

Estudio de Factibilidad en el Proyecto de Autopista y Vías de Buses de Santa Fé de Bogotá en la República de Colombia

Informe Final (Informe Principal) Volumen-II



Junio de 1999

Chodai Co., Ltd
en Asociación con
Yachiyo Engineering Co., Ltd

SSF
JR
99-110

Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)
Santa Fé de Bogotá
La República de Colombia

**Estudio de Factibilidad
en el Proyecto de Autopista y Vías de Buses
de Santa Fé de Bogotá
en la República de Colombia**

**Informe Final (Informe Principal)
Volumen-II**

Junio de 1999

**Chodai Co., Ltd
en Asociación con
Yachiyo Engineering Co., Ltd**



1152343 (8)

Tasa de Cambio de Moneda: Noviembre de 1998

US\$ 1.00= Peso\$ 1,580

US\$ 1.00= ¥116

TABLA DE CONTENIDO (VOLUMEN-I)

CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

1. INTRODUCCIÓN.....	1
----------------------	---

PARTE – A CONDICIONES EXISTENTES DEL AREA DE ESTUDIO

2. TRAFICO EXISTENTE Y CONDICIONES DE TRANSITO.....	9
3. CONDICIONES ACTUALES DE LOS ELEMENTOS NATURALES	43
4. PLAN DE DESARROLLO DE BOGOTA.....	47

PARTE - B PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE TRONCALES

5. CONDICIONES DE PLANEAMIENTO.....	63
6. PRONOSTICO DE DEMANDA FUTURA DE TRANSPORTE	139
7. ESTUDIO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE AUTOBUS TRONCAL.....	159
8. ANALISIS TECNICO PARA EL PLAN CONCEPTUAL.....	201
9. PLAN DE SISTEMA DE TRONCAL DE AUTOBUSES.....	245

PARTE C PLANEACION DE LA AUTOPISTA INTERIOR DE ANILLO

10. CONDICIONES DE PLANEAMIENTO DEL PROYECTO DE LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR.....	299
11. ESTUDIO ALTERNATIVO PARA LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR	311
12. EXAMEN AMBIENTAL INICIAL	331
13. EVALUACION INICIAL DE RUTAS ALTERNATIVAS.....	395

TABLA DE CONTENIDO (VOLUMEN-II)

PARTE - D DISEÑO PRELIMINAR DE LA VIA TRONCAL SOLOBUS Y AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR

14. EL DISEÑO PRELIMINAR PARA INSTALACIONES DE LA VÍA TRONCAL SOLOBÚS...	1
14.1. GENERALIDADES	1
14.2. VIA TRONCAL SOLOBUS	1
14.2.1. Premisas.....	1
14.2.2. La Reserva de Viaducto Sobre Avenida Caracas.....	6
14.2.3. Sección Típica de Vías Solobus.....	10
14.2.4. Viaducto y Segregación Física.....	24
14.2.5. Diseño y Control de Intersecciones	31
14.2.6. Características de la Superficie de la Vía.....	34
14.3. LA PARADA DE BUS	35
14.4. TERMINALES DE BUS	52
14.4.1. El Terminal Central de Autobuses Urbanos.....	52
14.4.2. Terminal Suburbano de Buses	64
14.4.3. Instalaciones para Giro En "U" de Autobuses	72
14.5. INSTRUMENTOS PARA SEGURIDAD DE TRAFICO	74
14.6. DISEÑO PRELIMINAR CONSIDERADO EL ASPECTO MEDIO AMBIENTAL	76
15. DISEÑO PRELIMINAR PARA LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR.....	79
15.1. CRITERIOS DE DISEÑO	79
15.1.1. Normas de Diseño.....	79
15.1.2. Elementos Geométricos de Diseño Que Se Adoptaron en el Estudio.....	80
15.2. TIPO DE ESTRUCTURA DE VIA ADOPTADA.	81
15.2.1. Instalaciones Viales Existentes en la Avenida Quito	81
15.2.2. La Selección de la Estructura Vial Tipo Para la Autopista Interior de Anillo (AAI).....	86
15.3. DISEÑO DE ALINEAMENTOS	86
15.3.1. La Alineación Sobre Avenida 7a (Sección Entre Calle 116 y Calle 100).....	87
15.3.2. Alineamiento en la Calle 100 (Sección Entre la Av. 7a y la Carrera 15).....	92
15.3.3. Alineamiento en la Avenida Quito (Sección Entre la Calle 100 y la Calle 68)	96
15.3.4. Alineamiento en la Avenida Quito (Sección Entre Calle 68 y Calle 51)	101
15.3.5. Alineamiento en la Avenida Quito (Sección Entre Calle 51 y Calle 6)	106
15.3.6. Alineamiento en la Calle 6 (Sección Entre la Av. Quito y la Av. Caracas).....	112
15.4. DISEÑO DE INTERSECCIONES.	115
15.4.1. Número de Carriles Requeridos.....	115
15.4.2. Elementos de la Intersección	116
15.5. DISEÑO DE PUENTES	117

15.5.1. Antecedentes de Diseño	117
15.5.2. Criterios de Diseño.....	119
15.5.3. Diseño de Superestructura.....	120
15.5.4. Diseño de Subestructura.....	125
15.5.5. Diseño de Fundaciones.....	129
15.6. ASUNTOS PARA EL DISEÑO POSTERIOR (PARA LA ETAPA DETALLADA DE DISEÑO).....	130
15.7. MANEJO DE AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR(AAI).....	131
15.7.1. Conservar el Nivel de Servicio del Tránsito en la Autopista.....	131
15.7.2. Cobro de Peaje y su Método.....	132
15.7.3. Capacidad del Tránsito en el Peaje.....	132
16. ESTIMACION DE COSTOS Y PLANIFICACION DE LA CONSTRUCCION.....	133
16.1. GENERAL	133
16.2. PLANEACION DE LA CONSTRUCCION Y PROGRAMA	133
16.2.1. Planeación de la Construcción para las Instalaciones de la Vía Troncal de Buses.....	133
16.2.2. Listado del Equipo para la troncal de Vías de Buses.....	143
16.2.3. Programa de Trabajo para la Vía Troncal de Buses	148
16.2.4. Planeamiento de la Construcción para la Autopista de Anillo Interior	150
16.2.5. Lista del Equipo para la Autopista de Anillo Interior.....	154
16.2.6. Programa De Trabajo Autopista Interior de Anillo	155
16.3. VOLUMEN DE LOS TRABAJOS.....	156
16.3.1. Instalaciones de la Vía Troncal de Buses	156
16.3.2. La Autopista de Anillo Interior	159
16.4. COSTO DEL PROYECTO	159
16.4.1. Costo de Construcción.....	160
16.4.2. Costo de la Compensación y Adquisición de Tierras	165
16.4.3. Costo de Diseño y de Eventualidad.....	168
16.4.4. Costo del Proyecto.....	168
16.5. COSTO DE MANTENIMIENTO.....	170

PARTE - E EVALUACION DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES

17. PLAN DE IMPLEMENTACION.....	173
17.1. SISTEMA DE BUS TRONCAL.....	173
17.1.1. La Inversion y Programa de Implementacion.....	173
17.1.2. Esquema de Desarrollo.....	177
17.2. LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR.....	180
17.2.1. La Inversion y Programa de Implementacion.....	180
17.2.2. Esquema de Desarrollo.....	182
17.2.3. Arreglo Institucional.....	183

18. EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA.....	187
18.1. EVALUACION ECONOMICA.....	187
18.1.1. Aproximación y Suposiciones.....	187
18.1.2. Costo Economico.....	189
18.1.3. Costo de Operación de Vehículos.....	191
18.1.4. Valor del Tiempo de Viaje.....	205
18.1.5. El Sistema Troncales.....	206
18.1.6. Autopista de Anillo Interior.....	211
18.2. EVALUACION FINANCIERA.....	216
18.2.1. La Operación de las Troncales.....	216
18.2.2. El Terminal de Autobuses.....	219
18.2.3. Autopista de Anillo Interior.....	222
18.3. SISTEMA DE TARIFAS DE BUS BAJO EL SISTEMA DE TRONCALES.....	226
18.3.1. Generalidades.....	226
18.3.2. Tarifa de Troncales.....	227
19. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	235
19.1. EVALUACION DEL IMPACTO.....	235
19.1.1. Introducción.....	235
19.1.2. Vía Expresa y Ruta Solobus.....	235
19.2. MITIGACION DE IMPACTOS.....	242
19.2.1. Introduccion.....	242
19.2.2. Implementacion.....	242
19.3. LA CONTAMINACION DEL AIRE POR LOS VEHICULOS.....	248
19.3.1. Objetivos.....	248
19.3.2. Los Parametros Numericos.....	248
19.3.3. Resultados.....	249
19.4. PRONOSTICO DE IMPACTO DE RUIDO.....	270
19.4.1. Objetivos.....	270
19.4.2. Parametros Numericos.....	270
19.4.3. Resultados.....	271
19.5. REASENTAMIENTO.....	284
19.5.1. Introduccion.....	284
19.5.2. Compensacion.....	284
19.5.3. Estimacion de la Expropiacion.....	285
19.5.4. Plan de Reasentamiento.....	285
19.5.5. Integracion con el Proyecto de renovacion del Centro.....	287
19.6. GESTION AMBIENTAL.....	287
19.6.1. Introduccion.....	287
19.6.2. Objetivos.....	287
19.6.3. Alcance del Plan de Gestion Ambiental.....	288
19.6.4. Metodologia.....	288
19.6.5. Plan de Manejo Ambiental (PMA).....	288
19.7. VERIFICACION AMBIENTAL.....	291
19.7.1. Introduccion.....	291

19.7.2. Objetivos	291
19.7.3. Alcance del Plan de Verificación.....	292
19.7.4. Metodología	292
19.7.5. Control Ambiental.....	292
19.7.6. Requerimientos de Verificación	292
19.7.7. Recursos Humanos y Presupuesto.....	296
19.8. COSTOS DE LA GESTION AMBIENTAL.....	296

Lista de Tablas

Tabla 14.2-1 Diseño de Caminos de vías troncales por Etapas	5
Tabla 14.2-2 Vías solobús de Capacidad por Caso.....	7
Tabla 14.2-3 Anchuras de Sección Recomendada para Vías solobús centrales, llevando más de 60 Buses por Hora.....	11
Tabla 14.4-1 Evaluación Cualitativa para Alternativas de Ubicación del Terminal de Autobuses.....	54
Tabla 14.4-2 Planes de Utilidades Públicas para el Terminal Central de Autobuses Urbanos	55
Tabla 14.4-3 Area requerida para Instalaciones de servicio público	57
Tabla 14.4-4 Necesidades de Desarrollo de Terminal Suburbano de Bus.....	67
Tabla 14.4-5 Area Total para el Terminal Suburbano de Bus	68
Tabla 15.1-1 Tabla de Comparación de Curva Mínima.....	79
Tabla 15.1-2 Comparación de Grado Máximo	80
Tabla 15.1-3 Comparación de Distancia Visual para Adelantar.....	80
Tabla 15.1-4 Elementos Adoptados de Diseño Geométrico	81
Tabla 15.2-1 Tipo de Intersección en la Avenida Quito.....	82
Tabla 15.4-1 Número de Carriles Requerido en la Autopista de Anillo Interior.....	115
Tabla 15.4-2 Elementos de intersección que se adoptaron	116
Tabla 15.5-1 Resistencia de Materiales	120
Tabla 15.5-2 Tipo de puente y Aplicación de luz estándar.....	121
Tabla 15.5-3 Tipo de pilote y Aplicación estándar de Altura.....	125
Tabla 15.5-4 Pilares y Aplicación estándar de Profundidad.....	130
Tabla 16.2-1 Lista de Equipo para la construcción de vías de buses.....	144
Tabla 16.2-2 Lista de Equipo para Construcción de Viaducto de vías de buses Expresos.	145
Tabla 16.2-3 Lista de Equipo para Autopista Sur para Construcción de Paso Elevado	146
Tabla 16.2-4 Lista de Equipo para la Construcción de Terminal de Bus Central Urbano.. ..	147
Tabla 16.2-5 Lista de Equipo para Construcción Terminal de Bus Suburbano.....	148
Tabla 16.2-6 Días netos de trabajo.....	149
Tabla 16.2-7 Programa de trabajo del Viaducto expreso de buses – 24 lapsos	149
Tabla 16.2-8 Programa de trabajo Avenida Caracas.....	149
Tabla 16.2-9 Programa de trabajo Autopista Norte	150
Tabla 16.2-10 Lista de Equipo para la Construcción de la Autopista Expresa de Anillo Interior.....	154
Tabla 16.2-11 Días netos Trabajados.....	155
Tabla 16.2-12 Programa de trabajo Autopista Interior de Anillo - Avenida Séptima ..	155
Tabla 16.2-13 Programa de trabajo Autopista Interior de Anillo - Avenida Quito	156
Tabla 16.3-1 Volumen de Trabajos - Instalaciones de Vía Troncal de buses.....	157
Tabla 16.3-2 Volumen de Trabajos de vía expresa de Bus.....	158
Tabla 16.3-3 Volumen de Trabajos puentes - Autopista del Sur	158
Tabla 16.3-4 Volumen de Trabajos - Autopista de Anillo Interior.....	159
Tabla 16.4-1 Costo unitario de mano de obra	160
Tabla 16.4-2 Costo Unitario de Materiales de Construcción.....	161
Tabla 16.4-3 Costo unitario del equipo de Construcción.....	162

Tabla 16.4-4 Componente Extranjero, Local y de IVA, de Mano de Obra, Material y Equipo	163
Tabla 16.4-5 Costo Unitario de Construcción.....	164
Tabla 16.4-6 Costo de Construcción de Instalaciones de Vía Troncal de buses.....	165
Tabla 16.4-7 Costo de la Construcción de la Autopista de Anillo Interior.....	165
Tabla 16.4-8 Costo de Adquisición de tierras - Vía Troncal de buses.....	166
Tabla 16.4-9 Costo de Compensación - Vía Troncal de buses	166
Tabla 16.4-10 Costo de Adquisición de tierras - Terminal de Bus	167
Tabla 16.4-11 Costo de Compensación - Terminal de Buses	167
Tabla 16.4-12 Costo de Adquisición de tierras - Autopista de Anillo Interior	167
Tabla 16.4-13 Costo de Compensación - Autopista de Anillo Interior.....	168
Tabla 16.4-14 Costo del Proyecto - Vía Troncal de buses.....	169
Tabla 16.4-15 Costo de Proyecto - Autopista de Anillo Interior	169
Tabla 16.5-1 Costo de Mantenimiento para la Vía Troncal de Buses.....	171
Tabla 16.5-2 Tabla 16.5-2 Costo de Mantenimiento para la Autopista de Anillo Interior	172
Tabla 17.1-1 Programa de implementación - Instalaciones de vía troncal de buses.....	176
Tabla 17.1-2 Inversión Requerida - Instalaciones de Vía Troncal de Buses	177
Tabla 17.1-3 Diversos Planes De Incentivos Financieros Privados.....	180
Tabla 17.2-1 Programa de Implementación - Autopista de Anillo Interior	181
Tabla 17.2-2 Inversión Requerida - Autopista Interior de Anillo.....	181
Tabla 18.1-1 Costo Financiero y Costo Económico del proyecto.....	191
Tabla 18.1-2 Características de Vehículos representativos.....	192
Tabla 18.1-3 Composición de tipo de Combustible y el costo promedio de combustible por tipo de vehículo	193
Tabla 18.1-4 Tasa de consumo de combustible y Costo por el tipo de vehículo	194
Tabla 18.1-5 Tasa de Consumo de Aceite y costo por el tipo de vehículo	195
Tabla 18.1-6 Costo Económico Financiero de las Llantas.....	195
Tabla 18.1-7 Tasa de consumo de Llantas y Costo por tipo de vehículo.....	196
Tabla 18.1-8 suposiciones para la estimación del costo de reparación.....	197
Tabla 18.1-9 Costo financiero y económico de reparación por el tipo de vehículos	198
Tabla 18.1-10 Suposiciones para la Estimación de Costo de Depreciación	199
Tabla 18.1-11 Costo de depreciación financiera y económica sujeta al uso.....	200
Tabla 18.1-12 Costo de depreciación financiera y económica sujeta al tiempo	200
Tabla 18.1-13 Costo de oportunidad de capital por el tipo de vehículo.....	201
Tabla 18.1-14 Costo de Tripulación y Costo Administrativo por el tipo de vehículo ..	202
Tabla 18.1-15 Costo de operación del vehículo (VOC) Agregado por el tipo de vehículo	203
Tabla 18.1-16 Ingreso por horas por propietario de automóvil.....	205
Tabla 18.1-17 Costo de tiempo de viaje.....	205
Tabla 18.1-18 Futuro valor de tiempo de viaje	206
Tabla 18.1-19 Beneficio Económico del Proyecto de Sistema de Bus Troncal según la fuente.....	207
Tabla 18.1-20 Cambio de Velocidad promedio por el proyecto de Sistema de Bus de Troncal.....	208
Tabla 18.1-21 Flujo de Caja económico del proyecto de Sistema Troncal de Bus.....	208
Tabla 18.1-22 Evaluación Económica del Sistema de Bus Troncal por Vía	209
Tabla 18.1-23 Análisis de Sensibilidad de cambios de costo y beneficio.....	210
Tabla 18.1-24 Análisis de sensibilidad por el cambio de tarifa de bus.....	210

Tabla 18.1-25 Influencia de la Autopista de Anillo Interior sobre el proyecto de Sistema de Bus Troncal.....	211
Tabla 18.1-26 Beneficio Económico del proyecto de la Autopista de Anillo Interior según la fuente.....	212
Tabla 18.1-27 Cambio de Velocidad promedio por el proyecto de Autopista de Anillo Interior.....	213
Tabla 18.1-28 Flujo de caja económico de costo-beneficio de la Autopista de Anillo Interior.....	214
Tabla 18.1-29 Cambio de Costo y beneficio del proyecto de autopista de anillo interior.....	214
Tabla 18.1-30 Cambio de valor de peaje del proyecto de autopista de anillo interior.....	215
Tabla 18.1-31 Influencia del proyecto de Sistema de Troncales sobre Tasa Interna de Retorno (IRR) del proyecto de Autopista.....	216
Tabla 18.2-1 Pasajeros de Sistema de Troncal de Bus.....	216
Tabla 18.2-2 Renta anual de Sistema Troncal de Bus.....	217
Tabla 18.2-3 Costo anual de operación de buses.....	217
Tabla 18.2-4 Flujo de caja de operación del sistema de Troncales.....	218
Tabla 18.2-5 Ocupación y renta de la Compañía Terminal.....	220
Tabla 18.2-6 Flujo de Caja de la Compañía Terminal.....	221
Tabla 18.2-7 Resultados de la Evaluación Financiera del proyecto de Terminal de Bus.....	221
Tabla 18.2-8 Análisis de Sensibilidad del terminal de bus por el cambio del costo y beneficio.....	222
Tabla 18.2-9 Análisis de Sensibilidad del Terminal de Bus por el cambio del cargo por uso.....	222
Tabla 18.2-10 Ocupación e ingreso de peaje para el proyecto de Autopista de Anillo Interior.....	223
Tabla 18.2-11 Flujo de Caja y Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) de proyecto de Autopista de Anillo Interior.....	224
Tabla 18.2-12 Análisis de Sensibilidad del proyecto de autopista cambiando el costo y beneficio.....	224
Tabla 18.2-13 Análisis de Sensibilidad del proyecto de autopista por el valor de peaje.....	225
Tabla 18.3-1 Ingresos totales por casos con y sin en 2005.....	228
Tabla 18.3-2 Tarifa propuesta de bus.....	228
Tabla 18.3-3 Diferencia en pasajeros de transferencia entre casos con y sin.....	228
Tabla 18.3-4 Diferencia en el numero de pasajeros de traslado por el tipo de bus.....	228
Tabla 18.3-5 Tabla de Tarifas de Transferencia por caso de traslado.....	229
Tabla 18.3-6 Tabla resumen para pasajeros que transfieren de Troncal a Troncal.....	229
Tabla 18.3-7 Casos de Tarifas sin el pago de una tarifa Adicional.....	231
Tabla 19.1-1 Vegetación a la orilla del camino.....	236
Tabla 19.1-2 Principales proyectos de desarrollo a lo largo de las rutas de autopista y de vías de buses.....	237
Tabla 19.1-3 Principales edificaciones históricas, culturales o monumentales de San Victorino.....	238
Tabla 19.1-4 Entrega Principal de Materiales.....	238
Tabla 19.1-5 Localización de los botaderos de escombros.....	239
Tabla 19.1-6 Número de Pozos ubicados dentro de un radio de 50 mts a ambos lados.....	240
Tabla 19.1-7 Tipo Estructural.....	241
Tabla 19.2-1 Resumen de Medidas de Mitigación – Autopista.....	243
Tabla 19.2-2 Resumen de medidas de mitigación - vías de Buses.....	245
Tabla 19.3-1 Factor de Emisión Vehicular (parte 1).....	248

