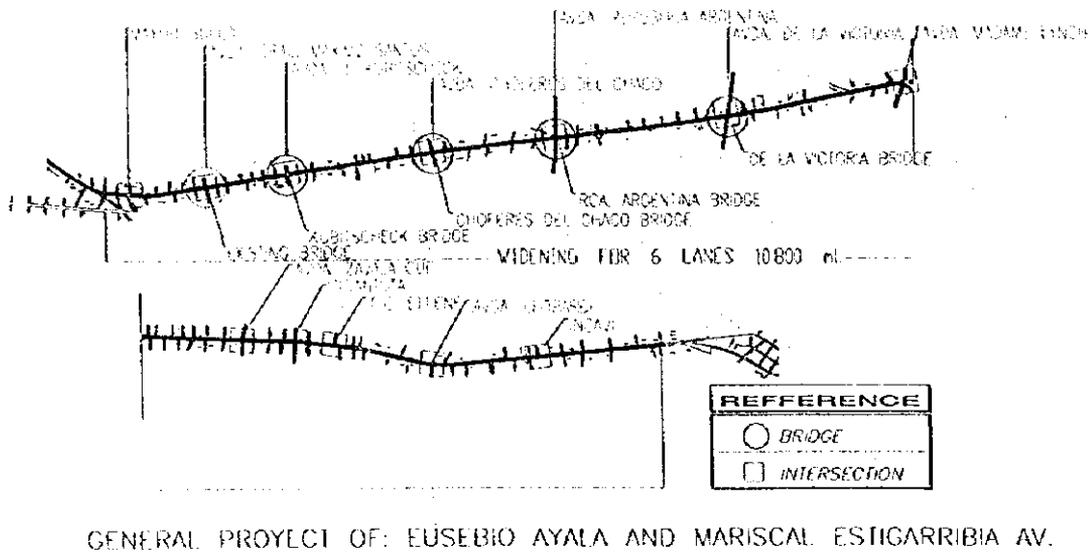


Fig. 18-4-1 Resumen del área del proyecto de ensanche sobre Eusebio Ayala

2) Costo del Proyecto

El costo estimado que se tiene clasificado por obras se obtuvo a base de datos obtenidos por la intervención de la Municipalidad de Asunción, el MOPC, y la AGA.

Las clasificaciones más importantes de las obras son limpieza de la carretera (extracción del concreto), pavimentación, obra sobre tierra (excavación y relleno compactado), drenaje, muro de contención, viaductos, otras obras (señales de pavimento, cordones). Estos cálculos son obtenidos por clasificación de obras, y otro como Asunción (hasta Madame Lynch) y hasta San Lorenzo el nivel de pavimentación es diferente y los cálculos se han hecho tomando en cuenta estas variables. Los detalles se muestran en la Fig. 18-4-1.

Cuadro 18-4-1 Costo Estimado de Eusebio Ayala

Tasa: 1US\$=3000Gs=120Yc

Item	Unit	Cantidad	Precio Unitario		Total Price (Mill.Gs)		Total F (1000US)
			Extranj. (US\$)	Financiero (Gs)	Extranj. (US\$)	Financiero (Gs)	
1. Trabajos de Preparación							
Limpieza y Cavado	m2	37.935	0,49	1.374	18.712,21	52.202.202	36
Trabajos de Demolición	m3	234.767	12,91	39.018	3.006.633,27	9.160.235.832	6.066
Sub-1					3.025.345,47	9.212.438.081	6.096
2. Pavimento							
Asfalto Vial Tipo I (10+15+35)	m2	275.756	23,12	56.104	6.374.513,57	15.471.000.836	11.532
Asfalto Vial Tipo II (10+15+40)	m2	175.507	24,24	58.833	4.254.816,20	10.325.550.679	7.697
Pavimento de la Acera	m2	151.817	5,76	34.780	875.156,69	5.280.240.046	2.633
Sub-2					11.504.486,46	31.076.791.561	21.863
3. Trabajos del Suelo							
Excavación (Común)	m3	64.556	2,26	5.784	145.751,75	373.387.318	276
Terraplenado	m3	18.424	3,16	7.999	58.137,15	147.379.969	107
Suelo de Deshecho (L=5km)	m3	46.132	1,51	4.505	69.710,07	207.835.386	139
Sub-3					273.598,96	728.602.672	516
4. Drenaje							
Alcantarilla de tubo (D=50cm)	m	10.293	56,64	156.956	583.071,31	1.615.859.854	1.122
Alcantarilla de tubo (D=100cm)	m	5.700	158,87	388.752	905.549,99	2.215.886.641	1.644
Alcantarilla de tubo (D=150cm)	m	3.400	249,04	580.222	816.146,21	1.972.754.456	1.474
Alcantarilla de tubo (D=200cm)	m	3.160	398,65	908.172	1.259.732,96	2.869.823.890	2.216
Alcant. de cañón (B=2,0m H=2,0m)	m	240	547,41	1.634.517	131.378,19	392.284.060	262
Alcant. de cañón (B=2,5m H=2,0m)	m	90	657,58	2.000.600	59.182,07	180.053.973	119
Cuenca de Captación (1,2m X 1,2m)	No	1.184	184,43	723.668	218.360,33	856.822.912	504
Sub-4					3.973.421,11	10.103.485.789	7.341
5. Muro de Contención							
Muro de C.de H. Armado (h=2,0m)	m	1.238	70,02	295.681	86.689,87	366.054.427	209
Muro de C.de HA (h=5,5m con pilar)	m	90	896,04	2.464.104	80.643,60	221.769.355	153
Muro de C.de HA (h=6,0m con pilar)	m	100	921,43	2.569.558	92.142,54	256.955.764	178
Muro de C.de HA (h=7,0m)	m	70	524,66	1.854.509	36.726,10	129.815.603	80
Muro de C.de HA (h=8,0m)	m	150	669,64	2.329.634	100.445,32	349.445.062	217
Muro de C.de HA (h=8,5m)	m	160	744,39	2.573.324	119.102,12	411.731.806	256
Sub-5					515.749,55	1.735.772.018	1.094
5. Paso a Densivel							
JUSCEKINO KUBITSHECK	unid				566.116,74	1.541.012.676	1.086
CHOFERES DEL CHACO	unid				530.459,37	1.523.096.429	1.038
REPUBLICA ARGENTINA	unid				655.954,90	1.831.676.389	1.283
DE LA VICTORIA	unid				400.327,11	1.152.888.465	785
Sub-6					2.152.858,13	6.093.673.959	4.186
7. Paradas de Bus Troncal							
	unid	20		115.224.150		2.304.483.000	768
8. Trabajos Misceláneos							
Iluminación	No	756	1.085,10	957.649	820.335,60	723.982.644	1.062
Marcado de las Líneas	m	34.730	0,66	1.567	23.088,40	54.431.313	41
Cordón de Concreto (para los lados)	m	20.073	0,00	23.249	0,00	466.670.959	156
Cordón de Concreto (para Paseo Central)	m	12.637	1,29	47.372	16.257,50	598.635.478	216
Sub-7					859.681,50	1.843.720.394	1.474
9. Mobilización & Otros Trabajos (30% del Costo Total)							
					6.691.542,36	1.8931.190.243	13.002
10. Sub-Total							
					28.995.683,54	82.035.157.720	56.342
11. Costo de Ingeniería (10% del 9)							
					2.899.668,35	8.203.515.772	5.634
12. Contingencia (10% del 9+10)							
					3.189.635,19	9.023.867.349	6.193
Costo Total Básico (9+10+11)							
					35.085.937,08	99.262.540.841	68.174

Por otra parte, a través del censo efectuado en todas las áreas a ampliar se encontraron 157 edificaciones que se encuentran sobre la carretera a ampliar y que afectarán las instalaciones de la obra. La superficie de las edificaciones es de 65.515 m2 y son afectados 96 terrenos de 27.509 m2. En total los afectados son 253 lugares con una superficie de 93.024 m2. El costo total para obtener la tierra sería de 8.180 x US\$ 1.000.

