

TABLA DE CONTENIDO

1.	MANUAL DE DISEÑO DE CICLORUTAS	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.1.	Antecedentes	1
1.1.2.	El papel de la bicicleta	1
1.2.	BASES PARA UNA POLÍTICA DE TRANSPORTE EN BICICLETA	3
1.2.1.	El tráfico ciclista	3
1.2.2.	Características de las bicicletas	5
1.2.2.1.	Características favorables	5
1.2.2.2.	Características desfavorables	5
1.2.3.	Medidas de carácter promocional	6
1.2.4.	Sistemas de ciclorutas	7
1.2.5.	Planeación de ciclorutas	8
1.2.5.1.	Concepto de un programa	8
1.2.5.2.	Proceso de planeamiento	9
1.2.5.3.	Modelo técnico para estimar la demanda de bicicletas	10
1.2.5.4.	Directrices generales para investigación y levantamientos	10
1.2.6.	Educación a los ciclistas	11
1.3.	TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS DE SISTEMAS DE CICLORUTAS	12
1.3.1.	Tipos de infraestructuras para bicicletas	12
1.3.1.1.	Cicloruta en sitio propio o en andén	12
1.3.1.2.	Ciclorutas en vía compartida	13
1.3.1.3.	Bulevar para bicicletas	13
1.3.1.4.	Vías compartidas	13
1.3.2.	Criterios para la aplicación de tipologías	15
1.3.3.	Recomendaciones para la construcción de las redes locales y de barrio	15
1.3.4.	Diseño geométrico	16
1.3.4.1.	Espacio útil del ciclista	16
1.3.4.2.	Pistas y fajas ciclistas	16
1.3.4.3.	Ancho de las pistas y fajas	17
1.3.4.4.	Velocidad de diseño	23
1.3.4.5.	Pendientes	23
1.3.4.6.	Radios de curvatura	25
1.3.4.7.	Peralte	27
1.3.4.8.	Distancia de visibilidad	27
1.3.4.9.	Longitud de curva vertical	30
1.3.4.10.	Geometría cicloviaria	30
1.3.5.	Pavimentación	38
1.3.5.1.	Requisitos	38
1.3.5.2.	Estructura de las ciclorutas	39
1.3.5.3.	Tipos de pavimento	41
1.3.6.	Elementos de protección	43
1.3.7.	Color del pavimento y acabados	44
1.3.8.	Drenaje	44
1.3.9.	Señalización	46
1.3.9.1.	Principios básicos	46
1.3.9.2.	Legislación	46
1.3.9.3.	Señalización vertical	47
1.3.9.4.	Señalización horizontal	48
1.3.9.5.	Esquemas de señalización en intersecciones	53
1.3.10.	Ciclorutas recreacionales	53
1.3.11.	Iluminación	54

1.3.12.	Estacionamientos	55
1.3.12.1.	Importancia	55
1.3.12.2.	Espacio de un cajón de estacionamiento	55
1.3.12.3.	Tipos de estacionamiento	56
1.3.12.4.	Número de espacios requeridos	58
1.4.	TÉCNICA DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO	59
1.4.1.	Consideraciones iniciales	59
1.4.2.	Marco conceptual	61
1.4.3.	Medidas específicas	63
1.4.4.	Algunos ejemplos	66
1.4.5.	Efectos ambientales	81
1.4.6.	Compromiso público	82
1.4.7.	Consideraciones finales acerca de las técnicas de pacificación del tráfico.	84
1.5.	PAISAJISMO	85
1.5.1.	Principios de diseño del paisaje	86
1.5.2.	Lineamientos generales sobre diseño de la arborización	86
1.5.3.	Ajardinamiento y protección ambiental	87
1.5.4.	Carácter visual	89
1.5.5.	Secuencia visual	89
1.5.6.	Plantaciones en la jardinera del separador	90
1.5.7.	Protección climática	91
1.5.8.	Ciclorutas recreativas	93
1.6.	MANEJO DE IMPACTOS POR LA EJECUCIÓN DEL PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS	93
1.6.1.	Impactos en redes de infraestructura	94
1.6.2.	Reposición de redes	95
1.6.3.	Impactos en superficies y en ejes viales	95
1.6.4.	Relocalización de especies vegetales	95
2.	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	97
 ANEXO 1 TIPOLOGÍAS PROPUESTAS PARA LA RED ÓPTIMA DEL PLAN MAESTRO DE CICLORUTAS		101
 ANEXO 2 ESQUEMAS DE SEÑALIZACIÓN EN INTERSECCIONES		113