Tabla 19.3-2 Factor de Emisión Vehicular (parte 2).....	249
Tabla 19.3-3 Condiciones Numéricas	249
Tabla 19.3-4 Norma Ambiental (Calidad del aire para SO ₂ y NO _X , Ciudad de Bogotá) ..	249
.....	249
Tabla 19.3-5 Cantidad Diaria de Emisión Vehicular (Año 2005).....	250
Tabla 19.3-6 Cantidad Diaria de Emisión Vehicular (Año 2015).....	250
Tabla 19.3-7 Intensidad de Emisión (Año 2005, mg/s/m)	252
Tabla 19.3-8 Intensidad de Emisión (Año 2015, mg/s/m).....	252
Tabla 19.3-9 NO _X (mg/m ³) - 2005 En el caso Con	253
Tabla 19.3-10 Tabla 6 NO _X (mg/m ³) - 2005 Sin el Caso	255
Tabla 19.3-11 NO _X (mg/m ³) - 2015, Con el Caso	257
Tabla 19.3-12 NO _X (mg/m ³) - 2015 Sin el Caso	259
Tabla 19.3-13 SO _X (mg/m ³) - 2005 Con el Caso.....	261
Tabla 19.3-14 SO _X (mg/m ³) - 2005, Sin el Caso	263
Tabla 19.3-15 SO _X (mg/m ³) - 2015, Con el Caso.....	265
Tabla 19.3-16 SO _X (mg/m ³) - 2015, Sin el Caso	267
Tabla 19.3-17 Calidad del aire, Resumen de Pronóstico	269
Tabla 19.4-1 Condiciones Numéricas	270
Tabla 19.4-2 Norma Ambiental (Ruido) para la Ciudad de Bogotá	270
Tabla 19.4-3 Impacto de Ruido (Año 2015, Sin el Caso)	272
Tabla 19.4-4 Incidencia de Ruido, Con el Caso (Año 2015, \$ 3000 pesos), Sin la Barrera de Ruido	272
Tabla 19.4-5 Incidencia de Ruido, Con el Caso (Año 2015, \$ 3000 pesos) Con la Barrera	272
Tabla 19.4-6 Incidencia del Ruido (Año 2015, Sin el Caso)	272
Tabla 19.4-7 Incidencia de Ruido. Con el Caso (Año 2015, \$ 3000 pesos) - Sin la Barrera de Ruido	273
Tabla 19.4-8 Incidencia del Ruido. Con el Caso (Año 2015, \$ 3000 pesos) Con la Barrera de Ruido	273
Tabla 19.5-1 Adquisición de tierras	285
Tabla 19.5-2 Lugar de Reasentamiento.....	286
Tabla 19.7-1 Indicadores y Actividades de Verificación.....	294
Tabla 19.8-1 Estimación de costos para el Programa Ambiental para el Proyecto de Autopistas y vías de Buses de Bogotá.....	297

Lista de Figuras

Figura 14.2-1 Tipo de vías troncales.....	3
Figura 14.2-2 Plano para el Sistema de Vía solobús en el 2005.....	4
Figura 14.2-3 Capacidad de Vías solobús por Caso	8
Figura 14.2-4 Sección Típica Existente	9
Figura 14.2-5 Sección Mfínima para el Sistema de Bus de Troncal para el tipo de vía a nivel.....	9
Figura 14.2-6 Sección Típica sobre Autopista Norte (1).....	12
Figura 14.2-7 Sección Típica sobre Autopista Norte (2).....	12
Figura 14.2-8 Sección Típica sobre Autopista Norte (3).....	12
Figura 14.2-9 Sección Típica sobre Avenida Caracas	13
Figura 14.2-10 Plano de Imagen de Vías solobús sobre Avenida Caracas.....	14
Figura 14.2-11 Sección Típica sobre la Avenida Quito (1).....	15
Figura 14.2-12 Sección Típica sobre la Avenida Quito (2).....	16
Figura 14.2-13 Sección Típica sobre la Avenida Quito (3).....	16
Figura 14.2-14 Sección Típica sobre la Avenida Quito (4).....	17
Figura 14.2-15 Sección Típica sobre la Avenida Quito (5).....	17
Figura 14.2-16 Sección Típica sobre la Avenida Quito (6).....	18
Figura 14.2-17 Sección Típica sobre la Autopista Sur (1).....	18
Figura 14.2-18 Sección Típica sobre la Autopista Sur (2).....	19
Figura 14.2-19 Sección Típica sobre la Avenida 7a (1).....	19
Figura 14.2-20 Sección Típica sobre la Avenida 7a (2).....	20
Figura 14.2-21 Sección Típica sobre la Avenida 7a (3).....	20
Figura 14.2-22 Sección Típica sobre Avenida 10a.....	21
Figura 14.2-23 Sección Típica sobre la Avenida 68.....	22
Figura 14.2-24 Sección Típica de la Avenida 100.....	22
Figura 14.2-25 Sección Típica sobre la Avenida Suba.....	23
Figura 14.2-26 Sección Típica de la Calle 170.....	24
Figura 14.2-27 Sección Típica del Viaducto	27
Figura 14.2-28 Rampa de entrada y salida sobre la Autopista Norte - Calle 86.....	28
Figura 14.2-29 Rampa de Entrada y salida sobre Autopista Norte - Avenida 78.....	28
Figura 14.2-30 Rampa de Entrada y salida sobre Avenida Caracas - Calle 6	29
Figura 14.2-31 Rampa de Entrada y salida sobre Avenida Caracas - Calle 48 S.....	29
Figura 14.2-32 Rampa de Entrada y salida sobre Avenida Quito - Calle 6.....	30
Figura 14.2-33 Sección Típica de Paso elevado	30
Figura 14.2-34 (2) Esquema de Intersección de vías troncales.....	33
Figura 14.2-35 Geometría de giro de Bus Estándar.....	33
Figura 14.2-36 Modelo Típico de Fase de Señal en la Intersección estándar.....	34
Figura 14.2-37 Composición de Espesor de Pavimento	35
Figura 14.3-1 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (1).....	36
Figura 14.3-2 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (2).....	37
Figura 14.3-3 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (3).....	38
Figura 14.3-4 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (4).....	39
Figura 14.3-5 Nueva Propuesta parada de bus por la Ruta (5)	40
Figura 14.3-6 Impactos de Ubicaciones de parada de bus para Traslado de Pasajero....	41
Figura 14.3-7 Tipo de paradas de Bahía de Bus en los costados de la vía (Avenida 7a)	44
Figura 14.3-8 Tipo de paradas de Bahía de Bus en los costados de la vía (Avenida Suba)	44

Figura 14.3-9 Tipo de paradas para el Bus Troncal y Bus Expreso en el Centro de la vía. (paradas para el bus Troncal y bus en separadores centrales intermedios) (Autopista Norte/Sur).....	45
Figura 14.3-10 Tipo de paradas para el Bus Troncal y Bus Expreso en el Centro de la vía (paradas para el bus Troncal sobre la mediana en una intersección señalizada) (Avenida Caracas).....	46
Figura 14.3-11 Tipo de paradas para el Bus Troncal y Bus Expreso en el Centro de la vía (paradas para el bus expreso sobre viaducto) (Avenida Caracas).....	47
Figura 14.3-12 Tipo de paradas para el Bus Troncal y Bus Expreso en el Centro de la vía (paradas para el bus Troncal sobre el separador central en una intersección señalizada, debajo de un paso elevado) (Autopista Sur).....	48
Figura 14.3-13 Tipo de paradas para el Bus Troncal en el Centro de la vía (Avenida Quito)	49
Figura 14.3-14 Tipo de paradas para el Bus Troncal en el Centro de la vía (Avenida 68).....	50
Figura 14.3-15 Tipo de paradas para el Bus Troncal en los costados de Vías Dobles (Avenida 10a).....	51
Figura 14.4-1 Ubicación de Alternativas de Terminal Central Urbano de Autobuses.....	53
Figura 14.4-2 Area Unitaria Requerida para las Instalaciones Relacionadas con Vehículos.	58
Figura 14.4-3 Entradas de vías troncales al Terminal Central Urbano	61
Figura 14.4-4 Plano del Terminal Central de Bus Urbano.....	62
Figura 14.4-5 Vista en Perspectiva del Terminal Imaginado Central de Autobus Urbano.	63
Figura 14.4-6 Alternativas para la Ubicación de Terminales Suburbanos de Bus.....	65
Figura 14.4-7 Ubicaciones Deseables para Terminales Suburbanos de Bus	66
Figura 14.4-8 Plano para el Diseño Típico de Terminal Suburbano de Bus.....	69
Figura 14.4-9 Circulación de Vehículos en el Terminal de Bus	70
Figura 14.4-10 Vista en Perspectiva del Terminal Imaginado de Autobuses Suburbanos	71
Figura 14.4-11 Ubicaciones de instalaciones de Bus para giro en "U".	72
Figura 14.4-12 Control de Ruta de instalaciones de giro en "U" de Bus.....	73
Figura 14.5-1 Instrumentos de Seguridad de Tránsito	75
Figura 15.2-1 Ubicación de Puentes elevados en la Avenida Quito	83
Figura 15.2-2 Vista lateral General de puentes elevados sobre Avenida Quito (1)	84
Figura 15.2-3 Vista lateral General de puentes elevados sobre la Avenida Quito (2). ...	85
Figura 15.3-1 Planes de alineación alternativa en la Avenida 7a.....	89
Figura 15.3-2 Plano tridimensional de la Alternativa -A (1).....	90
Figura 15.3-3 Plano tridimensional de la Alternativa -A en la Avenida 7a	91
Figura 15.3-4 Ubicación de la Alternativa del plan de Alineamiento en la Calle 100....	93
Figura 15.3-5 Plano tridimensional de la Alternativa A en la Calle 100 (1).....	94
Figura 15.3-6 Plano tridimensional de la Alternativa A en la Calle 100 (2).....	95
Figura 15.3-7 Implantación de las alternativas de alineamiento en la Avenida Quito....	98
Figura 15.3-8 Plano tridimensional de la Alternativa B en la Avenida Quito (1).....	99
Figura 15.3-9 Plano tridimensional de la alternativa A en la Avenida Quito (2).....	100
Figura 15.3-10 Localización de los planes para las alternativas de Alineamiento en la Avenida Quito	102
Figura 15.3-11 Plano tridimensional de la Alternativa B en la Avenida Quito (1).....	103
Figura 15.3-12 Plano tridimensional de la Alternativa B sobre la Avenida Quito (2)..	104
Figura 15.3-13 Fotomontaje de Alternativa A en la Avenida Quito	105

Figura 15.3-14 Ubicación de los Planes de Alternativas de Alineamiento en la Avenida Quito.....	107
Figura 15.3-15 Plano tridimensional de la Alternativa -A (1).....	108
Figura 15.3-16 Plano tridimensional de la Alternativa -A (2).....	109
Figura 15.3-17 Fotomontaje de Alternativa -A (1).....	110
Figura 15.3-18 Fotomontaje de Alternativa -A (2).....	111
Figura 15.3-19 Ubicación de las alternativas de Alineamiento en la Calle 6.	113
Figura 15.3-20 Sección tridimensional de la Alternativa -A	114
Figura 15.4-1 Sección típica de la calzada.....	116
Figura 15.4-2 Sección típica de la Rampa	117
Figura 15.5-1 Sección Geológica de la Ciudad de Bogotá	118
Figura 15.5-2 Carga Viva (C40-95).....	119
Figura 15.5-3 Gálibo de Carril.....	120
Figura 15.5-4 Sección Típica de Superestructura	122
Figura 15.5-5 Sección Típica de Superestructura en la Intersección	123
Figura 15.5-6 Sección Típica de Superestructura sobre el segmento Especial.....	124
Figura 15.5-7 Gálibo Vertical del Puente	126
Figura 15.5-8 Sección Típica de Subestructura	127
Figura 15.5-9 Sección Típica de Subestructura en la Intersección	128
Figura 15.5-10 Sección Típica de Subestructura	129
Figura 16.2-1 Sub - estructura del Viaducto de la vía Expresa de Bus.....	136
Figura 16.2-2 Viaducto Expreso de Bus - Apuntalamiento Avanzado.....	137
Figura 16.2-3 Viaducto para la vía Expresa de Buses - paradero de buses	137
Figura 16.2-4 Viaducto para la Vía Expresa de buses - Desviación de Tránsito.....	138
Figura 16.2-5 Modificación de paradero de buses.....	139
Figura 16.2-6 Autopista Sur. - Cruce elevado Típico	141
Figura 16.2-7 Marco Estructural - Terminal Central de Buses Urbanos	143
Figura 16.2-8 Autopista de Anillo Interior – subestructura.....	151
Figura 16.2-9 Autopista de Anillo Interior - Calle 100.....	151
Figura 16.2-10 Autopista de Anillo Interior - Viga y Columnas de Acero.....	152
Figura 16.2-11 Autopista Interior de Anillo - Apuntalamiento Desplazante.....	152
Figura 16.2-12 Autopista Interior de Anillo - Viga de Erección	153
Figura 17.2-1 Esquema de desarrollo para la Autopista de Anillo Interior	183
Figura 17.2-2 Organización de muestra de la Corporación de Autopista Metropolitana	184
Figura 17.2-3 Funciones y actividades de la Corporación de Autopista Metropolitana	185
Figura 18.1-1 Flujo de trabajo para la evaluación económica	188
Figura 18.1-2 Conversión desde el Costo Financiero al Costo Económico.....	189
Figura 18.1-3 Conversión para el Costo de Financiación y el Costo Económico	190
Figura 18.1-4 Costo de Operación Vehicular Económico por Velocidad	204
Figura 18.1-5 Costo de Transporte Diario y Beneficio del sistema de Troncales	207
Figura 18.1-6 Tasa Interna de Retorno (IRR) económica del sistema troncal de bus por tarifa diferente.....	211
Figura 18.1-7 Costo total del transporte y Beneficio Económico del proyecto de Autopista	212
Figura 18.1-8 Relación entre Tasa Interna de Retorno (IRR) económico y valor de peaje de autopista	215
Figura 18.2-1 Comparación del costo de operación de un bus por 10 km.....	217

Figura 18.2-2 Saldo Neto Acumulado del proyecto de sistema de Troncales con diversas tarifas.....	219
Figura 18.2-3 Cambio de la Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) de proyecto de Autopista de Anillo Interior por el valor del peaje.....	225
Figura 18.2-4 Tasa Interna de Retorno Económico (EIRR) y Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) del Proyecto de Autopista de Anillo Interior.....	226
Figura 18.3-1 Distribución de las utilidades totales y pasajeros de troncales.....	227
Figura 18.3-2 Distribución de la longitud de viaje por el grupo de ingresos.....	230
Figura 18.3-3 Composición de la longitud de viaje por el grupo de ingresos.....	230
Figura 18.3-4 Resumen de alternativa - A.....	232
Figura 18.3-5 Resumen de alternativa - B.....	233
Figura 19.1-1 Estructura de Viaducto de la vía de buses de la Avenida Caracas.....	241
Figura 19.4-1 Disminución de Ruido, Caracas 2, SO, Durante el día.....	274
Figura 19.4-2 Disminución de Ruido, Caracas 4, SO, Durante el día.....	274
Figura 19.4-3 Disminución de Ruido, Calle 100, SO, Durante el día.....	274
Figura 19.4-4 Disminución de Ruido, Quito 2, SO, Durante el día.....	275
Figura 19.4-5 Disminución de Ruido, Quito 3, SO, Durante el día.....	275
Figura 19.4-6 Disminución de Ruido, Caracas 2, COB, Durante el día.....	275
Figura 19.4-7 Disminución de Ruido, Caracas 4, COB, Durante el día.....	276
Figura 19.4-8 Disminución de Ruido, Calle 100, COB, Durante el día.....	276
Figura 19.4-9 Disminución de Ruido, Quito 2, COB, Durante el día.....	276
Figura 19.4-10 Disminución de Ruido, Quito 3, COB, Durante el día.....	277
Figura 19.4-11 Disminución de Ruido, Caracas 2, CO, H=5M, Durante el día.....	277
Figura 19.4-12 Disminución de Ruido, Caracas 4, CO, H=5 m, Durante el día.....	277
Figura 19.4-13 Disminución de Ruido, Calle 100, CO, H=8 m, Durante el día.....	278
Figura 19.4-14 Disminución de Ruido, Quito 2, CO, H=6 m.....	278
Figura 19.4-15 Disminución de Ruido, Quito 3, CO, H=1.6 m, Durante el día.....	278
Figura 19.4-16 Disminución de Ruido, Caracas 2, SO, Durante la Noche.....	279
Figura 19.4-17 Disminución de Ruido, Caracas 4, SO, Durante la Noche.....	279
Figura 19.4-18 Disminución de Ruido, Calle 100, SO, Durante la Noche.....	279
Figura 19.4-19 Disminución de Ruido, Quito 2, SO, Durante la Noche.....	280
Figura 19.4-20 Disminución de Ruido, Quito 3, SO, Durante la Noche.....	280
Figura 19.4-21 Deterioro de Ruido, Caracas 2, COB, Durante la Noche.....	280
Figura 19.4-22 Deterioro de Ruido, Caracas 4, COB, Durante la Noche.....	281
Figura 19.4-23 Deterioro de Ruido, Calle 100, COB, Durante la Noche.....	281
Figura 19.4-24 Deterioro de Ruido, Quito 2, COB, Durante la Noche.....	281
Figura 19.4-25 Deterioro de Ruido, Quito 3, COB, Durante la Noche.....	282
Figura 19.4-26 Deterioro de Ruido, Caracas 2, CO, H=5 m, Durante la Noche.....	282
Figura 19.4-27 Deterioro de Ruido, Caracas 4, CO, H=5 m, Durante la Noche.....	282
Figura 19.4-28 Deterioro de Ruido, Calle 100, CO, H=8 m, Durante la Noche.....	283
Figura 19.4-29 Deterioro de Ruido, Quito 2, CO, H=5.5 m, Durante la Noche.....	283
Figura 19.4-30 Deterioro de Ruido, Quito 3, CO, H=2.6 m, Durante la Noche.....	283
Figura 19.5-1 Resumen de Reasentamiento.....	286
Figura 19.7-1 Relaciones entre el Cliente, el Ingeniero y el equipo del Contratista.....	293

Lista de Abreviaciones

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
B/C	Benefit/Cost
BMA	Bogota Metropolitan Area
Bogota	Santa Fe de Bogota
CBD	Central Business District
CAR	Corporación Autónoma Regional
C/D	Capacity/Demand
DAMA	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DAPD	Departamento Administrativo de Planeación Distrial
DNP	Departamento Nacional de Planeación
FEDESARROLLO	Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo
EIRR	Economical Internal Rate of Return
FIRR	Financial Internal Rate of Return
GDP	Gross Domestic Product
GRDP	Gross Reginal Domestic Product
HRT	Heavy Rail Transit
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development
IDU	Instituto de Desarrollo Urbano
JICA	Japan International Cooperation Agency
LRT	Light Rail Transit
OD	Origin-Destination
PCU	Passenger Car Unit
PT	Person Trip
ROW	Right of Way
SOP	Secretaría de Obras Públicas del Distrito
STT	Secretaría de Transporte y Transito
TDM	Transport Demand Management
TTC	Travel Time Cost
UTP	Unidad de Transporte Publico
V/C	Vehicle/Capacity
VOC	Vehicle Operating Cost
NPV	Net Present Value
\$	Colombian Peso
US\$	US Dollar

PARTE D

**DISEÑO PRELIMINAR DE LA VIA TRONCAL SOLOBUS Y
AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR**

CAPITULO 14
El Diseno Preliminar para Instalaciones de la Vía Troncal
Solobús

PARTE - D DISEÑO PRELIMINAR DE LA VÍA TRONCAL SOLOBUS Y AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR

14. EL DISEÑO PRELIMINAR PARA INSTALACIONES DE LA VÍA TRONCAL SOLOBÚS

14.1. GENERALIDADES

Este capítulo es para analizar el diseño preliminar para las instalaciones del sistema de vías troncales. Diseñar un sistema apropiado de instalaciones para la vía Troncal solobús es esencial para el flujo ágil y seguro de autobuses sobre vías solobús. La sección 14.2 de este capítulo se refiere al diseño principal de vías troncales, las vías solobús y el carril de prioridad de bus que se proponen, con una revisión de las condiciones de la vía con base en el plan de sistema de operación de bus. También incluye nuevos proyectos en las vías del estudio y sus alrededores. En la sección 14.3, se muestra el diseño de parada de bus que pertenece a las vías troncales. En la sección 14.4, se plantea el diseño de terminales de bus para las vías troncales. Para los terminales de bus en el Área de Estudio, se diseñarán dos tipos de terminales de bus según la etapa de construcción; uno es el terminal central urbano de bus y el otro es el terminal suburbano de bus. Finalmente en la sección 14.5, se explica el diseño de las instalaciones de seguridad de tránsito tales como el tablero de tránsito, demarcación y señalización de tránsito.

14.2. VIA TRONCAL SOLOBUS

14.2.1. PREMISAS

Las premisas para el diseño de vías troncales se describen adelante:

- a) El plan de vías troncales en el área de estudio es de once rutas como Auto. Norte - Avenida Caracas, Avenida Quito - Auto. Sur, Avenida 7a-Avenida 10a, Avenida 68-Cll. 100, Avenida Suba, Cll. 170, Avenida 81, Avenida De Las de Américas, Avenida Centenario, Avenida Boyaca y Carrera. 39-Trv. 43. Del total de estas once rutas, se señalan las siguientes seis rutas:
 - 1) Autopista Norte - Avenida. Caracas: 37.5 km
 - 2) Avenida Quito - Autopista Sur: 28.8 km
 - 3) Avenida 7a - Avenida 10a: 21.4 km
 - 4) Avenida 68-Calle 100: 15.9 km
 - 5) Avenida Suba: 5.4 km
 - 6) Calle 170: 4.9 km

El diseño de vías, el uso de carril para bus y la longitud para la vía troncal de solobús por etapas se muestra en la Figura 14.2-1, la Figura 14.2-2 y la Tabla 14.2-1.

- b) Las vías troncales se clasifican en dos tipos tales como vías arteriales solobús y vías sub-arteriales solobús. Las arterias troncales solobús se operan por el bus expreso de Troncal y bus sobre carriles separados. La demanda en hora pico de pasajeros por hora sobre la Troncal arterial vías solobús se predice que debe oscilar desde 21.000 hasta 47.000 pasajeros en una dirección. Por otra parte, las vías sub-arteriales solobús se operan con el sistema de Troncal para bus con carril prioritario durante las horas pico. La demanda de hora pico de pasajeros en vías sub-arteriales solobús se estima que debe oscilar desde 12.000 a 29.000 pasajeros en una dirección.