También de la conexión de carreteras para los 4 viaductos de la misma manera son de 2.018 x US\$ 1.000, y el costo de todas las zonas para la ampliación de la Avenida Eusebio Ayala sería de 10.198 x US\$ 1.000.

Además, las dársenas para autobus troncal previstas que se colocarán en las áreas de ampliación sería arriba y abajo en 20 lugares de mayor importancia (10 cruces). Se planea colocar dársenas con techos transparentes. Se calcula unos 38,4 x US\$ 1.000 por lugar y en total de 20 lugares que sería 768 x US\$ 1.000.

(2) Otros Proyectos de Mejoramiento Vial

La infraestructura vial relacionada a otros planes de mejoramiento vial comprende 4 carreteras a ser ampliadas, mejoramiento de drenaje pluvial en una carretera, y mejoramiento de la pavimentación en otra carretera. En la Fig. 18-4-2 se ve la ubicación de cada proyecto mencionado.

- Ensanche de carretera (4 carreteras: General Santos, Choferes del Chaco, Rafael Franco, y Julio Correa. En Julio Correa se incluye a Teniente 2º M. Pino González como extensión)
- Plan de drenaje pluvial (sobre la Avenida Mariscal López)
- Plan de Pavimentación (Itá Ybaté)

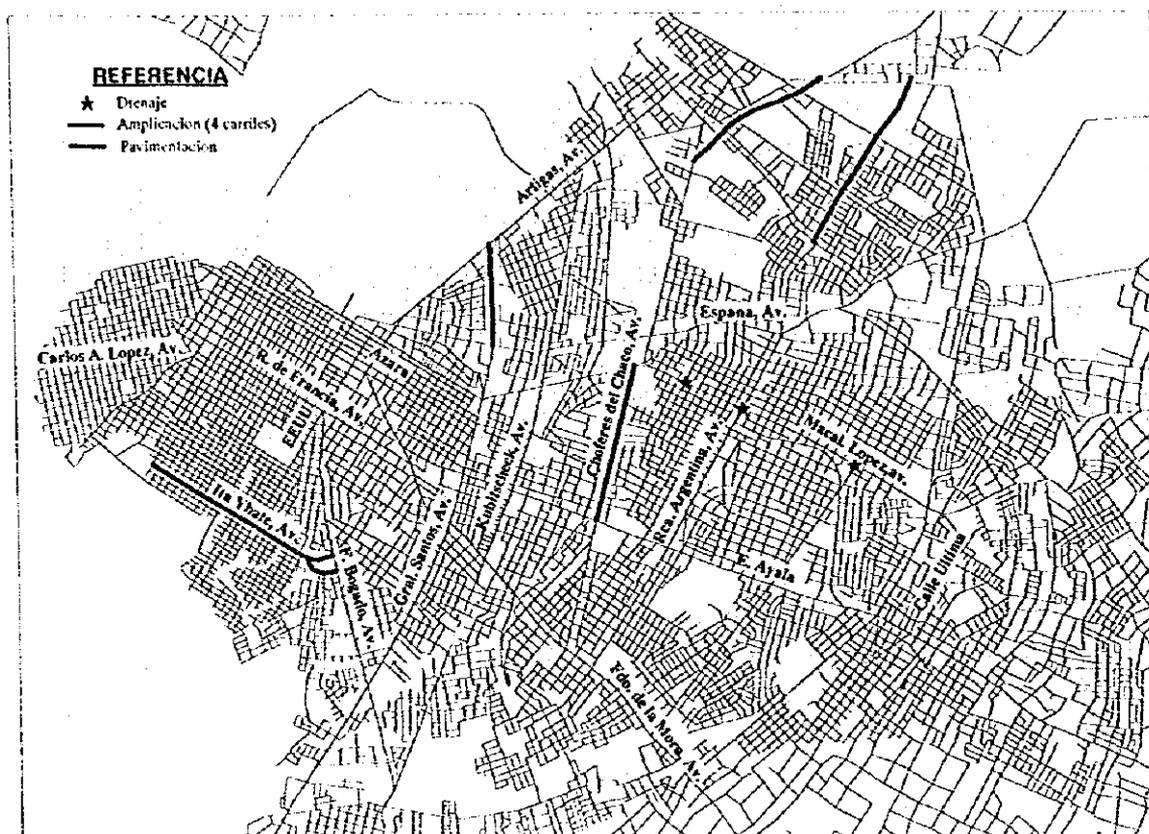


Fig. 18-4-2 Presentación de los Otros Proyectos

Los componentes del proyecto de ensanchamiento son trabajos en el terreno, drenaje, muros de contención, pasos a desnivel, y otros. Se asume que se puede aplicar el costo unitario de el Proyecto Ayala, y los costos se han calculado en base a costos de construcción por 1 km.

- General Santos: 46 unidades, US\$ 2,17 millones
- Choferes del Chaco: 13 unidades, US\$ 0,24 millones
- Rafael Franco: 28 unidades, US\$ 0,98 millones
- Julio Correa (incluyendo Tte. 2° M. Pino G.): 24 unidades, US\$ 1,68 millones

Los tramos de cuatro carriles contienen 111 unidades en total, y el costo de adquisición de tierra es de US\$ 5,02 millones. El cuadro 18-4-2 muestra los costos de construcción totales para cada vía..

Cuadro 18-4-2 Resumen de Estimación de Costos para Otros Proyectos Viales

Proyecto de ensanche a 4 carriles	Construcción	Terreno	Total
Avenida Máximo Santos	2.855	2.147	5.002
Avenida Choferes del Chaco	3.412	244	3.656
Avenida Rafael Franco	2.986	984	3.970
Avenida Julio Correa	3.804	1.648	5.452
Total (4 tramos)	13.057	5.023	18.080

Proyecto de Drenaje	Costo (US\$ 1.000)
Avenida Mariscal López	8.849
Proyecto de Pavimentación	Costo (US\$ 1.000)
Itá Ybaté	2.613

18.5 Método de Construcción para el Ensanchamiento de la Avenida Eusebio Ayala

Para el ensanchamiento de la Avenida Eusebio Ayala se adoptará el mismo método de construcción que fue usado para el proyecto AGA.

18.5.1 Reglamentación de Tráfico Durante las Obras de Construcción

A fin de asegurar la fluidez del tránsito mientras duren las obras de construcción, no se adoptará la reglamentación del tránsito a ambos lados de la Avenida Eusebio Ayala de forma simultánea. El ensanchamiento será ejecutado solamente en un lado consistente en tres carriles y la vereda, mientras los vehículos transitan por el otro lado. Durante el periodo de construcción, de los tres carriles utilizables al otro lado, se transitará por dos carriles en el mismo sentido que se los transitaba antes de la construcción, y el tercer carril se utilizará para circular en sentido contrario.

A fin de asegurar la fluidez del tránsito durante este periodo de reglamentación del tráfico, los conductores serán advertidos mediante el uso de carteles señaladores de tráfico. El primer cartel señalador de esta reglamentación del tráfico se colocará a 450 metros antes del sitio de la obra de construcción, y se colocarán otros carteles señaladores cada 150 metros hasta llegar al sitio mismo.

18.5.2 Procedimiento para el Ensanchamiento Vial

- 1) Ensanchamiento vial hasta alcanzar un ancho de 35 metros
- 2) Remoción del pavimento asfáltico existente tanto de la calle como del paseo central
 - General Aquino – Madame Lynch: espesor de 60 cm
 - Madame Lynch – San Lorenzo: espesor de 65 cm
- 3) Pavimentación asfáltica de calzada ensanchada
- 4) Construcción de la vereda

Al ser completada la obra de un lado, se utilizará ese lado completado y el ensanchamiento del otro lado se llevará a cabo de la misma forma.

18.5.3 Sistema de Mantenimiento de la Avenida Eusebio Ayala Ensanchada

Debido a la actual falta de fondos de la Ciudad de Asunción, no existe un sistema eficiente de mantenimiento vial. Por lo tanto, para este proyecto que consiste en la introducción del sistema de Bus Troncal y el ensanchamiento a seis carriles de la Avenida Eusebio Ayala, se recomienda el siguiente sistema de mantenimiento vial, ya que buses articulados pesados transitarán por un carril exclusivo, el cual estará pintado de amarillo.