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	ESPACIO ÚTIL DE UN CICLISTA (en cm).	16
FIGURA 1.2	PISTAS UNIDIRECCIONALES.	17
FIGURA 1.3	PISTA BIDIRECCIONAL.	17
FIGURA 1.4	FAJAS CICLISTAS.	17
FIGURA 1.5	SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PISTA UNIDIRECCIONAL – CASO 1.	18
FIGURA 1.6	SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PISTA UNIDIRECCIONAL – CASO 2.	18
FIGURA 1.7	SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PISTA UNIDIRECCIONAL – CASO 3.	18
FIGURA 1.8	SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA PISTA BIDIRECCIONAL.	19
FIGURA 1.9	SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA FAJA DE CICLISTAS.	19
FIGURA 1.10	GRÁFICO DE RAMPAS.	24
FIGURA 1.11	PENDIENTE ACEPTABLE EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD.	25
FIGURA 1.12	RADIO DE CURVATURA EN FUNCIÓN DEL PORCENTAJE DEL PERALTE Y DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO.	26
FIGURA 1.13	DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES.	28
FIGURA 1.14	DESPEJE LATERAL EN CURVAS.	29
FIGURA 1.15	LONGITUD MÍNIMA DE UNA CURVA VERTICAL.	31
FIGURA 1.16	INICIO DE UNA PISTA UNIDIRECCIONAL.	31
FIGURA 1.17	FINAL DE UNA PISTA UNIDIRECCIONAL – CASO 1.	31
FIGURA 1.18	FINAL DE UNA PISTA UNIDIRECCIONAL – CASO 2.	32
FIGURA 1.19	FINAL DE UNA PISTA BIDIRECCIONAL – CASO 1.	32
FIGURA 1.20	FINAL DE UNA PISTA BIDIRECCIONAL – CASO 2.	32
FIGURA 1.21	CICLORUTA EN PARADA DE BUS.	33
FIGURA 1.22	CIRCULACIÓN CANALIZADA EN UNA INTERSECCIÓN ENTRE UNA VÍA CON CICLORUTAS UNIDIRECCIONALES Y UNA VÍA SIN CICLORUTAS.	33
FIGURA 1.23	CIRCULACIÓN CANALIZADA EN UNA INTERSECCIÓN DE DOS VÍAS CON CICLORUTAS.	34
FIGURA 1.24	CIRCULACIÓN CANALIZADA EN UNA INTERSECCIÓN EN “T”.	34
FIGURA 1.25	INTEGRACIÓN DE DOS CICLORUTAS UNIDIRECCIONALES EN UNA CICLORUTA BIDIRECCIONAL EN UNA INTERSECCIÓN “T”.	35
FIGURA 1.26	INTERSECCIÓN DE UNA VÍA CON CICLORUTA BIDIRECCIONAL, CON UNA VÍA CON DOS CICLORUTAS UNIDIRECCIONALES.	35
FIGURA 1.27	CAMBIO DE LADO DE UNA CICLORUTA BIDIRECCIONAL, EN UNA INTERSECCIÓN “T”.	36
FIGURA 1.28	CAMBIO DE LADO DE UNA CICLORUTA BIDIRECCIONAL.	36
FIGURA 1.29	CAMBIO DE LADO DE UNA CICLORUTA BIDIRECCIONAL, CON PROBLEMAS DE VISIBILIDAD EN LA APROXIMACIÓN DE UNA CURVA.	37
FIGURA 1.30	INTEGRACIÓN DE DOS CICLORUTAS UNIDIRECCIONALES EN UNA CICLORUTA BIDIRECCIONAL.	37
FIGURA 1.31	CIRCULACIÓN PARTIDA CON INTERRUPCIÓN DE CICLORUTAS EN EL CRUCE.	38
FIGURA 1.32	PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO.	41
FIGURA 1.33	PAVIMENTO EN CONCRETO HIDRÁULICO CON PLACAS PREFABRICADAS.	41
FIGURA 1.34	PAVIMENTO EN BLOQUES PREFABRICADOS DE CONCRETO.	42
FIGURA 1.35	PAVIMENTOS CON TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE.	42
FIGURA 1.36	PAVIMENTO EN CONCRETO ASFÁLTICO – MEZCLA EN FRIO.	42
FIGURA 1.37	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.	43
FIGURA 1.38	PENDIENTE LATERAL DE UNA CICLORUTA.	45
FIGURA 1.39	PERFIL LONGITUDINAL DEL TERRENO NATURAL Y RASANTE DE LA CICLORUTA.	45
FIGURA 1.40	DRENAJE EN TERRAPLENES.	45
FIGURA 1.41	DRENAJE EN CORTES SIMPLES.	46
FIGURA 1.42	DRENAJE EN CORTES CON COMPENSACIÓN.	46
FIGURA 1.43	SEÑAL REGLAMENTARIA SR–22.	47
FIGURA 1.44	SEÑAL REGLAMENTARIA SR–37.	48

FIGURA 1.45	SEÑAL PREVENTIVA SP-59.	48
FIGURA 1.46	SEÑAL INFORMATIVA SI-11.	48
FIGURA 1.47	CRUCE A NIVEL PARA CICLISTAS.	49
FIGURA 1.48	FORMAS CORRECTAS DE CRUCES.	49
FIGURA 1.49	DEFINICIÓN DE PRIORIDADES EN LAS INTERSECCIONES.	49
FIGURA 1.50	CRUCES NO PREFERENCIALES CON SEPARADOR.	50
FIGURA 1.51	BICICLETA BLANCA PINTADA EN EL SUELO.	50
FIGURA 1.52	GIRO DERECHO Y VUELVE EN ISLA DE REFUGIO.	51
FIGURA 1.53	ISLA DE REFUGIO PARA GIROS IZQUIERDOS.	52
FIGURA 1.54	CORREDOR DE BICICLETAS PINTADO EN UNA INTERSECCIÓN.	52
FIGURA 1.55	LÍNEAS DE PARE DE BICICLETAS Y AUTOMOTORES.	53
FIGURA 1.56	PERFIL TRANSVERSAL DE UNA CICLORUTA RECREACIONAL.	54
FIGURA 1.57	ILUMINACIÓN EN INTERSECCIONES.	54
FIGURA 1.58	ILUMINACIÓN EN APROXIMACIONES DE UNA INTERSECCIÓN DE CICLISTAS.	55
FIGURA 1.59	ESPACIO REQUERIDO PARA ESTACIONAMIENTOS.	56
FIGURA 1.60	ESQUEMA DE UN BICICLETARIO – CASO 1.	57
FIGURA 1.61	ESQUEMA DE UN BICICLETARIO – CASO 2.	57
FIGURA 1.62	ESTACIONAMIENTOS DE CORTA DURACIÓN – CASO 1.	57
FIGURA 1.63	ESTACIONAMIENTOS DE CORTA DURACIÓN – CASO 2.	58
FIGURA 1.64	ESTACIONAMIENTOS DE CORTA DURACIÓN – CASO 3.	58
FIGURA 1.65	SOMBREADO DE LAS CICLORUTAS CON PLANTACIÓN INTERCALADA DE ÁRBOLES.	93
FIGURA 1.66	PROTECCIÓN DEL SOL AL USUARIO DE LA CICLORUTA.	93

