



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**CRITERIOS NORMATIVOS PARA EL PROYECTO
Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CICLOVIA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

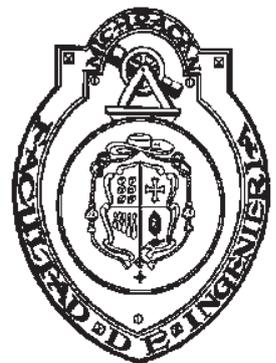
PRESENTA

MIGUEL ANGEL HUERTA ROSALES

ASESOR

M.I. EFRAÍN MÁRQUEZ LÓPEZ

Morelia, Mich. Agosto 2010





DEDICATORIA

A Dios, gracias por permitirme llegar hasta este momento tan especial en mi vida y con ello poder realizar uno de mis más grandes anhelos.

A mis padres, gracias por el esfuerzo, sacrificio, empeño y dedicación que para bien tuvieron conmigo con el objeto de conseguir esta meta.

A mis hermanos, a todos ellos porque siempre me alentaron y me apoyaron en todo lo posible para no declinar y seguir adelante, gracias y continuemos así por siempre.

A mis profesores, a todos ellos sin excepción, gracias por sus enseñanzas, consejos y en muchas ocasiones regaños, pero todos con la intención de guiarme al mejor camino.

A mis amigos y compañeros, gracias a todos por su amistad, compañía, consejos y de algunos el apoyo en los momentos difíciles.

A mi asesor, M.I. Efraín Márquez López, gracias por enseñarme, ayudarme y apoyarme con sus conocimientos y tiempo para concluir de buena forma esta tesis.

A todos aquellos y a quienes no nombro, pero, que siempre están en mi corazón, de verdad mil gracias.

Miguel



ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGS.
DEDICATORIAS.....	I
ÍNDICE.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE REFERENCIAS.....	V
ÍNDICE DE IMAGENES.....	V
INTRODUCCIÓN.....	I
I ANTECEDENTES.....	I
1.1 EL CAMINO DE LA INGENIERIA.....	I
1.2 LA EVOLUCION DE LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	7
1.3 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	8
1.4 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	I
1.5 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	9
1.6 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	9
1.7 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	10
1.8 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	11
1.9 EL MUNDO EN EL MUNDO.....	18
II MARCO JURIDICO.....	II
2.1 EL MARCO JURIDICO EN EL MUNDO.....	19
2.2 EL MARCO JURIDICO EN EL MUNDO.....	I
III NORMAS RELACIONADAS CON EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	III
3.1 EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	28
3.2 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	29
IV NORMAS RELACIONADAS CON EL ALINEAMIENTO VERTICAL.....	IV
4.1 EL ALINEAMIENTO VERTICAL.....	I
4.2 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	32
4.3 LA INGENIERIA EN EL MUNDO.....	34



V NORMAS RELACIONADAS CON LA SECCION TRANSVERSAL.....3

 □.□□E□□A□□□ □□IL □EL □I□□LI□□A.....36

 □.□□I□□A□□ □ □A□□□ □I□□LI□□A□.....37

 □ □□□I□□L□□IA□□□□I□□E□□E□□I□□□ALE□.....37

 □□□□□I□□L□□IA□□□I□□E□□E□□I□□□ALE□.....□□

VI SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y CONTROL.....41

 □.□□E□□ALAMIE□□□.....41

 □.□.□□E□□ALAMIE□□□ □E□□I□□AL.....41

 □.□.□□E□□ALAMIE□□□ □□□I□□□□AL.....43

 □.□□□E□□A□E.....□□

 □.□□I□□EMA□□ □E □E□□□I□□□□ □E A□□E□□ A LA□

 □I□□L□□IA□.....45

 □.□.□□I□□EMA□□ □E □□□□E□□I□□.....4□

VII INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A LAS CICLOVIAS.....4

 □.□□E□□A□□I□□□AMIE□□□□.....4□

 □.□□E□□A□□I□ □E □□ □A□□□ □E E□□A□□I□□□AMIE□□□.....47

 □.□□□I□□□ □E E□□A□□I□□□AMIE□□□□.....□□

 □.□□E□□□□□□□□A □E LA□ □I□□L□□IA□.....50

 □.□□□I□□□ □E □A□□IME□□□.....52

 □.□□□□L□□ □EL LA □A□□A □E □□□□AMIE□□□ □ A□□A□□□□.....55

VIII IMPACTO AMBIENTAL, RECREACION Y PAISAJE.....57

 □.□□I□□E□□□I□□A□□□ □E A□□□I□□□E□□ □A□□□□□E□□AM□□IE□□□ALE□ □A□□A

 LA □A□□E □E □□□□□□□□□□I□□ □EL □□□□E□□□.....57

 □.□□E□□AL□□A□□□ □E E□□E□□□□AM□□IE□□□ALE□.....58

 □□□□ME□□I□□A□□ □E MI□□I□□A□□I□□.....61

 □.□□□AI□□A□□I□□M□.....62

 □.□.□□□□I□□□□I□□□□E □I□□E□□□ □ □E □AI□□A□□E.....63

 □.□□□I□□E□□□ □E LA □E□□E□□A□□I□□.....64

 □.□□□A□□□□□E□ □I□□□AL.....□□

 □.□□IL□□MI□□A□□I□□.....67

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS.....69

BIBLIOGRAFIA.....70



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	AMIGAS DE LA VIDA EN LAS ESCUELAS ELEVADAS.....	12
FIGURA 2	AMIGAS DE LA VIDA EN LAS ESCUELAS NORMALES.....	12
FIGURA 3	AMIGAS DE LA VIDA.....	12
FIGURA 4	AMIGAS DE LA VIDA EN LAS ESCUELAS EN ZONA URBANA.....	14
FIGURA 5	AMIGAS DE LA VIDA EN LAS ESCUELAS EN ZONA URBANA.....	14
FIGURA 6	AMIGAS DE LA VIDA EN LAS ESCUELAS URBANAS.....	14
FIGURA 7	AMIGAS DE LA VIDA EN LAS ESCUELAS EN EL MUNICIPIO.....	14
FIGURA 8	ESQUEMA UTIL DEL CICLISTA.....	30
FIGURA 9	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	38
FIGURA 10	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	30
FIGURA 11	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 12	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	42
FIGURA 13	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 14	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	42
FIGURA 15	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 16	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 17	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	42
FIGURA 18	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 19	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 20	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	43
FIGURA 21	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	44
FIGURA 22	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	44
FIGURA 23	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	47
FIGURA 24	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 25	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	40
FIGURA 26	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 27	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	00
FIGURA 28	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	53
FIGURA 29	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	53
FIGURA 30	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	54
FIGURA 31	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	54
FIGURA 32	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	28
FIGURA 33	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	66
FIGURA 34	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	67
FIGURA 35	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	68
FIGURA 36	ESQUEMA DE LAS ESCUELAS EN LAS ESCUELAS.....	68



INTRODUCCIÓN

En esta tesis que presento desarrollar los aspectos involucrados en la señalización, diseño, reglamentos, leyes, normas, criterios de operación, 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 ciclovías. Con ello tener una guía general de los criterios que se necesitan para su diseño y construcción ya que considero que es una buena forma de contribuir a mejorar el entorno en el aspecto cultural, social laboral, recreativa, y turística.

Es importante señalar que una ciclovía se le conoce también como **Ciclorruta, Bicicarril, Carril bici, Bicisenda**. Es el nombre genérico dado a parte de la infraestructura pública, otras áreas destinadas de forma exclusiva o compartida para la circulación de bicicletas. La ciclovía puede ser cualquier carril de una vía pública que ha sido señalado apropiadamente para este propósito o una vía independiente donde se permite el tránsito de bicicletas.

La **Terminología** usada generalmente es ambigua, cambia en los diferentes países, y con frecuencia comunica poca información sobre las características de la vía.

Ciclovía es el término genérico y el más utilizado en hispanoamericana. Generalmente se utiliza para caminos de bicicleta totalmente separados de la carretera principal. **Carril bici** o **Acera bici** es la expresión utilizada en España para los carriles de bicicleta implicando la primera que estas hacen parte del camino principal junto a la infraestructura de carretera y la segunda que ésta consiste en un camino separado.

Existen otras diferencias regionales **Bicisenda** es el nombre que se le da a la ciclovía en Argentina.

Cicloruta es el término utilizado en Colombia para referirse a la red urbana de caminos para bicicleta, separada de la red vial urbana. En España se denominan **Vías Verdes** a vías ciclistas, generalmente compartidas con peatones, que transcurren por espacios naturales, a menudo sobre antiguos trazados de ferrocarril, y **pistas bici** a las vías ciclistas que discurre por parques o zonas verdes.

En Colombia la expresión **Ciclovía** se utiliza para referirse a las vías vehiculares que durante los fines de semana cuando son cerrados para el tráfico motorizado por unas horas para permitir su uso exclusivamente por ciclistas.

En Chile se ha optado en cambio por el término **Ciclo recreovía** para referirse a estas vías este uso exclusivo temporal y se reserva el término **Ciclovía** para las vías permanentemente.



Independientemente de las distintas denominaciones que reciban en cada región, desde un punto de vista técnico las vías ciclistas se dividen, según sus características en:

Vías reservadas Son aquellas rutas en las que se permite la circulación de bicicletas y normalmente también de peatones, pero no la de automóviles ni otros vehículos a motor. Ejemplos de vías reservadas ciclistas son las vías verdes o ciclo vías a través de parques. En ciudades, podrían considerarse vías reservadas ciclistas aquellas calles peatonales en las que está permitida la circulación de bicicletas.

Vías segregadas Son aquellas que transcurren a lo largo de una ruta en la que también circulan vehículos a motor, y que pretenden delimitar una porción específica del ancho de la vía para las bicicletas.

Vías integradas o compartidas Son aquellas vías en las que los usuarios de bicicleta y los de vehículos a motor circulan por el mismo espacio, de acuerdo con las normas del tráfico comunes a todos los vehículos. Las vías integradas pueden recibir un tratamiento propio (señalización específica, calmado de tráfico, etc.) para facilitar la circulación de las bicicletas.



I ANTECEDENTES

La importancia de los vehículos automotores en las últimas décadas ha provocado profundas alteraciones del tráfico en la ciudad, ya que la infraestructura disponible no guarda proporción con el volumen de vehículos en circulación.

La implementación de ciclovías en las ciudades por avenidas y calles le da una valorización a la bicicleta como medio de transporte o como paseo, es una conquista social que debe ser obtenida a través de esfuerzos coordinados que no requieren estudios costosos para su infraestructura, pero sí de una buena dosis de imaginación y una firme determinación.

La utilización indiscriminada del vehículo automotor en los últimos años se ha incrementado en nuestra ciudad, sintiéndose desde ya los efectos ambientales los cuáles pueden sobrepasar los límites de aceptabilidad en una ciudad pequeña en donde el flujo vehicular y peatonal se concentra en el casco central de la ciudad, trayendo como consecuencia la pérdida del carácter de las áreas centrales y de concentración de la población.

Por 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.

El éxito de la promoción del uso de la bicicleta depende de una política urbana que se puede adoptar 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.

La crisis energética y el incremento cada vez más acelerado de los costos de operación de los automóviles hacen resaltar, adicionalmente, una ventaja de la bicicleta en esas ciudades

Las bicicletas pueden llegar a cubrir una proporción importante de los viajes urbanos principalmente movimientos casa-trabajo y casa-estudio.

Los efectos adversos derivados del intenso tráfico motorizado que inundó a las principales ciudades en países europeos en las décadas de los años 60 y 70, fueron las condiciones principales que animaron hacia la búsqueda de espacios libres de tránsito y ruido vehicular en donde los ciudadanos pudieran caminar, montar en bicicleta, o simplemente pasear.