Sistema de Mantenimiento Vial

1. **Mantenimiento Rutinario:** identificar daños en el pavimento, desteñido de la señalización vial, y daños en los carteles señaladores del tráfico. También se verificarán los daños causados por accidentes de tránsito, etc.
2. **Mantenimiento Periódico:** (cada dos a tres años) Principalmente para verificar el estado de los puentes en cuanto a la existencia de grietas y a la necesidad de pintura.
3. **Recapado:** ejecutar el recapado de la pavimentación asfáltica de los seis carriles básicamente cada diez años. También se volverán a pintar los carriles amarillos para buses troncales.

Capítulo 19 Plan de Administración de Tráfico

19.1 Plan de Control de Señal de Tráfico

19.1.1 Condiciones Actuales

Hay 178 intersecciones semaforizadas en Asunción (Fig.19-1-1). Los semáforos son controlados por la Policía Municipal de Tránsito, o PMT, dependiente de la Dirección de Tránsito, bajo la Dirección General del Área Urbana de la Municipalidad de Asunción.

Tal como se muestra en la Fig. 19-1-2, los semáforos de tráfico están controladas centralmente en el Centro, pero otras vías radiales usan un sistema de control de tiempo fijo de patrón múltiple, no un sistema de control coordinado.

Como se puede ver en la Fig. 19-1-3, la estructura del sistema de control central consiste en dos controladores, un tablero, un impresor de datos, y un proyector para el panel. El centro de control maneja las señales en 44 ubicaciones diferentes.

El equipo de la terminal incluye 85 detectores de vehículos, además de los semáforos y sus controladores.

De acuerdo con la lógica pre-programada en el centro de control, los semáforos son controlados automáticamente, basándose en datos de tiempo real obtenidos por los detectores de vehículos.