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1	ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN DE CAMPAÑAS EDUCATIVAS Y PROMOCIONALES.	12
CUADRO 1.2	RECOMENDACIONES PARA LA SELECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CICLORUTAS.	14
CUADRO 1.3	ANCHO DE PISTA UNIDIRECCIONAL EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.	18
CUADRO 1.4	ANCHO DE PISTA BIDIRECCIONAL EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.	19
CUADRO 1.5	ANCHO DE FAJA CICLISTA TIPO I EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.	20
CUADRO 1.6	ANCHO DE FAJA CICLISTA TIPO II EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.	20
CUADRO 1.7	ANCHO DE FAJA CICLISTA TIPO III EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA	21
CUADRO 1.8	ANCHO DE FAJA CICLISTA TIPO IV EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO CICLISTA.	21
CUADRO 1.9	ANCHO DE FAJA CICLISTA EN ZONA RURAL EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO AUTOMOTOR Y LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN LÍMITE.	21
CUADRO 1.10	VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO.	23
CUADRO 1.11	EJEMPLO DE APLICACIÓN DE PENDIENTES MÁXIMAS.	24
CUADRO 1.12	SOBREANCHOS REQUERIDOS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO Y SU LONGITUD.	25
CUADRO 1.13	RADIOS DE CURVATURA EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO.	27
CUADRO 1.14	SOBREANCHO EN EL INTERIOR DE LA CURVA.	27
CUADRO 1.15	GRANULOMETRÍA ÓPTIMA DEL MATERIAL DE BASE.	39
CUADRO 1.16	IRREGULARIDADES MÁXIMAS ACEPTABLES EN FAJAS DE BICICLETAS.	40
CUADRO 1.17	NÚMERO DE PARQUEADEROS REQUERIDOS PARA DIFERENTES INSTALACIONES.	59
CUADRO 1.18	CINCO ESTRATEGIAS DE ADMINISTRACIÓN PARA COMBATIR LA CONGESTIÓN.	60
CUADRO 1.19	ELEMENTOS PRINCIPALES USADOS EN ESQUEMAS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO.	64
CUADRO 1.20	RESUMEN DE APLICACIONES Y EFECTOS DE MEDIDAS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁFICO.	65
CUADRO 1.21	PORTE DE LA VEGETACIÓN.	88
CUADRO 1.22	FORMAS RECOMENDADAS DE USO DE LA VEGETACIÓN.	88
CUADRO 1.23	ESPECIES RECOMENDADAS SUGERIDAS PARA LA UTILIZACIÓN EN CICLORUTAS.	90

RECONOCIMIENTO AL EQUIPO DE TRABAJO

Del Instituto de Desarrollo Urbano de Santa Fe de Bogotá D.C.:

- Dr. Andrés Camargo Ardila : Director General Instituto de Desarrollo Urbano
Dr. Carlos Alberto Montes : Gerente de Ciclorutas
Arq. Ricardo Ballesteros : Coordinador Plan Maestro de Ciclorutas

De la Interventoría (Pablo E. Bocarejo H. Ingenieros Consultores):

- Ing Pablo Emilo Bocarejo : Director de Interventoría
Ing. Juan Pablo Bocarejo : Coordinador Técnico

Del Consultor (Consorcio PROJEKTA LTDA. Ingenieros Consultores – INTERDISEÑOS LTDA.):

- M.Sc. Sergio Pabón Lozano : Director (Junio – Diciembre 1998)
M.Sc. Pedro Buraglia Duarte : Director (Enero – Febrero de 1999)
M.Sc. Saúl Ojeda Gómez : Coordinador del Estudio (Junio – Diciembre 1998)
Arq. Marta Lucia Baquero : Coordinadora del Estudio (Enero – Febrero de 1999)
Ing. Morelia Alvarez Alvarez : Especialista Ambiental
M.Sc. Ricardo Esteves : Especialista Amoblamiento Urbano
M.Sc. Ricardo Oliveira Neves : Especialista Evaluación de Proyectos
Eco. Bertha Zamora de Gómez : Especialista Finanzas
Soc. Astreia Soares Batista : Especialista Gestión Comunitaria
Arq. Marcelo Bedoya Ortega : Especialista Paisajismo
Ing Hernando Vásquez S : Especialista en Costos y Presupuestos
M.Sc. Jorge Matiz Pereira : Especialista Vías, Tránsito y Transporte
M.Sc. Edgar Alba Parra : Especialista Vías, Tránsito y Transporte
Ing. Yesid Cifuentes Villamil : Grupo Técnico de Apoyo
Ing. Luz Marina Ortega Ochoa : Grupo Técnico de Apoyo
Ing. Javier Bastidas Campaña : Grupo Técnico de Apoyo
Ing, William Malaver Bello : Grupo Técnico de Apoyo
Ing. Dolly Garcia Muñoz : Grupo Técnico de Apoyo
Ing. Javier Oviedo Rojas : Grupo Técnico de Apoyo
Constanza Garcia : Auxiliar de Ingeniería
Nahyr Peña López : Auxiliar de Ingeniería
Arturo Soler Méndez : Auxiliar de Ingeniería
Efrén Wiesner : Auxiliar de Ingeniería

1. MANUAL DE DISEÑO DE CICLORUTAS

En este Manual se desarrollan los aspectos involucrados en la señalización, diseño, y operación de ciclorutas, así como algunos aspectos referidos al uso compartido de la red de vías urbanas con el tráfico no motorizado, el cual se convirtió en el documento de referencia para el diseño de las alternativas propuestas dentro del Plan Maestro de Ciclorutas.

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. Antecedentes

El rápido crecimiento de la industria de ensamblaje y de las importaciones de vehículos automotores en las últimas décadas ha provocado profundas alteraciones del tráfico en las principales ciudades colombianas ya que la infraestructura disponible no guarda proporción con el volumen de vehículos en circulación.

De otra parte, los movimientos en favor de una mejor calidad del medio ambiente y recuperación del espacio público, son indicativos de la posibilidad de introducir un cambio de actitud favorable al transporte no-motorizado, el cual muy seguramente se verá reflejado en el incremento del mercado de la bicicleta.