- c) Sobre la base de sistema de operación de bus, el bus expreso se operará en las rutas de demanda alta a fin de disminuir el tiempo de viaje. Se planeará la mejora del carril segregado o la construcción de un viaducto y un sistema de traspaso para que la prioridad se dé a la operación del bus expreso. Las rutas de vía expresa son dos: Autopista Norte - Avenida Caracas y Autopista Sur. En el caso de la ruta de Autopista Norte, siendo que la amplitud del derecho de vía existente (corredor vial) es suficiente, el bus expreso debería operarse en un carril segregado. Sin embargo, el bus expreso sobre Avenida Caracas debería operarse sobre el viaducto de vías solobús debido a la poca amplitud del derecho de vía existente. La selección del tipo de estructura tal como sistema viaducto o sistema de ensanchamiento se refiere a la necesidad de viaducto en la Avenida Caracas en la sección 14.2.2. Al bus expreso sobre Autopista Sur se le da la prioridad de paso con la construcción de pasos elevados en las intersecciones importantes. Por otra parte, el sistema de carril de prioridad de bus se define para operar sobre las rutas en las que la demanda de pasajeros es menor que sobre la vía arteria solobús. El sistema del carril de prioridad de bus se operará en los costados y los períodos de tiempo que se establecen para que la prioridad se dé a las horas pico de la tarde y la mañana.
- d) El actual proyecto de mantenimiento de superficies sobre esta Troncal ya está en curso, por lo tanto, el mejoramiento de las condiciones de superficie se implementa en las secciones de la vía donde la Troncal solobús se construye.
- e) Dado que es difícil manejar buses divergiendo y cambiando en las intersecciones con separación de nivel o complicada estructura geométrica, tales secciones de vía serán excluidas generalmente de la ruta de vías troncales. Sin embargo, en esos casos donde se consideran mejoras para lograr mayor fluidez en la circulación de buses, separaciones de nivel tales como rampas, deberán tenerse en cuenta para ser incluidas en los planes a largo plazo.
- f) En principio, las vías troncales se planifican a lo largo de un derecho de vía existente. Con base en la estimación de la demanda de tránsito, el ensanchamiento parcial de la vía se introducirá donde se considere especialmente necesario.

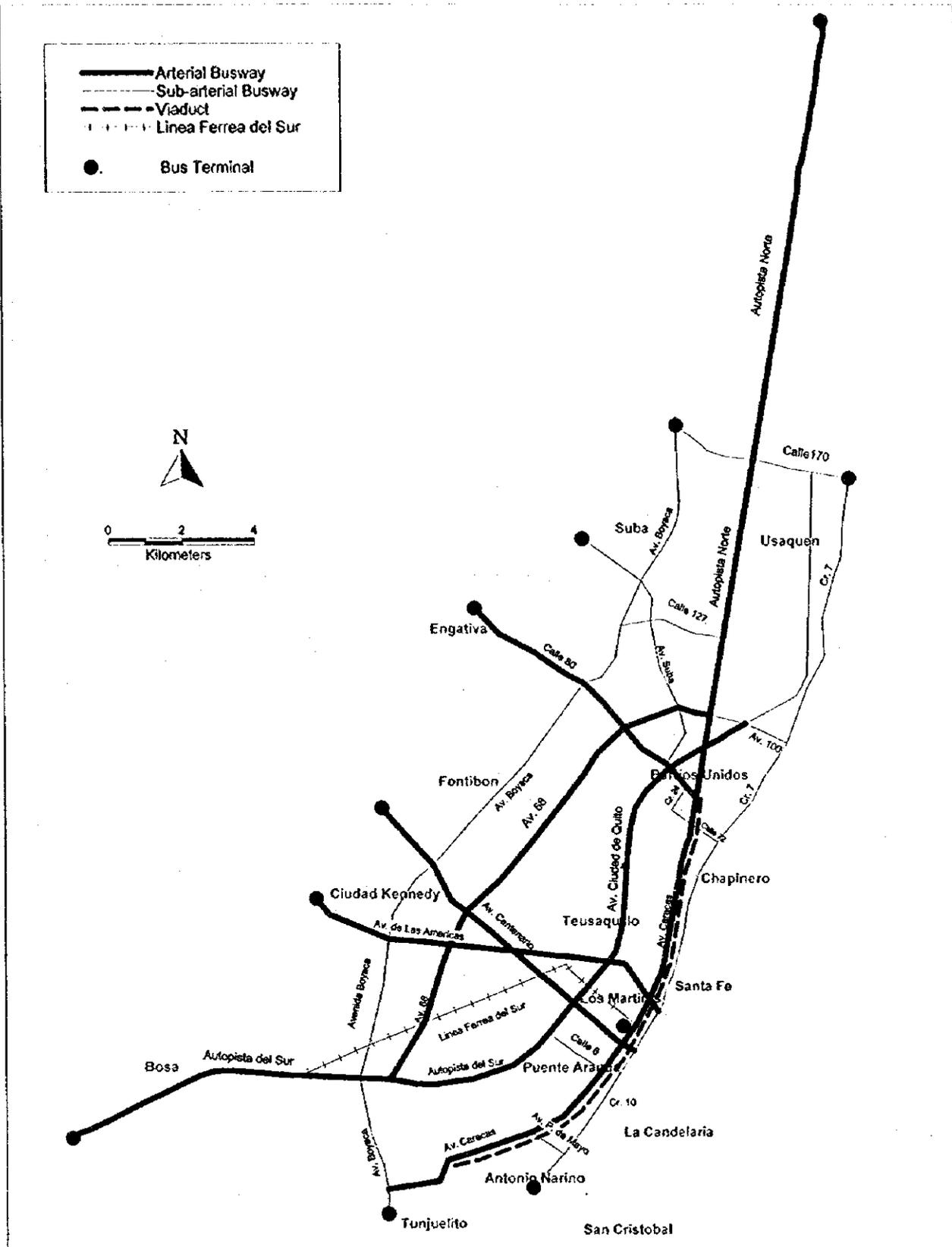


Figura 14.2-1 Tipo de vías troncales

Tabla 14.2-1 Diseño de Caminos de vías troncales por Etapas

En el año 2.000

No.	Nombre de la vía	Sección	Distancia Km	Sistema de vía		Tipo de carril de bus			Tipo de estructura vial de Bus
				Arteria	Subarteria	Centro	cambio	lados	
1	Autopista Norte	Terminal Bus C/le 183	5.6	O				O	A nivel
		Calle 183 Diagonal 1129	5.5	O			O		A nivel
		Diagonal 129 Avenida 81	5.5	O		O			A nivel
2	Avenida Caracas	Avenida 81 Carrera 19B	14.3	O		O			A N & Viaducto
		Carrera 19B Terminal de Bus	3.9	O				O	A nivel

En el año 2.005

No.	Nombre de la vía	Sección	Distancia Km	Sistema de vía		Tipo de carril de bus			Tipo de estructura vial de Bus
				Arteria	Subarteria	Centro	cambio	lados	
1	Autopista Norte	Terminal Bus Calle 183	5.6	O				O	A nivel
		C/le 183 Diagonal 129	5.5	O			O		A nivel
		Diagonal 129 Avenida 81	5.5	O		O			A nivel
2	Avenida Caracas	Avenida 81 Carrera 19B	14.3	O		O			A N & Viaducto
		Carrera 19B Terminal Bus	3.9	O				O	A nivel
3	Avenida Quito	C/le 170 Carrera 15	10.3		O			O	A nivel
		Carrera. 15 Calle 6	11.1		O	O			A nivel
		Calle 6 Calle 8S	1.4	O		O			A nivel
4	Autopista Sur	Calle 8S Terminal bus	8.1	O		O			A N & Paso Elevado
5	Avenida 7ª	Avenida 19 C/le 170	19.5		O			O	A nivel
6	Avenida 10ª	Avenida 19 C/le 35S	5.5		O			O	A nivel
7	Avenida t de Mayo (op)	Avenida 10ª Caracas	1.1		O			O	A nivel
8	Avenida 68	Autopista Sur Autopista Norte	14.8		O	O			A nivel
9	Avenida 100	Autopista Avenida 7ª	2.3		O			O	A nivel
10	Avenida Suba	Carrera 104 Avenida 81	10.7		O			O	A nivel
		Avenida 127 Autopista Norte	2.2		O			O	A nivel
11	Carrera. 24 (opción)	Avenida 81 Calle 72	0.8		O			O	A nivel
12	Calle 72 (opción)	Carrera 24 Avenida 7ª	1.5		O			O	A nivel
13	Avenida 170	Avenida 7ª Transversal 64	1.5		O			O	A nivel

14.2.2. LA RESERVA DE VIADUCTO SOBRE AVENIDA CARACAS

(1) Demanda de Futuros Pasajeros de Autobús en la Av. Caracas

En el Capítulo 9 se predijo la futura demanda de pasajeros en la hora pico (7:00 am a 8:00 am) en los años 2000 y 2005. En el 2005, se previó el total de las 32 nuevas rutas de operación de bus. Entre ellas, 14 de las nuevas rutas de operación de bus pasan por la Avenida Caracas. El número de vehículos de bus que pasa por la Avenida Caracas se expresa abajo según lo descrito en el Capítulo 9.

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1) Sistema Expreso de Bus: | 142 autobuses / hora / sentido |
| 2) Sistema de Bus de Troncal: | 410 autobuses / hora / sentido |

Del total, 552 autobuses por la dirección y por hora pasarán por la Avenida Caracas durante la hora pico de 7:00 am a 8:00 am, por lo tanto, la escala de la infraestructura de la vía solobús debería tener suficiente capacidad para satisfacer el volumen anteriormente mencionado, para no generar congestión de tránsito en la troncal.

(2) Capacidad de la vía de bus

La capacidad de la vía solobús se identifica con base en los artículos siguientes:

- Número de carriles de bus.
- Con o sin la bahía de bus.
- Número de andenes de bus.
- Número de pasajeros que abordan a la parada de bus.
- Tiempo que necesita para abordar un pasajero.
- Tiempo que se necesita para la desaceleración y aceleración de buses en la parada de bus.
- Tipo de bus (número de puertas).

1) Casos a), b), y c)

Se consideran varias condiciones en Bogotá tales como el sistema de operación de bus, las condiciones existentes de la vía, las condiciones de las construcciones a lo largo de las vías existentes, y la futura demanda de pasajeros, muchos casos diferentes pueden identificarse como sigue:

Caso - A: 1-carril de vía solobús con 1-andén de bus sin la bahía de bus para una dirección.

Caso - B: 1-carril de vía solobús con 2-andenes de bus sin la bahía de bus para una dirección.

Caso - C: 1-carril de vía solobús con 1-andén de bus con la bahía de bus para una dirección.

Caso - D: 1-carril de vía solobús con 2-andenes de bus con la bahía de bus para una dirección.

Caso - E: 2-carriles de vía solobús con 1-andén de bus sin la bahía de bus para una dirección.

Caso - F: 2-carriles de vía solobús con 2-andenes de bus sin la bahía de bus para una dirección.

Caso - G: 2-carriles de vía solobús con 1-andén de bus con la bahía de bus para una dirección.

Caso - H: 2-carriles de vía solobús con 2-andenes de bus con la bahía de bus para una dirección.

Caso - I: 2-carriles de vía solobús con 2-andenes de bus sobre cada vía con la bahía de bus para una dirección.

2) Caso d)

Como resultado de la investigación de pasajeros sobre las paradas de bus existentes a lo largo de la Avenida Caracas, se observó que el número promedio de pasajeros que abordan el bus en cada parada de bus es de 4 a 6 personas. En el año 2005, el número promedio de pasajeros que abordan el de bus en cada parada puede estimarse de 6 a 8 personas. Con base en esto, el número de pasajeros de abordaje se identificó en 8 personas para el cálculo de capacidad aproximada de vía de buses.

3) Caso e)

Como resultado de la investigación de pasajeros de bus elaborada por el Grupo de estudio de JICA en 1998, se observó que el tiempo promedio requerido para que se aborde al bus es de 2 segundos, por lo tanto, el tiempo requerido para que aborde un pasajero se adopta en 2 segundos para el cálculo de capacidad de vías de bus.

4) Caso f)

Como tiempo de desaceleración y aceleración para la parada de bus se requieren de 3 a 4 segundos para un andén de bus, con base en los resultados de encuesta de autobuses, y para dos andenes de bus se estimó en 5 a 6 segundos.

5) Caso g)

En este estudio, dos clases de tipos de bus se considerarán; el bus expreso y el bus regular. El bus expreso empleará vehículos articulados con capacidad de 200 pasajeros y bus de cuerpo único con capacidad de 100 pasajeros. El número de puertas para los buses articulados y para bus de cuerpo único está previsto en 4 puertas y 2 puertas respectivamente.

Los resultados del cálculo de capacidad de vía solobús / por hora / una de dirección, en cada uno de los casos antedichos, se enumeran en la Tabla 14.2-2 y la Figura 14.2-3.

Tabla 14.2-2 Vías solobús de Capacidad por Caso

Caso	No. de bus Línea/dir	No. de pasajeros que abordan	Tiempo de desacelerar	Tiempo para abordar (seg)	Tiempo para acelerar (seg)	Total tiempo detenido (seg)	Capacidad (bus/hr/dir)
A	1	8	2	16	2	20	180
B	1	8	2	16	2	20	180
C	1	8	2	16	2	20	180+x
D	1	8	3	16/2=8	3	14	257
E	2	8	2	16	2	20	180+x
F	2	8	3	16/2=8	3	14	257+x
G	2	8	2	16	2	20	180+x
H	2	8	3	16/2=8	3	14	257+x
I	2	8	2	16	2	20/2=10	180+257=437

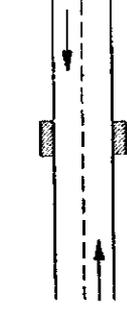
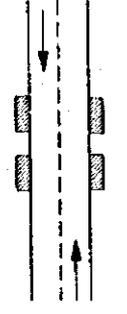
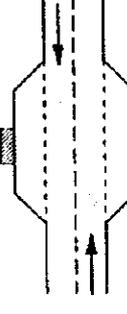
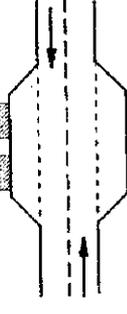
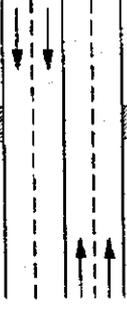
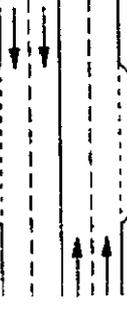
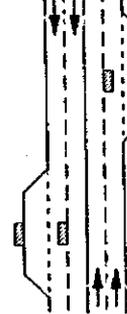
<p>Case - A</p> <p>Capacity = 180 bus/hour/direction</p> 	<p>Case - B</p> <p>Capacity = 180 bus/hour/direction</p> 	<p>Case - C</p> <p>Capacity = 180 + X bus/hour/direction</p> 
<p>Case - D</p> <p>Capacity = 257 bus/hour/direction</p> 	<p>Case - E</p> <p>Capacity = 180 bus/hour/direction</p> 	<p>Case - F</p> <p>Capacity = 257 bus/hour/direction</p> 
<p>Case - G</p> <p>Capacity = 180 + X bus/hour/direction</p> 	<p>Case - H</p> <p>Capacity = 257 bus/hour/direction</p> 	<p>Case - I</p> <p>Capacity = 437 bus/hour/direction</p> 

Figura 14.2-3 Capacidad de Vias solobús por Caso

(3) Instalaciones de Autobús Requeridas sobre la Avenida Caracas Sin Viaducto

Como resultados del estudio de comparación entre la capacidad de vía solobús y la futura demanda de bus, se requieren las siguientes instalaciones sin viaducto para que se mantenga fluido el tránsito para autobuses, para mantener la seguridad de tránsito, y para mantener bien las actividades urbanas.

- 1) El número de buses sobre la Avenida Caracas se pronostica como de 142 buses/hora/ sentido para el sistema expreso de bus (bus con 200 pasajeros) y 410 buses/ hora/ sentido adicionales para el sistema de bus de Troncal (bus con 100 pasajeros).
- 2) El Caso - I tiene la capacidad máxima entre 9 casos tales como Caso - A al Caso - I. El Caso - I, que es el caso de mayor capacidad, se adoptará para la Avenida Caracas, sin embargo, no pueden operarse alrededor de 153 buses ($410 - 257 = 153$).
- 3) Por lo tanto, el número de pasajeros del sistema de bus de Troncal debería cambiarse desde 100 pasajeros a 200 pasajeros con el fin de disminuir el número de buses. Cuando el bus mas grande (200 pasajeros) se use, los buses del sistema de bus de Troncal pueden disminuirse a 205 buses.
- 4) Considerando las condiciones arriba mencionadas, debería requerirse la sección típica (sobre la sección de parada de bus) con 45 metros de DDV (Corredor), y también se requerirá la adquisición de tierra adicional (mínimo 5 metros por 100 metros sobre cada parada de bus) (Ver Figura 14.2-4 y Figura 14.2-5).

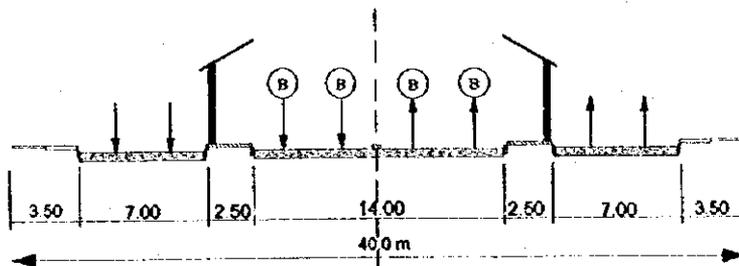


Figura 14.2-4 Sección Típica Existente

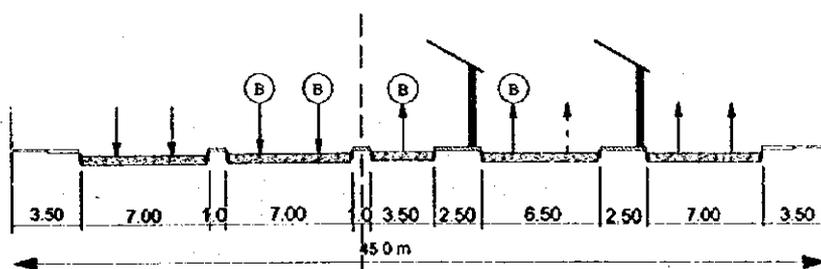


Figura 14.2-5 Sección Mínima para el Sistema de Bus de Troncal para el tipo de vía a nivel.

(4) Razones para Adoptar un Viaducto en la Avenida Caracas

El tipo de vía de viaducto se adopta en la Avenida Caracas para introducir el nuevo sistema de bus de Troncal y las razones importantes para la selección son como se indica a continuación:

- 1) Como se menciona previamente, el Caso - I puede mantener la futura demanda de pasajeros de bus sobre la Avenida Caracas, sin embargo, por lo menos 5.0 metros de tierra adicional deberían adquirirse en cada parada de bus ubicada. Es muy difícil adquirir la tierra adicional a lo largo de la Avenida Caracas existente, debido a que a lo largo de ambos costados de la vía se ubican muchos edificios altos para la vivienda y el comercio.
- 2) El área mínima para la tierra adicional que debe ser adquirida es de 100 metros de longitud y 5 metros de ancho a un intervalo de 500 a 600 metros, que se ubican a lo largo de la parada de bus. Según la experiencia pasada de implementación de la compensación y adquisición de predios, se han requerido largas discusiones y negociaciones difíciles. Considerando estas condiciones, el nuevo sistema de bus de Troncal no puede introducirse o ser construido en un término corto de tiempo.
- 3) El área de tierra adicional mínima para ser adquirida sobre cada parada de bus es un espacio muy pequeño (100 m de longitud x 5 mts. de anchura), sin embargo, el edificio entero que se afecta en una parte o como conjunto, debería demolerse en todo caso.
- 4) Debido a que la demolición de edificios altos y la adquisición de tierras adicionales a lo largo de la Avenida Caracas no es realista, se adopta la vía de tipo viaducto para la introducción de un nuevo sistema de bus de Troncal sobre la Avenida Caracas.

14.2.3. SECCION TIPICA DE VIAS SOLOBUS

(1) Use de Carril de Autobús y separación

En el Estudio, los carriles de solobús se ubican a lo largo de un derecho a la vía existente. Para un derecho de vía existente, los carriles de bus se planifican ambos generalmente en el centro de la vía (central) y a lo largo de los lados (laterales), dependiendo del ancho de la vía.

El grado de separación de nivel entre buses y el otro tránsito puede tener una influencia importante sobre el desempeño. Las vías propuestas de solobús segregan físicamente buses a un lado y tránsito general al otro a todo lo largo de su longitud usando bordillos o barandas privativas de algunas vías donde la segregación es únicamente en las islas de parada de bus.

En lo que concierne a los carriles centrales, las velocidades de operación de bus sobre tales carriles son más rápidas que los carriles laterales. Pero las islas para peatones deberán proveerse en todas las paradas para seguridad y conveniencia.

En general, una vía segregada de solobús disminuye la congestión en los flujos de tránsito de automóviles y de buses y por lo tanto, frecuentemente aumenta velocidades de no solamente buses, sino también del tráfico automotor en los otros carriles. Una desventaja de segregar vías solobús es; sin embargo, que tienden a desalentar el adelantamiento mutuo de buses entre rutas diferentes con lo que se reducen sus demoras. Sobre las calles de bus el adelantamiento es común. Por lo tanto, las vías solobús de dos carriles se proponen para el Estudio.

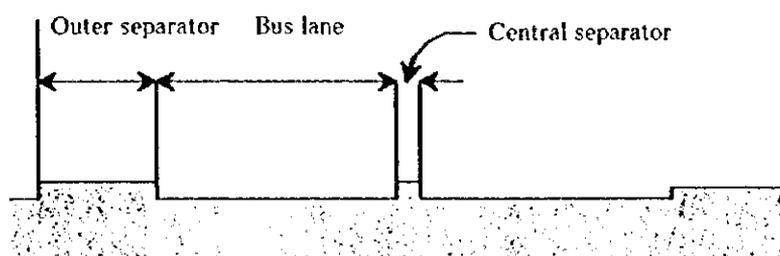
La anchura de una vía solobús depende de la velocidad de diseño, la anchura de vehículo y las características operacionales. La anchura de carril de bus sobre las vías del Estudio se

clasifica en 4 rangos entre 3,25 y 4.00 metros. La Tabla 14.2-3 da las anchuras propuestas de carril para vías solobús, con el fin de asumir más de 60 autobuses por hora adicionales por el rango de velocidades de diseño.