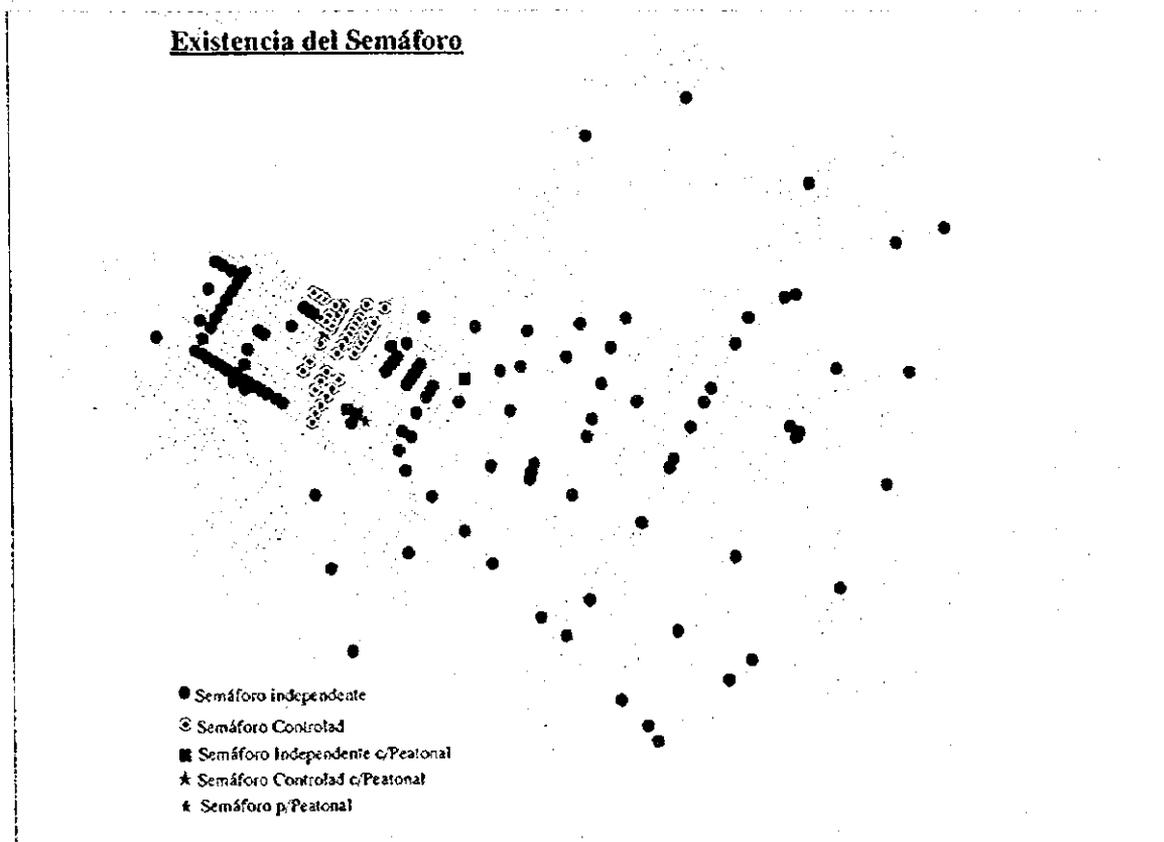


Fig. 19-1-1 Señales de Tráfico Existentes

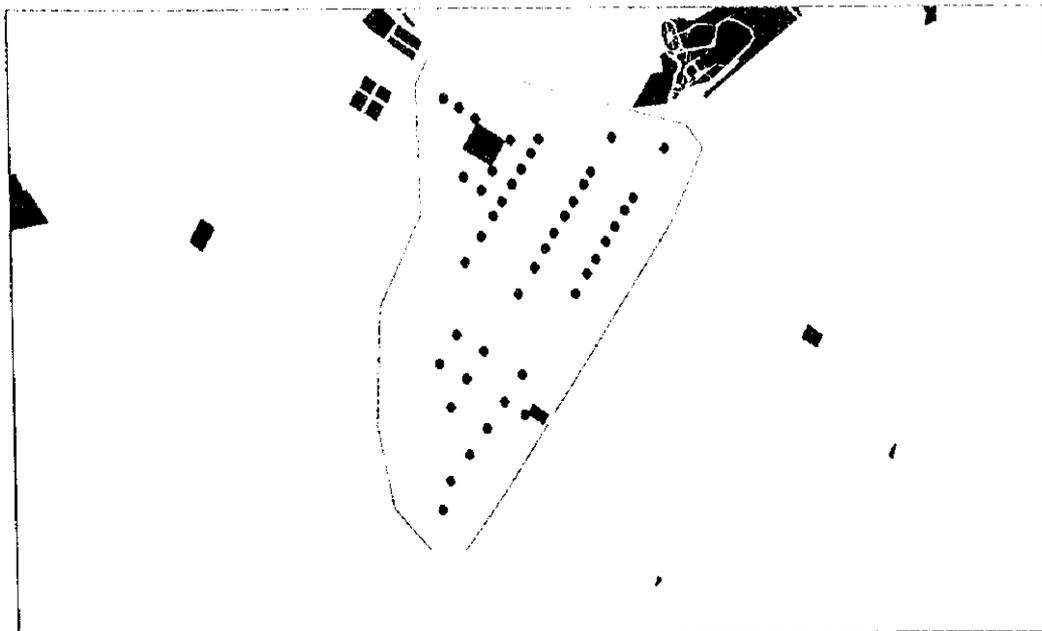


Fig. 19-1-2 Señales de Tráfico del Control Central

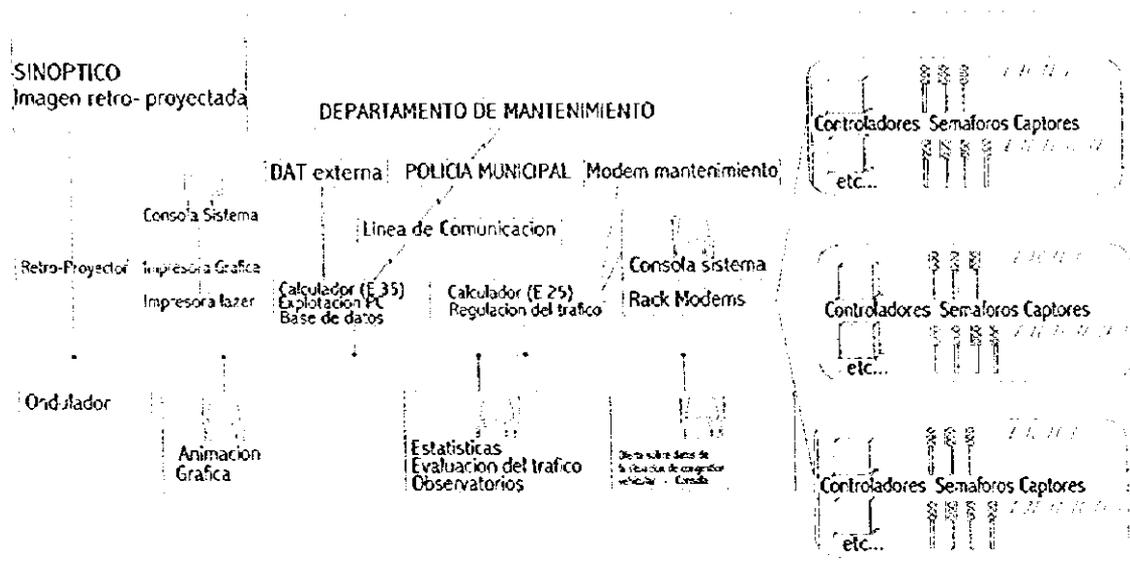


Fig. 19-1-3 Puesto Central del Sistema de Control de Tráfico

19.1.2 Problemas con las Condiciones Actuales

Hay cinco problemas relacionados con la práctica actual del sistema de control de semáforos

- No es posible identificar el flujo de tráfico en tiempo real
- El control no está basado en datos del tráfico
- Las distancias entre semáforos son cortas en el Centro
- Es difícil reconocer los semáforos porque son pequeñas y están instaladas demasiado cerca de los vehículos que se detienen por la luz roja (Fig. 19-1-4)
- Hay poca coordinación entre el semáforo, el marcado, y el control de tráfico

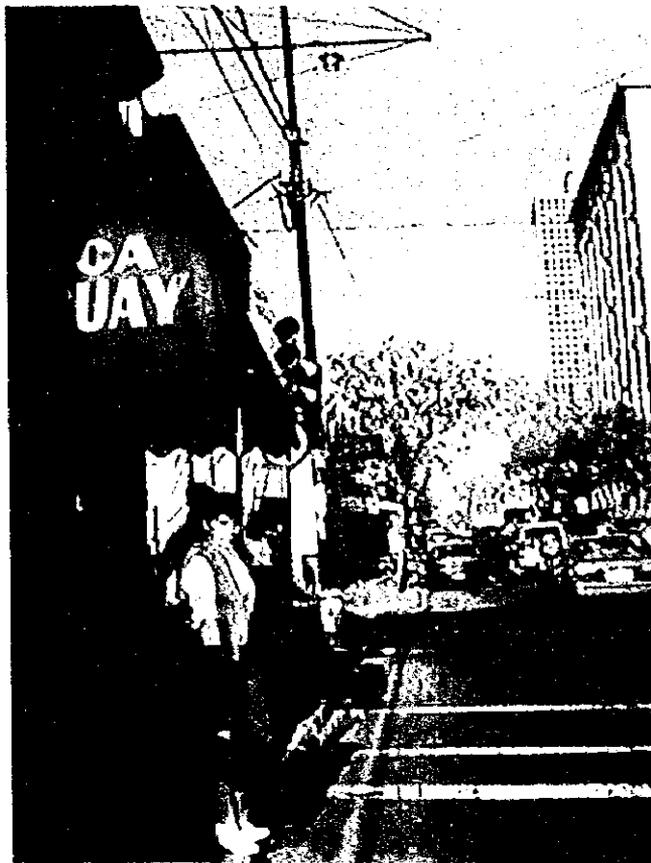


Fig. 19-1-4 Semáforos Existentes

19.1.3 Concepto de Planificación

El sistema de control de semáforos será mejorado usando el sistema de semáforos existente.

Para acomodar el tráfico en las horas pico de la mañana y la tarde, se coordinará la red de autobuses y el control de tráfico en el Centro, y se introducirá un control coordinado en las vías arteriales tales como la Avenida Eusebio Ayala, la Avenida Mariscal López, la Avenida Fernando de la Mora, y la Avenida Félix Bogado.

El centro de control controlará automáticamente todos los semáforos. Al hacerlo, cada intersección estará equipada con detectores de vehículos y con procesadores de datos de tráfico.

La Avenida Eusebio Ayala, una vez introducido el sistema de bus troncal, usará semáforos para dar prioridad a los autobuses. Por lo tanto, es necesario instalar detectores de autobuses en los puntos principales del tramo entre San Lorenzo y el Centro, y se debe controlar los semáforos coordinándolos con el sistema de control central.

19.1.4 Contenidos del Plan

1) Área de Objetivo

El área de objetivo está dividida en dos partes. Una es un área en el Centro rodeada por la Avenida Coronel Bogado y la Avenida Figueroa como ejes norte – sur y la Avenida Estados Unidos y la Avenida Colón como ejes este – oeste. La otra incluye los tramos de las vías arteriales más grandes, como ser Avenida España, Avenida Mariscal López, Avenida Eusebio Ayala, Avenida Fernando de la Mora, y Avenida Félix Bogado, empezando en el Centro en las intersecciones con la Avenida Madame Lynch. La Fig. 19-1-5 muestra esta área de objetivo.

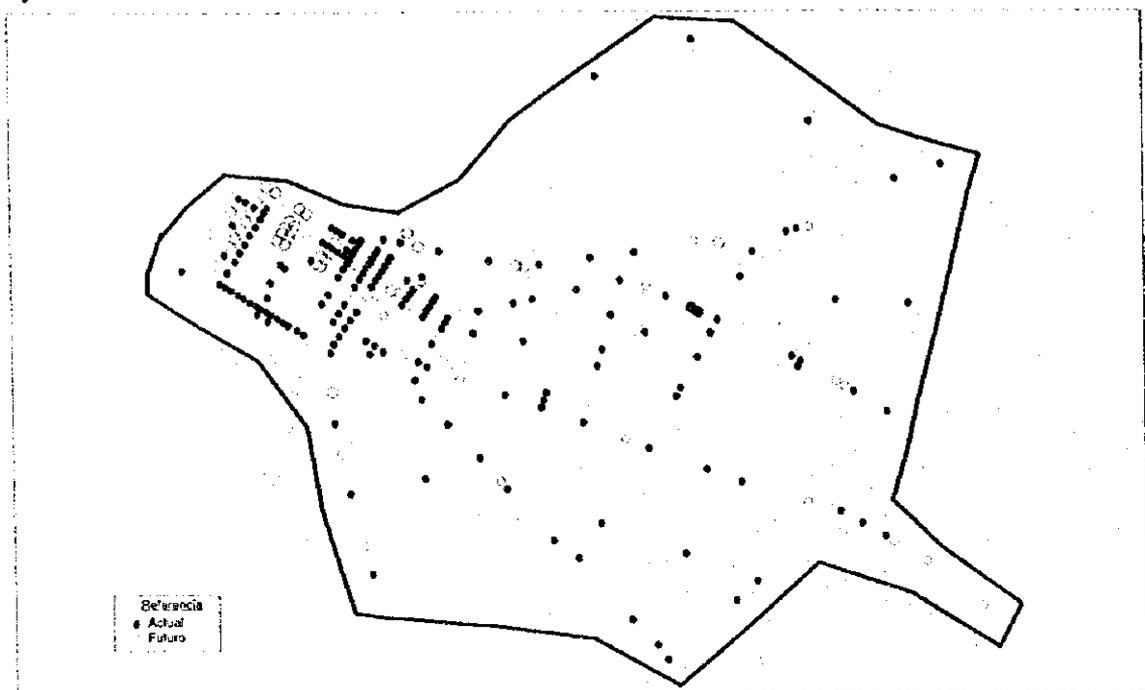


Fig. 19-1-5 Área de Objetivo del Plan de Control de Semáforos

2) Funciones Necesarias

El sistema actual es capaz de controlar 300 intersecciones. Sin embargo hay poca comunicación entre el sistema administrador y el equipo, y no está listo para responder a un flujo de tráfico que cambia cada hora. En el futuro, habrá demanda de nuevas funciones en respuesta a un volumen de tráfico en crecimiento y a vías recientemente construidas.