Los ciclistas en Santa Fe de Bogotá viajan sin ningún amparo oficial relegados a su propia suerte, a excepción de la operación de las ciclorutas dominicales, las cuales se iniciaron con carácter experimental en 1976 a fin de implementar en un futuro realizaciones no sólo recreativas sino de servicios y transporte individual como interés final para reglamentar su uso.

En estas condiciones, dentro de los alcances del Plan Maestro de Ciclorutas (PMC), se estableció la elaboración de un Manual de Diseño de Ciclorutas el cual consta de dos partes principales: Una primera (Bases para una Política de Transporte en Bicicleta), de carácter conceptual y metodológica, en la cual se sitúa el problema, y se proporcionan indicaciones para la elaboración de estudios, encuestas y programas más detallados. La segunda parte, de naturaleza normativa, está orientada a la elaboración de proyectos de ciclorutas en todos sus aspectos tales como geometría, pavimentación, drenaje, señalización, iluminación y paisajismo.

1.1.2. El papel de la bicicleta

La intensidad de uso de la bicicleta varía de un lugar a otro de conformidad con los valores culturales, y con factores económicos, sociales, físicos, y ambientales.

Unido a la naturaleza cultural, el deseo de ascenso social trae como consecuencia la aspiración de los individuos a conseguir su propio vehículo automotor. En consecuencia, la bicicleta como medio de transporte ha sido ligada a la idea de pobreza por la sociedad.

Desde el punto de vista económico, la bicicleta por su costo de adquisición y mantenimiento es prácticamente el único vehículo al alcance de la totalidad de la población.

La utilización indiscriminada del vehículo automotor ha tenido consecuencias ambientales las cuales sobrepasan los límites de aceptabilidad en las regiones metropolitanas de la mayoría de las ciudades de tamaño grande y medio, trayendo como consecuencia la pérdida del carácter de las áreas centrales y de concentración de la población.

Con el propósito de mantener la movilidad del automóvil, los gobiernos fueron casi siempre inducidos a realizar grandes inversiones en obras de infraestructura vial, mientras otras modalidades fueron relegadas a un plano inferior. Como consecuencia de este hecho, los estratos de mejores ingresos fueron privilegiados, en detrimento de grandes núcleos de población.

Puede también anotarse que en muchas ciudades y pueblos, el aumento del tráfico motorizado ha copado la mayor parte del espacio común, ahuyentando a sus habitantes (y otros usuarios) de las áreas públicas externas. En consecuencia, es posible encontrar una reducción en recreación, en oportunidades para el tráfico no-motorizado, y para la interacción de la población, con efectos negativos sobre la identidad urbana en ciudades, pueblos y vecindarios.

A raíz de la crisis energética, se ha formado un consenso en el sentido de favorecer los medios de transporte más eficientes desde el punto de vista energético.

El éxito de la promoción del uso de la bicicleta depende de la política urbana adoptada en el país y en la ciudad, pues como cualquier modalidad de transporte ella necesita que sea reconocido tanto su papel como su lugar, cuando se planifica el uso del suelo. Las bicicletas pueden llegar a cubrir una proporción importante de los viajes urbanos, principalmente movimientos casa – trabajo y casa – estudio.

En las nuevas ciudades y en los nuevos conjuntos habitacionales de las ciudades existentes, se recomienda el diseño de condiciones favorables para el uso de la bicicleta, por medio de la operación de ciclorutas y locales de esparcimiento, adicional a una jerarquización del tránsito.

En las grandes ciudades, en cuanto mayor sea su tamaño, más énfasis se hará en la integración modal, a través del diseño de biciletarios (estacionamientos de larga duración, generalmente abiertos y con vigilancia) en las estaciones y paraderos de transporte masivo.

La mayoría de las ciudades de porte medio, poseen condiciones razonables que favorecen el uso de la bicicleta, debido a la presencia de áreas libres más o menos próximas al centro urbano. Ellas se presentan generalmente en los accidentes naturales como cursos de agua no canalizados, o debido a lo disperso de la ocupación, característica del proceso de urbanización en Colombia, teniendo como base el sistema de loteo imperante.

En ciudades con menos de 200.000 habitantes, es muy difícil hacer viable un adecuado sistema de transporte público, pues estos sistemas requieren de grandes flujos de pasajeros para ser eficientes. En esta categoría de ciudades, los medios de transporte más eficientes para los desplazamientos de corta distancia, son las bicicletas y los vehículos livianos, dependiendo de los

ingresos de los individuos. El incremento cada vez más acelerado de los costos de operación de los automóviles hace resaltar, adicionalmente, una ventaja de la bicicleta en esas ciudades. Por lo tanto, en las ciudades pequeñas y en las nuevas se deben tomar medidas oportunas, orientadas a establecer un completo sistema de ciclorutas, con base en el bajo costo de su implementación en dichas áreas.

No obstante, mucho se puede hacer en las ciudades medias y grandes, si bien a costos más elevados y reconociendo que el impacto de las medidas propuestas será proporcionalmente menor que en los pequeños centros. De cualquier forma los beneficios alcanzados pueden ser comparables.

La valorización de la bicicleta como medio de transporte, además de una necesidad económica, es una conquista social que debe ser obtenida a través de esfuerzos coordinados, que no requieren estudios costosos, y sí de una buena dosis de imaginación y una firme determinación.

1.2. BASES PARA UNA POLÍTICA DE TRANSPORTE EN BICICLETA

1.2.1. El tráfico ciclista

El planeamiento de una red de transporte de corta distancia exige el conocimiento del parque de vehículos que hay que considerar y regular para que así las soluciones propuestas no difieran o no estén en función del parque automotor existente, además de no ir en contra de la estructura urbana, la topografía, la climatología y el estilo de vida de los habitantes.

En todo caso, las soluciones propuestas deben incluir un enfoque en donde se consideren todos los componentes del tráfico: el motorizado particular y público, y el no-motorizado, entendiéndose este último como el peatonal y el ciclista; es muy común que uno de estos componentes no tenga mucha incidencia, pero a la vez una de las alternativas sería promover su potenciación.