Tabla 14.2-3 Anchuras de Sección Recomendada para Vías solobús centrales, llevando más de 60 Buses por Hora

Velocidad de Diseño (km/h)	Ancho (metros).		
	Carril de Bus	Separador Central (entre carriles)	Separador Exterior (entre el carril de bus y otro tránsito)
100	4.00	0.4	0.75
80	3.75	0.4	0.50
60	3.25	0.4	0.30
40	3.00	0.4	0.20

(fuente: RATP)



(2) Sección Típica de Vías solobús según el Estudio de vías

1) Autopista Norte

El derecho de la vía existente es de 100 metros de ancho y consta de 6-carriles o 10 carriles. Desde que la Autopista Norte se define como una arteria Troncal de vías solobús, este camino será operado por el bus expreso y el bus Troncal. Esta vía debería reservar 2-carriles para vías solobús por sentido por la reducción de anchura del separador central: un carril está para el bus Troncal y el otro carril está para el bus expreso. Como mención especial, hay una tubería de agua de gran tamaño (diámetro 78 ó 60 pulgadas) bajo el separador central de la Autopista Norte. Tomando en cuenta las condiciones de tubería de agua subterránea, la sección de las vías solobús se establece como se indica a continuación (Ver Figura 14.2-6 a Figura 14.2-8):

- Sección Calle 183- Terminal suburbana de bus:** 1 carril de prioridad por sentido, 1 carril es para el carril mixto de Troncal y el bus expreso a lo largo de los costados.
- Sección Calle 183-Calle 129:** 2 carriles de vías solobús por sentido, 1 carril es para el bus Troncal y el otro carril está para el bus expreso al otro lado de la vía que separa de el tubo de agua.
- Sección Calle 129-Avenida 81:** 2 carriles para vías solobús por sentido, 1 carril es para el bus de Troncal y el otro carril es para el bus expreso en el centro del camino.

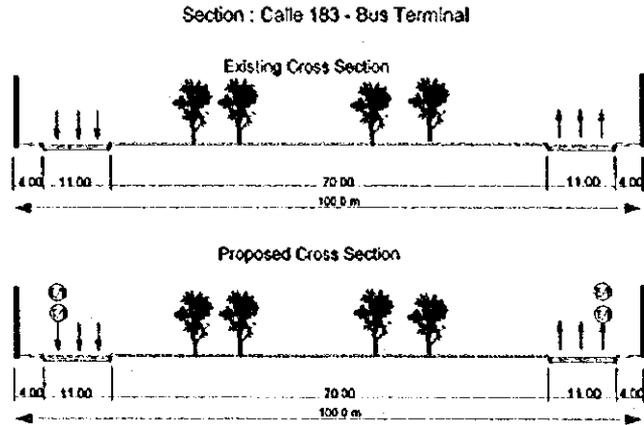


Figura 14.2-6 Sección Típica sobre Autopista Norte (1)

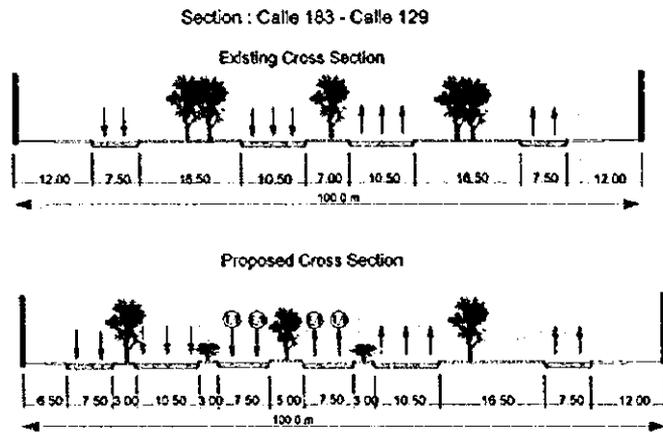


Figura 14.2-7 Sección Típica sobre Autopista Norte (2)

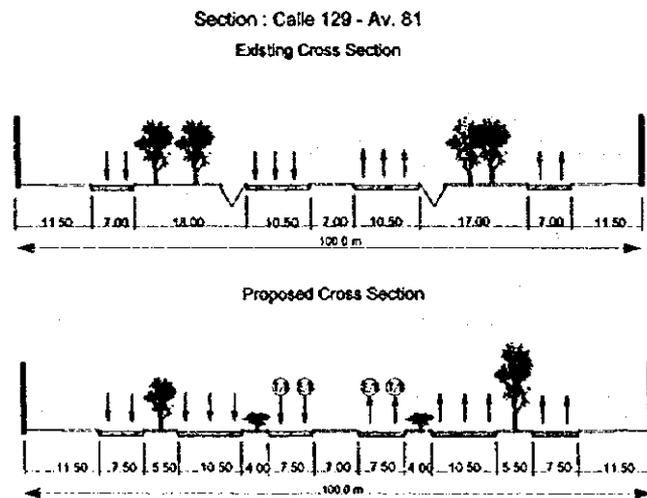


Figura 14.2-8 Sección Típica sobre Autopista Norte (3)

2) **Avenida Caracas**

El derecho de vía existente es en promedio de 40 metros de ancho y consta de 8 carriles. En la actualidad, el sistema de carril privativo de bus se ubica en la sección entre la Avenida 78 y la Calle 51 Sur sobre la Avenida Caracas. Hay dispuestos 4 carriles para el solobús en la parte central de la vía.

La Avenida Caracas se definirá como una arteria troncal de vías solobús basadas en la demanda de bus. Esta vía será operada por el bus expreso y el bus Tronca. La operación de bus expreso se planeará para la vía central separada de solobús. Debido a que el ancho del derecho a la vía existente no es suficiente debido a la vía central construida, el bus expreso deberá operarse sobre viaducto solobús para tener alto rendimiento. Además, se proveerán árboles a todo lo largo del viaducto a fin de mejorar el ambiente de la vía. En la parte sur de la Avenida Caracas, el plan para los carriles expresos de bus de vías troncales se seleccionó con base en la evaluación de costos estimados, para la extensión del sistema viaducto o para la ampliación de la vía. Como resultado de la estimación de costos, se encontró que el sistema de viaducto es más económico que ampliar la vía. La sección de vía solobús se establece como se indica a continuación (Ver Figura 14.2-9, Figura 14.2-10):

- a) **Sección Avenida 78-Avenida Ciudad de Lima (Calle 18A):** 2 carriles de vías solobús por sentido, 1 carril es para el bus de Troncal en el centro de la vía y el otro carril está para el bus expreso sobre viaducto.
- b) **Sección Avenida Ciudad de Lima (Calle 18A)- Calle 48A:** 2 carriles de vías solobús por sentido, 1 carril es para el bus de Troncal y el otro carril está para el bus expreso en el centro de la vía, la alternativa 1 es tipo viaducto, la alternativa 2 es ampliando el tipo de vía.
- c) **Sección Calle 48A- Terminal Urbana de bus:** 1 carril prioritario por sentido, 1 carril es para el carril mixto de Troncal y el bus expreso a los lados.

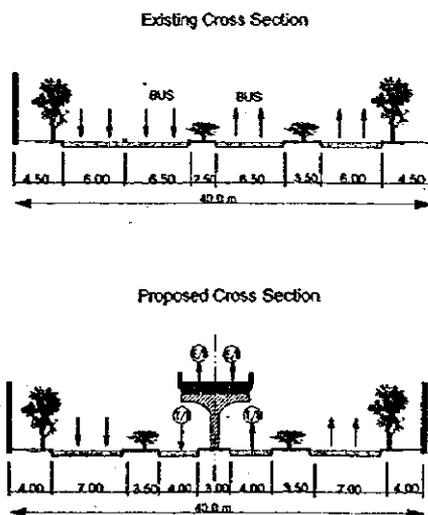


Figura 14.2-9 Sección Típica sobre Avenida Caracas

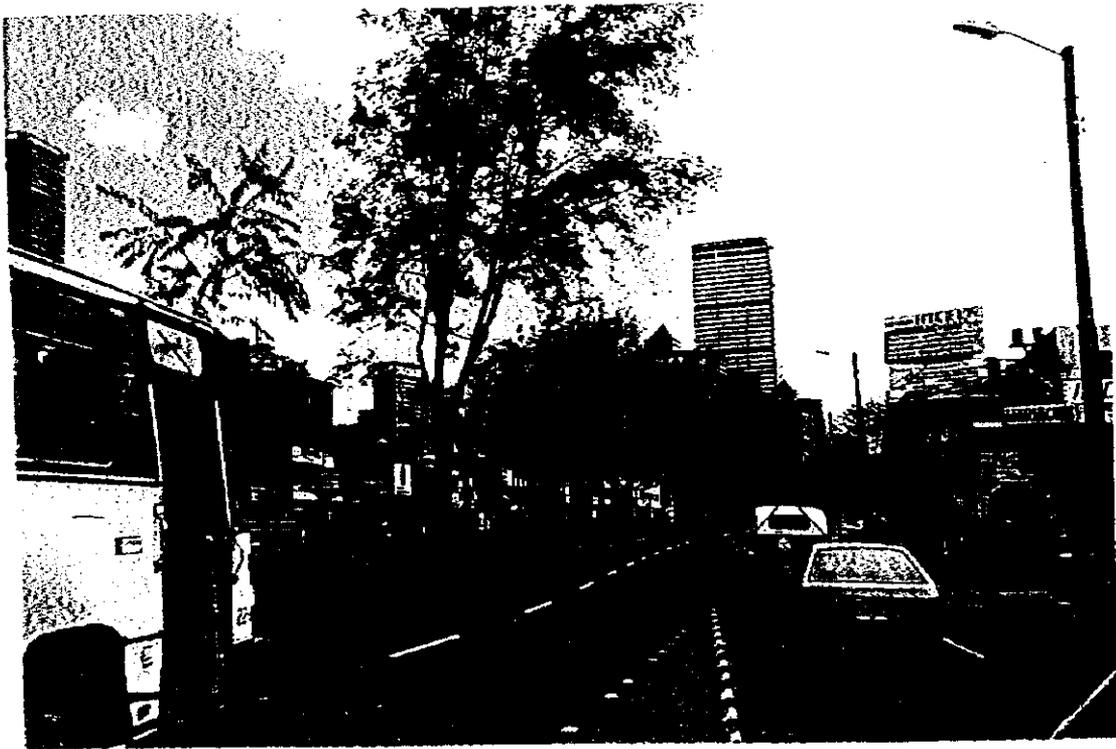


Figura 14.2-10 Plano de Imagen de Vías solobús sobre Avenida Caracas

3) Avenida Quito

Tiene un rango existente de derecho de vía de entre 50 y 70 metros de amplitud y consta de 8 a 10 carriles. La Avenida Quito se definirá como arteria troncal de solobús. Esta vía será operada por el bus Troncal. El bus Troncal se planeará en el centro de la vía a fin de hacerla separada. En la sección entre Carrera 15 y Calle 6, la Autopista urbana se ubica en el centro de la vía. Acorde con la construcción de la Autopista, la entrada al terminal central de autobuses se pasará de la Calle 6 a la Avenida Caracas por un cambio de nivel. Además, los árboles de la vía se proveerán a lo largo de viaducto a fin de mejorar el medio ambiente de la vía. La sección de la vía solobús se establece como se indica a continuación (ver Figura 14.2-11 a Figura 14.2-16):

- a) Sección Carrera 15-Calle 170: 1 carril de vía solobús por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus de Troncal a lo largo de los lados.
- b) Sección Carrera 15-Calle 68: 1 carril de vía solobús por sentido, 1 carril del total de 6 carriles (incluyendo 2 carriles de viaducto) por sentido es para el bus de Troncal en el centro de la vía.
- c) Sección Calle 68-Calle 51: 1 carril de vía solobús por sentido, 1 carril del total de 7 carriles (incluyendo 2 carriles de viaducto) por sentido es para el bus de Troncal en el centro de la vía.
- d) Sección Carrera 51-Calle 6: 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 6 carriles (incluyendo 2 carriles de viaducto) por sentido es para el bus de Troncal en el centro del camino.
- e) Sección Calle 6-Calle 8S: 2 carriles de vías solobús por sentido, 1 carril está para el bus Troncal y el otro carril es para el bus expreso en el centro de la vía.

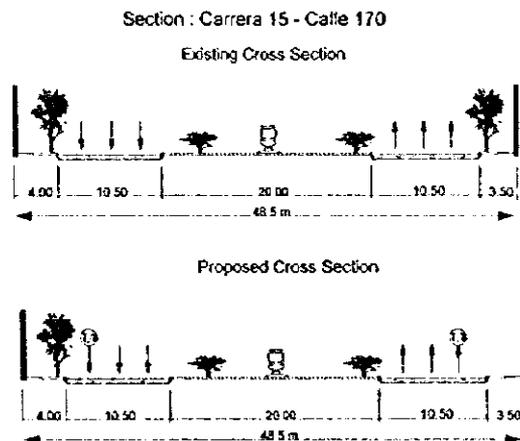


Figura 14.2-11 Sección Típica sobre la Avenida Quito (1)

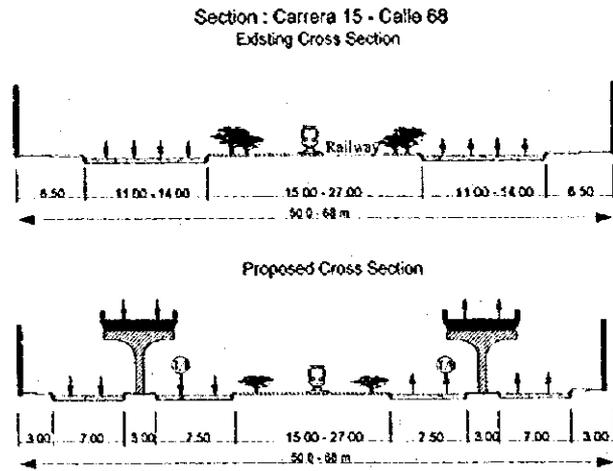


Figura 14.2-12 Sección Típica sobre la Avenida Quito (2)

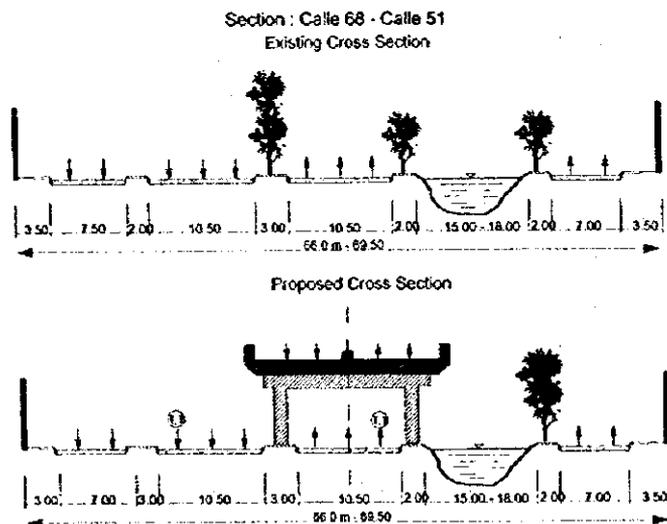


Figura 14.2-13 Sección Típica sobre la Avenida Quito (3)

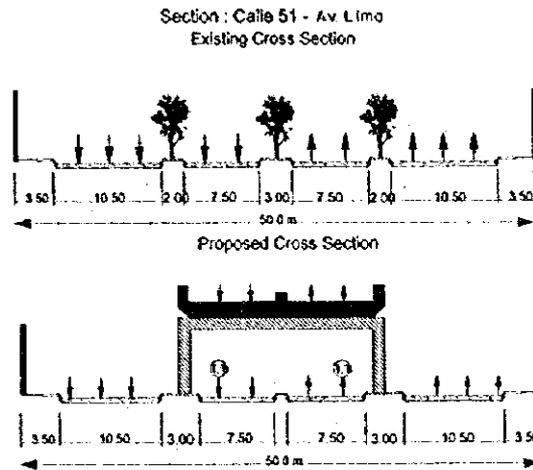


Figura 14.2-14 Sección Típica sobre la Avenida Quito (4)

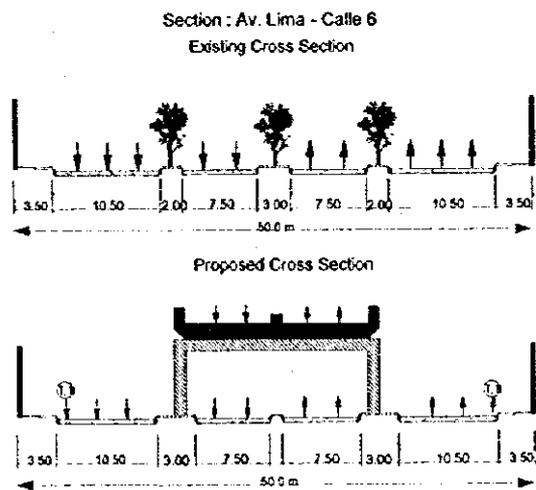


Figura 14.2-15 Sección Típica sobre la Avenida Quito (5)

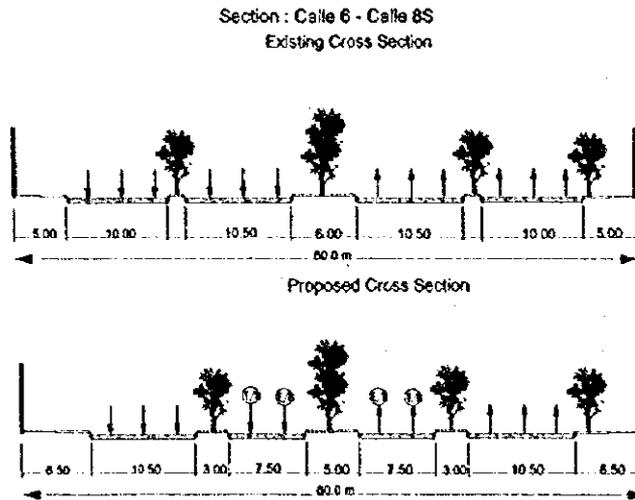


Figura 14.2-16 Sección Típica sobre la Avenida Quito (6)

4) Autopista Sur

El derecho de vía existente es en promedio de 60 metros y consta de 12 carriles. La Autopista Sur se definirá como una arteria Troncal solobús. Esta vía será operada por bus expreso y bus Troncal. Es necesario reducir la amplitud del separador central a fin de proveer 4 carriles de vías solobús. La sección de vía solobús se establece como se indica a continuación (Ver Figura 14.2-17 y Figura 14.2-18):

- a) Sección Calle 8S - Terminal urbano de bus: 2 carriles de vías solobús por dirección, 1 carril es para el bus de Troncal y el otro carril es para el bus expreso en el centro de la vía

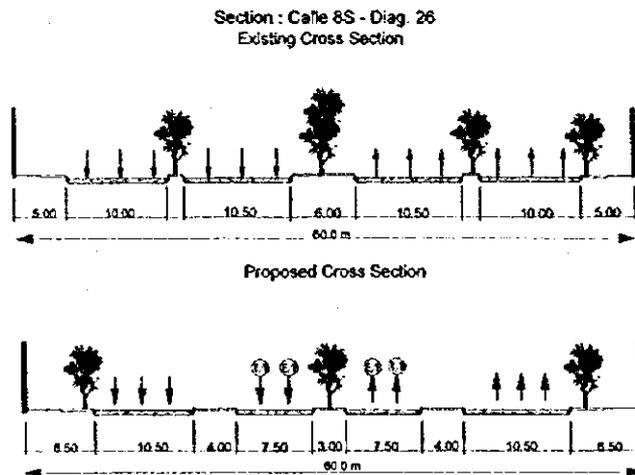


Figura 14.2-17 Sección Típica sobre la Autopista Sur (1)

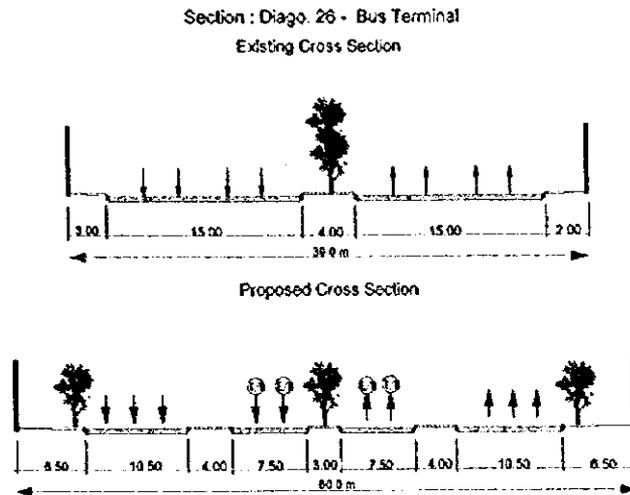


Figura 14.2-18 Sección Típica sobre la Autopista Sur (2)

5) **Avenida 7a**

El derecho de vía oscila entre 30 y 50 metros y consta de 6 carriles ó 8 carriles. La Avenida 7a se definirá como una sub-Troncal arterial de vías solobús. Esta vía será operada por el bus de Troncal con preferencial durante horas pico. Esta vía sólo puede tomar vías solobús con 1 carril por dirección a lo largo de los lados. En la sección entre la Calle 100 y la Calle 116, la Autopista urbana se ubica en el centro de la vía. La sección de vías solobús se establece como se indica a continuación (ver Figura 14.2-19 a Figura 14.2-21):

- a) Sección Avenida 19-Calle 100: 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.
- b) Sección Calle 100-Calle 116: 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 4 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.
- c) Sección Calle 116-Calle 170: 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.