Especialmente, es necesario introducir un nuevo sistema de control que incluya la administración de la demanda de tráfico que tome en cuenta la afluencia de tráfico desde las ciudades circunvecinas tales como Lambaré, Fernando de la Mora, Luque, Mariano Roque Alonso, y San Lorenzo.

Las funciones básicas para el control de los semáforos en Asunción deberían ser las siguientes:

- monitorear las condiciones de tráfico en tiempo real
- aumentar la capacidad para monitorear el control
- recolectar datos de tráfico automáticamente y usarlos para actualizar el sistema de control
- introducir un sistema hombre - máquina y responder a accidentes súbitos como cambio de flujo de tráfico y averías del equipo
- que se pueda ampliar para acomodarse a la demanda de tráfico y al plan de transporte del futuro
- proporcionar información a los usuarios de la vía
- estandarizar el sistema de control

3) Componentes del Sistema

(1) Control de semáforos

El esquema de control en el Centro debe ser tan amplio como el área, a fin de responder a un aumento en la escala del sistema. Por lo tanto, es necesario modificar y mejorar la lógica del sistema existente. Las vías arteriales deben tener un nuevo sistema de control central e introducir un esquema de control accionado por el tráfico instalando detectores en las intersecciones más importantes. El sistema de control lineal activa un desvío que da prioridad al flujo de tráfico hacia el Centro durante las horas pico de la mañana, y hacia los suburbios durante las horas pico de la tarde. Para controlarlo, es necesario coordinar los semáforos y activar el segmento de control tal como lo muestra la Fig. 19-1-6.

Para determinar los parámetros para los semáforos, es necesario recolectar datos de tráfico en tiempo real desde los detectores de vehículos y calcular los flujos de saturación con el equipo del centro de control. Los parámetros obtenidos arriba son ingresados en la lógica pre-programada y se usan para determinar los ciclos de señal, las fases, las separaciones, los desvíos, etc.

Los datos de los resultados son guardados y procesados estadísticamente junto con las frecuencias predeterminadas. Los componentes del sistema son los siguientes. El sistema actual contiene la mayoría de los siguientes componentes, pero necesita ampliarlos y actualizar el software.

- recolección de datos
- procesamiento y ordenamiento de datos
- administración del equipo
- monitoreo del control
- suministro de información para los usuarios.

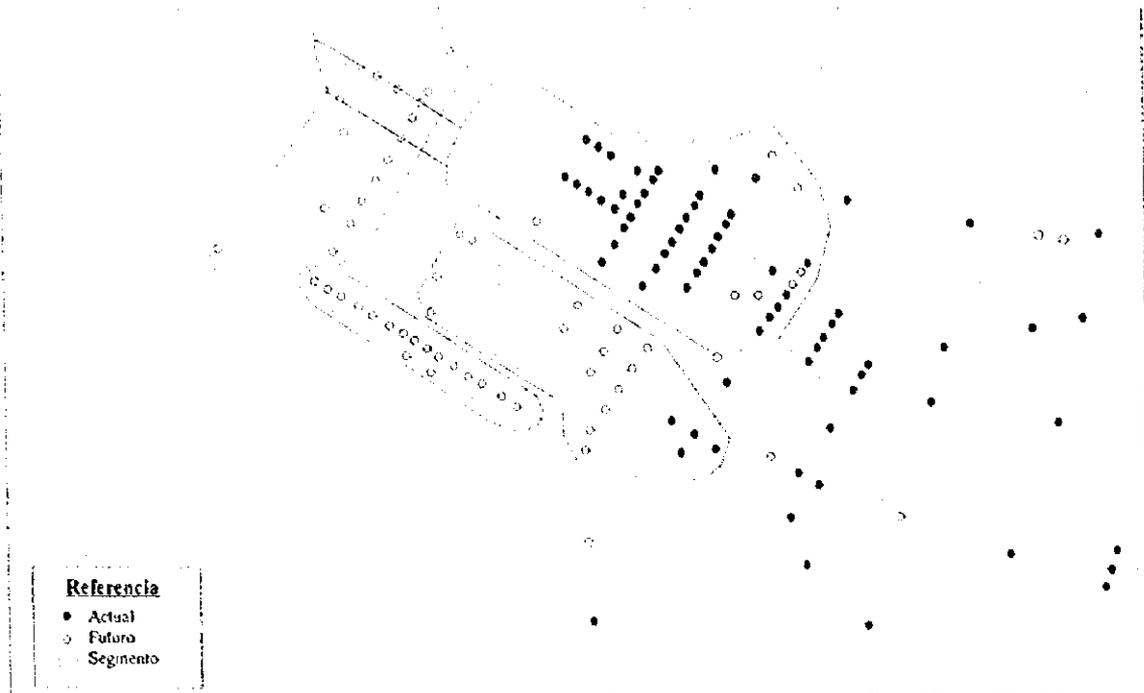


Fig. 19-1-6 (1) Área de Cobertura del Sis. de Control de Semáforos (Área Central)

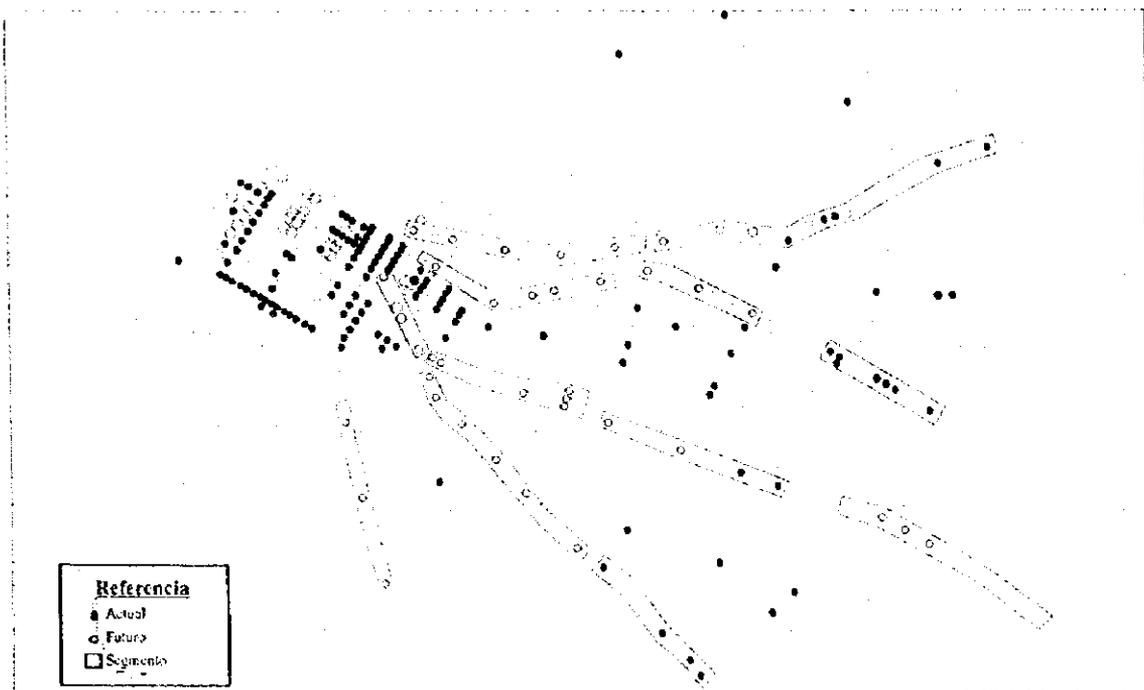


Fig. 19-1-6 (2) Área de Cobertura del Sistema de Control de Semáforos (Vías Arteriales Radiales)

(2) Equipo del Sistema

Basado en el equipo existente, los requerimientos de equipamiento para intersecciones semaforizadas locales es incrementar los semáforos, controladores y detectores de vehículos.