La necesidad de construir o ampliar una cicloruta se presenta en función de las siguientes consideraciones:

- Datos de tráfico.
 - ❑ Intensidad del tráfico de vehículos automotores.
 - ❑ Intensidad de flujos de ciclistas.
 - ❑ Intensidad de la circulación peatonal.
 - ❑ Existencia de otros modos de transporte.
- Datos de accidentes.
 - ❑ Accidentalidad por tramos de estudio.
 - ❑ Tipos de accidente, causas de accidente.
 - ❑ Víctimas y daños materiales.
- Características urbanas y estructurales.

- ❑ Existencia de universidades y escuelas.
- ❑ Ubicación de centros de trabajo.
- ❑ Localización de almacenes y centros comerciales.
- ❑ Zonas turísticas y recreativas.
- Datos geométricos.
 - ❑ Ancho de calzada.
 - ❑ Ancho de pista (sí existe).
 - ❑ Intersecciones.
 - ❑ Pendientes medias e infraestructura vial.
 - ❑ Existencia de otras redes de tráfico.
- Características físicas y psicológicas de los ciclistas.

El ciclista como usuario de la vía tiene dos (2) características que definen su comportamiento: Las físicas y las psicológicas.

La acción de propulsar la bicicleta por su propia musculatura implica un límite metabólico a su esfuerzo tanto en planta como en perfil. La distancia que es capaz de recorrer un ciclista no puede superar como norma de desplazamiento diario los cinco (5) kilómetros; los recorridos realizados más allá de esta distancia son poco representativos, y en la mayor parte de los estudios no son tenidos en cuenta. En perfil, las pendientes que se pueden vencer son muy limitadas, menores del 5%, lo que obliga a proporcionar un medio cómodo con una pendiente longitudinal que no supere dicho margen. La utilización de pendientes mayores provoca el cansancio y desaliento por parte del ciclista; en consecuencia, las rampas deben tener un límite de recorrido en planta.

El esfuerzo que realice un ciclista en su desplazamiento no deberá ir más allá de lo usualmente tolerable tanto desde el enfoque fisiológico como mental. El desarrollo tecnológico ha introducido en el mercado bicicletas de cambios variables, lo cual ha reducido notablemente los esfuerzos de pedaleo. Sin embargo, el uso diario de una cicloruta exige limitar el nivel de esfuerzo del ciclista para que este medio de transporte sea utilizado.

El comportamiento en el tráfico del ciclista difiere del peatón y del automovilista aunque se aproxima más al primero que al segundo. Por un lado la velocidad media del ciclista está entre 15 Km/h y 20 Km/h, la cual está más cerca de la del peatón que es de 5 Km/h. Por otro lado, el hecho de no estar motorizado hace que el ciclista se identifique estrechamente con su vehículo considerándolo como algo propio que se puede manejar, dirigir, transportar y operar de forma más sencilla sin mayores complicaciones. Una vez en marcha, el ciclista ve la escena urbana y el tráfico “más peatonalmente”, lo cual hace de su desplazamiento un “peatón-rápido” circulando o no en el espacio de tráfico motorizado.

Como caso particular, el control del ciclista como usuario de la vía es más difícil ya que tiende a incumplir normas y reglamentos, incluyendo el Código de Tránsito. El ciclista opta por el camino más corto entre dos puntos aunque este trayecto sea el de mayor riesgo. Su disciplina se ve reducida en el tráfico global, y las rutas o sentidos vehiculares autorizados son considerados como movimientos inútiles.

Otra característica del ciclista es que no requiere en modo alguno superar pruebas de habilidad, práctica en el dominio de su vehículo, ni sobre conocimientos del Código de Tránsito, circunstancias que contribuyen directamente a su vulnerabilidad y a su participación en los accidentes de tránsito.

1.2.2. Características de las bicicletas

Además de la innegable contribución que las bicicletas proporcionan a la salud de sus usuarios, existe una serie de características que recomiendan incentivar su uso.

A continuación, se presentan las principales características de las bicicletas con el propósito de facilitar la comprensión de las medidas propuestas en este manual.

1.2.2.1. Características favorables

- Bajo costo de adquisición y de mantenimiento – Economía de combustible.

El modelo más económico de bicicletas para adulto cuesta el equivalente a un salario mínimo legal mensual. Podrían existir planes de financiamiento a través de cooperativas que las colocase al alcance de cualquier persona. El costo de mantenimiento de las bicicletas es consecuente con el costo de adquisición. Es necesario resaltar la contribución que las bicicletas prestan a una política de economía de combustibles cuando su utilización implica sacar de circulación un vehículo automotor.

- Reducido uso de espacio – Inversiones públicas modestas.

El área requerida para una bicicleta estacionada es el de un rectángulo de 0,60 x 2,0 m. Esto equivale a decir que en un espacio para un automóvil caben cerca de 10 bicicletas. En movimiento, el carril mínimo necesario es de 1,0 m, y el ancho mínimo de una pista de un solo sentido es de 2,0 m como se verá posteriormente. El espacio requerido y el peso de las bicicletas convierten en reducidos montos las inversiones públicas necesarias para su uso.

- Bajo impacto ambiental.

Por ser silenciosa y no lanzar gases, la bicicleta no provoca daños de naturaleza ambiental.

- Facilidad de manejo (conducción).

A cualquier edad no se requieren habilidades especiales para la conducción de este vehículo.

1.2.2.2. Características desfavorables

- Radio de acción limitado.

La distancia ideal para el transporte en bicicleta es de 2 a 4 Km; sin embargo, se admite como normal un viaje casa – trabajo de 5 a 6 Km. En bicicletas con cambio de velocidades y en buenas condiciones de topografía, clima e infraestructura se pueden efectuar viajes más largos sin esfuerzo excesivo.

- Sensibilidad a las pendientes.