Es así como Inglaterra, Holanda, Dinamarca, Francia, Canadá y Estados Unidos, iniciaron las primeras redes de vías verdes que rápidamente se incrementaron ante la abrumadora aceptación de la gente que pronto las empezó a utilizar para acudir a las escuelas o hacia sus trabajos. El número de usuarios en bicicleta se duplicó en unos cuantos años. Hoy en día son



utilizadas por patinadores, personas en sillas de ruedas, personas con capacidades diferentes, mujeres con carrúpas, niños en camino a la escuela, turistas, naturalistas y todo tipo de usuarios que aprecian el movimiento sin ruido y sin contaminación.

En el panorama internacional destaca el ejemplo de la vía de Bristol en Inglaterra, una antigua vía de tren en desuso que marcó el inicio de lo que ahora es toda una red nacional de más de 10,000 kilómetros de senderos para transporte y recreación no motorizada. Este espacio fue originalmente gestionado por un grupo que promueve la sustentabilidad en el transporte, el uso de la bicicleta y la peatonización de las ciudades en Inglaterra llamado Sustrans.

En México destaca la actividad de varios grupos ciclistas, probablemente el primero en plantear una vía sobre el antiguo Ferrocarril a Cuernavaca fue el “Movimiento Biciclero Mexicano” que originalmente se reunía los domingos para practicar ciclismo urbano. A este continúan a lo largo del periférico o de manera más reciente los Ciclistas A.C. que además de promover la bicicleta como medio de transporte ciudadano y el rescate del espacio urbano, realizan paseos urbanos tres veces a la semana. Actualmente en Morelia se cierra la Avenida Madero una vez cada 15 días de 6 de la mañana a las 4pm, y por la avenida camelinas hay un recorrido de donde estos son escoltados por unas patrullas.



EL PAPEL DE LA BICICLETA

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 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.

Debido 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.

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 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 ciclovías y locales de esparcimiento, adicional a una jerarquización del tránsito.

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. Que 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.

En las Imágenes 1 y 2, en Seúl Corea se puede notar considerablemente la diferencia del antes y el después. Que el gobierno implemento algunas medidas para mejorar imagen urbana.



Imagen 1. ANTES

Imagen 2. DESPUES



1.2. BASES PARA UNA POLÍTICA DE TRANSPORTE EN BICICLETA

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, a menos que sea para mejorar.

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 ciclovías 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



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

1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

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 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 10%, 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 ciclovía exige limitar el nivel de esfuerzo del ciclista para que este medio de transporte sea utilizado.

1.2. CARACTERÍSTICAS PSICOLÓGICAS

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 10 km/h y 15 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. CARACTERISTICAS 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.

1.1 Características de las bicicletas

➤ **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 colocarse 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 1.8 x 0.6 m. Esto equivale a decir que en un espacio para un automóvil caben cerca de 3 bicicletas. En movimiento, el carril mínimo necesario es de 3 m, y el ancho mínimo de una pista de un solo sentido es de 3 m como se verá posteriormente. El espacio requerido y el peso de las bicicletas no requieren de gran infraestructura vial con altos montos de construcción, mantenimiento y operación.

➤ **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.



➤ **En lo económico.**

El uso de ciclovías optimiza el gasto social gubernamental y minimiza el transporte personal.

➤ **Beneficios a la salud.**

El uso de ciclovías evita el sedentarismo, mejora el rendimiento académico y laboral y disminuye las tensiones y la agresividad. De manera general contribuye a la salud física y mental y mejora la calidad de vida. Disminuyendo el estrés y problemas cardiovasculares.

➤ **En lo urbanístico.**

El uso de ciclovías no requiere de grandes obras de infraestructura, que algunas veces dañan la estética de las ciudades. Proyectos adecuados de ciclovías proporcionan un efecto visual agradable.

➤ **En el esparcimiento y el deporte.**

El uso de ciclovías nos acerca a áreas de recreación y convivencia familiar y social, además que propicia el deporte.

1.2. Características

➤ **Radio de acción limitado.**

La distancia ideal para el transporte en bicicleta es de 5 a 10 km; sin embargo, se admite como normal un viaje casa – trabajo de 10 a 15 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.

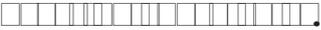
➤ **Sensibilidad a las pendientes.**

Los ciclistas son muy sensibles a las pendientes. Por ejemplo, para vencer un desnivel de 10 m, la pendiente normal es del 10% y la máxima admisible, del 15%. 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.



➤ **E** 

Un carril bici protegido consiste en una calzada reservada exclusivamente para las bicicletas y con separación física de la circulación del tráfico motorizado.

Normalmente, sigue el mismo trazado que la vía principal y permite incrementar la seguridad en los desplazamientos de los ciclistas. En principio, la circulación de los peatones y de los patinadores no está autorizada en este tipo de vías.

Los carriles bici pueden ser:

- ◆ **Unidireccionales:** uno en cada lado de la calzada principal.
- ◆ **Bidireccionales:** en un único lado de la calzada.

El carril bici protegido está indicado cuando el itinerario transcurre al lado de una vía con intensidad de tráfico importante, una velocidad elevada del tráfico motorizado o un porcentaje significativo de vehículos pesados. También en las inmediaciones de los equipamientos escolares.

Se recomienda que los elementos de protección del carril bici sean lo suficientemente sólidos para evitar una posible intrusión de los vehículos que circulan por la calzada principal sobre la vía reservada a los ciclistas.

También se tienen que evitar materiales que presenten superficies cortantes, a causa del peligro que representan en caso de caídas.

Aunque en principio son más seguros que los carriles bici sin separación física, son más peligrosos en las intersecciones, ya que no existe percepción por parte de los conductores de los vehículos motorizados en cuanto a los movimientos ciclistas. Por ello es importante es importante los dispositivos de control de tránsito.

En cuanto a los carriles bici unidireccionales, será conveniente convertirlos en carriles bici sin protección en la proximidad de las intersecciones para una mayor seguridad. También se pueden incorporar a la acera mediante una acera-bici en determinadas intersecciones conflictivas en las que los movimientos de los vehículos de motor sean numerosos por ejemplo, en glorietas.



En el siguiente **cuadro 1** se muestra una breve descripción de las principales tipos de vías ciclistas que se describió con anterioridad como también sus velocidades.

Cuadro1. Descripción de tipos de vías ciclistas.

TIPO DE VIAS	DESCRIPCION	VELOCIDAD GENÉRICA (km/h)	VELOCIDAD MÍNIMA (km/h)
Camino verde	Vía para peatones, ciclistas, personas con poca movilidad, patinadores. Que es diseñada por espacios naturales bosques, canales, vías férreas en desuso, logos.	30	20
Pista-bici	Vía para ciclistas, separada del tráfico, con trazado independiente al de las carreteras. Esto en zonas urbanas.	50	30
Acera-bici	Vía ciclista señalizada sobre la acera, peatones y ciclistas comparten vía.	20	10
Carril bici	Vía para ciclistas exclusivamente bicicletas, delimitada por marcas	30	30
Calle de zona 30	Vía no separada del tráfico con limitación de 30 km/h. Ciclistas, peatones, automovilistas	30	30
Carril bici protegido	Vía para ciclistas, separada del tráfico, con trazado independiente al de las carreteras. No patinadores ni peatones	50	30
Calle de convivencia	Vía compartida con los peatones y el tráfico con limitación de 20 km/h y con preferencia para los peatones	20	10



1. □ □ ELOCIDADES DE CIRCULACION

Por una parte, se define la velocidad genérica de las vías ciclistas, que es aquella que condicionará el trazado de la vía en gran parte de su recorrido. □ también como su velocidad máxima que se puede alcanzar en la ciclovia.

En segundo lugar, se describen las velocidades mínimas para aquellos casos en los que, por diversos motivos orografía, paisaje, construcción. □o se permite alcanzar la velocidad genérica de proyecto en determinados tramos.

En estos casos, será necesaria una señalización específica de reducción de velocidad de circulación. En el **cuadro 2** se especifican las velocidades de proyecto para las diferentes tipologías de vías ciclistas.

En el caso de intersecciones, glorietas, pasos elevados, pasos inferiores y cualquier otro elemento constructivo con características especiales, se aplicarán criterios específicos de reducción de la velocidad.

Cuadro2. Velocidades de proyecto para las vías ciclistas.

	VELOCIDAD GENÉRICA (km/h)	VELOCIDAD MÍNIMA (km/h)
Camino Verde.	30	20
Camino verde con segmento de Peatones.	50	30
Pista- bici.	50	30
Acera- bici.	20	10
Carril bici protegido.	Los mismos valores de las vías principales asociadas	
Carril- bici.		
Calle de zona 30.		
Calle de convivencia.		



P

- Circular en contraflujo o en sentido contrario.
- Transitar sobre las banquetas y áreas reservadas al uso exclusivo de peatones, con excepción de las bicicletas y tetramotos de Seguridad Pública cuando éstas cumplan funciones de vigilancia.
- Transitar dos o más vehículos de los referidos en posición paralela dentro de un mismo carril, o entre carriles.
- Sujetarse a otros vehículos que transiten por la vía pública.
- Llevar carga que dificulte su visibilidad, equilibrio, adecuada operación y constituya un peligro para sí u otros usuarios de la vía pública.

Los conductores de vehículos de motor de cuatro o más ruedas deben respetar el derecho que tienen los vehículos de dos o tres ruedas para usar un carril de circulación.

Queda prohibido a los conductores de bicicletas, bicimotos, triciclos automotores, tetramotos, motonetas y motocicletas, transitar por los carriles centrales o interiores de las vías primarias que cuenten con dichos carriles y en donde así lo indique el señalamiento de las vías de acceso controladas.

En las vías de circulación en las que la Secretaría establezca carriles exclusivos para la circulación de bicicletas o adapte ciclovías, los conductores de bicicletas deben respetar el señalamiento y los conductores de los vehículos automotores, deben respetar su derecho de tránsito y darles paso preferencial, fundamentalmente en las intersecciones.

Las bicicletas adaptadas autorizadas, sólo pueden circular en las vialidades señaladas por la Secretaría.

Las bicicletas para transitar en las vías públicas, deben estar equipadas con un faro delantero de una sola intensidad, de luz blanca y con reflejante color rojo en la parte posterior.

Las bicicletas que utilicen motor para su propulsión serán consideradas dentro de la categoría de motocicletas. Por tanto no pueden circular en las ciclovías.



2.2. REGLAS PARA LOS USUARIOS DE LAS CICLOVIAS DE LA CIUDAD DE MEXICO.

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, con fundamento en los artículos 10, 11, 12, fracción IV, 13, fracción IV y 14 fracciones I, IV y VIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal; 15, fracción II, y 16 de la Ley Ambiental del Distrito Federal, he tenido a bien expedir las siguientes:

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

PRIMERA.- Las presentes reglas tienen por objeto regular el uso y administración de las ciclovías de la Ciudad de México, su infraestructura y los servicios inherentes o incorporados a la misma, para garantizar su adecuada utilización y la seguridad de los usuarios.

SEGUNDA.- Las presentes reglas se aplicarán para el uso de las ciclovías de la Ciudad de México, su infraestructura y los servicios inherentes o incorporados a las mismas.

TERCERA.- Para los efectos de aplicación de las presentes reglas, se entiende por:

VII. Operador: Todas aquellas personas, organizaciones, grupos civiles o empresas que operen cicloestaciones.

VIII. Organizador: Todas aquellas personas, organizaciones, grupos civiles o empresas que usen la ciclovía, el Parque lineal y el derecho de vía para eventos culturales, deportivos y comerciales, con o sin fines de lucro.

IX. Mobiliario: juegos infantiles, bancas, bebederos, biciestacionamientos, arte público y otros muebles de uso público gratuito.

CUARTA.- Los usuarios tienen derecho a circular por la ciclovía gratuitamente, sin más restricciones que las establecidas en estas reglas.

QUINTA.- Para los ramales de la ciclovía correspondiente a la Primera Sección del Bosque de Chapultepec y Parque Ecológico de la Ciudad de México, el horario de tránsito se ceñirá al de dichos parques. En el resto de la ciclovía el horario de uso es libre.