En el centro de control, el equipo existente es mayormente suficiente, pero es necesario aumentar la memoria del equipo de procesamiento central. La Cuadro 19-1-1 muestra los requisitos del equipo del sistema en el centro y en las terminales.

Al fortalecer el equipo de recolección de datos usando detectores de vehículos, es posible identificar las condiciones de congestión en un área grande. Para beneficiar el tráfico, la información de congestión se distribuirá a través de los medios, tales como radio y televisión, para los usuarios de las vías.

Cuadro 19-1-1 Componentes del Sistema de Control de Señales

Ubicación	Equipo	Unidad	Existente	Planeado	Observaciones
Terminales	Semáforos	Pieza	178 (44)	+51	Uno por intersección Los 44 existentes son controlados centralmente Los planificados son todos controlados centralmente
	Controlador	Juego	178	+50	
	Detector de Vehículos	Pieza	85	60	Todas las aproximaciones a intersecciones clave
Equipo Central	Equipo de Control Central (Base de Datos)	Juego	1	-	
	Equipo de Control Central (Control)	Juego	1	1	Aumento de Memoria
	Consola (Sistema)	Juego	1	1	
	Consola (Estadísticas)	Juego	1	-	
	Consola (Gráficos)	Juego	1	-	
	Equipo de Presentación (Consola)	Juego	1	-	
	Equipo de Presentación (Proyector)	LS	1	-	
	Impresora	Juego	2	-	
	Módem	Juego	1	-	
	Equipo de Suministro de Electricidad	Juego	1	-	
	Aire Acondicionado	Juego	1	-	
Instalación para Suministro de Información	LS	-	1	Equipo de emisión de radio y TV	

A. Semáforos

Actualmente, ocurren muchos accidentes de tráfico aún en intersecciones semaforizadas. Es difícil reconocer los semáforos porque son pequeñas y son activados demasiado cerca de los vehículos que se detienen en la luz roja. Como una medida de mejora, se sugiere que así como se muestra en la Fig. 19-1-7, las luces de señales actuales de 25 cm de diámetro se cambien por luces de 30 cm de diámetro. Además, se instalarán señales aéreas, también para el tráfico en sentido contrario en las intersecciones con gran volumen de vehículos pesados.

B. Detectores de Vehículos

Actualmente los detectores de vehículos están localizados principalmente en el Centro, y su propósito es controlar los semáforos en red. En respuesta a un aumento de volumen de tráfico

y de tráfico de afluencia al Centro como resultado del uso de las vías arteriales radiales; los detectores de vehículos serán instalados en intersecciones claves mostradas en la Fig. 19-1-8 para obtener las condiciones de tráfico y recolectar datos para el control.

Estos detectores de vehículos serán instalados de nuevo, como se muestra en la Fig. 19-1-9, de 50 a 300 metros antes de la boca de la intersección para detectar el congestionamiento de tráfico en las vías radiales, además de los instalados en las bocas según lo requerido por las medidas standard actuales. Los artefactos usan un circuito interno como los ya existentes y recolectan datos sobre el volumen de tráfico y de ocupación.

C. Mejoramiento de la Red

Actualmente, la red entre el equipo de control central y el equipo de control de señalización terminal está conectada a través de una línea exclusiva. Esto tiene sentido cuando los números de la red y de control son pocos. Sin embargo, como el tramo controlado es largo, y el número de equipo es elevado, es necesario convertirla en una línea telefónica a fin de mantener los costos bajos.