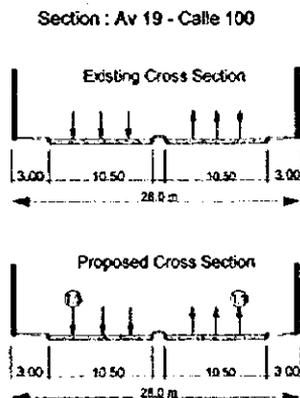


Figura 14.2-19 Sección Típica sobre la Avenida 7a (1)

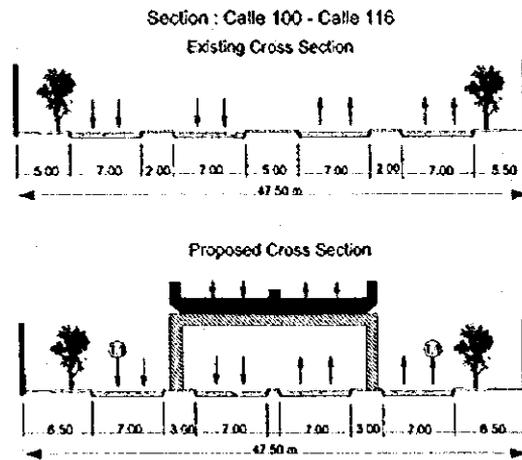


Figura 14.2-20 Sección Típica sobre la Avenida 7a (2)

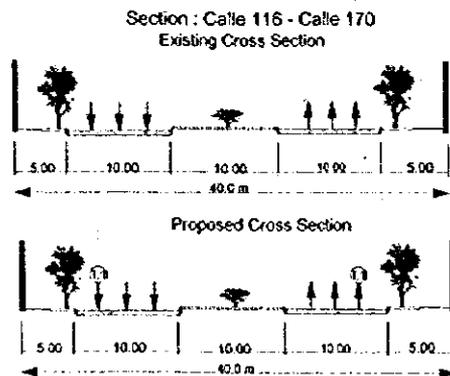


Figura 14.2-21 Sección Típica sobre la Avenida 7a (3)

6) **Avenida 10a**

El derecho de vía existente es en promedio de 40 metros y consta de 8 carriles. La Avenida 10a se definirá como una sub-Troncal arterial de vías solobús. Esta vía será operada por el bus Troncal de carril preferencial durante horas pico. La Avenida 10a continúa por la Avenida 7a, en particular, la demanda de pasajeros de bus tendrá a ser mayor que en la Avenida 7a. Debido a que tiene 8 carriles de vía, se operarán 2 carriles prioritarios de bus por sentido. La sección de vías solobús se establece como se indica a continuación (ver Figura 14.2-22):

- a) **Sección Avenida 19-Calle 35S:** 2 carriles prioritario de bus por sentido, 2 carriles del total de 4 carriles por sentido son para el bus Troncal a lo largo de los lados.
(Ruta Adicional: Avenida 1 de Mayo)
- b) **Sección Avenida 10a-Avenida Caracas:** 1 carril prioritarios de bus por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.

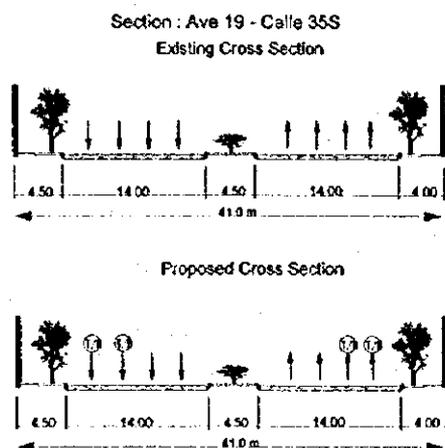


Figura 14.2-22 Sección Típica sobre Avenida 10a

7) **Avenida 68**

El derecho de vía existente es de 40 metros de ancho aproximadamente y consta de 8 carriles. La Avenida 68 se definirá como arterial Troncal solobús. Este camino será operado por el bus de Troncal. Su sección es igual a la vía existente. El carril prioritario de bus se planificará en el centro de la vía a fin de mantenerlo separado también. La sección de vía solobús se establece como se indica a continuación (ver Figura 14.2-23):

- a) **Sección Autopista Norte - Autopista Sur:** 1 carril de vía solobús por sentido, 1 carril del total de 8 carriles por dirección es para el bus Troncal en el centro de la vía.

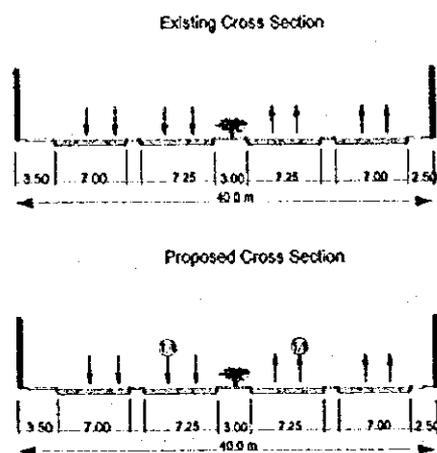


Figura 14.2-23 Sección Típica sobre la Avenida 68

8) *Avenida 100*

El derecho de vía existente es de 60 metros de ancho aproximadamente y consta de 8 carriles ó 10 carriles. La Avenida 100 se definirá como una sub-Troncal arterial de vías solobús. Este camino será operado por el bus de Troncal de sistema de carril prioritario durante horas pico. Este camino puede tomar únicamente 1 vía solobús con 1 carril por dirección a lo largo de los lados. En el trayecto entre la Autopista Norte y la Avenida 7a, la Autopista urbana se ubica en el centro de la vía. Especialmente, se preservarán los árboles de la calle reemplazándolos por otros de la misma condición que los existentes en lo posible. La sección de vía solobús se establece como se indica a continuación (Vista la Figura 14.2-24):

- a) Sección Autopista Norte - Avenida 7a: 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 6 carriles o 7 carriles por sentido es para el bus de Troncal a lo largo de los lados.

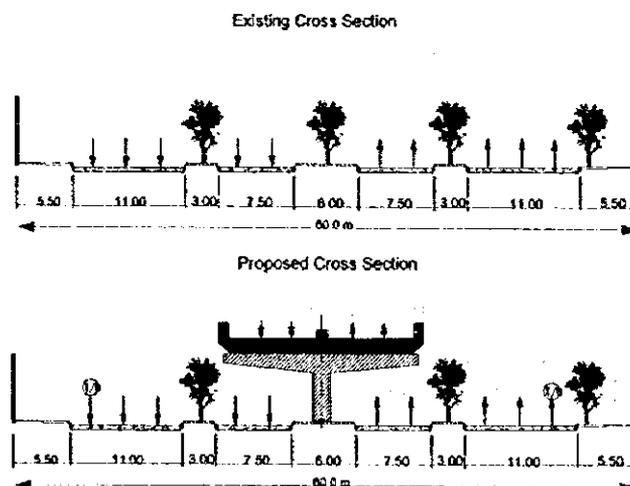


Figura 14.2-24 Sección Típica de la Avenida 100

9) **Avenida Suba**

El derecho de vía existente es de 40 metros de ancho aproximadamente y consta de 6 carriles. La Avenida Suba se definirá como una sub-Troncal arterial de vías solobús. Este camino será operado por el bus Troncal de sistema de carril de prioridad durante horas pico. Esta sección es igual que la del derecho existente de vía. En esta vía puede participar únicamente 1 vía solobús con 1 carril por dirección a lo largo de los lados. La sección de vía solobús se establece como se indica a continuación (ver Figura 14.2-25):

- a) **Sección Carrera 104-Avenida 81:** 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.
- b) **Sección Avenida 127-Autopista Norte:** 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.

(Ruta Adicional: Carrera.24)

- c) **Sección Avenida 81-Autopista Norte:** 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total de 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.

(Ruta Adicional: Calle 72)

- d) **Sección Autopista Norte - Avenida 7a:** 1 carril de prioridad de bus por sentido, 1 carril del total 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.

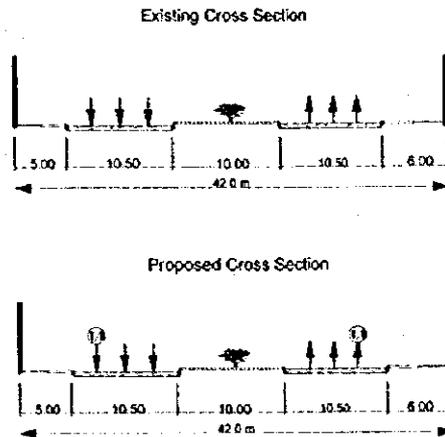


Figura 14.2-25 Sección Típica sobre la Avenida Suba

10) **Calle 170**

El derecho de vía existente es de 50 metros de ancho aproximadamente y consta de 4 carriles o 6 carriles. La Calle 170 se definirá como una sub-Troncal arterial de vías solobús. Esta vía será operada por el bus de Troncal de sistema de carril prioritario durante horas pico. Esta sección es igual que la del derecho de vía existente. Esta vía

puede participar únicamente del solobús con 1 carril por sentido a lo largo de los lados. La sección de vía solobús se establece como se indica a continuación (ver Figura 14.2-26):

- a) Sección Avenida 7a-Transversal 64: 1 carril prioritario de bus por sentido, 1 carril del total de 2 carriles o 3 carriles por sentido es para el bus Troncal a lo largo de los lados.

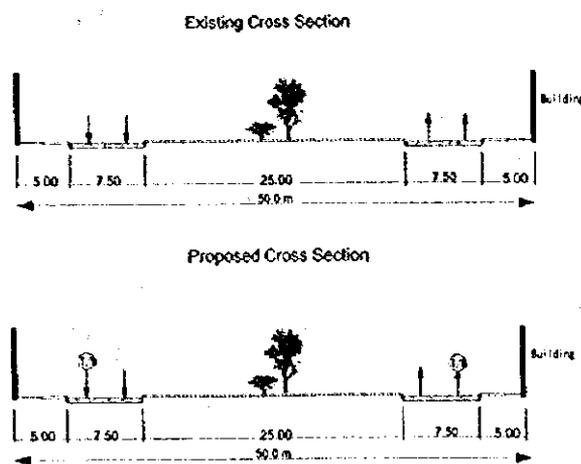


Figura 14.2-26 Sección Típica de la Calle 170

14.2.4. VIADUCTO Y SEGREGACION FISICA

La estructura de Vías solobús se clasifica en tres tipos como sigue:

- 1) Viaducto para Vías solobús Expreso construido sobre Avenida Caracas,
- 2) Rampa de subida y bajada para Viaducto para Vías solobús Expreso, y
- 3) Paso Elevado para Vías solobús Expreso sobre Autopista Sur.

1) Viaducto

Se planea construir un viaducto de 14.5 kms. Desde la Calle 86 aproximadamente, en el extremo sur de la Autopista Norte hasta la Calle 48 A en el extremo sur de la Avenida Caracas Las características de plan son como se indica a continuación;

- a) El Viaducto tiene 2 carriles en calzada sencilla de 3.5 mts con separación de 0.5 mts. al centro y 1.0 mts. al lado y no tiene bloques de separación pero se provee una barra protectora al centro que afronte el caso de un accidente de buses. (Vea Figura 14.2-27).
- b) La altura de Viaducto es mínimo 11.0 mts desde la superficie de la vía existente, que permite pasar sobre puentes peatonales.

- c) La estructura empleada en la superestructura del viaducto es Puente de placa aligerada continua de tres luces, sin embargo, donde se provee parada de bus, se emplea Viga CP de tres luces continuas, debido al trecho más largo.
- d) En lo que concierne a subestructura, se emplea la columna de forma estrechada para la sección estándar desde el punto de vista de perspectiva y se emplea una columna rígida de marco de caballete para la sección Expresa de parada de bus, debido a la mayor amplitud de la superestructura.
- e) Para la fundación se emplea Fundación de pilotes Hincados de 1.0 metros de diámetro.

2) Rampa de Ingreso y Salida

5 rampas de ingreso y salida se planean construir cerca de la Calle 86, Calle 78 y Calle 6 del lado norte y Calle 45 de lado sur de la Avenida Caracas, y en el intercambio entre la Calle 6 y la Avenida Ciudad De Quito. Las características del plan son como se indica a continuación;

- a) La aproximación combinada de entrada y salida tiene calzada de 2 carriles sencillos de 3.5 mts con la separación de 0.5 mts al centro y 1.0 mts al lado y no tiene bloques de separación pero se provee una barra protectora al centro para caso de un accidente. (Vea Figura 14.2-28, Figura 14.2-29 y Figura 14.2-31)
- b) La estructura de apoyo (Contrafuertes) es sostenida por pilotes fundidos in situ con muro de contención en forma de U posterior apoyado por el mismo pilote para mantener e impedir el asentamiento del relleno. (Ver Figura 14.2-28, Figura 14.2-29 y Figura 14.2-31)
- c) Para la superestructura de la rampa de entrada y salida del viaducto, se emplea una viga aligerada continua de tres luces. (Ver Figura 14.2-30)
- d) En lo que concierne a subestructura, para el viaducto de carril único, se emplea la columna en T para simplificar el diseño de estructura y para el viaducto con calzada de 2 carriles, se emplea la columna estrechada desde un punto de vista de perspectiva. (ver Figura 14.2-30 y Figura 14.2-32).
- e) Para cimentación se emplea Fundación de pilotes de 1.0 mts de diámetro.

La vista y sección de cada rampa de entrada y salida y la sección se muestran en las Figura 14.2-28 a Figura 14.2-32 respectivamente.

3) Pasos elevados

Se planea construir 9 pasos elevados en la Autopista Sur. Las características del plan son como se indica a continuación:

- a) La sección del paso elevado es la misma que la del viaducto y la altura mínima es de 7.0 mts, para ser cruzada sobre la superficie de la vía existente. (Vea Figura 14.2-33).
- b) La longitud Total de cada paso elevado se planea en 360 mts con 5.0% de inclinación.
- c) Debido al terreno blando, el contrafuerte se provee 3.0 mts encima de la superficie de la vía para que impida el asentamiento por llenado y tiene muro de retención de forma de U.
- d) Se planea un puente de 38 luces de 30 mts cada una desde el punto de vista económico.

- e) Debido a lo limitado del espacio libre, sobre la superficie existente, se emplea la Viga Simple PC para la superestructura.
- f) Para la sub estructura es empleado el tipo Ordinario de columna de pared.
- g) En la cimentación se emplean pilotes de concreto hincados de 1.00 mts de diámetro.

El plano de detalle de cada estructura se describe en el Capítulo 15.4.

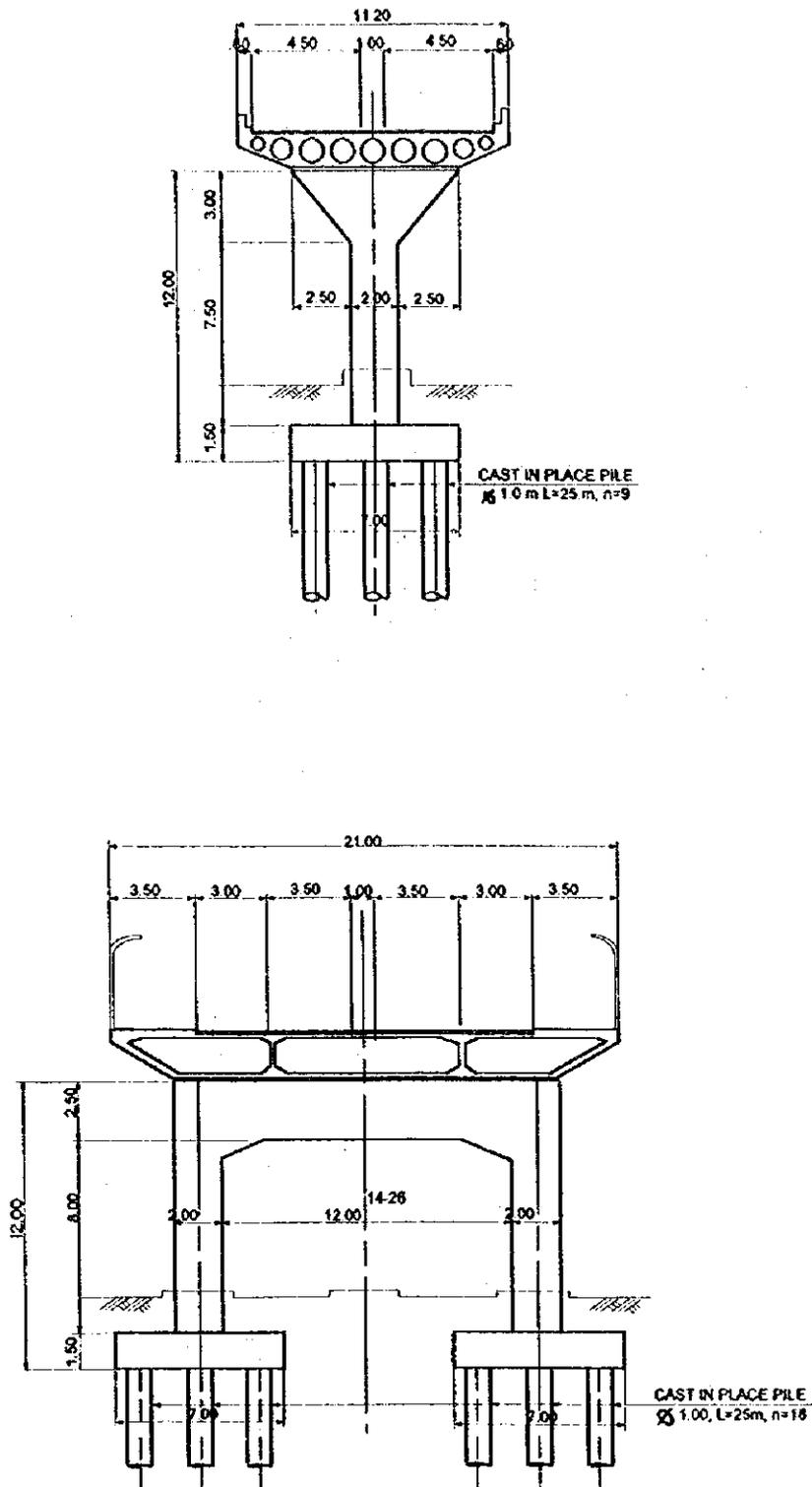


Figura 14.2-27 Sección Típica del Viaducto

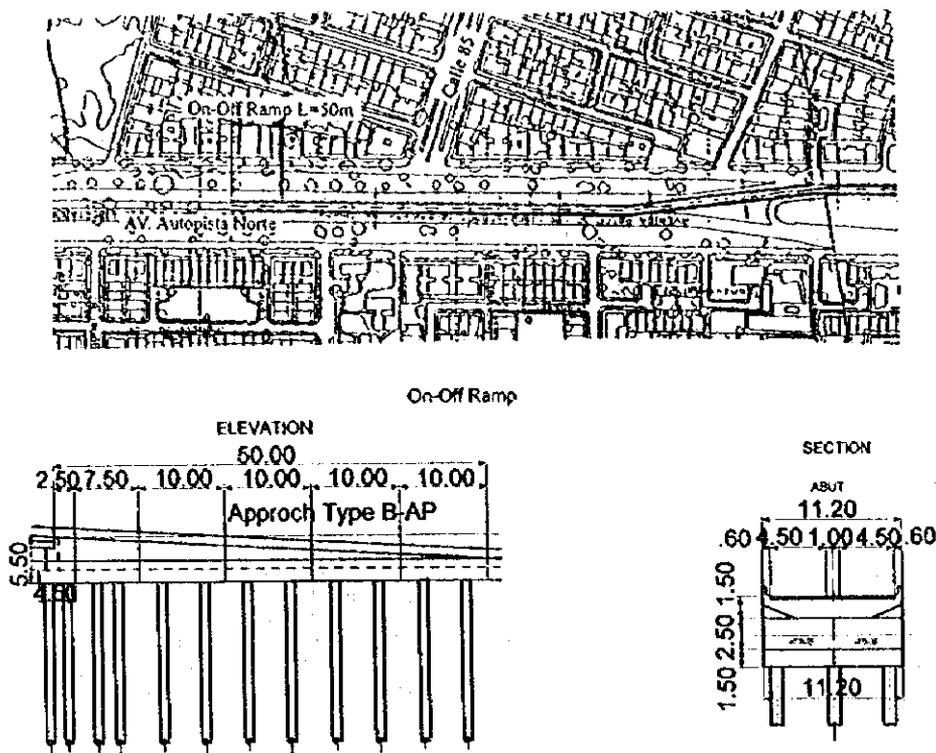


Figura 14.2-28 Rampa de entrada y salida sobre la Autopista Norte - Calle 86

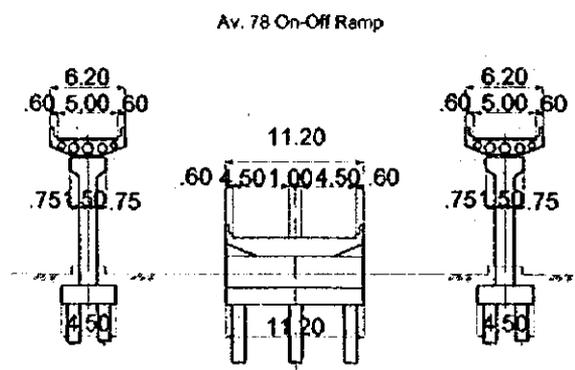
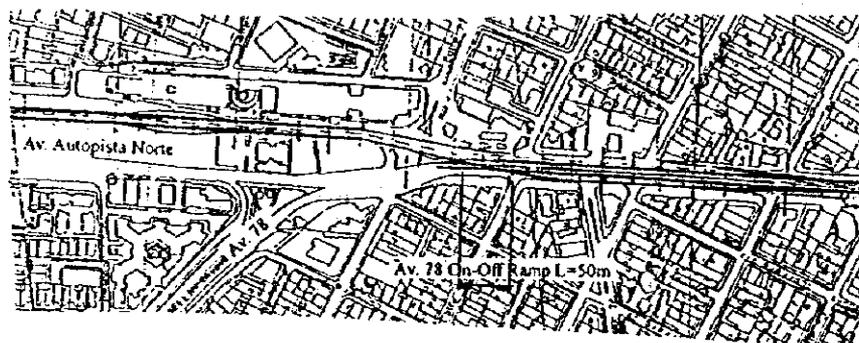