SEXTA.- Los ciclistas deben avisar de su presencia mediante su voz o el timbre de su bicicleta a otros usuarios, encontrándose obligados a disminuir su velocidad y ceder el paso a los peatones.

El límite máximo de velocidad permitido en la ciclovia es de kilómetros por hora, excepto cuando se trate de un evento de competencia programado.

TITULO II

REGLAS GENERALES

CAPÍTULO I

OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS USUARIOS

SÉPTIMA.- Los usuarios son responsables de la buena condición mecánica de sus vehículos, así como de portar el equipo necesario para tener un desplazamiento seguro.

OCTAVA.- Los usuarios de la ciclovia deben:

- I. Circular por la derecha sin invadir el carril de contraflujo, para permitir el libre paso de otros usuarios.
- II. Obedecer estas reglas, la señalización y en su caso, las indicaciones del personal del parque lineal o ciclovia.
- III. Respetar las propiedades de los vecinos colindantes.

NOVENA.- El rebase se hará siempre por la izquierda, avisando esta intención con la voz o con el timbre previamente. Los usuarios deben circular sin zigzaguear y se abstendrán de cambiar de dirección o frenar inesperadamente.

DÉCIMA.- En caso de falla mecánica, las reparaciones se efectuarán preferentemente fuera de la superficie de rodamiento, evitando en todo momento obstaculizar la superficie de rodamiento de la ciclovia.

DÉCIMA PRIMERA.- Solo puede transportarse carga, bultos u objetos en una bicicleta, cuando con ello no se entorpezcan los movimientos del ciclista, ni se estorbe a la circulación por la ciclovia a los demás usuarios.

DÉCIMA SEGUNDA.- Los usuarios y vecinos colindantes podrán proponer cambios a estas reglas y mejoras al equipamiento y mobiliario del Parque lineal presentando sus propuestas por escrito al Administrador, quién analizará su viabilidad, durante el último trimestre de cada año. El Administrador implementará las propuestas aprobadas a partir del primer trimestre del año siguiente, o en su defecto contestará por escrito a los usuarios y vecinos la no viabilidad las mismas.



DÉCIMA TERCERA.- Los usuarios y vecinos colindantes podrán donar plantas, árboles, juegos infantiles u otros materiales para el equipamiento o mobiliario del parque lineal.

DÉCIMA CUARTA.- Los dueños de mascotas domésticas que transiten por la ciclovia están obligados a sujetarlos con correa.

CAPÍTULO II

PROHIBICIONES DE LOS USUARIOS

DÉCIMA QUINTA.- e prohíbe a los usuarios de la ciclovia y del parque lineal:

- I. Acampar y hacer fogatas sobre la ciclovia. En el parque lineal y el derecho de vía sólo se podrá acampar y hacer fogatas en los lugares destinados para ello.
- II. ortar, recoger o destruir en parte o en su totalidad, la flora, la fauna o cualquier objeto existente.
- III. Arrojar basura y desperdicios de jardín, cascajo y en general cualquier tipo de residuos fuera de los lugares destinados para ello.
- IV. ausar cualquier tipo de daño o alteración en las instalaciones, señalización y mobiliario;
- V. Arrojar cualquier tipo de sustancias tóxicas.
- VI. Vender alimentos, bebidas y todo tipo de productos, así como ofrecer servicios fuera de los lugares destinados para ello, en el trayecto de la ciclovia.
- VII. acer ruido por encima de los límites permitidos en la ciudad.
- VIII. Estacionarse en el parque lineal y obstruir la superficie de rodamiento de la ciclovia, sus accesos, rampas y escaleras.
- IX. onsumir bebidas alcohólicas.

DÉCIMA SEXTA.- ueda prohibido circular por la ciclovia en auto, motocicleta, triciclo a motor, o cualquier otro vehículo motorizado, excepto sillas de ruedas y otros vehículos de emergencia, mantenimiento y patrullaje, siempre que la velocidad de estos últimos no supere los lómetros por hora.

CAPÍTULO III

REGLAS PARA LOS VECINOS COLINDANTES

DÉCIMA SÉPTIMA.- Los usos del parque lineal son sancionados por el administrador, con base en el Plan ector del Parque Lineal.

DÉCIMA OCTAVA.- Los vecinos podrán elaborar compostas, sembrar verduras y flores en los lugares destinados para ello.



DÉCIMA NOVENA.- Queda prohibido cortar plantas, flores, árboles, remover tierra, piedras o cualquier otro elemento del paisaje del parque lineal, sin el permiso correspondiente otorgado por el administrador.

VIGÉSIMA.- Queda prohibido abrir establecimientos mercantiles sobre el parque lineal sin la autorización correspondiente.

CAPÍTULO IV

ADMINISTRACIÓN

VIGÉSIMA PRIMERA.- La Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, a través de la Dirección General de Bosques Urbanos y Educación Ambiental, es la encargada de administrar, recibir y hacer los pagos por concepto de mejoras, obras y actividades que se realicen en el parque lineal y ciclovías en suelo urbano adyacentes en la Ciudad de México. En su carácter de administrador tiene las atribuciones para firmar convenios, acuerdos, y tratos con las delegaciones, el gobierno central y particulares, con el fin de mejorar los servicios, el mobiliario y el espacio público con la condición de que dichas obras y servicios se mantengan gratuitos o accesibles a todo público.

La Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural, es la encargada de administrar, recibir y hacer los pagos por concepto de mejoras, obras y actividades que se realicen en ciclovías en suelo de conservación en la Ciudad de México.

VIGÉSIMA SEGUNDA.- El administrador ejecutará el Plan Director del Parque Lineal para realizar nuevas obras, y coordinará los esfuerzos intergubernamentales, intersecretariales y ciudadanos para lograr la conexión de nuevas ciclovías a la troncal.

Asimismo, se encargará de dar mantenimiento periódico a la obra civil, mejorar las reglas de uso, instalar obras de arte, realizar plantaciones, mantener las áreas verdes, coordinar la participación ciudadana, organizar eventos y actividades culturales, artísticas y deportivas de promoción del buen uso, mejoramiento y cuidado del parque lineal.

VIGÉSIMA TERCERA.- El administrador organizará asambleas de vecinos en el último trimestre de cada año en donde informará de los avances, los recursos logrados, la administración del presupuesto y reportará sobre las actividades realizadas en el parque lineal y ciclovías de la Ciudad de México.

VIGÉSIMA CUARTA.- El administrador realizará estudios y evaluaciones sistemáticas, sobre el uso, los costos y los conflictos registrados en el parque lineal y ciclovías de la Ciudad de México.



CAPÍTULO V

PERMISOS PARA EVENTOS DEPORTIVOS Y/O CULTURALES

VIGÉSIMA QUINTA.- Todo ciudadano que desee organizar un evento cultural o deportivo sin fines de lucro, ocupando la infraestructura de la ciclo vía, se encuentra obligado a solicitarlo por escrito ante el administrador, solicitud que deberá presentarse con un tiempo de anticipación que no deberá ser menor a treinta días hábiles.

VIGÉSIMA SEXTA.- La solicitud deberá contener al menos, la siguiente información:

- I. describir el tramo y el horario en que pretende usar el espacio de la ciclo vía.
- II. definir y señalar los espacios que se usarán para no interrumpir la circulación de los usuarios.
- III. descripción de las medidas a tomar en materia de prevención de accidentes

VIGÉSIMA SÉPTIMA.- El administrador, analizará la propuesta, determinará si es procedente o no, con base en el Plan ector del Parque Lineal encontrándose obligado a dar respuesta por escrito al solicitante, en un término no mayor a quince días hábiles, estableciendo los requisitos necesarios para efectuar el evento y en su caso, la contraprestación correspondiente.

VIGÉSIMA OCTAVA.- En caso de que el evento a realizarse corresponda a una competencia, el organizador debe cumplir con los siguientes requisitos:

En caso de no acreditarse los requisitos señalados en la presente regla, el administrador negará la autorización del evento.

VIGÉSIMA NOVENA.- El administrador debe comprobar el cumplimiento de los requisitos, y de no ser cubiertos no se autorizará el inicio del evento.



CAPÍTULO VI

PERMISOS PARA ACTIVIDADES COMERCIALES

TRIGÉSIMA.- Toda persona que pretenda anunciar o prestar algún servicio con fines de lucro a lo largo del derecho de vía o en las estaciones de servicio y mobiliario urbano, debe presentar solicitud por escrito ante el administrador, con un tiempo de anticipación que no deberá ser menor a treinta días hábiles.

TRIGÉSIMA PRIMERA.- El administrador debe analizar la propuesta y determinar si es procedente o no con base en el Plan Director del Parque Lineal, y dar respuesta por escrito al solicitante, en un término que no deberá exceder de quince días hábiles, estableciendo los requisitos necesarios para efectuar el evento y en su caso, la contraprestación correspondiente. El organizador deberá describir el tramo y el horario en que pretende usar el espacio de la ciclovía, así como definir y señalar los espacios que se usarán para no interrumpir la circulación de los usuarios. El organizador tomará las medidas necesarias para prevenir accidentes.

TRIGÉSIMA SEGUNDA.- El administrador debe determinar los espacios en donde puede permitirse la actividad comercial propuesta. El monto y procedimiento de pago que el organizador debe cubrir serán determinados por el Administrador.

TRIGÉSIMA TERCERA.- Fuera de los espacios destinados a actividades comerciales definidos por el Plan Director del Parque Lineal, pueden colocarse anuncios sobre el mobiliario patrocinado por el organizador, siempre que se cuente con la autorización expresa del Administrador, en la que se determinen los requisitos y limitaciones para tal efecto, incluyendo el mantenimiento al menos una vez al año del mobiliario patrocinado, con cargo al organizador.

CAPITULO VII

CICLOESTACIONES

TRIGÉSIMA CUARTA.- Las cicloestaciones tienen como objetivo principal lograr la promoción y difusión para el uso de la bicicleta y la recuperación del espacio público a favor de la movilidad sustentable no motorizada. Para su instalación y operación se requieren los permisos y autorizaciones que expidan las autoridades administrativas del Distrito Federal.

TRIGÉSIMA QUINTA.- El operador de la cicloestación deberá pagar la contraprestación que indiquen las autoridades competentes del Gobierno del Distrito Federal con la finalidad de que los recursos que se generen de éstas, se destinen al mantenimiento y creación de nuevas ciclovías.



CAPITULO VIII

SANCIONES

TRIGÉSIMA SEXTA.- En caso de daños a las instalaciones, señalización, mobiliario y flora del parque lineal y ciclovías, el infractor debe cubrir su reparación, independientemente de lo que establezcan otras disposiciones jurídicas. En caso de daños a usuarios, vecinos u organizadores, el infractor deberá reparar los daños causados a la persona y/o a su patrimonio.

TRANSITORIAS

PRIMERA.- Las presentes reglas entrarán en vigor el día de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

SEGUNDA.- El Plan Director del Parque Lineal será elaborado dentro del año siguiente a la publicación de estas reglas por el Administrador.

Hecho en la Ciudad de México a los veintiocho días del mes de febrero de dos mil siete.



III. NORMAS RELACIONADAS CON EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal queda definido por las tangentes y las curvas que unen dichas tangentes. Establecen el desarrollo de la vía. Su diseño es similar al de una carretera pues requiere del diseño de pendientes y curvas apropiadas. Generalmente no implica movimiento de tierra como en el caso de las carreteras. En consecuencia tiene un alineamiento similar al de la calle que la aloja; las deflexiones de su eje se presentan en las intersecciones de vialidades, siendo estas en su mayoría de 100o un valor cercano a este ángulo.

Es importante señalar que gran parte de este trabajo que presento está basado en el estudio de otros países como son Colombia, España y se puede seguir ciertos criterios para que puedan ser aplicados en Colombia.