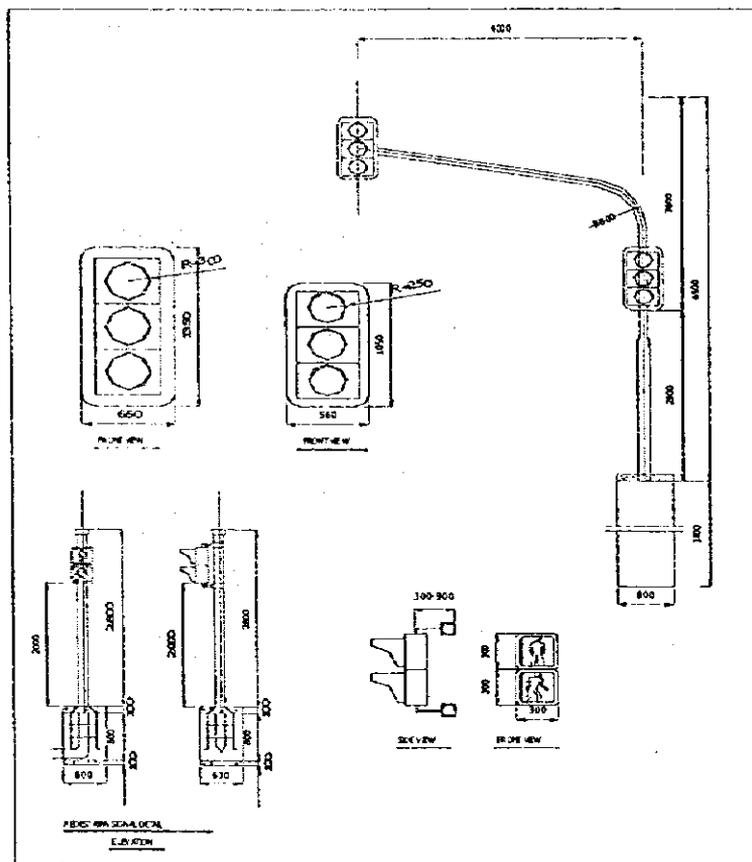


Fig. 19-1-7 Semáforos

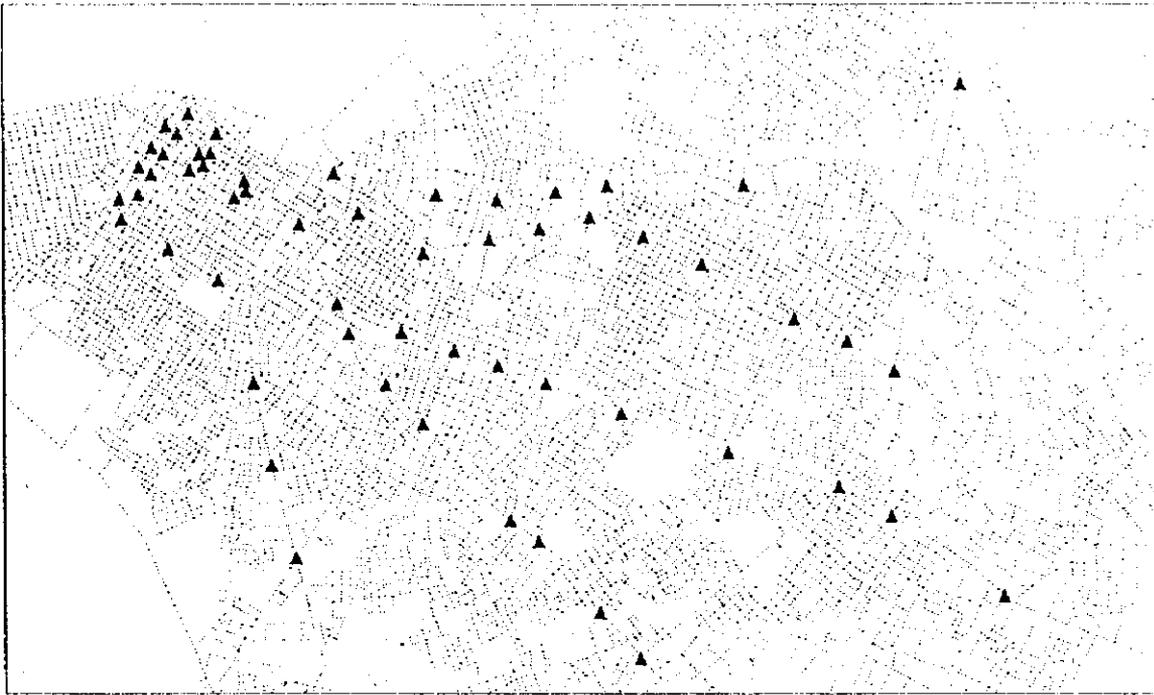


Fig. 19-1-8 Área de Cobertura de Detectores de Vehículos

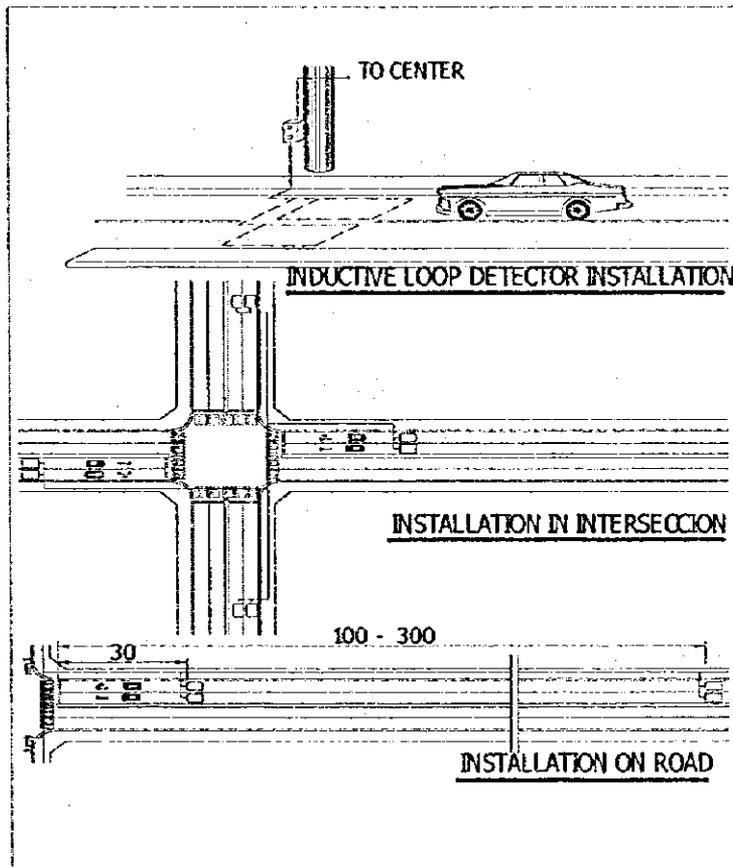


Fig. 19-1-9 Instalación de los Detectores de Vehículos

(3) Sistema Hombre – Máquina

Las condiciones de tráfico urbano cambian constantemente día a día y durante las horas del día, y varían con las condiciones climáticas y viales. Una lógica pre-programada no puede con los incidentes repentinos como lluvia o accidentes de tráfico. El sistema hombre – máquina permite que las computadoras y los operadores se comunican mutuamente, identifiquen las condiciones de tráfico resultantes de incidentes repentinos, cambien la lógica de control, y manejen el equipo. El sistema actual funciona bien hasta cierta medida, pero se verá mejorado con el aumento de semáforos y de detectores de vehículo y con la introducción de un equipo de control más complejo.

19.1.5 Plan de Implementación

1) Etapas

Esta mejora está diseñada como un proyecto urgente para ocuparse de la concentración de tráfico en el Centro y reducir el congestionamiento en las vías arteriales. Además, como este plan de mejoramiento también sirve de sistema complementario para el proyecto de introducción del sistema de bus troncal, será completado en el año 2005.

La implementación está dividida en tres etapas hasta el año 2005. En la primera etapa, se aumentará el equipo en el centro de control, y se aumentará el software. Mientras tanto, los administradores y los operadores recibirán entrenamiento. La segunda etapa hace mejoras y aumenta el equipo de la terminal en el Centro. La tercera etapa introducirá equipo de la terminal a las vías arteriales e instalará detectores de vehículos.

2) Esquema de Implementación

La Fig. 19-1-10 muestra un esquema que toma en cuenta las tres etapas. La primera etapa será completada para el año 2002, las segunda y tercer etapas para el año 2005. Sin embargo, el entrenamiento de la primera etapa se hará según surjan las necesidades cuando se instale el nuevo equipo. Además, al introducir nuevo equipo, es necesario supervisar los trabajos como parte del servicio de ingeniería.

Descripción	Etapas				Etapas				Etapas			
	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
Activos Controlados	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
Diseño Detallado	[Barra]											
Equipo del Centro de Control	[Barra]											
Señales y Controlador de Señales	[Barra]											
Parámetro del Sistema	[Barra]											
Prueba	[Barra]											
Entrenamiento	[Barra]											
Servicio de Ingeniería	[Barra]											

Fig. 19-1-10 Esquema de Implementación del Plan de Control de Señales de Tráfico

19.1.6 Costo del Proyecto

Los costos de construcción en el plan de control de semáforos se muestran en la Cuadro 19-1-2.

2. Las suposiciones para el cálculo son las siguientes:

- usar al máximo los semáforos existentes y minimizar la expansión
- incluir en los costos de construcción los puntales y el pavimento al calcular los costos de los semáforos y de detectores de vehículos
- usar líneas telefónicas para la comunicación entre el centro de control y las terminales, pero excluir los costos por uso de las líneas
- usar el centro de control existente sin ninguna expansión ni renovación
- aumentar la memoria y mejorar el software para el equipo de control central, pero usar el equipo existente
- considerar los costos por diseño detallado, entrenamiento, y servicios de ingeniería como costos de mano de obra

	Unidad	Cantidad	Costo unitario		Monto		
			Extranjero(1000US\$)	Local(Millón de Gs)	Extranjero(1000US\$)	Local(Millón de Gs)	Total(1000US\$)
1. Intersección							
Equipo de señales	int.	51	11.81	0.53	602.31	27.03	611.32
Detector de vehículos	int.	60	10.60	1.68	636.00	100.80	669.60
Sub-Total					1,238.31	127.83	1,280.92
2. Centro de Control							
Disco duro	LS	1			20.00		20.00
Software	LS	1			55.50		55.50
Consola de sistema	LS	1			5.00		5.00
Parámetro de tiempo	LS	1			65.00		65.00
Sub-Total					145.50		70.00
3. Documentación	LS	1			76.00		76.00
4. Entrenamiento	LS	1			54.00		54.00
5. repuestos	LS	1			43.20	2.00	43.87
6. Servicios de Ingeniería							
Diseño Detallado	LS	1			240.00	340.00	353.33
Supervisión de la Construcción	LS	1			338.00	390.00	468.00
Sub-Total					578.00	730.00	821.33
Total					2,091.81	857.83	2,302.25
Contingencia(5%)					104.59	42.89	
Todo el Total					2,196.40	900.72	2,496.64

Cuadro 19-1-2 Cálculo de Costos del Plan de Control de Semáforos

19.2 Plan de Señales de Tráfico y Viales

19.2.1 Plan de Mejoramiento de Señales

Las señales viales incluyen señales informativas, reglamentarias, preventivas y de sentido. Generalmente hay una buena provisión de carteles con el nombre de las calles en las arterias y en las calles angostas. Hay muchas señales de advertencia por *lomada* en las calles angostas, pero faltan en algunos lugares. Como es difícil ver algunas señales de noche, es necesario hacer algunas mejoras poniendo luces dentro de la señal haciendo controles periódicos para mantenimiento.

Las señales viales más importantes dentro de la ciudad son las señales de reglamentación y las marcas en el pavimento en las intersecciones. Muchas señales de reglamentación en la ciudad incluyen carteles de prohibido estacionar y de sentido único, carteles de "pare" en las

intersecciones sin semáforos, y carteles de prohibido doblar a la izquierda sobre las vías arteriales. Los carteles de prohibido doblar a la izquierda se colocan al final de la vereda, cerca de 30 metros antes de las intersecciones, y es difícil verlos. Los vehículos que no siguen la señal a menudo causan accidentes de tráfico.