Figura 14.2-29 Rampa de Entrada y salida sobre Autopista Norte - Avenida 78

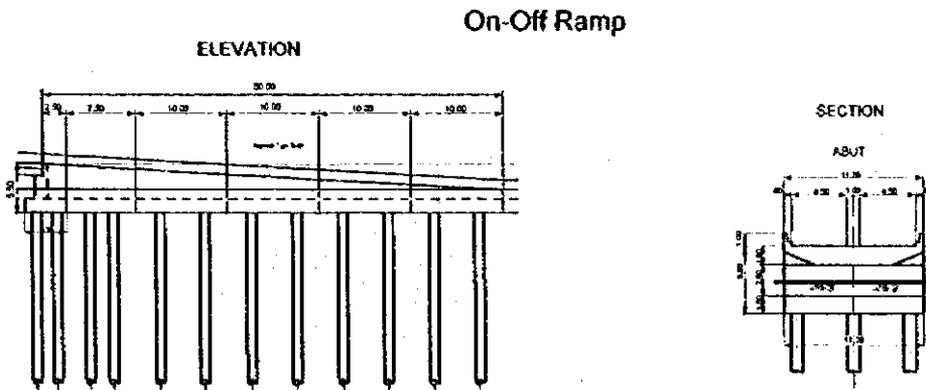
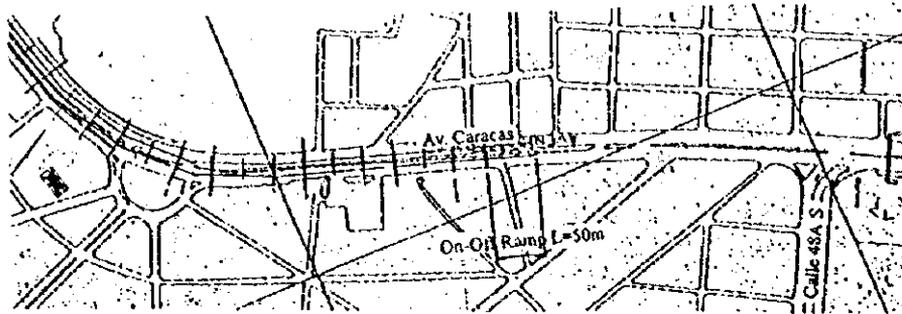


Figura 14.2-30 Rampa de Entrada y salida sobre Avenida Caracas - Calle 6

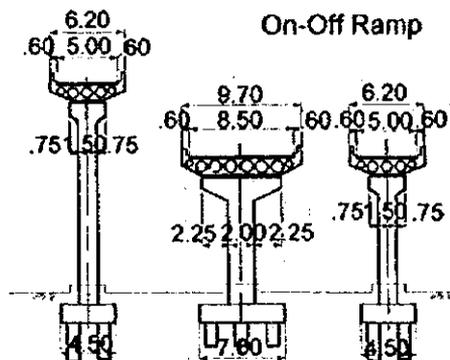
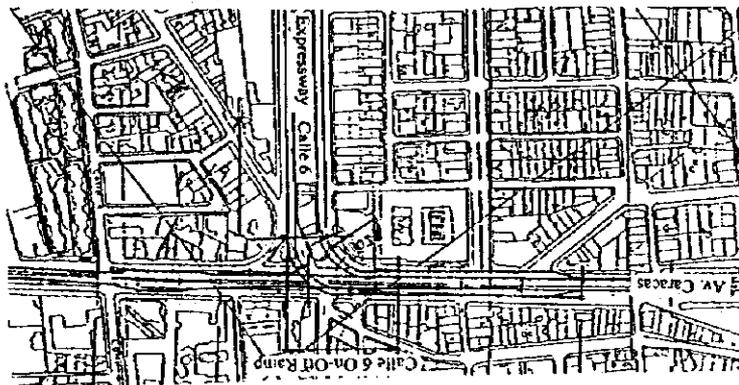


Figura 14.2-31 Rampa de Entrada y salida sobre Avenida Caracas - Calle 48 S

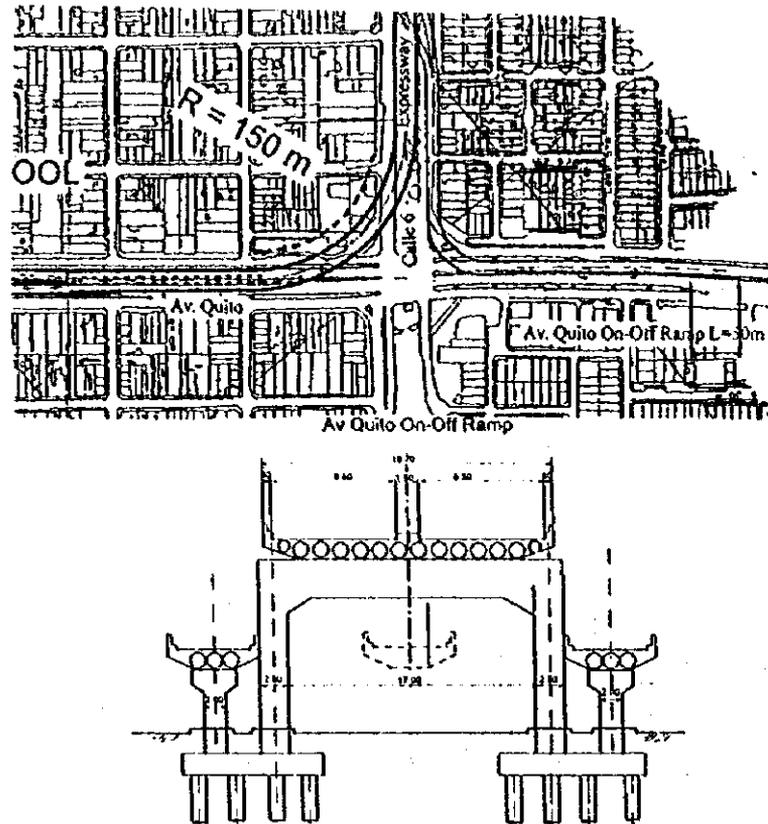


Figura 14.2-32 Rampa de Entrada y salida sobre Avenida Quito - Calle 6

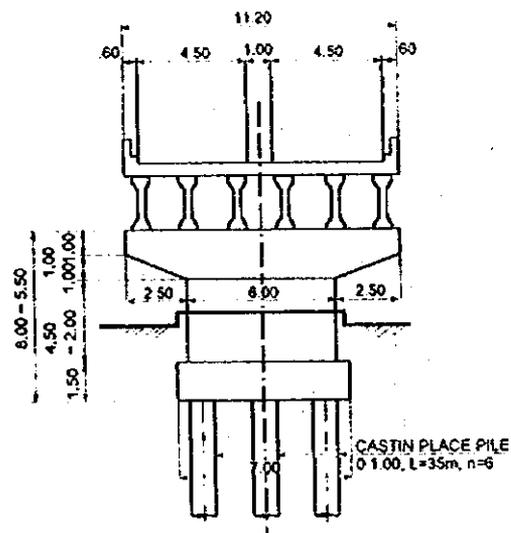


Figura 14.2-33 Sección Típica de Paso elevado

14.2.5. DISEÑO Y CONTROL DE INTERSECCIONES

1) *Objetivo*

El objetivo del control y diseño de intersecciones es mejorar las intersecciones a nivel a fin de lograr un tráfico ágil de los autobuses grandes de Troncal.

2) *Política Básica*

La política básica para el diseño y el control de la intersección se describe a continuación:

- a) El plano del control y diseño de intersección es particularmente importante para hacer el máximo uso de las instalaciones existentes de la vía.
- b) El mejoramiento de las intersecciones señalizadas es propuesto para introducir el ensanchamiento del corte de la esquina y la señal de prioridad del bus.
- c) Estos mejoramientos son de costo menor en comparación con el plan de ampliar vías.

3) *Esquema de Intersección*

En el 2005, once vías troncales se completarán y los buses locales y de Troncal se operarán en la red de rutas de bus. Las rutas propuestas de bus tendrán intersecciones importantes a lo largo de las rutas propuestas. Es necesario manejar los giros de los buses grandes a la derecha y a la izquierda en las intersecciones. Idealmente, los giros izquierdos deberían ser, o hechos desde carriles separados, o prohibidos; los giros a la derecha deberían regularse especialmente. Debido a que la mayoría de las vías propuestas de solobús tienen dos carriles por sentido, los carriles separados hechos para giros izquierdos no se pueden instalar en vías solobús. En áreas comerciales centrales, la planificación de intersecciones a diferente nivel sobre las vías solobús es difícil debido a lo estrecho de las vías y la dificultad de ampliarlas. Por lo tanto, el esquema de intersección de las vías en áreas comerciales centrales para las troncales de solobús será de intersecciones a nivel.

La Figura 14.2-34 muestra esquemas típicos de intersección de vías troncales. Los carriles de giro izquierdo y derecho se planifican de un sólo carril sin planearlos para giros izquierdos, así las vías propuestas para solobús tendrán de a dos carriles por sentido a pesar de la prohibición básica de giros izquierdos en Bogotá. El giro izquierdo en unas pocas intersecciones en la Avenida Caracas se aprueba ahora. En este Estudio, se planea el giro izquierdo únicamente en intersecciones importantes por las razones siguientes:

- a) Es muy difícil hacer las rutas troncales de autobús sin el giro izquierdo
- b) Si el giro izquierdo se prohíbe, las rutas de bus deberán circular a través de estrechas calles conectoras mediante un giro derecho.
- c) Por lo tanto, el conflicto de tráfico ocurre en las estrechas calles conectoras y serán necesarias medidas administrativas adicionales.

4) *Mejoramiento de la Intersección*

Como se menciona antes, se operan buses de mayor tamaño en el sistema de bus de Troncal, y en el sistema alimentador con una longitud total de 12 mts para un bus estándar y de 16 a 18 mts para un bus articulado, en contraste con los 10 - 11 mts para buses en el sistema actual.

En lo que concierne al giro derecho de buses grandes en las intersecciones, llega a ser un punto importante una relación entre el espacio de las ruedas traseras del bus y la dimensión geométrica de la intersección de las vías solobús. El caso de un bus estándar es más crítico que el bus articulado ya que comúnmente tienen el mismo radio de giro que el del bus estándar y una trayectoria de giro mas angosta que los buses estándar.

La Figura 14.2-35 muestra la geometría de giro de un bus estándar con una longitud total de 12 mts. En este caso, el radio de giro de la rueda de adentro es aproximadamente 9.46 m. Es fácil que ocurra una colisión menor con otros automóviles que circulen sobre el carril adyacente. Esto es especialmente cierto para un bus de Troncal fuera de servicio y que esté yendo hacia el terminal por calles estrechas donde no continúan las vías o el carril de solobús, pues en dado caso hay una alta posibilidad que la rueda interior golpee el bordillo de la vía.

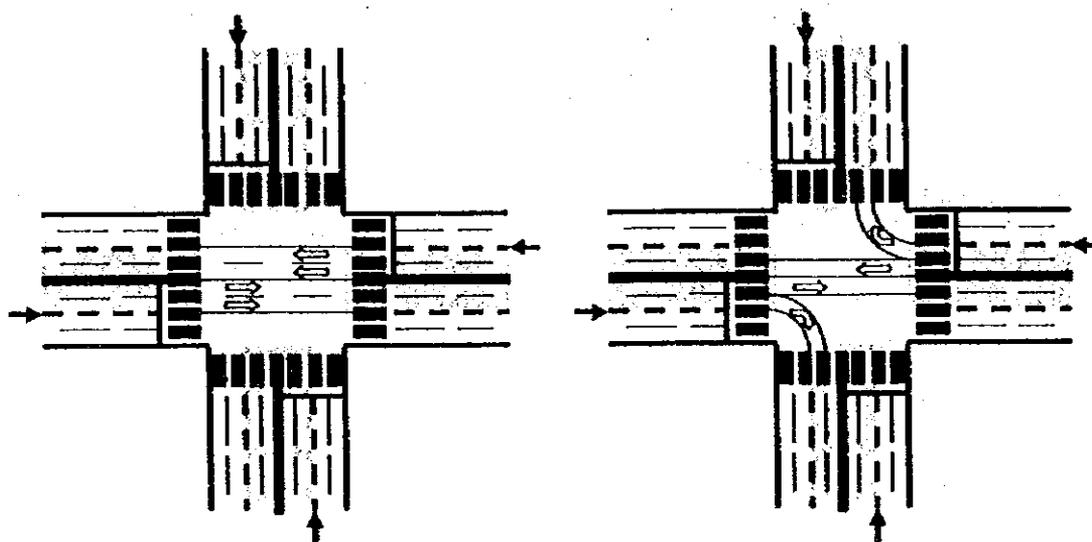
En este caso, para el mejoramiento de intersección se necesita tomar en cuenta el radio interior de giro del bus de Troncal.

5) La señal de prioridad del Bus

Un alto grado de control de señalización de control de tránsito se requiere generalmente a fin de manejar el tránsito de bus y el tránsito general, sin demora excesiva. En el caso de la intersección con giros a la izquierda y a la derecha para el bus Troncal, puede usarse señalización de control para ayudar los movimientos del bus de las siguientes formas:

- La detección selectiva de buses para extender una fase verde o para repetir una fase verde
- El tiempo de señal predispuesto para favorecer un flujo con proporción alta de autobuses de Troncal.
- Señal tiempo con la fase de prioridad de bus.

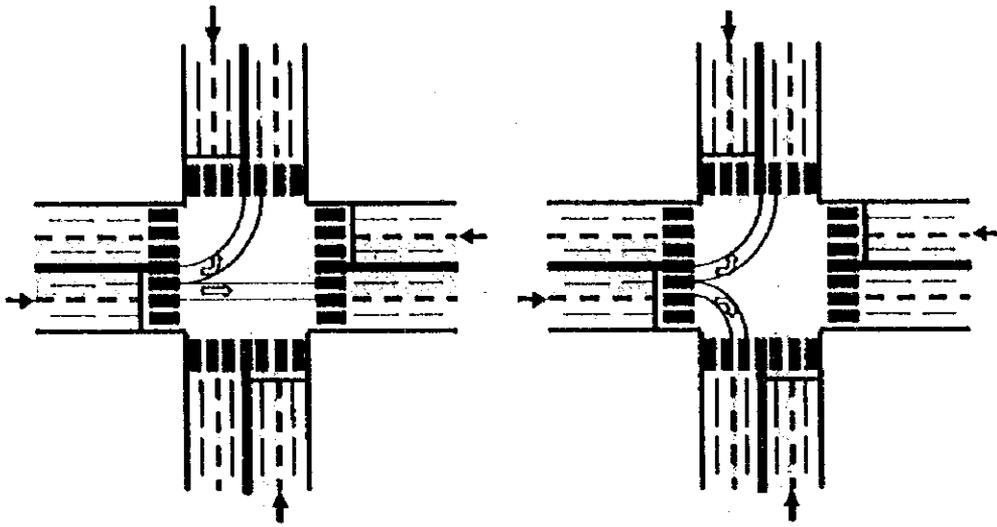
La Figura 14.2-36 muestra el patrón típico de fase de señal en la intersección estándar.



a) Movimiento recto

b) Movimiento recto y Giro Derecho

Figura 14.2-34 (1) Esquema de Intersección de vías troncales



c) Movimiento recto y giro Izquierdo

d) Giros derecho e Izquierdo

Figura 14.2-34 (2) Esquema de Intersecci3n de vías troncales

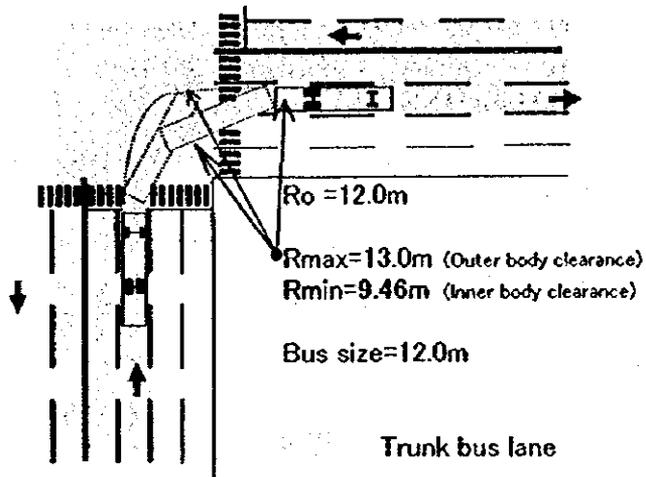


Figura 14.2-35 Geometría de giro de Bus Est andar

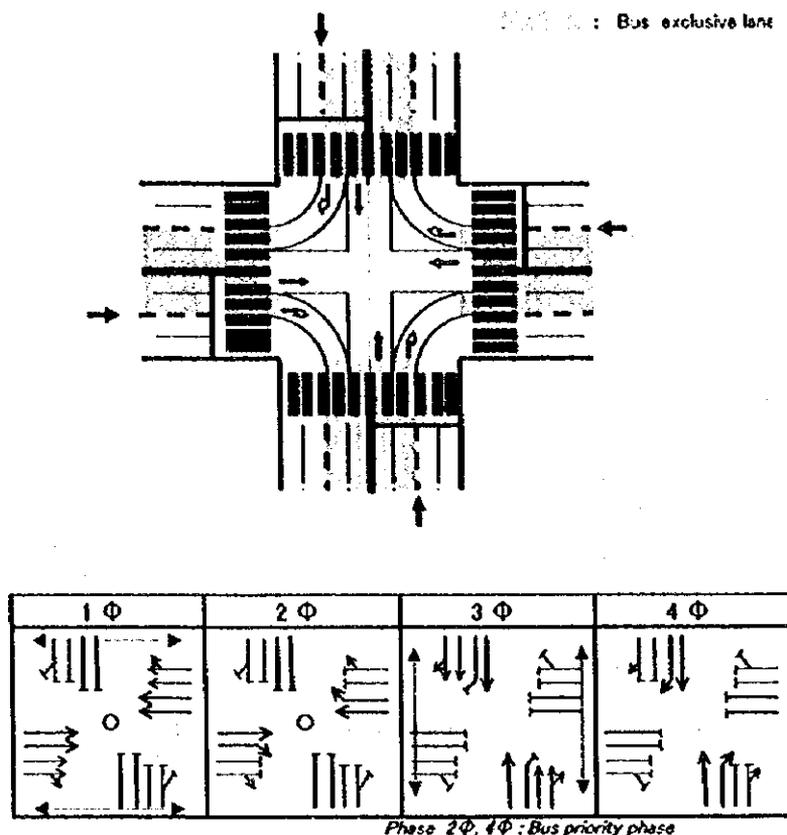


Figura 14.2-36 Modelo Típico de Fase de Señal en la Intersección estándar

14.2.6. CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE LA VÍA

El mejoramiento y modificación de la superficie de la vía por la introducción de Vías solobús es como se indica a continuación:

- a) El pavimento es revestido de color rojo de E=4.0~5.0cm para el carril de bus a fin de discriminarlo de otros carriles
- b) El carril privativo para el Bus Troncal y el Bus Expreso se proveen en el carril del centro de la vía.
- c) Modificación de sistema de drenaje debido a la ampliación y/o reducción de la acera lateral.
- d) Vegetación para separar separadores y aceras.

Según el punto b) de arriba, los trabajos de pavimento se clasificaron como se considera a continuación.

- a) Trabajo de pavimentación debido a la ampliación y/o reducción del separador central.
- b) Trabajo de pavimentación debido a la provisión de paradas de bus afuera del separador central.

Las siguientes dos secciones de vía se planifican dependiendo de la condición de suelo del lugar (Ver Figura 14.2-37).

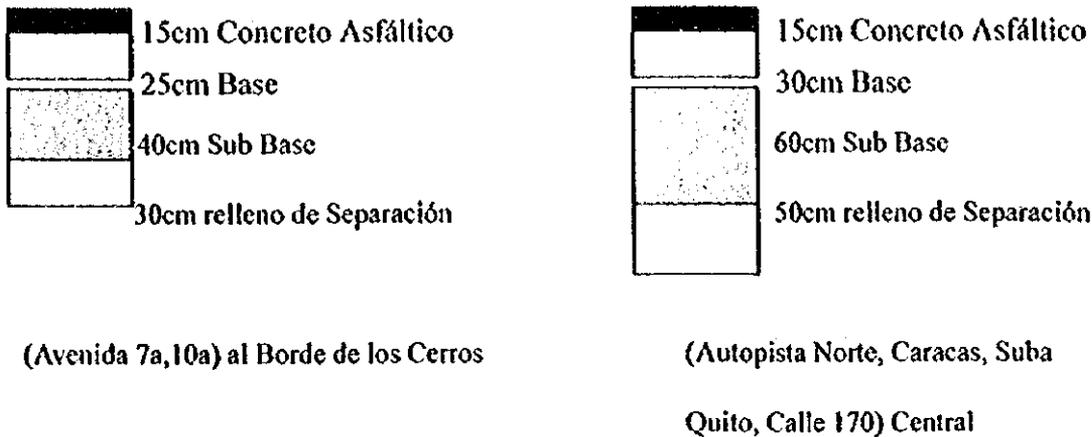


Figura 14.2-37 Composición de Espesor de Pavimento

14.3. LA PARADA DE BUS

Las ubicaciones y los diseños de paradas de bus tienen una influencia importante sobre la eficiencia operativa y sobre la conveniencia del pasajero. La planificación de paradas a lo largo de una ruta de bus involucra cuatro aspectos principales tales como la distancia de parada de bus, ubicaciones y diseño de parada de bus.

(1) Distancia de paradas de autobús

La distancia de parada de bus tiene una influencia grande sobre la velocidad comercial, con alto rendimiento asociado con la distancia relativamente más larga de las paradas de bus. La distancia de cada parada de bus para el bus de Troncal es de 500 a 600 mts. en promedio, tomando en cuenta la distancia caminando. En lo que concierne al bus expreso, sin embargo, es mejor tomar una distancia más larga donde los autobuses paran a una distancia de 1.0 a 1.5 kmts, equivalentes a la suma de 2 o 3 paradas de bus de Troncal a fin de proveer servicio de alta calidad (velocidad y confort).

(2) Ubicaciones de parada de autobús

1) Ubicaciones de parada de bus por la Ruta

El plano para la ubicación de paradas de bus cubrirá en el estudio de las vías troncales las rutas que, con base en el análisis de situación actual, se consideren ser puntos importantes con abundantes pasajeros. La ubicación de paradas de bus por ruta se muestra en las Figura 14.3-1 a Figura 14.3-5. Para determinar las ubicaciones para la instalación de paradas de bus, los criterios siguientes se usan en consideración de las ubicaciones actuales de paradas de bus:

- a) Las distancias promedio de paradas de bus son: el bus de Troncal, 500-600 mts, y el bus expreso 1.0-1.5 respectivamente.
- b) Puntos de transferencia de vías troncales .
- c) Puntos cercanos de Intersección de vías arterias.
- d) Fuerte generación y atracción de pasajeros.
- e) Intersección principal señalizada.
- f) Puntos Inter modales entre el Metro y las Vías solobús.