3.1 VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño con la cual la ciclovía es diseñada determina el radio y el peralte o sobreelevación de las curvas, mínimas distancias de señalización, y el ancho de la ciclovía. Bajo condiciones normales (buenas condiciones climáticas, terreno plano y pavimento asfáltico), la velocidad de diseño es de 40m/h, la mayoría de los ciclistas puede mantener una velocidad de 35m/h, y con la tecnología actual aplicada a la construcción de bicicletas, esperar velocidades de operación de 45 a 55m/h, no es inusitado. Por eso, una velocidad de diseño de 45 m/h posee un buen margen de seguridad.

Si la pendiente longitudinal es pronunciada la velocidad de diseño para descensos deberá ser mayor que la empleada en tramos rectos para permitir que el ciclista aumente la velocidad con seguridad, la variación de la velocidad con la longitud y la pendiente se incluye en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Velocidad de Diseño en función de la pendiente del terreno.

PENDIENTE %	LONGITUD (m)		
	2000	1000	500
3 a 5	35 Km/h	40 Km/h	45 Km/h
6 a 8	40 Km/h	50 Km/h	55 Km/h
9	45 Km/h	55 Km/h	60 Km/h



2. RADIOS DE CURVATURA

El radio mínimo de una curva horizontal es función del peralte de la superficie, del coeficiente de fricción entre la bicicleta y el pavimento, y de la velocidad de diseño. La siguiente fórmula propuesta por el manual de diseño de ciclorutas editado en Colombia. es usada para determinar el radio mínimo de curvatura:

$$R = \frac{V^2}{g(e + f)}$$

- R Radio de curvatura (m)
- V Velocidad de diseño (km/h)
- e Obreelevación o Peralte en tanto por uno (m/m)
- f Coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción (f) depende de la velocidad, el tipo, condición y rugosidad de la superficie, tipo y condición de las llantas, y si la superficie está seca o mojada. La selección de los factores de fricción que se usan para el diseño se basa en el punto en el cual las fuerzas centrífugas ocasionan que los ciclistas perciban una sensación de incomodidad e instintivamente actúen para evitar una mayor velocidad. En el siguiente cuadro de datos se puede apreciar.

CUADRO 4. Coeficientes de Fricción en función de la velocidad y del tipo de superficie.

VELOCIDAD (km/h)	f) EN PAVIMENTOS ENTADADOS	f) EN PAVIMENTOS NO ENTADADOS
20	0.31	0.16
30	0.28	0.14
40	0.25	0.13
50	0.21	0.11
60	0.18	0.09



IV. NORMAS RELACIONADAS CON EL ALINEAMIENTO VERTICAL

Con dos los elementos principales que hay que considerar en el alineamiento vertical: **Pendientes y curvas.** A la pendiente va asociada la longitud crítica y a las curvas las distancias de visibilidad.

Las pendientes no deben ser muy elevadas porque dificulta el ascenso de los ciclistas o propicia altas velocidades en descenso. La pendiente máxima no debe exceder al 10%; una pendiente apropiada está en el rango de 3-6%, para no causar fatiga al ciclista.

La longitud crítica corresponderá a la longitud máxima que puede ascender el ciclista sin bajarse de la bicicleta, difícil de determinar, pues diferentes ciclistas tienen condiciones físicas diferentes. La longitud mínima es la que se considera para diseño.

En el alineamiento vertical la velocidad de proyecto está en función de la pendiente y de la longitud de la tangente vertical. La velocidad de proyecto se considera para pendiente en descenso, que resulta mayor que cuando se tienen desarrollos en terreno plano y mucho más que en ascenso.

Cuadro 5. La velocidad de proyecto (km/hr) en función de la pendiente descendente y longitud de la tangente del alineamiento vertical.

CUADRO 5 Velocidad de proyecto en función de la pendiente.

PENDIENTE (%)	LONGITUD (m)		
	2000	1000	500
>3 y ≤ 6	0	20 cm	30 cm
>6 y ≤ 9	20 cm	30 cm	40 cm
> 9	30 cm	40 cm	50 cm

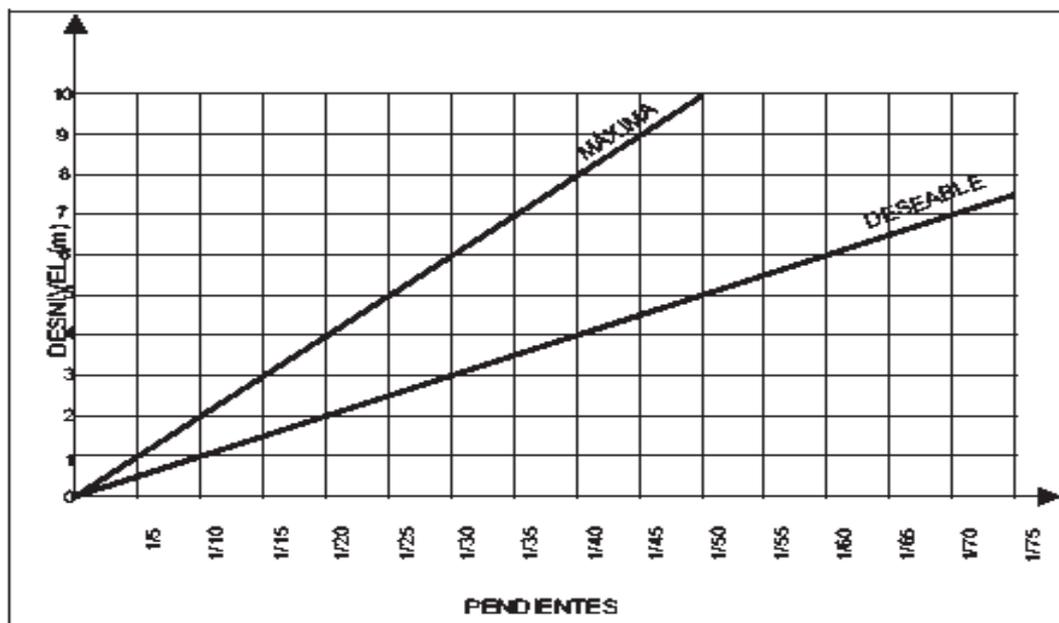
1.1 PENDIENTES

Los dos elementos que se deben tener en cuenta cuando se diseñan las pendientes son:

- El esfuerzo requerido para escalarlas.
- Requerimientos de seguridad en los descensos.

Las pendientes máximas admisibles están dadas en función del desnivel que debe superarse de acuerdo con lo establecido en la gráfica 1

Grafica 1. Pendientes máximas en función del desnivel del terreno.



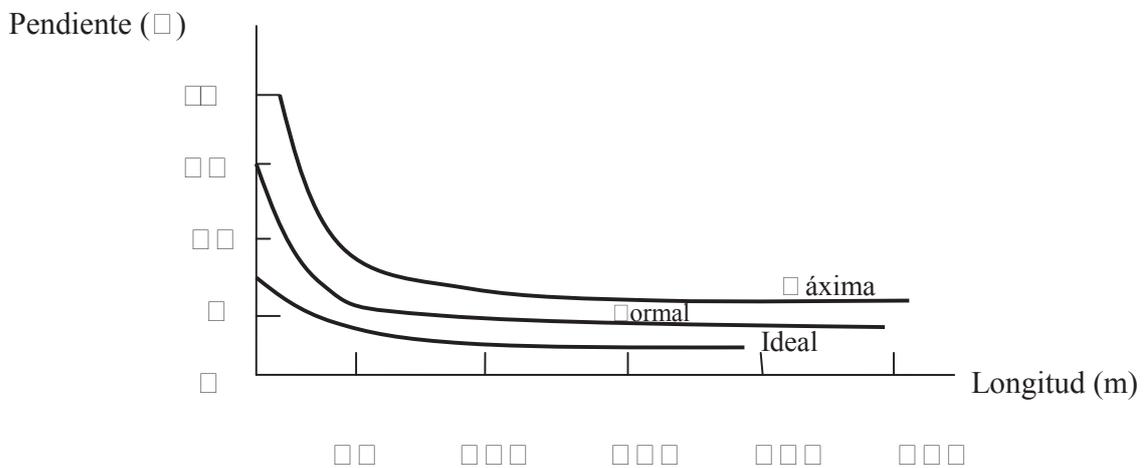
Longitud de pendientes.

Pendientes del $\frac{1}{10}$ ó menos no causan ningún problema y se pueden desarrollar tramos largos con éstas. Por otro lado, de ser posible no se debe diseñar con pendientes mayores al $\frac{1}{10}$, para evitar la fatiga de los ciclistas.



A causa de las altas velocidades que se alcanzan en los descensos, se debe disponer de espacio adicional para maniobrar con ellas; el ciclista necesita una sobreancho para realizar las correcciones en su trayectoria; por otro lado, un ciclista escalando una pendiente necesita un corredor ancho, pues él tiene la necesidad de trenzarse desde un lado hacia otro para así mantener su balance; por esto, pistas y fajas de bicicletas deberán tener sobreanchos en pendientes, aún más si éstas son bidireccionales.

Grafica 2. Pendiente aceptable en función de la longitud.



2.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

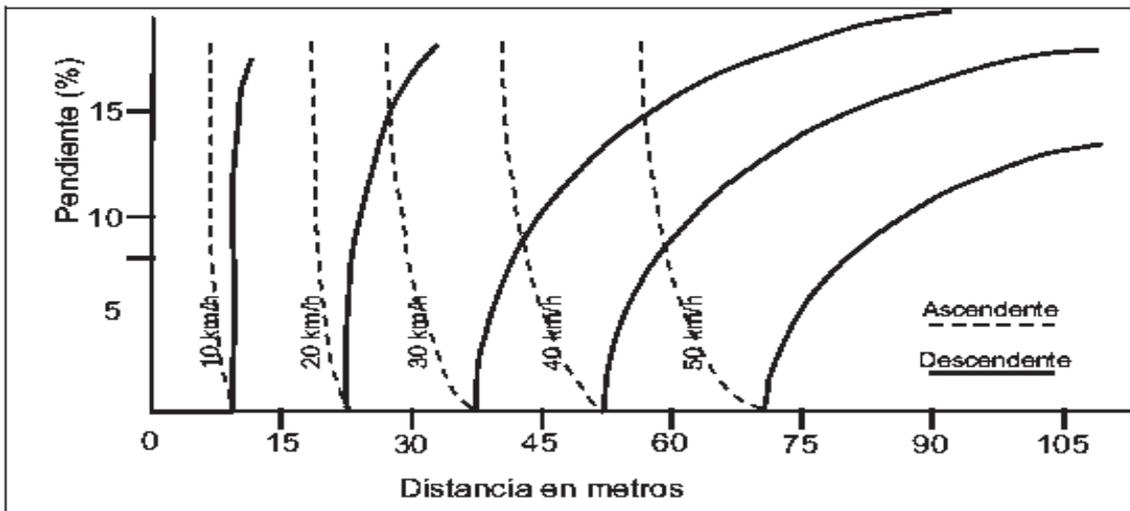
La distancia que un ciclista requiere para detenerse completamente al observar un obstáculo es un factor que se debe aplicar en el diseño. Esta distancia es una función del tiempo de la percepción y reacción del ciclista, el estado de la superficie, el coeficiente de fricción, la pendiente y la velocidad de diseño.

El tiempo de percepción – reacción del ciclista generalmente se asume como 1.5 segundos. El coeficiente de fricción como 0.15. Dichos factores permiten representar vagamente un sistema de frenos en superficie húmeda. La siguiente fórmula es usada para determinar la distancia de visibilidad.

$$S = \frac{V^2}{127(G + f)} + 0.0007V^3 \dots \dots \dots$$

- onde:
- S □ □ distancia de visibilidad (m).
- V □ Velocidad de diseño (□m/h).
- f □ □ coeficiente de fricción (□□□).
- G □ Pendiente □□□.

Grafica 3. Distancia de visibilidad en curvas Horizontales



La distancia de visibilidad que es preciso implementar tiene que proveer suficientemente despeje lateral en el interior de las curvas horizontales, y dotar una acertada longitud mínima de curva vertical.