En las intersecciones más importantes que prohíben girar a la izquierda, semáforos estarán en coordinación con las señales verticales, y los carteles estarán colocados en los postes de los semáforos aéreos tal como se muestra en la Fig. 19-2-1. En otros casos, los carteles serán instalados en el centro, además de al final de la vereda. Los puntos estratégicos para la instalación son la Avenida España, Avenida Mariscal López, Avenida Eusebio Ayala, Avenida Fernando de la Mora, y Avenida Félix Bogado.

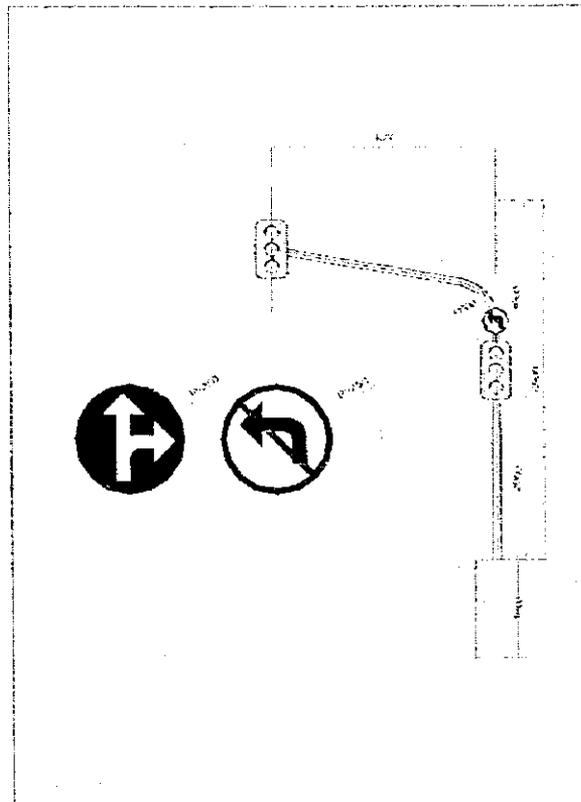


Fig. 19-2-1 Señales de Tráfico Aéreas

Entre las marcas en el pavimento, las marcas de carril central son relativamente claras, pero las marcas en las intersecciones, tales como líneas de detención y líneas de cruce peatonal no son suficientes. Muchas de las marcas sobre pavimento existentes están borradas y no son claras debido a un mantenimiento deficiente. Además, no hay medidas standard para las marcas sobre pavimento y para estos dos tipos de pasos peatonales, rayas con y sin líneas de cebrado.

Este plan propone que se provea de marcas sobre pavimento en las intersecciones más importantes, además de las otras mejoras en la intersección. La Fig. 19-2-2 ilustra un modelo de marca sobre pavimento en una intersección. La Fig. 19-2-3 muestra las intersecciones previstas.

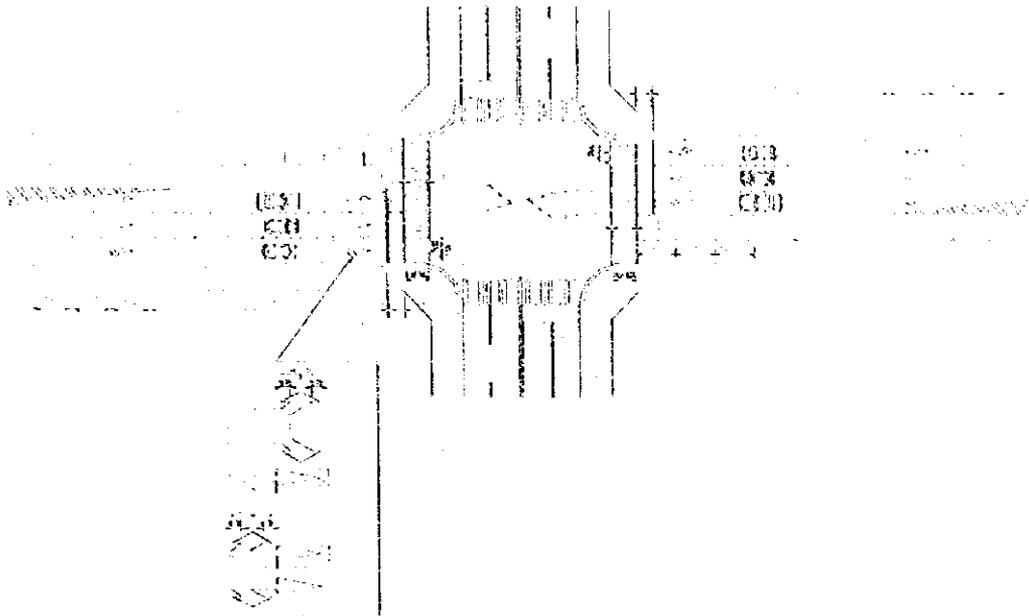


Fig. 19-2-2 Planes Típicos para Marcas sobre Pavimento en una Intersección

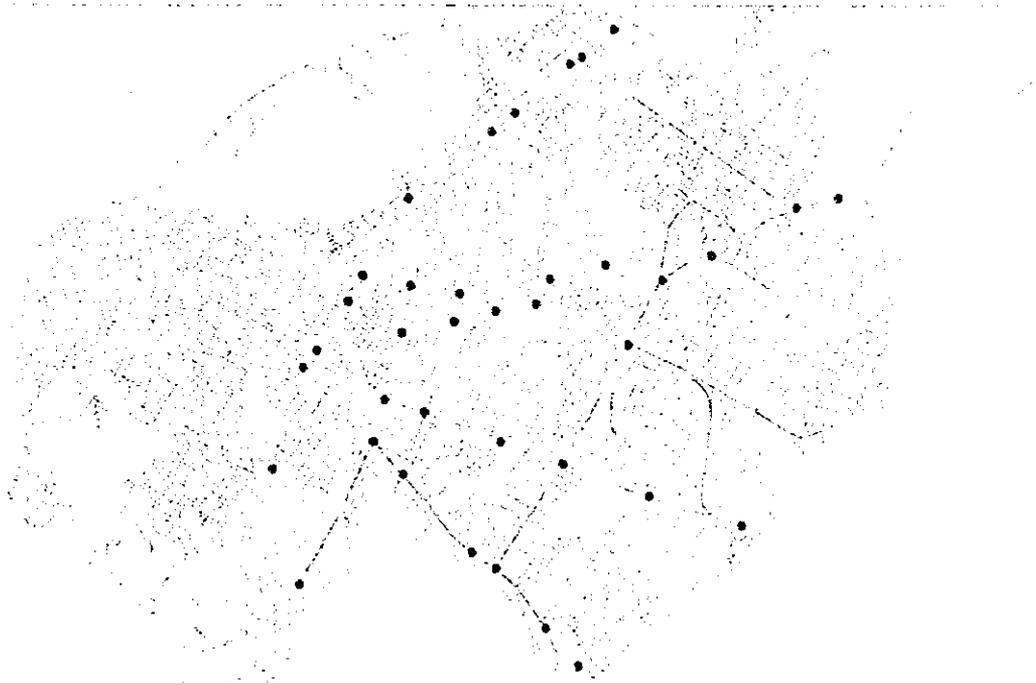


Fig. 19-2-3 Plan de Marca sobre Pavimento en Intersecciones

19.2.2 Costo del Proyecto

El costo para este Plan es presentado en la Cuadro 19-2-1. Las Suposiciones para el cálculo de costo son las siguientes:

- el costo total del proyecto es la suma directa e indirecta de los costos de los trabajos necesarios para la construcción
- los carteles reglamentarios serán instalados según las medidas standard en dos puntos de cada vía y su costo incluye los postes
- se toma en cuenta a toda intersección con cuatro carriles en sentido principal para calcular los costos por marcas sobre el pavimento

Cuadro 19-2-1 Cálculo de Costos del plan de Señalización Vial y de Tráfico

	Unidad	Cantidad	Costo unitario		Monto		
			Extranjero(1000US\$)	Local(Millón de Gs)	Extranjero(1000US\$)	Local(Millón de Gs)	Total(1000US\$)
Marcación del pavimento	int.	35	5.649		197.715		197.715
Señales reguladoras	int.	35	0.207	0.110	7.245	3.850	8.528
Total					204.960	3.850	206.243