Los ciclistas son muy sensibles a las pendientes. Por ejemplo, para vencer un desnivel de 4 m, la pendiente normal es del 2,5% y la máxima admisible, del 5%. A medida que aumenta el desnivel, las exigencias en cuanto a pendientes se vuelven más rigurosas. La existencia de bicicletas con cambio de velocidades atenúa también este problema.

⇒ Vulnerabilidad.

La bicicleta posee como principal enemigo su vulnerabilidad a la intemperie, al robo, y a los accidentes. En esencia las medidas propuestas en el manual tienen el objeto de contrarrestar esta característica. Tales medidas se orientan a la implementación de pistas y fajas exclusivas, estacionamientos, señalización y educación en el tráfico, entre otras.

1.2.3. Medidas de carácter promocional

Las medidas señaladas a continuación constituyen las acciones mínimas que se deberían adoptar para suministrar a la circulación en bicicleta la seguridad y el atractivo para su promoción.

⇒ Ciclorutas en sitio propio o en andén.

La separación del tránsito por medio del diseño de ciclorutas se hace necesaria puesto que el tránsito motorizado en determinadas rutas posee velocidades y/o volúmenes considerados peligrosos para las bicicletas. Adicionalmente, se requiere que haya una demanda al menos potencial, caracterizada por el tipo de ocupación del suelo para justificar tal medida. La planeación de ciclorutas presupone la existencia de franjas amplias de desviación tanto en vías existentes como en vías por planear, y amplios espacios de áreas libres de dominio público. En caso contrario, se requerirá la adquisición de predios, los cuales son normalmente más costosos en áreas urbanas.

⇒ Ciclorutas en vía compartida (fajas exclusivas para ciclistas).

Cuando el espacio es reducido e impide el diseño de una cicloruta en sitio propio o en andén puede pensarse en estudiar la implantación de fajas para ciclistas, las cuales consisten en separar de la calzada destinada al tránsito motorizado, un espacio exclusivo para bicicletas. Cuando un estudio más amplio de ingeniería de tránsito lo revele oportuno, se deberá examinar la posibilidad de diseñar rutas preferenciales para ciclistas.

⇒ Medidas para la pacificación del tráfico.

En distintas localidades del medio ambiente urbano, donde la demanda por espacio para tráfico de bicicletas no es tan alta y el nivel de conflicto involucra diferentes modos de tráfico, se puede pensar en aplicar medidas de pacificación de tráfico. Esto corresponde a un conjunto de técnicas que se han usado en muchos países de Europa, Australia, y más recientemente en Brasil para mejorar la seguridad en las vías y la calidad del medio ambiente de las ciudades. Ellas consisten básicamente en cambios en el diseño de las vías y el uso de materiales con colores y texturas diferentes con el fin de adaptar partes de la red urbana, al uso local, y a la escala humana.

⇒ Señalización.

Las intersecciones son los puntos más críticos del uso de la bicicleta en cuanto a su circulación. Por consiguiente, se requiere una señalización detallada para los cruces a nivel.

➤ Cruces exclusivos.

Hace referencia a la utilización de un nivel diferente al de la corriente de circulación motorizada principal. Debido a su alto costo, estos cruces sólo se justifican cuando existen grandes corredores de tránsito continuo tales como vías expresas y, en ciertos casos, vías férreas. Entre tanto, la topografía del sitio urbano o las características de los corredores de tránsito pueden favorecer la implantación, en mayor número, de cruces de ciclistas a desnivel.

➤ Estacionamientos.

La existencia de estacionamientos para bicicletas se constituye en un gran incentivo para su uso, pues disminuye la exposición al robo. El equipamiento mínimo debe permitir que la bicicleta permanezca en posición vertical y asegurada o encadenada. Los estacionamientos de larga duración que además del equipamiento mínimo son dotados de zonas cubiertas y vigilancia adecuada, reciben el nombre de biciletarios.

➤ Educación en el tránsito.

Los ciclistas no aceptan fácilmente limitaciones impuestas por códigos y reglamentos, dada las características de manejo de los vehículos; esa actitud, tan común en los ciclistas, es una de las principales causa de accidentes graves. De ahí la necesidad de fortalecer la educación en el tránsito, la cual debe comenzar en la escuela primaria y en el preescolar y debe involucrar no sólo aspectos relacionados con la conducta de los ciclistas sino también la de otros usuarios de las vías en lo referente al uso compartido de la red.

1.2.4. Sistemas de ciclorutas

El diseño de un sistema de ciclorutas depende estructuralmente de las características históricas, de la evolución, y del planeamiento de la ciudad en estudio. De esta manera, el caso de las ciudades antiguas es diferente al caso de la ciudades nuevas.

➤ Las ciudades existentes no planificadas.

Los sistemas de ciclorutas que se adoptan en esas ciudades se conforman básicamente de ciclorutas en sitio propio, ciclorutas en andén, ciclorutas en vía compartida y de estacionamientos. La solución ideal para las bicicletas son las ciclorutas en sitio propio, paralelas o no al sistema vial preexistente, muy difícil de implantar en el caso de zonas densamente ocupadas, como las áreas centrales de las ciudades tradicionales. En estos casos, se adoptarán las soluciones más adecuadas a las circunstancias, aunque menos seguras, como las ciclorutas en andén y en vía compartida, acompañadas con el uso de medidas de pacificación del tráfico.

Como ya se mencionó, los puntos críticos de un sistema de ciclorutas son las intersecciones a nivel, de ahí que merezcan una atención especial.

Otro problema que aparece para el ciclista es la falta de continuidad del sistema de ciclorutas. Cuando el trayecto contempla un número importante de interrupciones, el ciclista procurará adoptar otros caminos, inclusive aceras peatonales, originando perturbación a los usuarios de las demás vías.