La cantidad de despeje lateral requerido en el interior de las curvas horizontales es una función del radio de curvatura y de la pendiente.

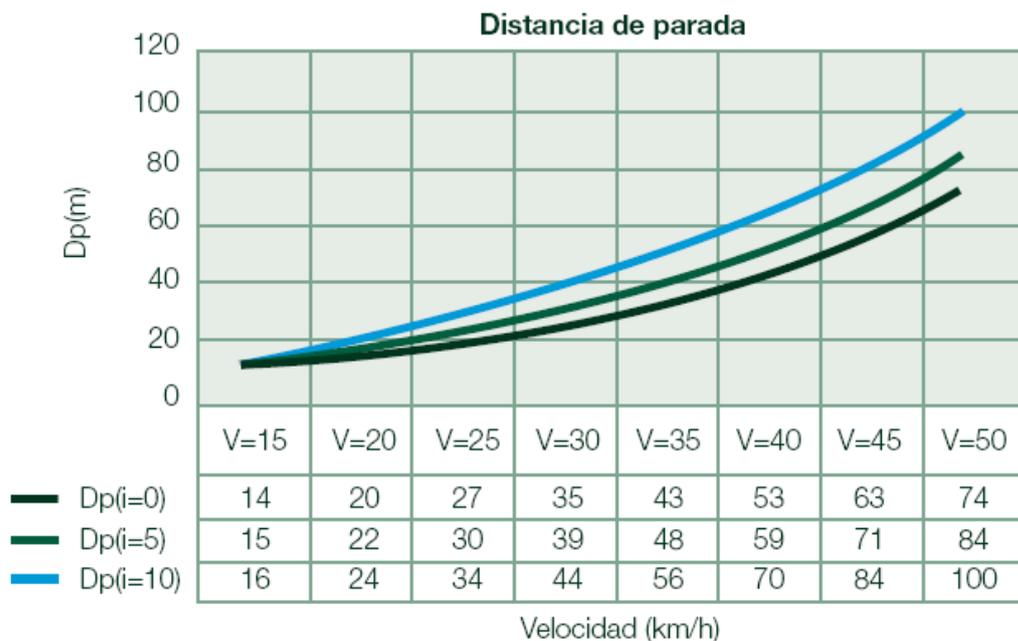


1.1. DISTANCIA DE PARADA

La distancia de parada (D_p) es la distancia total recorrida por una bicicleta obligada a pararse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

Las distancias de parada para vías ciclistas se calculan del mismo modo que las de carreteras. Si asumimos que parte del tráfico no se parará en las intersecciones, es conveniente utilizar valores de distancias de parada conservadores. En la gráfica muestra la distancia de parada en función de la velocidad.

Grafica 4 Distancia de parada en función de la velocidad.



mediante la siguiente expresión se obtiene la distancia de visibilidad de frenado en función de la pendiente

$$D_p = v \left[\frac{v}{25.92} (\mu \pm p) + t_r \right]$$



Donde:

p = distancia de visibilidad de parada (pies)

v = velocidad (millas/hr)

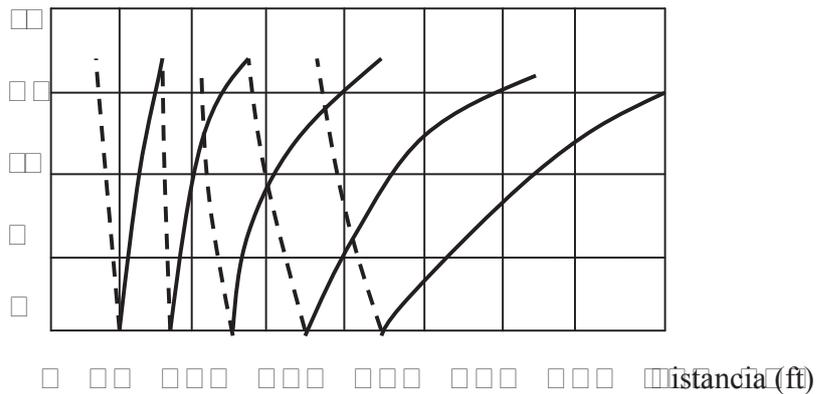
μ = coeficiente de fricción (puede usarse μ)

p = pendiente (pies/pie) (elevación recorrido)

sus valores se obtienen de la grafica de acuerdo con el criterio de la Guide for Development of Bicycle Facilities de la AASHTO.

Grafica 5. Distancia de visibilidad de parada en función de la pendiente. (pies)

Pendiente (%)



V. NORMAS RELACIONADAS CON LA SECCION TRANSVERSAL

Los criterios y recomendaciones que se proponen son con base en las características geométricas, ancho y altura de las bicicletas, la estatura y corpulencia del ciclista, así como las condiciones de circulación de los usuarios. Además de en tener en cuenta los espacios libres para encuentros, adelantamientos y maniobras de rebase así como de seguridad ante posibles caídas o colisiones.

La sección transversal está definida por la corona y el derecho de vía. La corona está definida por la calzada, faja separadora lateral y por los acotamientos. La calzada corresponde a la superficie de rodamiento y a la faja separadora lateral; los acotamientos a franjas adyacentes a uno o a ambos lados de la calzada. Los acotamientos pueden ser áreas de terreno natural, revestidas o pavimentadas.

□.1. ESPACIO UTIL DEL CICLISTA

Para determinar el espacio útil del ciclista se admite que éste se inscribe en una **figura** □. Prismática con las siguientes dimensiones:

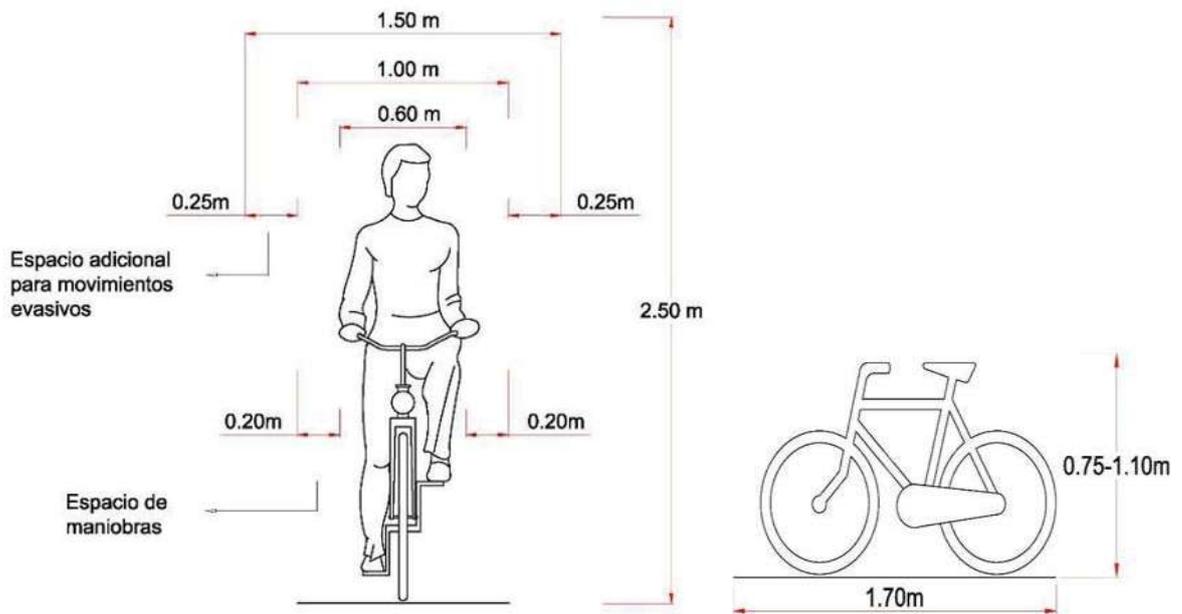
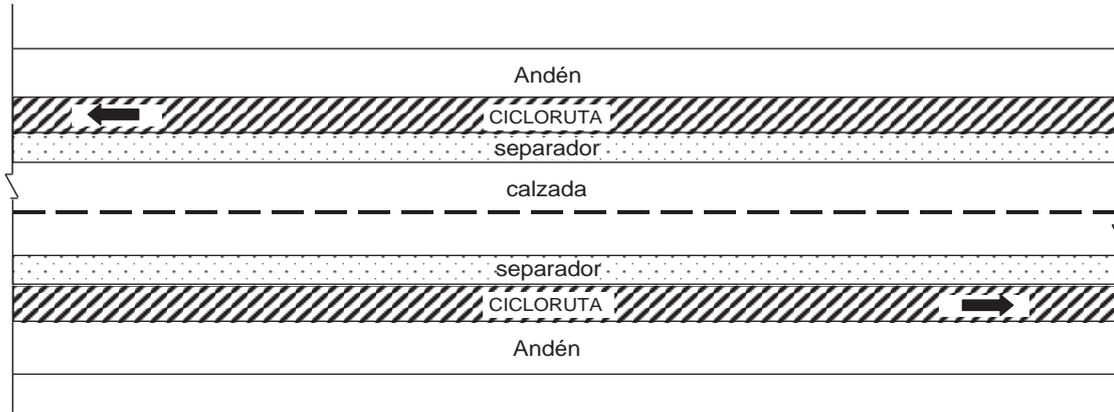


Figura 9. *Ciclovía unidireccional en planta.*



➤ **Ancho de las pistas unidireccionales**

El ancho mínimo de los elementos anteriores, para ciclovías unidireccionales, **alojadas en vialidades urbanas con tránsito vehicular**, debe ser el siguiente:

- ◆ Corona: 1.75 m.
- ◆ Calzada: 1.50 m.
- ◆ Faja separadora lateral: 0.25 m.
- ◆ Acotamiento: 0.0 cm.

En este caso, la ciclovía no tiene acotamiento, sin embargo la guarnición de la acera y ésta, pueden servir momentáneamente como acotamiento.

La faja separadora lateral, servirá para alojar marcas en el pavimento y dispositivos para canalización de tránsito. Se colocará una línea de pintura de color rojo y a una línea de violetas reflejantes por ambas caras.

Cuando la ciclovía sea unidireccional y **no se aloje en vialidades con tránsito vehicular automotor**, el ancho mínimo debe ser el siguiente:

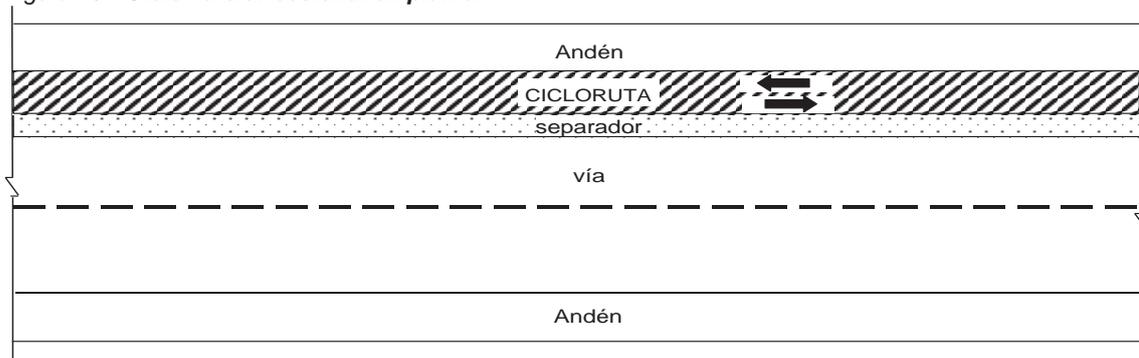
- ◆ Corona: 1.80 – 2.50 m.
- ◆ Calzada: 1.50 m.
- ◆ Faja separadora lateral: 0.0
- ◆ Acotamiento a ambos lados: 0.15 - 0.70 m.