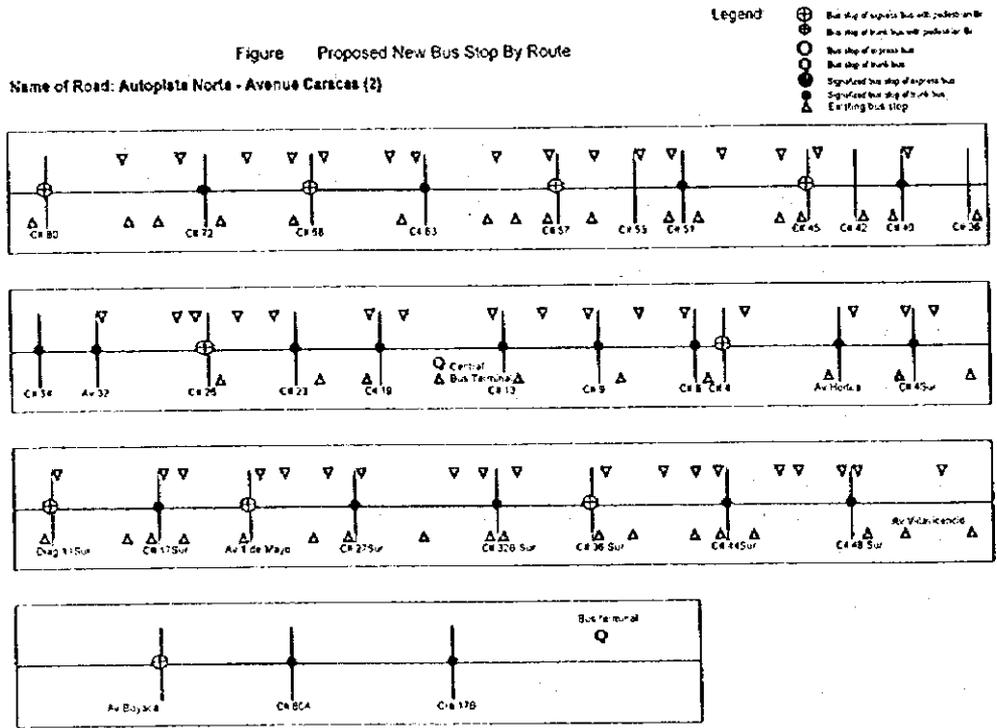
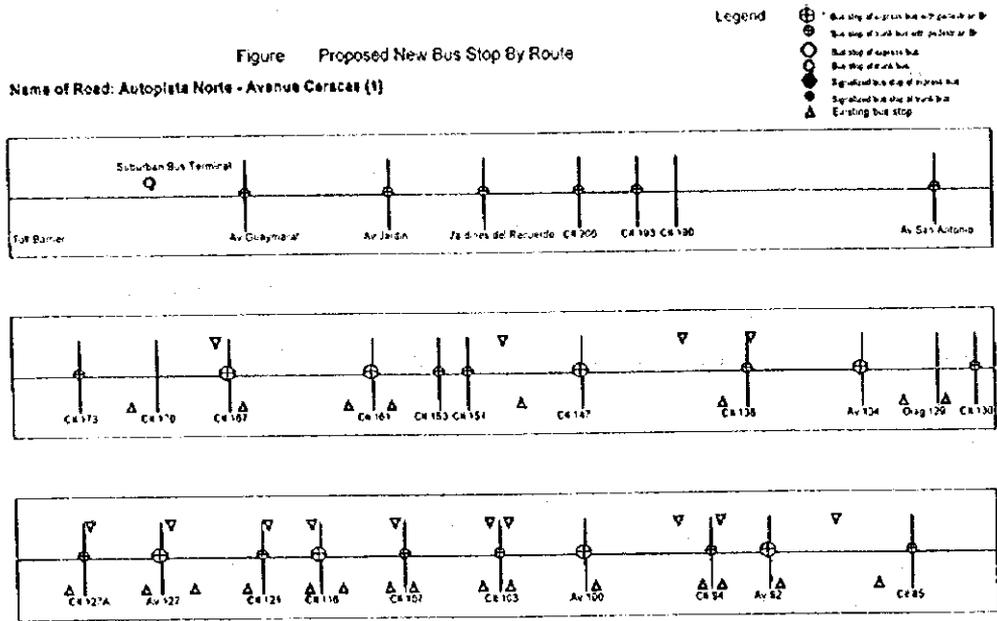


Figura 14.3-1 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (1)

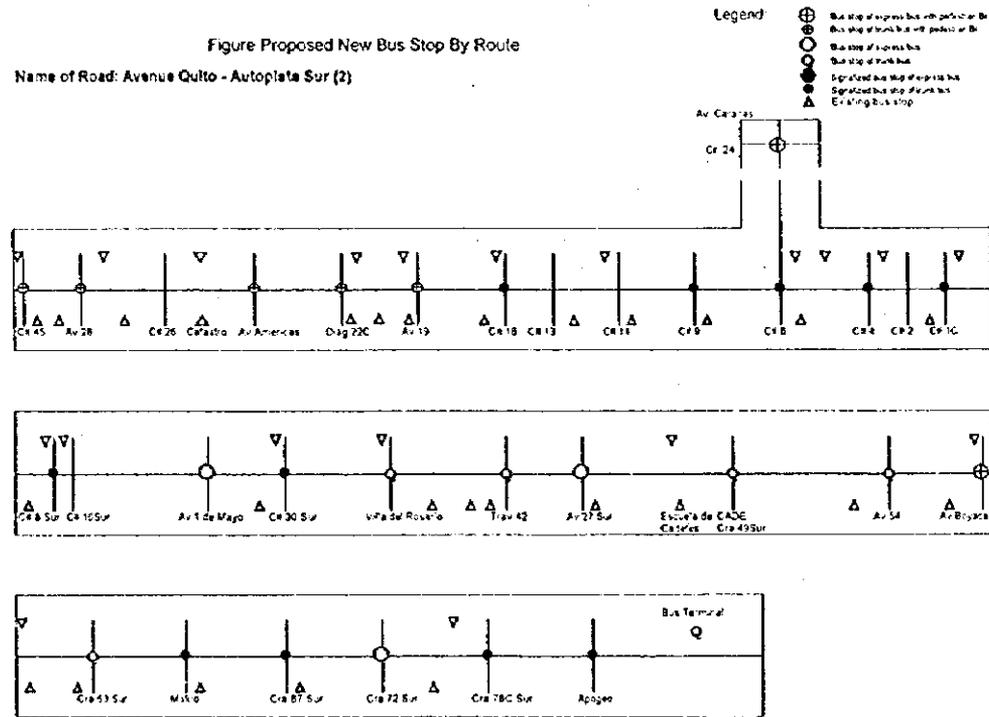
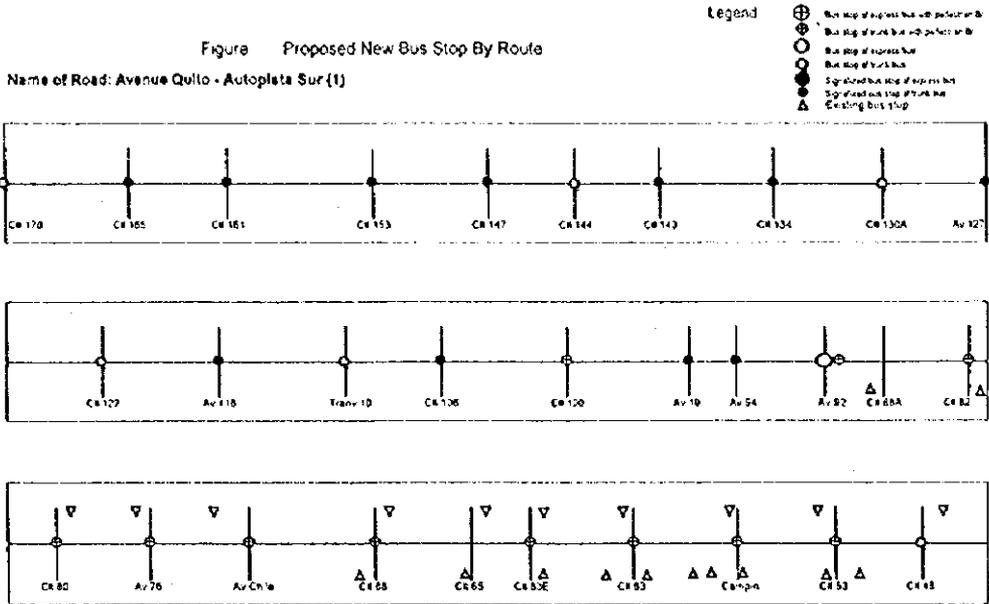


Figura 14.3-2 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (2)

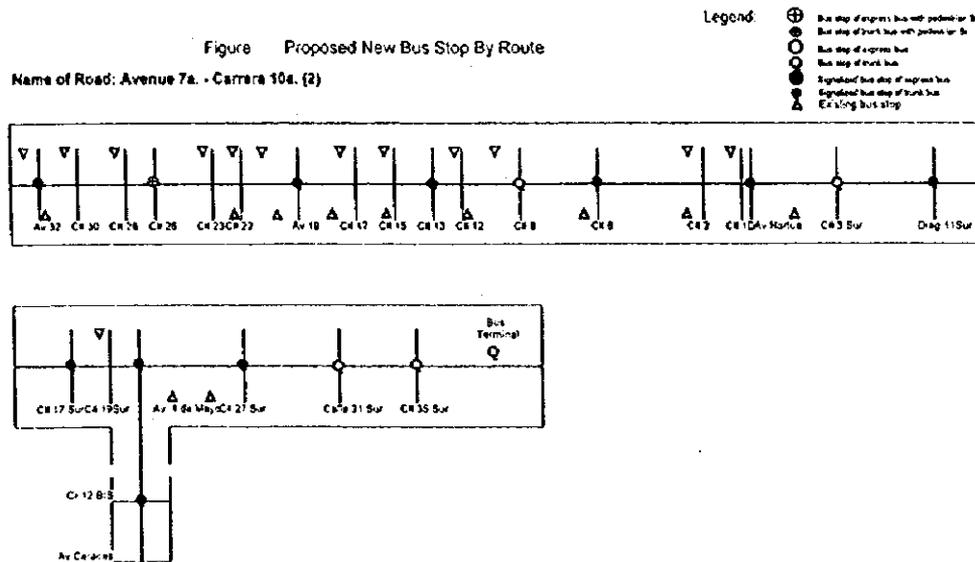
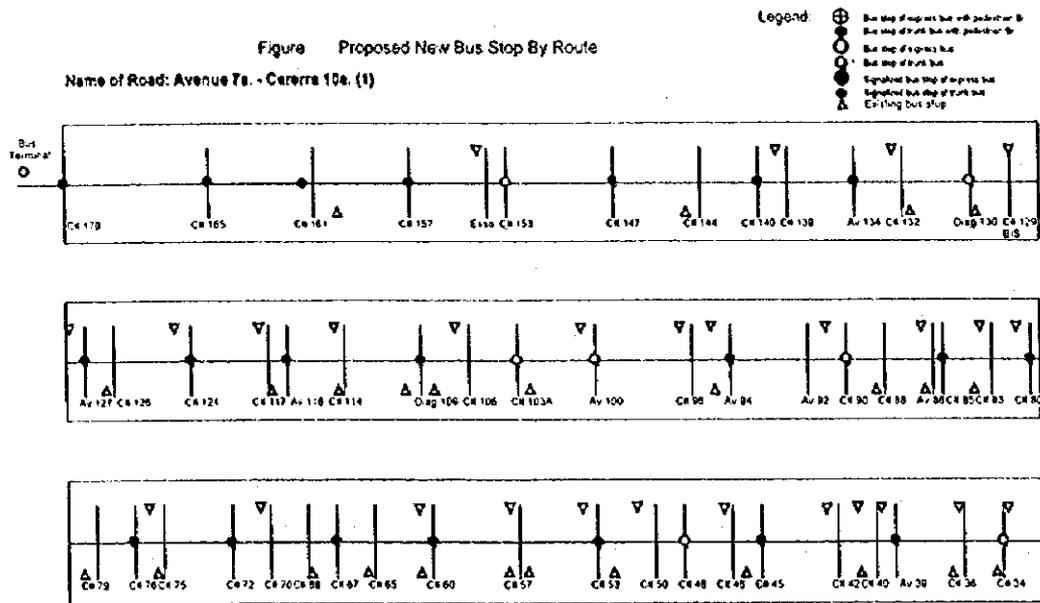


Figura 14.3-3 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (3)

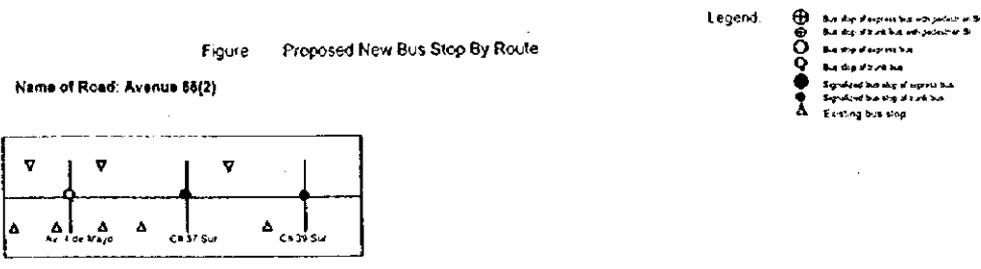
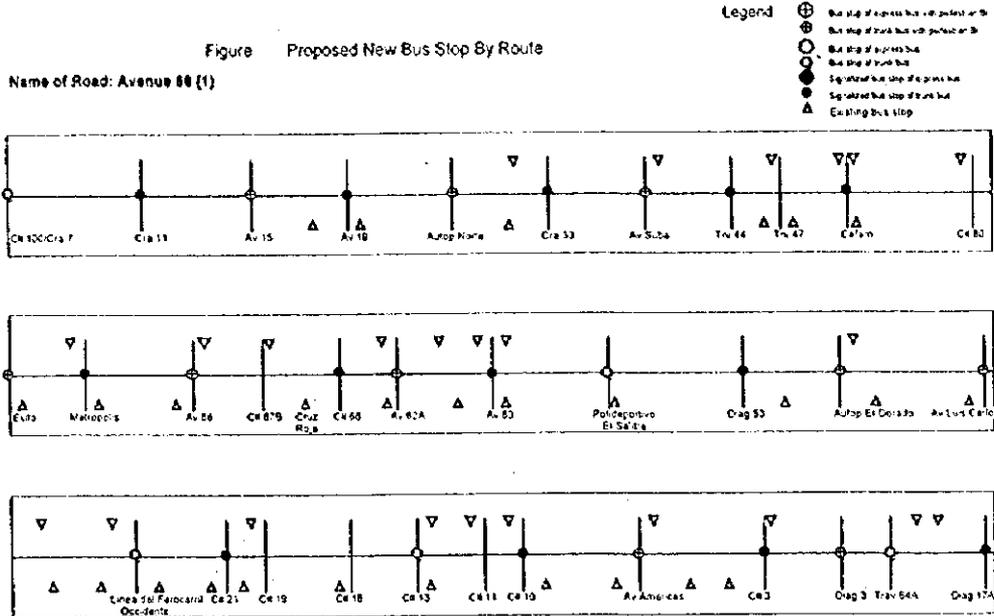


Figura 14.3-4 Nueva Propuesta paradas de bus por la Ruta (4)

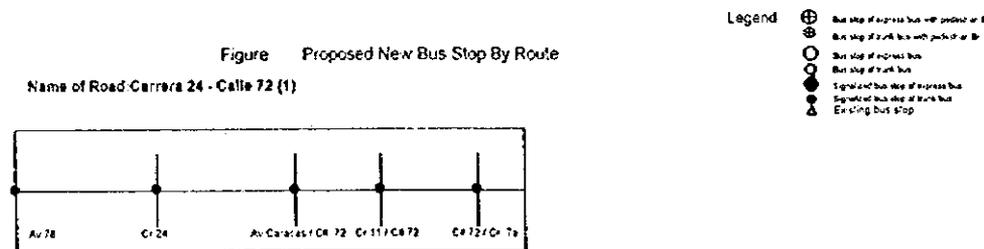
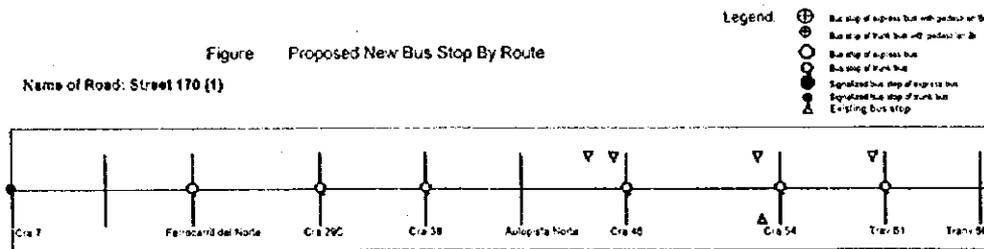
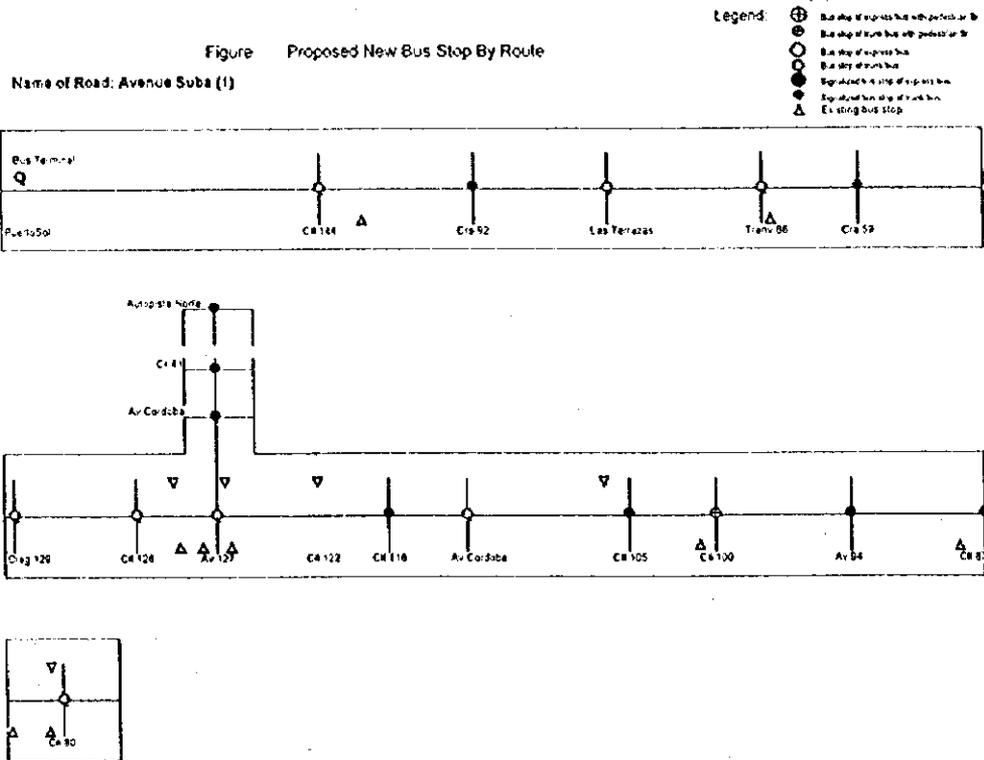


Figura 14.3-5 Nueva Propuesta parada de bus por la Ruta (5)

2) Ubicaciones de paradas de Tránsito de bus

Hay tres tipos de ubicaciones para el tránsito a lo largo de las calles:

- 1) Costado Cercano (CC), a una intersección antes de cruzar la calle.
- 2) Costado Lejano (CL), a la intersección después de cruzar la calle.
- 3) Cuadra Intermedia (CI), lejos de intersecciones.

Es común en muchas ciudades adoptar un tipo de ubicación de parada (comúnmente CC) y usarlo luego a lo largo de la ciudad. En Bogotá, sin embargo, existen en la actualidad tres de tipos de ubicaciones a lo largo de las vías. Sobre la Avenida Caracas, se observan tres tipos.

Debido a que varios factores diferentes influyen en la elección de ubicación, la variación entre ubicaciones de parada a lo largo de una calle, particularmente CC y CL, puede traer frecuentemente ventajas considerables desde el punto de vista de la velocidad más alta del bus y comodidad de pasajero.

Los factores importantes que influyen en la elección de ubicaciones de parada son:

- 1) Coordinación de señales de tránsito
- 2) Acceso de Pasajeros, incluyendo traslados desde otras rutas
- 3) Condiciones de Tránsito Vehicular y peatonal en intersecciones.
- 4) Geometría de giro y parada de autobuses.

Las ubicaciones actuales de parada de bus en el Estudio de vías solobús se están examinando ahora tomando en cuenta los cruces de pasajero (ver Figura 14.3-6).