De acuerdo con la experiencia desarrollada en otros países, no es válido diseñar pistas, a no

ser en aquellos casos en que los cruces estén bastante distanciados unos de otros y donde hay pocas salidas de vehículos automotores. En áreas residenciales, es preferible la convivencia de los diversos modos de transporte en la misma vía, siempre que tales áreas sean protegidas del tránsito directo de acuerdo con el concepto de áreas ambientales. En Brasil, por ejemplo en Curitiba, se han jerarquizado las vías de tal forma que se ha privilegiado a los peatones y al transporte público en las áreas centrales y en los barrios. Tal política favorece también el uso de la bicicleta en las áreas residenciales, en las cuales el vehículo privado se ha “domesticado”.

Entonces, ¿cuándo se deben diseñar ciclorutas en sitio propio en las ciudades tradicionales? Las áreas que mejor se prestan son precisamente: vías suburbanas; conexiones de zonas residenciales con las zonas de atracción de viajes al trabajo y al estudio; áreas especiales, como parques, bosques, rondas de ríos y lagos; y corredores férreos erradicados de las zonas urbanas y suburbanas.

➤ Las nuevas ciudades.

En los núcleos urbanos futuros, se deberá adoptar un sistema de ciclorutas que evite al máximo conflictos entre las bicicletas y el tránsito automotor.

Estos sistemas se conforman mediante ciclorutas de larga, media y corta distancias, adicionadas con los estacionamientos:

- ❑ Cicloruta de larga distancia: permitirán cruzar la ciudad de un extremo a otro (equivalen a las vías expresas o arterias). Los cruces con los ejes viales importantes se darán a desnivel;
- ❑ Cicloruta de media distancia: Conectan barrios vecinos; tendrán cruces señalizados a nivel.
- ❑ Cicloruta de corta distancia: En el interior de cada barrio, casi siempre bordeando una acera peatonal.

En las áreas residenciales, se adoptará el concepto de “unidad de vecindario”, con jerarquización del tránsito motorizado, pudiéndose substituir las ciclorutas de corta distancia por la circulación compartida, con un adecuado tratamiento en las intersecciones.

1.2.5. Planeación de ciclorutas

1.2.5.1. Concepto de un programa

La adecuación y el perfeccionamiento de la metodología propuesta en este manual podrá ser rápidamente aplicada con la adopción de una política de implementación de sistemas de ciclorutas experimentales, en diversas ciudades y dentro de diferentes zonas en una misma ciudad. Esta política se refuerza con el diseño de un programa demostrativo, que involucre un número reducido de ciudades o zonas con base en la disponibilidad de recursos.

Para la selección de las ciudades o zonas dentro de la ciudad, se deberán considerar algunas condiciones propias de la ciudad tales como las indicadas a continuación:

- Zona plana: Se considera plana, para los propósitos del manual, una zona que presente

pendientes máximas del 10%, tal como se ilustra en la Figura 1.10. No se debe descartar a priori una ciudad o una zona, con base en el examen superficial de su topografía, pues puede ocurrir que la malla de ciclorutas se desenvuelva de acuerdo con las curvas de nivel.

- ⇒ Estación seca prolongada: Se prefiere aquellas ciudades o zonas con largos períodos con precipitaciones bajas. Este criterio tampoco es restrictivo, pues la experiencia internacional demuestra que en algunas ciudades que no cumplen este requisito se observa una utilización intensa de la bicicleta.
- ⇒ Espacios libres: Son franjas de terreno reservada por la legislación urbanística o por la legislación específica que reglamenta los grandes corredores de transporte en áreas urbanas. También pueden encontrarse, inclusive, franjas reservadas por las márgenes de los ríos y lagos, en terrenos mal drenados que pudieran ser recuperados.
- ⇒ Baja densidad de Ocupación: Esta característica, tan común en algunas ciudades, hace difícil, si no imposible, un servicio eficiente de transporte colectivo en amplias áreas de la ciudad, hasta cuando se sobrepase un determinado nivel de densificación.
- ⇒ Parque industrial: Siendo el operario de las industrias un usuario por excelencia de la bicicleta, la existencia de un número significativo de empleados industriales en relación con la población total de la ciudad, y la concentración de unidades fabriles en zonas industriales, son dos de los mejores indicadores del potencial de utilización de la bicicleta.

A título ilustrativo, se relacionan a continuación, algunos otros criterios que pueden adoptarse en la selección de proyectos:

- Adecuación a la demanda.
- Costo de implementación.
- Integración con otros modos.
- Continuidad del sistema.
- Facilidad de implementación.
- Facilidad de control.
- Recuperación espacial.

El programa demostrativo aquí propuesto no deberá afectar la ejecución de proyectos en trámite, cuya decisión de llevarlos a cabo se tomó en Administraciones anteriores o antes de la elaboración del presente manual.

1.2.5.2. Proceso de planeamiento

La ejecución de un programa, según la concepción presentada, permitirá la puesta en marcha de un proceso de planeación, mediante la realización de investigaciones específicas en el contexto de los estudios de transporte urbano, involucrando todos los medios de transporte. Estas investigaciones incluyen aforos de tránsito, encuestas origen y destino, encuestas de opinión, caracterización de la flota de transporte público, localización y cuantificación de accidentes, etc.

Este proceso permitirá una evaluación de los resultados de los planes y la corrección de sus insuficiencias y distorsiones, y, adicionalmente, el perfeccionamiento de estudios futuros.

1.2.5.3. Modelo técnico para estimar la demanda de bicicletas

Después de implementado el programa y una vez sistematizada la información que posibilite la cuantificación de la demanda de bicicletas, podrá emprenderse un estudio econométrico que permita detectar las variables que explican ese fenómeno.

Por lo tanto, deberá intentarse verificar la existencia de correlación entre la demanda de bicicletas y variables tales como: ingresos, índice de motorización, facilidades para ciclistas, proporción de empleos industriales, población joven, población en edad escolar, topografía, clima, tradición en el uso de la bicicleta, etc.