El acotamiento mínimo será de 0.15 metros y corresponderá a bordillos, soleras o guarniciones a ambos lados de la ciclovía

5.2.2. Ciclovías bidireccionales

Una ciclovía bidireccional con desarrollo en **vialidades urbanas donde haya tránsito** de vehículos automotores, alojará dos bandas o carriles de circulación, uno para cada sentido. Cada banda tendrá 1.5 metros, separadas por una línea central de 0.10 metros de ancho, más la faja separadora lateral de 0.25 metros.

Figura 10. **Ciclovía bidireccional en planta.**



➤ **El ancho de las pistas bidireccionales**

- ◆ Corona: 0.25 m.
- ◆ Calzada: 1.50 m.
- ◆ Ancho central separadora de carriles: 0.10 m.
- ◆ Faja separadora lateral: 0.25 m
- ◆ Acotamiento: 0.0 cm

Cuando la ciclovía sea bidireccional y **no se aloje en vialidades con tránsito** vehicular automotor, el ancho mínimo debe ser el siguiente:

- ◆ Corona: 0.50 - 0.75 m
- ◆ Calzada: 2.0 m.
- ◆ Faja separadora lateral: 0.0
- ◆ Acotamiento a ambos lados: 0.15 - 0.70 m.



El acotamiento mínimo será de 0.15 metros y corresponderá a bordillos, soleras o guarniciones a ambos lados de la ciclovía.

Cuando la ciclovía se ubique junto y paralela a una vialidad rural, deberá quedar debidamente separada para que la ciclovía opere independientemente y en caso de que dicha separación sea menor a 1.50 metros, deben usarse barreras físicas separadoras, como muros de contención.



VI. SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y CONTROL

Los requisitos para el señalamiento en una ciclovía son los mismos que los que se exigen para cualquier dispositivo para el control de tránsito, como son:

- ◆ Satisfacer una necesidad importante
- ◆ Llamar la atención
- ◆ Transmitir un mensaje claro
- ◆ Imponer respeto a los usuarios de la vialidad
- ◆ Estar en el lugar apropiado, para reaccionar oportunamente.

El cumplimiento de estos requisitos se asegura en el proyecto tamaño, forma, color, en la que la ubicación en la uniformidad y en la conservación física y funcional.

1.1. Señalamiento horizontal

Las calles o caminos bien diseñados requieren poca señalización, porque son construidos para que todos los usuarios entiendan como proceder. Al contrario, excesos en la señalización puede causar fallas y generar problemas. La atención de los conductores, ciclistas y peatones debe estar en el camino y en los otros usuarios, y no sobre las señales a lo largo del camino.

Mucha señalización distrae y contamina visualmente, crea un efecto de desorden y desperdicia recursos además de ser ineficaz, degrada su utilidad para los usuarios.

Por otro lado, el mensaje transmitido por la señal o símbolo debe ser fácilmente entendido por todos los usuarios de la vía. Es preferible usar símbolos que usar textos.

1.1.2. Señalamiento vertical

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel de la vía o sobre ella. Están compuestas por un elemento de sustentación, placa e inscripción colocados preferentemente al lado derecho de la vía dando frente al sentido de circulación. Su función es reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

Las señales Restrictivas indican a los usuarios las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. Dichas señales son de forma circular con una línea diagonal que indica la prohibición.



Figura 11. Ceda el paso.



Figura 12. Prohíbe el tránsito de Bicicletas

Las señales preventivas advierten al usuario sobre la proximidad de una condición peligrosa. La forma de la señal es un cuadrado con una diagonal vertical y las esquinas redondeadas. Son de fondo amarillo y la información respectiva va en color negro. Las dimensiones serán de 0.60 m x 0.60 m.

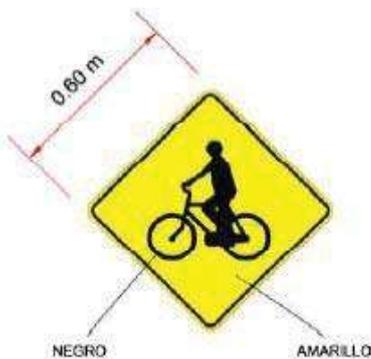


Figura 13. Cruce de ciclovia.

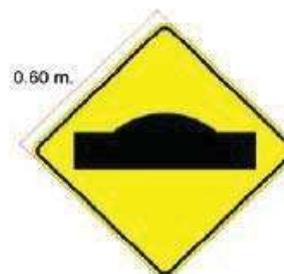


Figura 14. Topes o vibradores.

Las **Señales Informativas** guían al usuario dándole la información necesaria en todo lo referente a identificación de localidades, destinos, dirección, intersecciones y cruces, prestación de servicios, entre otros. Este tipo de señales son cuadradas y tienen un fondo azul sobre uno blanco en el que se encuentra la información. Las dimensiones serán de 0.50 m x 0.60 m

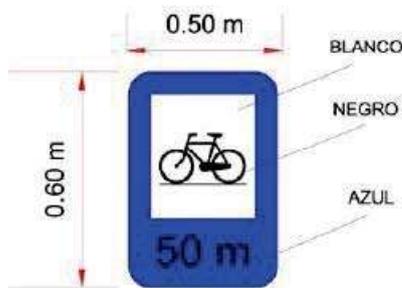


Figura 15. Indica la dirección o la distancia a la que ubica una ciclovia

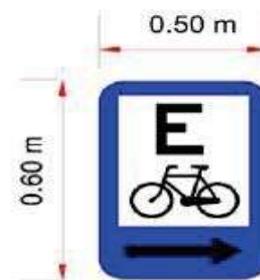


Figura 16. Estacionamiento para Bicicletas.

3.3. Señales horizontales

Las señales horizontales son aquellas marcas sobre el pavimento y tiene la función de delimitar o canalizar el tránsito de las bicicletas y de los vehículos motorizados

- ◆ Los carriles para bicicleta siempre deben delimitarse con franjas, líneas y marcas en el pavimento y cualquier otro dispositivo de demarcación o seguridad.
- ◆ La superficie de rodadura en la ciclovia debe tener un color diferente al de la calzada para la circulación vehicular, cuidando siempre de que no existan rejillas para el desalojo del agua.
- ◆ Cuando la ciclovia no se aloje en vialidad urbana en los márgenes de la ciclovia deben pintarse rayas laterales en los márgenes u orillas de la ciclovia de color amarillo de 10 centímetros de ancho.
- ◆ En las intersecciones tienen la finalidad de ordenar el cruce de las bicicletas y advierte de su paso a los conductores de vehículos motorizados. Las marcas son líneas discontinuas de 0.10 m de ancho por 0.10 m de largo espaciadas cada 0.10 m.

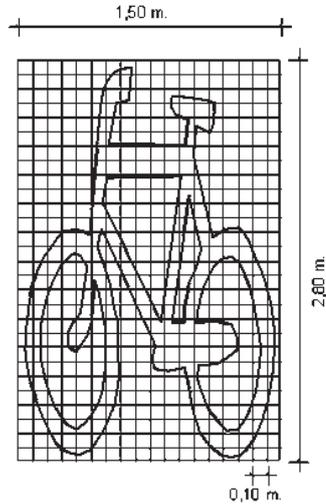


Figura 17. Bicileta blanca pintada en el suelo.

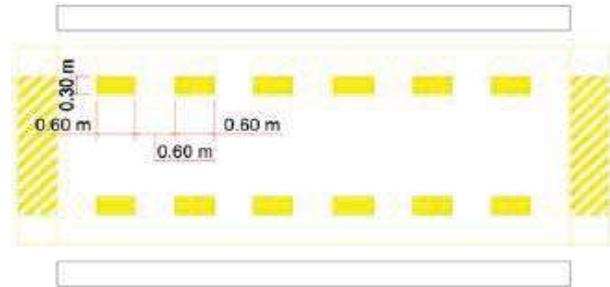


Figura 18. Cruce de intersección –tramo recto.

2. DISEÑO

El drenaje de las Ciclovías será lo más natural posible, aprovechando la topografía del sitio, evitando en lo posible la instalación de redes sofisticadas para la disposición de las aguas lluvias.

En las ciclovías laterales a las vías existentes se deberá adoptar siempre que sea posible, un nivel de impermeabilidad para evitar problemas de drenaje. La inclinación lateral de la pista será del 2% para favorecer un rápido escurrimiento de las aguas, Esta inclinación será siempre para el lado de las vías existentes, aprovechando, de esta forma, el sistema de drenaje existente.

El separador estará, preferencialmente, en un nivel inferior al de la ciclovías evitándose de esta manera la formación de pozos de agua en dicho separador.

En las ciclovías de servicio, se pueden admitir pequeños cortes o terraplenes hasta del 1m de altura para suministrar mayor flexibilidad al proyecto. En estos casos deben tomarse cuidados semejantes a los de las vías, en lo tocante con el drenaje



□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□CC□□□ □□ □CC□□□ □ □□□ CC□□□□□□

Estos dispositivos sirven para proteger las vías ciclistas de la intrusión de los vehículos además de la señalización propia, hará falta colocar elementos que impidan el acceso de los vehículos no autorizados a la circulación sobre la vía ciclista.

Estos elementos deben tener características especiales. Necesitan una cierta flexibilidad para garantizar el paso de determinados vehículos y el mantenimiento así como las emergencias en determinadas situaciones.

Por lo tanto, se desaconsejan sistemas rígidos de prohibición de acceso y se recomienda que los dispositivos cuenten con elementos móviles para hacer posible el paso de estos vehículos, como son:

- ◆ **Chicana:** dos barreras separadas que pivoten sobre su eje para dejar pasar a los vehículos de mantenimiento. Las barreras deben permitir el paso de las sillas de ruedas, los ciclistas con remolque.



Imagen 4. Chicana en la entrada de una vía ciclista.



Imagen 5. Barrera abatible.

- ◆ **Barrera:** basculante o pivotante ocupando completamente la vía con un paso lateral para ciclistas. Debe disponer de un sistema que permita elevar la barrera para facilitar el paso de los vehículos autorizados.
- ◆ **Piloto central abatible:** con sistemas manuales o automáticos de bajada para dejar paso a los vehículos autorizados.

3.3.3. Barreras de contención

Las barreras de seguridad son elementos que sirven para la protección del entorno en la vía ciclista, y también dispositivos que protegen de las caídas a las personas que circulan con bicicletas.

Por lo tanto, no se aconseja un uso indiscriminado, sino únicamente en aquellos casos en los que la caída pueda tener consecuencias graves barrancos, canales, o cuando el elemento cultural o paisajístico que debe protegerse así lo aconseje.

La altura de la barrera oscilará entre 100 cm para ciclistas y 110 cm para peatones, teniendo en cuenta las diferencias de los centros de gravedad.

En concreto estos elementos de contención deben de adaptarse al entorno donde se encuentre la vía ciclista. Ya sea en una zona rural o urbana.



Imagen 6. Elemento de contención en una zona Rural.



Imagen 7. Elemento de contención en una zona Urbana.

VII. INFRAESTRUCTURA ASOCIADA A LAS CICLOVIAS

1.1. Conceptos generales

La promoción del uso de la bicicleta resultante de la mejoría de las condiciones de movilidad, se verá perjudicada al no encontrar el usuario de este modo de transporte facilidades y seguridad para estacionar.

Actualmente, los ciclistas disponen de apenas dos opciones: recostar la bicicleta en las paredes de almacenes comerciales o muros de residencias, o mantenerlas con el pedal asegurado al sardinel. Dependiendo del flujo de peatones y de automóviles, en ciertos sitios de las ciudades, el ciclista, cuando regresa de una actividad, encuentra constantemente su vehículo lanzado al suelo. Esta situación es incómoda para los ciclistas, para los peatones, y otros usuarios de las vías.

Los estacionamientos deben localizarse en áreas que no interfieran con el tráfico peatonal, paraderos de buses, etc., y donde no generen actividades de tipo invasivo sobre el espacio público. Ello quiere decir que en los lugares donde no haya espacio suficiente se deberán adquirir predios adyacentes para dicho uso.