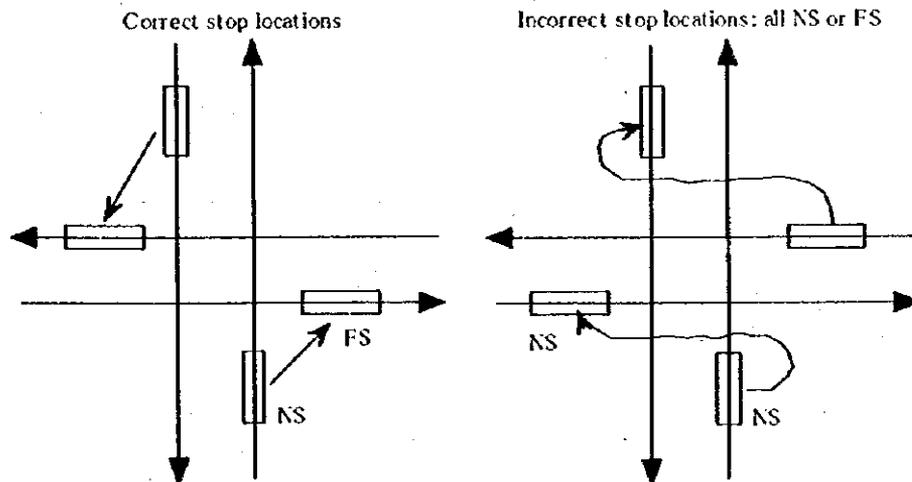


Figura 14.3-6 Impactos de Ubicaciones de parada de bus para Traslado de Pasajero

(3) Número de cupos de Autobús

El número de cupos de bus a cada parada sobre las vías solobús variarán típicamente de uno a seis, dependiendo de la demanda de transferencia. La capacidad de una parada de bus será afectada por su esquema. La parada de bus con mayor transferencia de volumen necesitará múltiples cupos fuera de línea. La parada de bus, que tiene volumen medio de pasajeros, requerirá cupo sencillo o doble en línea. Los cupos en línea no permiten una especial facilidad de adelantar; los buses se detienen sobre la vía. Los cupos fuera de línea tienen un área de parada, que está separada de la calzada principal y como resultado, los buses pueden adelantarse fácilmente unos a otros en las paradas de bus.

(4) Diseño de paradas

1) Premisas para el Diseño de paradas

Las premisas para el diseño de paradas de bus se describen como sigue:

- a) Con base en condiciones de anchura de vía y de sistema de operación de bus, ocho (8) tipos de parada se consideran para las vías troncales .
- b) En el supuesto del tipo más simple de parada, éste es la parada en el carril de orilla a lo largo de vías donde la anchura del camino no es suficiente.
- c) A fin de hacer un espacio de bahía a lo largo de las vías, el derecho de vía será ampliado reduciendo la anchura del separador central.
- d) La parada de Troncal y expreso sobre vías amplias deberá generalmente instalarse sobre el separador central y el exterior. Además, las ubicaciones de estas paradas se construirán al lado de los puentes peatonales existentes en lo posible, a fin de reducir el costo de construcción. Las paradas para el expreso de la Avenida Caracas se ubican en el viaducto.
- e) Las paradas en una intersección señalizada se ubicarán a la entrada de la misma.

2) Plano de paradas por el Tipo de bus

8 tipos de parada para las vías troncales se describen como sigue (ver Figura 14.3-7 a Figura 14.3-15):

- a) Tipo de paradas por Bahía sobre el costado de la vía: El tipo más simple de parada es donde los buses viajan y paran en el carril de orilla. Aunque tales paradas sean convenientes para pasajeros y requieren el mínimo de maniobra, ellas bloquean un carril de tránsito para otro vehículo. Sus aplicaciones deberían por lo tanto limitarse a líneas reservadas de bus, o a ubicaciones en donde el tránsito general es liviano y los buses comúnmente hacen paradas cortas.

La Figura 14.3-7 y la Figura 14.3-8 muestran el típico esquema de bahía de bus sobre la Avenida 7a y la Avenida Suba, respectivamente, donde los puestos fuera de línea con posibilidad de adelantar se proveen en el carril de la orilla. Sobre ambas vías, es necesario ampliar el derecho de vía sobre la ruta, para la instalación de bahías con posibilidad de adelantar.

- b) Tipo de paradas para Troncal y Expreso en el Centro de la vía: Estos tipos de parada se clasifican en cuatro (4) tipos como sigue:
 - i) paradas de Troncal y bus expreso en separadores centrales intermedios.
 - ii) paradas de Troncal sobre el separador en una intersección señalizada.
 - iii) paradas de Troncal en una intersección señalizada, bajo un paso elevado.

iv) paradas para el bus expreso en el viaducto.

En el caso de paradas de bus para el bus Troncal y bus expreso sobre separadores centrales intermedios, este tipo busca separar el tráfico de bus del tránsito de otro tipo de vehículos. La Figura 14.3-9 muestra el plano de paradas de autobuses en separadores centrales intermedios, que cubre las vías de Autopista Norte y Autopista Sur. El puente peatonal debe instalarse para los pasajeros.

Dos tipos se proponen para la Avenida Caracas; uno es la parada de bus sobre el separador lateral de vías solobús en una intersección señalizada, y el otro es para la parada de bus elevada donde los buses expresos operan sobre el viaducto. La Figura 14.3-10 y Figura 14.3-11 muestran esas paradas sobre la Avenida Caracas.

Las paradas para el bus de Troncal sobre el separador central en una intersección debajo de un paso elevado son casi iguales que el tipo i) excepto que el ancho de parada de bus se ha cambiado. Este plano se muestra en la Figura 14.3-12, que cubre la Autopista Sur.

- c) Tipo de paradas para el Bus de Troncal en el Centro de la vía: Para las paradas para el bus Troncal en el centro de la vía, se proponen dos tipos. Estos tipos son el tipo de parada sobre la acera lateral excepto que el carril de prioridad de bus del costado se haya cambiado al centro de la vía, a fin de separarlo de otros autobuses. El primer tipo es la parada sobre la Avenida Quito, que se instalará sobre el separador central en los pilares de la Autopista propuesta. Las ubicaciones de estas paradas se harán al lado de los puentes peatonales existentes. El uso de puentes peatonales existentes reducirá el costo de construcción. El segundo tipo es para las paradas sobre la Avenida 68 en una intersección señalizada. El diseño estándar de estas paradas se muestra en las Figura 14.3-13 y Figura 14.3-14.
- d) Tipo de paradas para Troncal de Vías Dobles en los costados de la vía: debido a que basado en la demanda de pasajeros se operarán 2 carriles de prioridad por sentido en la Avenida 10ª, dos paradas serán proveídas en una intersección señalada. Es necesario reducir el ancho del separador central a fin de proveer dos carriles de paradas. La Figura 14.3-15 muestra estas paradas sobre la Avenida 10a.

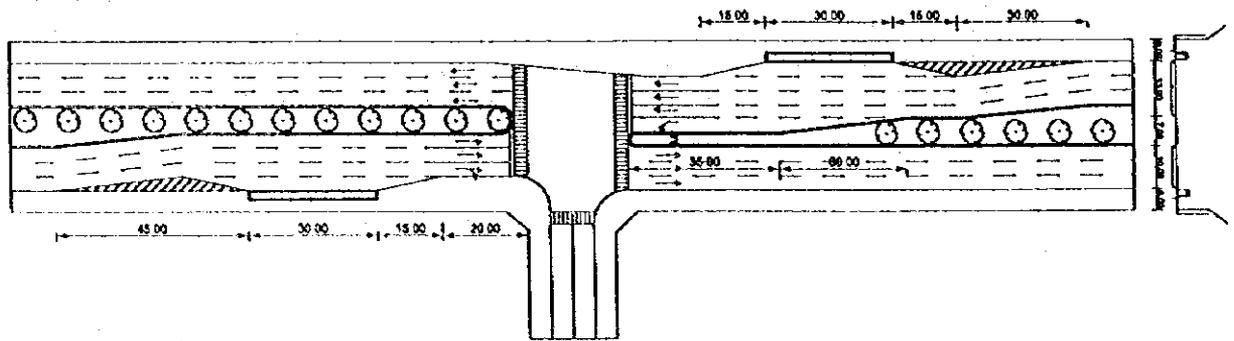


Figura 14.3-7 Tipo de paradas de Bahía de Bus en los costados de la vía (Avenida 7a)

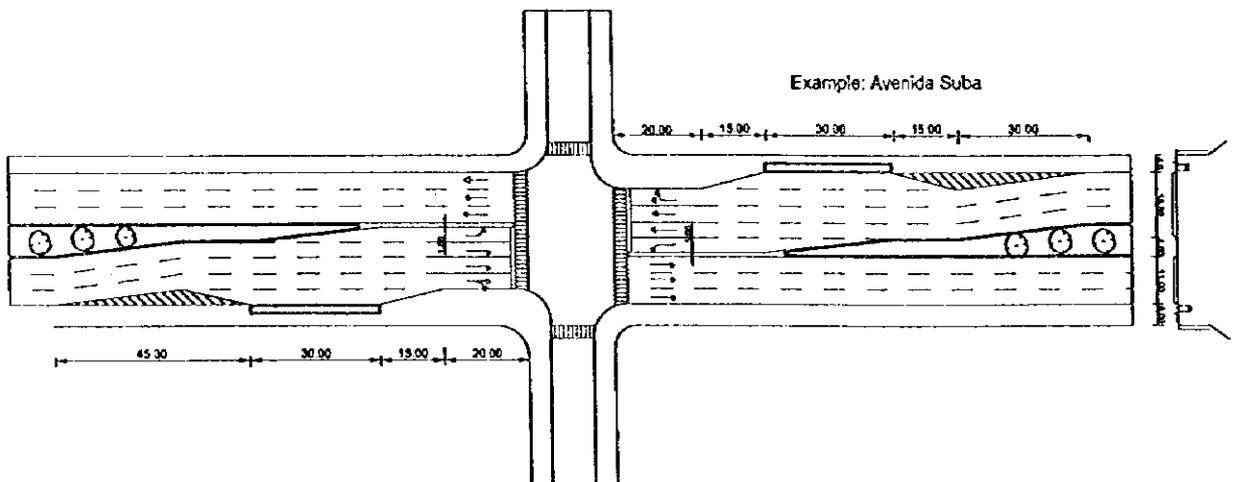


Figura 14.3-8 Tipo de paradas de Bahía de Bus en los costados de la vía (Avenida Suba)

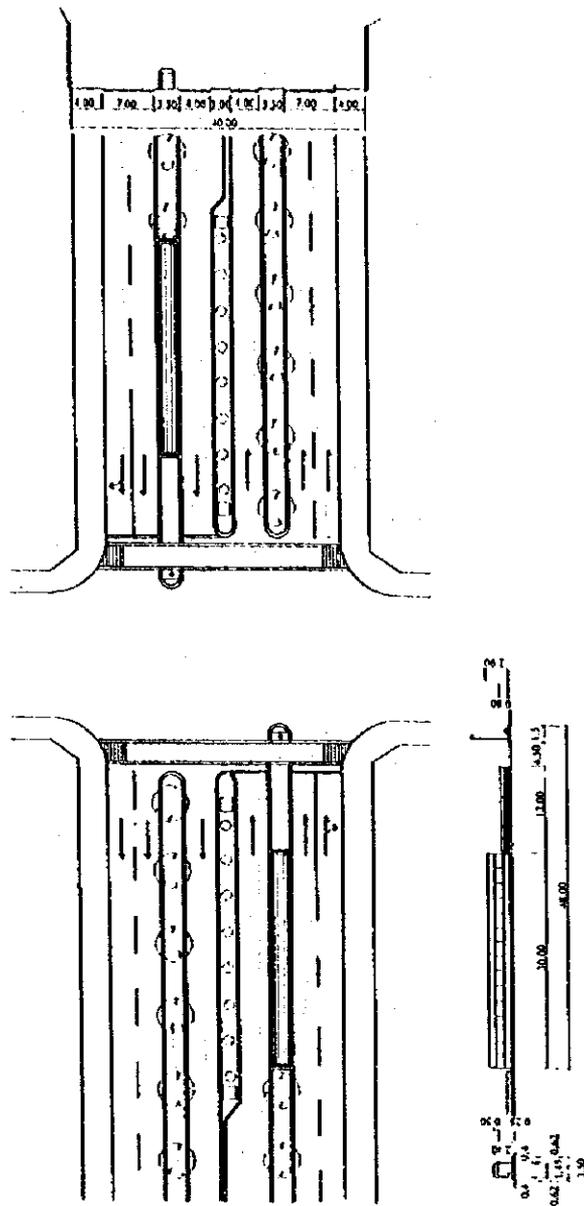


Figura 14.3-10 Tipo de paradas para el Bus Troncal y Bus Expreso en el Centro de la vía (paradas para el bus Troncal sobre la mediana en una intersección señalizada) (Avenida Caracas)

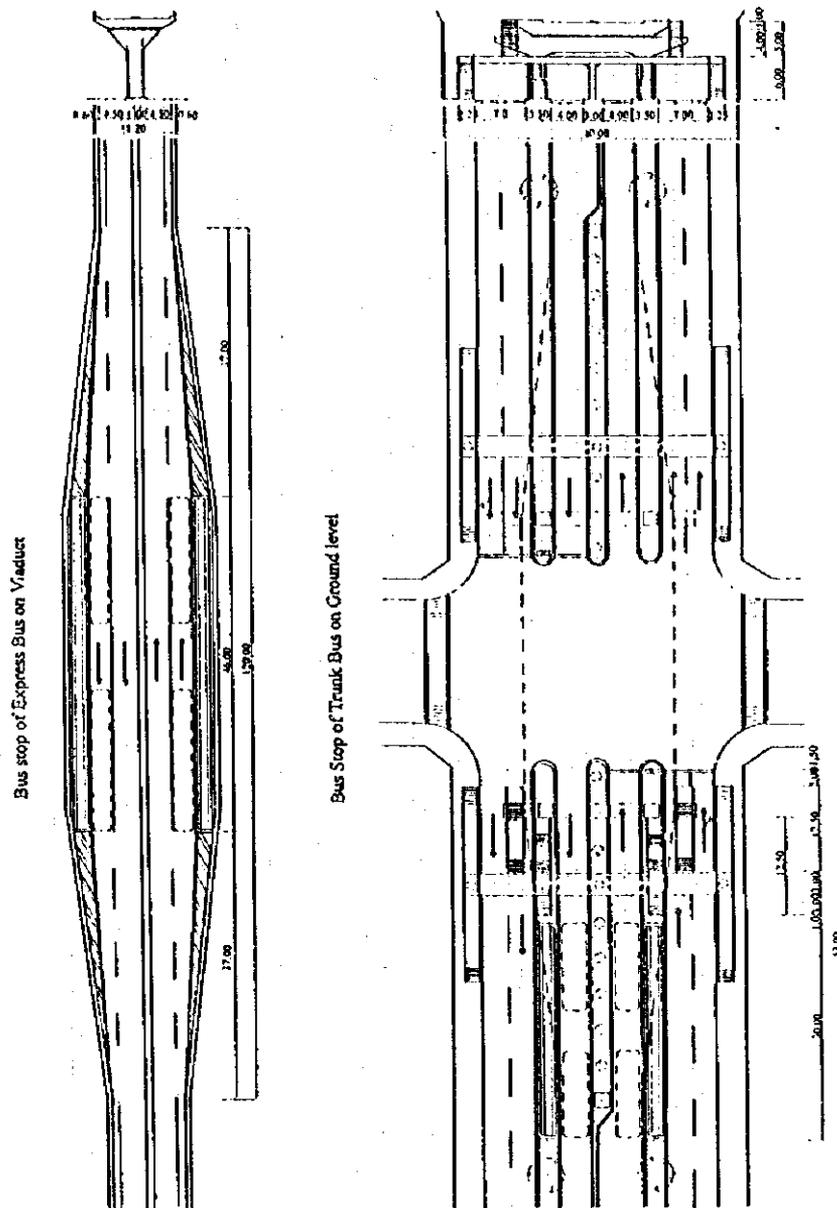


Figura 14.3-11 Tipo de paradas para el Bus Troncal y Bus Expreso en el Centro de la vía (paradas para el bus expreso sobre viaducto) (Avenida Caracas)

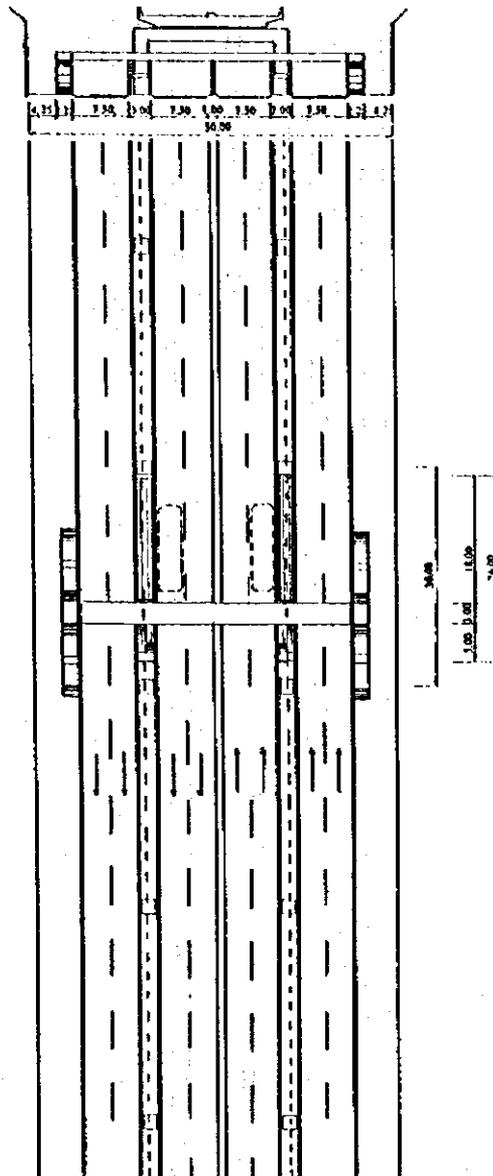


Figura 14.3-13 Tipo de paradas para el Bus Troncal en el Centro de la vía (Avenida Quito)

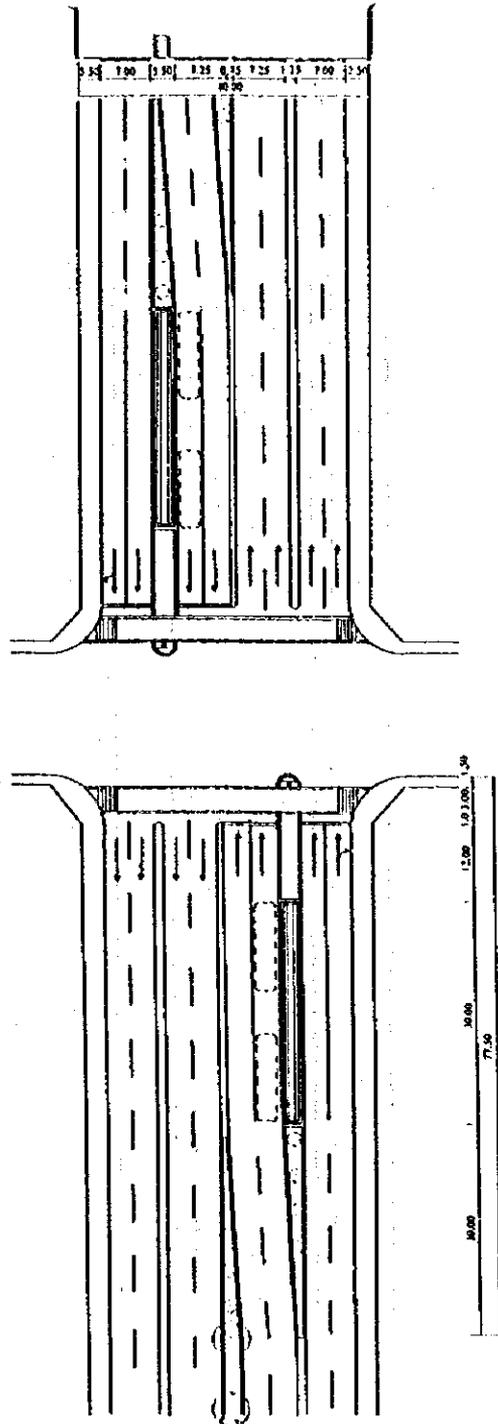


Figura 14.3-14 Tipo de paradas para el Bus Troncal en el Centro de la vía (Avenida 68)

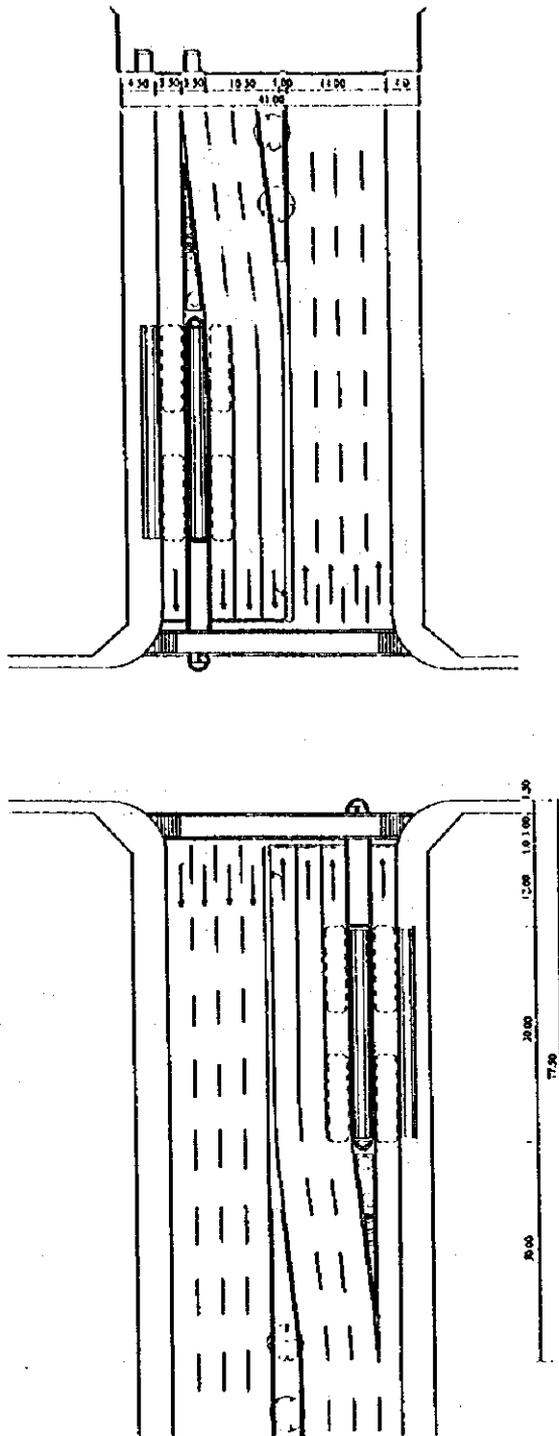


Figura 14.3-15 Tipo de paradas para el Bus Troncal en los costados de Vías Dobles (Avenida 10a)