Algunas de las variables recomendadas son de difícil cuantificación, por ejemplo la tradición. Los datos de ingresos están disponibles para las grandes ciudades, obtenidos generalmente a partir de encuestas en hogares; en estos casos podría resultar mejor adoptar otros indicadores, como el consumo de energía eléctrica residencial, por ejemplo. La topografía podrá ser cuantificada en número de hectáreas con determinada inclinación máxima. El clima podrá representarse por el número de días secos por año, y así sucesivamente.

De contarse, como es el caso del Distrito Capital, con información de origen y destino tanto de los viajes motorizados como de los viajes no-motorizados, es posible modelar para toda la ciudad o para una zona, la red de ciclorutas propuesta y asignar para todas las rutas o para un conjunto específico de ellas, las demandas de bicicletas correspondientes a la situación para la cual fue tomada la información sobre orígenes y destinos, teniéndose en consideración los viajes con longitudes menores a ocho (8) kilómetros. Adicionalmente, el proceso de modelación permitirá efectuar análisis de sensibilidad para diferentes escenarios de la demanda, evaluando su efecto sobre la red de ciclorutas, útiles para establecer la jerarquización de las rutas y su prioridad de implementación en el tiempo.

Un proceso similar podrá ser efectuado al contarse con matrices origen y destino proyectadas para diferentes escenarios, permitiendo establecer la demanda para dichos escenarios.

1.2.5.4. Directrices generales para investigación y levantamientos

Estas orientaciones se aplican a información disponible o pendiente de ser producida, conforme a las indicaciones expuestas a continuación:

- Evaluación de las actividades ciclísticas por parte de la comunidad.
 - ❑ Consulta a las autoridades de tránsito, sobre conflicto entre bicicletas y vehículos motorizados;
 - ❑ Entrevistas con autoridades escolares e industriales sobre el uso actual de la bicicleta;
 - ❑ Contactos con autoridades locales sobre planes y programas de uso del suelo que puedan incluir facilidades para bicicletas;
 - ❑ Consultas de dudas a clubes y asociaciones de ciclistas;
 - ❑ Otras informaciones de interés para el estudio.
- Encuestas a usuarios actuales y potenciales.

Estas encuestas pueden ser específicas para bicicletas o realizadas dentro de estudios generales de transporte urbano. Deberán incluir preguntas sobre: tipo de bicicleta, motivo, destino y frecuencia semanal de los viajes, datos personales del usuario, tales como sexo, edad, escolaridad, profesión. Podrán efectuarse en las rutas críticas o en los hogares.

- Aforos de tránsito en las principales rutas ciclísticas.
- Encuestas de origen y destino en grandes generadores de viajes tales como universidades, colegios, fábricas, oficinas de atención al usuario de las empresas de servicios públicos distritales, etc.
- Levantamiento cartográfico de los tramos y áreas involucradas en el estudio.
 - ❑ Rutas con potencial de uso por las bicicletas.
 - ❑ Vías paralelas a los corredores urbanos.
 - ❑ Conexiones entre núcleos urbanos cercanos.
 - ❑ Senderos públicos (servidumbres).
 - ❑ Accesos a colegios, fábricas y centros de comercio y servicios.
 - ❑ Otros tramos que deben ser investigados:
 - Rondas de cursos de agua.
 - Corredores férreos que podrían ser suspendidos.
 - Parques y áreas de recreación.

1.2.6. Educación a los ciclistas

La educación a los usuarios de las ciclorutas es un factor de suma importancia. Antes de efectuar inversiones en infraestructura, resulta de la mayor importancia efectuar campañas dirigidas a los ciclistas, conductores de vehículos automotores, y peatones con el propósito de infundir el respeto mutuo y una mejor disciplina en el uso de las vías urbanas.

Considerando la hipótesis de diseño de un sistema de ciclorutas, la necesidad de hacer uso del recurso "educación" se debe principalmente a los siguientes aspectos:

- Por más completo que sea un sistema de ciclorutas, él mismo jamás será integrante aislado, obligando a las bicicletas a compartir las vías con otros vehículos;
- El diseño de tal sistema y de las campañas promocionales traerá como consecuencia un aumento acelerado del número de bicicletas en circulación, debido a las facilidades que serán puestas a disposición de los ciclistas.

Los conflictos resultantes de ese proceso, no podrán ser solucionados únicamente con señalización, regulación y control. Ellos podrán ser atenuados sobre todo por una campaña educativa intensiva, continua, y bien orientada.

Las campañas dirigidas a la promoción del uso de la bicicleta enfatizarán, entre otros aspectos, la seguridad resultante del buen comportamiento del ciclista cuando circula compartiendo espacio con otros vehículos, especialmente en intersecciones.

El Cuadro 1.1, resume en líneas generales las campañas educativas y promocionales sugeridas:

CUADRO 1.1 ESQUEMA DE ORGANIZACIÓN DE CAMPAÑAS EDUCATIVAS Y PROMOCIONALES.

A quién se dirigen	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajadores. • Estudiantes. • Público en general. 	(uso utilitario) (uso utilitario) (uso recreativo y utilitario)
Medios de divulgación	<ul style="list-style-type: none"> • Medios de comunicación: Periódicos, revistas. Radio. Televisión. • Fábricas en general. • Colegios. • Carteles. 	
Aspectos que se deben enfatizar	<ul style="list-style-type: none"> • Promocionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Economía de combustible. • Prevención del medio ambiente. • Contribución a la salud.
	<ul style="list-style-type: none"> • Educativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corresponsabilidad en la seguridad del tránsito. • Señalización del tránsito en general. • Comportamiento de los ciclistas en la vía pública.
Fuentes de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes e Industriales de Bicicletas. • Ministerio de Transporte. • Ministerio de Educación. • Ministerio de Cultura. • Ministerio de Energía. • Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. • Instituto de Desarrollo Urbano – IDU. • Secretaría de Tránsito y Transporte. • Instituto de Recreación y Deporte Distrital. • Secretaría de Educación. • Secretaría de Salud. • Canales Públicos y Privados de Televisión. • Cadenas Radiales. • Periódicos de Gran Circulación. • Otros. 	

FUENTE: Elaboración propia.