1.1.1. Espacio de un carril de estacionamiento

Al contrario de los vehículos motorizados, las bicicletas necesitan poco espacio para estacionar. Un espacio para un vehículo liviano corresponde a cerca de ocho a diez espacios para bicicletas. La Figura 17. Ilustra el espacio requerido para los estacionamientos de bicicletas.

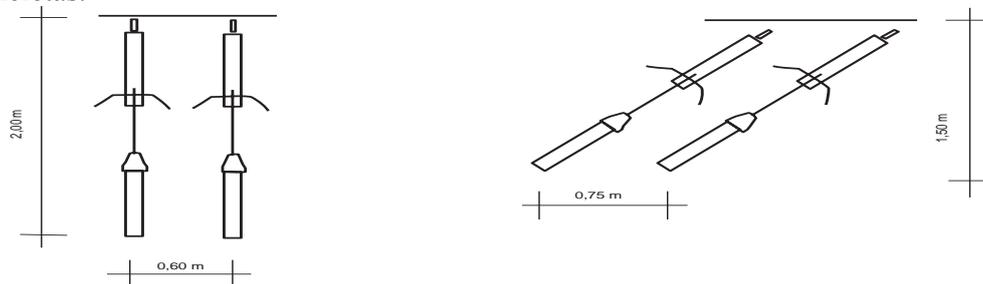


Figura 19. Espacios requeridos para estacionamientos.

1.2. Tipos de estacionamiento

básicamente, existen **dos tipos** de estacionamientos para las bicicletas: **de larga y de corta duración**. El primero llamado **bicicletario**, sirve para aquellos usuarios que asisten a jornadas de trabajo, el otro está destinado a los demás usos, como pasatiempos, servicios, etc.

La principal diferencia entre los estacionamientos de corta y de larga duración se caracteriza por el cuidado ofrecido a las bicicletas en función del tiempo de exposición a la intemperie y la vulnerabilidad al robo. Otra diferencia marcada es la existencia de picos de utilización de las bicicletas, o sea, gran afluencia de usuarios en determinadas horas del día. Es el caso de grandes industrias o en puntos de transferencia como se pretende hacer en los estacionamientos del futuro.

Los bicicletarios serán cubiertos, vigilados y dotados de algún equipamiento como por ejemplo, bombas de aire comprimido, llantas, neumáticos y, eventualmente, baños, lockers, y teléfonos públicos. Adicionalmente, se dispone también de equipamiento semejante al de los estacionamientos de corta duración, o sea aquel que permite mantener los vehículos en posición vertical y encadenados. En cuanto al uso, podrán ser públicos (financiados por el gobierno) o privados (en el evento de estar dentro de un área de una industria, colegio, hospital, etc.) pueden localizarse también en áreas centrales o de concentración de actividades terciarias, en donde normalmente hay gran afluencia de personas.

Debido al costo, los bicicletarios requieren un tamaño económico, o sea que sólo son viables en caso de utilización por un gran número de usuarios.

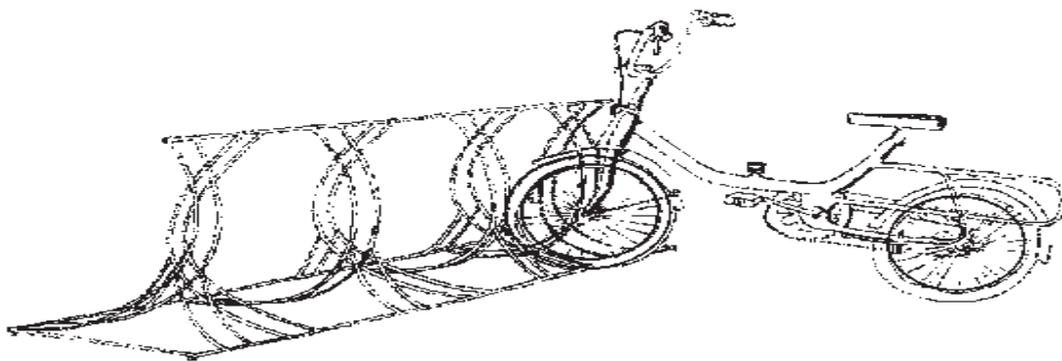


Figura 20. Estacionamiento tipo bicicletarios.

Por el contrario, los estacionamientos de corta duración deben ser múltiples, espaciados y gratuitos. Los estacionamientos de bicicletas pueden ser construidos utilizando materiales tales como: concreto, estructura metálica, madera, fibra de vidrio, etc. A continuación, se incluyen algunos equipamientos usados en otros países

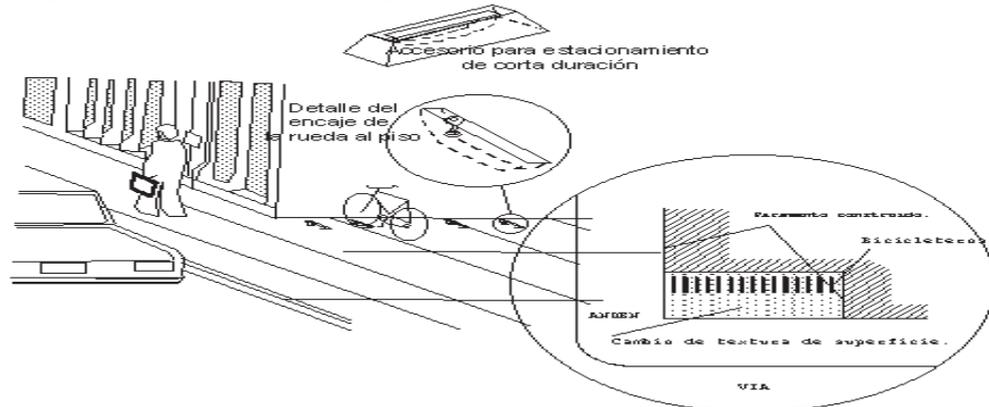


Figura 21. Estacionamiento de corta duración I.

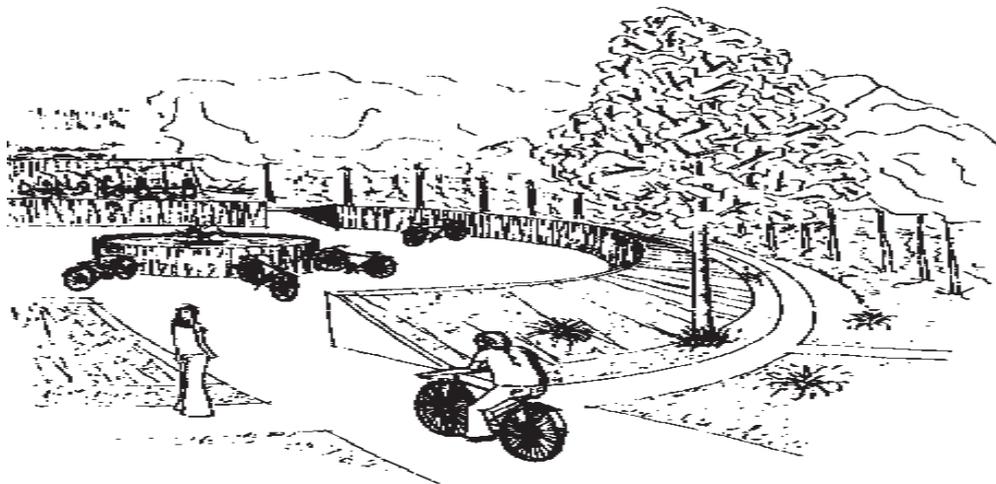


Figura 22. Estacionamiento de corta duración II.



2. ESTRUCTURA VIAL

Una estructura vial se define como el conjunto de espacios destinados a la comunicación de personas, bienes y servicios que aloja las calles para el transporte peatonal y vehicular y que se organiza por jerarquías en función de su uso predominante y del flujo e intensidad de uso.

La construcción de la base y sub – base de las ciclovías no presenta ningún inconveniente para la construcción. El problema estructural más común es la calidad de la superficie, excepto en el caso de pistas exclusivas para bicicletas.

Son tres los elementos principales en la estructura de una pista ciclista: La sub – base, la base, y capa de rodamiento.

♦ La sub – base.

La sub – base es la fundación sobre la cual se construye la base. Está compuesta por materiales existentes alrededor del sitio de construcción. Siempre que sea posible y con el objeto de reducir los costos de construcción y de incrementar la durabilidad de las instalaciones, los diseñadores deberán elegir un sitio donde las condiciones de construcción sean las mejores.

Se sugiere las siguientes especificaciones:

- 1.- El relleno debe estar compuesto por un material compactable.
- 2.- El material debe ser compactado en capas de 150 mm con el 90% del peso volumétrico máximo y para esta capa se utiliza la prueba AASHTO estándar.
- 3.- Cuando el nivel freático se encuentra muy alto, se debe diseñar vías con el ánimo de que éste no afecte las capas de base y sub – base.

♦ Base.

La base sirve para transmitir las cargas superficiales de los vehículos hacia capas más profundas. Los materiales usados para construir la base deben estar libres de materiales orgánicos. La granulometría recomendada para la construcción de la base se incluye en el siguiente cuadro.



Criterios de compactación						Criterios de gradación	
Índice de compactación	28	20	14	5	1.25	315	80
Índice de compactación sobre el óptimo	100	90-100	68-93	33-60	19-38	9-17	2-8

CUADRO 6. Granulometría óptima del material de base.

La base debe ser colocada de acuerdo con las siguientes criterios:

- 1.- Cada capa de materia de base debe ser compactada con espesores menores a 150 mm y debe estar compactada con el 95% la prueba ASS modificada. El material deber ser compactado con la humedad óptima para así obtener la densidad deseada.
- 2.- La base debe tener 150 mm de espesor mínimo después de compactada.
- 3.- La base debe extendirse con un sobrecancho de 100 mm a cada lado, con respecto a la superficie de pavimento.

◆ **Capa de rodamiento.**

La capa de rodamiento tiene dos funciones principales:

- 1.- Proveer una superficie confortable y segura.
- 2.- Proteger la capa de base.

Las principales cualidades que determinan la selección del material de superficie de la capa de rodamiento son: resistencia que se debe proveer, cohesión, uniformidad en el acabado, impermeabilidad y durabilidad. Los principales materiales que pueden ser utilizados son a base de concreto hidráulico y asfálticos.

Desventajas: No presenta una superficie de rodamiento uniforme, apareciendo resaltos en el evento de una mala ejecución, debido a la eñudación de material bituminoso, pudiendo también eñistir desnivelación entre placas vecinas.

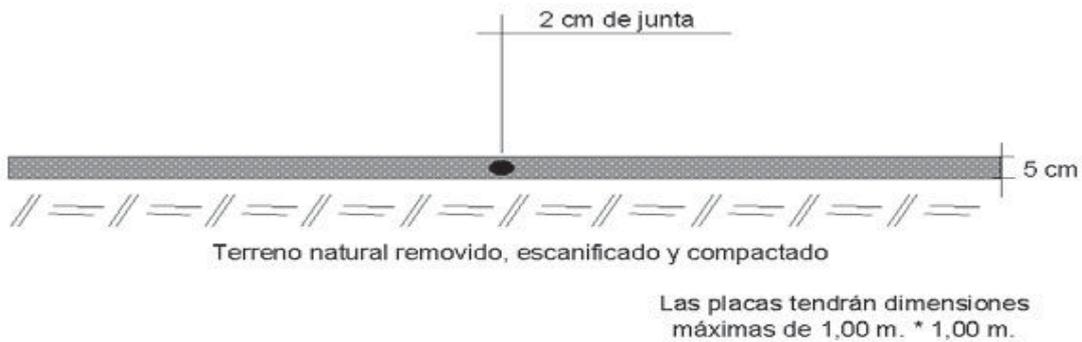


Figura 24. Pavimento en concreto hidráulico con placas prefabricadas.

◆ Bloques prefabricados o adocreto.

Esto es a base de una cama de arena, la cual reposa sobre una base compactada, sobre la cual se colocan los bloques de concreto.

Ventajas: Pueden ser pintados, proporcionando un buen aspecto y facilidad para ejecución y reposición en el evento de reparaciones.

Desventajas: Superficie de rodamiento no uniforme, hay la necesidad de colocarlo sobre un colchón de arena, encareciendo el pavimento, alto costo en relación con los demás pavimentos de concreto.

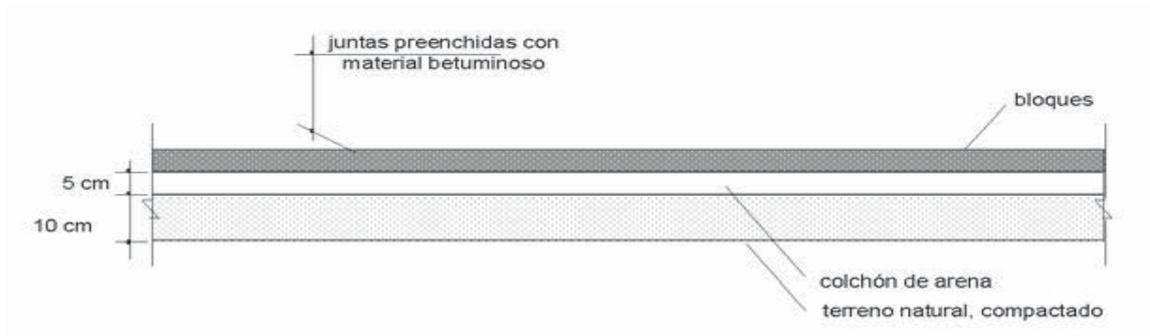


Figura 25. Pavimento en bloques prefabricados de concreto.

➤ **Pavimentos bituminosos.**

Los pavimentos bituminosos descritos a continuación son bastante utilizados en pavimentación de vías y calles, Se recomiendan dos tipos principales:

- ◆ **Tratamiento superficial simple.** Con emulsión asfáltica preferiblemente colorizada, tal como se puede apreciar en la Figura 26

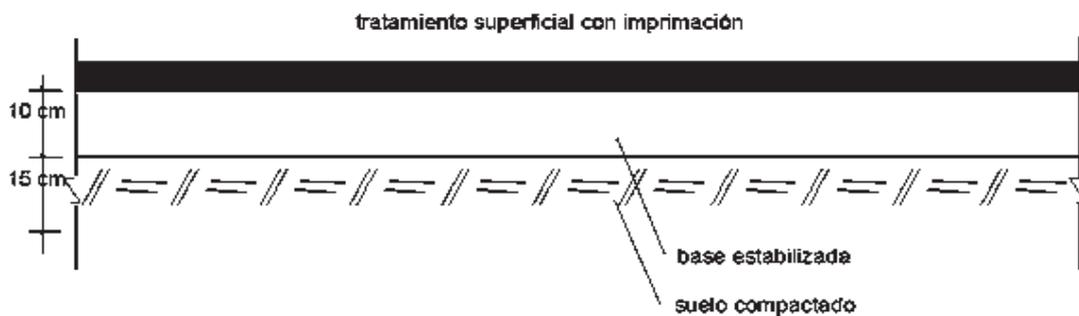


Figura 26. Pavimento en con tratamiento superficial simple.

- ◆ **Mezcla asfáltica en frío.** con empleo de emulsión o con asfalto líquido, tal como se aprecia en la Figura 27.

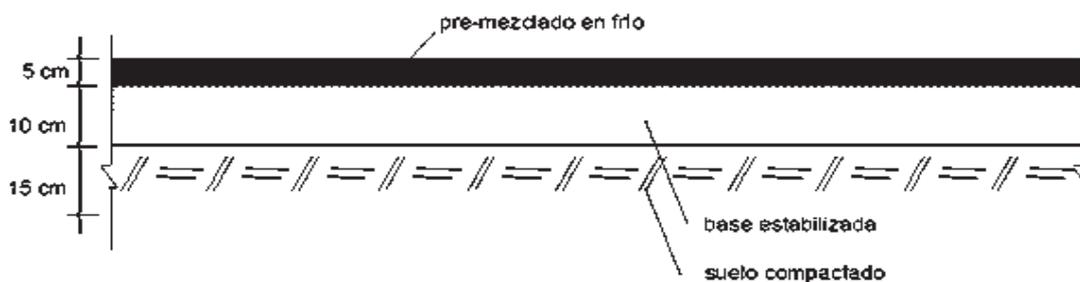


Figura 27. Pavimento en concreto asfáltico – mezcla en frío.



- ◆ **Superficies metálicas:** Acabado color amarillo, verde selva, naranja y rojo.
- ◆ **Banda de rodamiento:** Color rojo, terracota y azul.
- ◆ **Elementos de concreto:** Acabado natural.
- ◆ **Adoquines y losetas:** Acabado de fábrica según composición del diseño urbano
- ◆ **Cadenas y mallas:** Verde selva.

Así mismo, el mobiliario urbano y los elementos complementarios a la ciclovía han de tener una homogeneidad o unidad en sus acabados por sectores, zonas o circuitos para permitir con ello la identificación de una zona característica o especial, de una ciclovía o tramos de la misma.



VIII. IMPACTO AMBIENTAL, RECREACION Y PAISAJE.

Para la evaluación de los impactos ambientales se debe de tomar en cuenta todos los puntos que intervienen en la obra y que pueden ocasionar daños ambientales, para esto hay que considerar los siguientes componentes ambientales:

Abióticos: aire, agua y suelo.

Bióticos: fauna y flora.

Socioeconómicos: población, actividad, económica, salud, nivel de vida, estéticos y culturales.

Las consideraciones anteriores se den a que:

- ◆ En el aire, se detecta la presencia de nubes de polvo generada por las construcciones y circulación de automotores en las vías, generando problemas de salud.
- ◆ En la fauna y flora, el sector de estudio constituye una zona en la cual se combinan zonas de total intervención humana como es el caso de calles y avenidas y zonas de las cuáles encontramos vegetación natural.
- ◆ En la cuestión socioeconómica, las zonas de implantación del proyecto comprende varios sectores de la ciudad, los que podemos encontrar residenciales de nivel alto y medio, con ingresos cuantificables aceptables, que van de un ingreso promedio por familia de con salarios vitales.

En esta etapa del proyecto se presentan la mayor parte de los impactos negativos, con casi ningún impacto positivo. Estos impactos concomitantemente a la duración de esta fase del proyecto, son de carácter transitorio.



Los posibles cambios de conducta en la población durante la etapa de construcción, está relacionado con las obras físicas que se realizarán especialmente con la ruptura de pavimentos, colocación de bordillos protectores, etc. Por otra parte la generación de empleo por ejecución de esta fase constituye una excepción, ya que es evidente que se trata de un impacto positivo.

Adicionalmente a este problema debe considerarse el ingreso y salida de la maquinaria y trabajadores empleados para la construcción, especialmente camiones de volteo que serán utilizados para la movilización de materiales de desecho o suministro.

Finalmente otro tipo de acciones que resultan de gran impacto por la ejecución de esta etapa son la generación de: polvo, ruidos, y vibraciones, deteriorando el nivel de vida de los habitantes afectando la calidad del aire y la salud.

Aquí se aprecia en mayor número e intensidad los impactos positivos del proyecto, con notable repliegue de las consecuencias del proyecto.

Durante esta etapa se receptorá todos los beneficios relacionados con el mejoramiento de la calidad de vida de la población, en especial a lo que se refiere a los ciclistas.

Los potenciales impactos predominantes positivos durante la fase de operación y mantenimiento, serán de carácter permanente e incidirán sobre el mejoramiento de las condiciones de habitabilidad y desarrollo de las actividades productivas de toda la población

4.4.4 Evaluación de efectos a bienales

Por el carácter social que representa el proyecto se consideran con mayor peso a los factores de salud, socio-económicos, estéticos, y culturales, sin descuidar los componentes abióticos y bióticos que complementan el entorno donde se desenvuelve el proyecto.

Se puede afirmar que el proyecto tendrá un impacto ambiental positivo, al considerar tanto los aspectos benéficos como los perjudiciales.

Se debe indicar que la mayoría de condiciones consideradas serán de ejecución inmediata y alteran el medio en forma localizada y temporal. Por lo tanto de los valores obtenidos de la matriz se afirma, que será factible revertir el efecto global negativo a efectos de tener un impacto positivo o benéfico, aún en esta etapa mediante la implantación de medidas de



mitigación que disminuyen o eliminen las acciones perjudiciales, medidas que harán que el proyecto en forma global tenga un efecto benéfico para el medio ambiente.

La mayoría de las acciones deprimidas sobre los factores ambientales podrán ser mitigadas solamente empleando un buen criterio positivo, por lo que se hace necesario en el presente proyecto se consideren e influyan las medidas de mitigación a proponerse y se ejecute a su vez una fiscalización adecuada de todas las obras contempladas en el proyecto.

□ para esto hay métodos para evaluarlo como son:

Las matrices causa-efecto: Estos son sobretodo métodos de justificación y valoración que puede ser ajustados a las distintas fases del proyecto, realizando un análisis de las reacciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos en el medio.

Matriz de Leopold: Al utilizar esta matriz tomamos en cuenta cada acción y su potencial impacto sobre cada elemento ambiental. Cuando se prevé un impacto, la matriz aparece marcada con una línea diagonal en la correspondiente casilla de su interacción, luego describimos la interacción en términos de magnitud e importancia en la escala de 1 a 10.



MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

FACTORES AMBIENTALES		ACCIONES QUE CAUSAN IMPACTO AMBIENTAL										Afectaciones Positivas		Afectaciones Negativas	
		Modificación del hábitat	Ruido y Vibraciones	Alteraciones en el tránsito	Emisión de partículas	Pavimentación	Señalización	Dotación de Servicio	Afectaciones Positivas	Afectaciones Negativas					
FACTORES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	CALIDAD DEL SUELO	-2	5	-3	3	4	-3	-5	3	-2	4	0	5	-54	
	CALIDAD DEL AGUA							-2	2			0	1	-4	
	CALIDAD DEL AIRE	-2	5	-4	3	7	4	-4	2	5	5	1	5	-55	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	NIVEL ACUSTICO	-2	4	-2	5	5		-5	3			0	4	-53	
	FLORA	-7	7					-2	3			0	3	-85	
FACTORES CULTURALES	ESTILO DE VIDA	2	8		5			-3	5	9	9	3	2	121	
	SALUD Y SEGURIDAD	2	8	6	7	5		-2	2	9	9	4	3	141	
	DESARROLLO URBANO	7	7					4	5	6	6	4	0	154	
AFECTACIONES POSITIVAS		3	0	1	0	1	0	1	3	4	12				
AFECTACIONES NEGATIVAS		4	5	3	4	6	0	6	0	1	22				
PROMEDIOS ARITMETICOS		4	-78	-8	-113	-32	198	194	165						

Figura 28. Ejemplo de una tabla de matriz en una ciclovía.



1.2. Medidas de mitigación

En la etapa de Construcción, se devén de considerar y cuidar una serie de aspectos como los quea continuación se mencionan, y no son los únicos sino los que considero más importantes, ya que esto deberá estar apegado a las normas ambientales que así lo soliciten.

➤ Calidad del aire:

- ◆ Evitar la generación de polvo a través de mantener húmeda la tierra o asfaltos flexibles y rígidos que se está demoliendo.
- ◆ Se determinará la obra los sitios convenientes para ubicar ~~de~~ depósitos y préstamo, de tal manera que la acción del viento no produzca acarreo de material.
- ◆ Para transportar el material se utilizará equipo mecánico en buenas condiciones, sin ocasionar interrupciones en el tráfico vehicular.

➤ Calidad del suelo y uso del suelo:

- ◆ Con el objeto de restaurar los sitios utilizados para depósito de materiales, una vez concluida la construcción el constructor de la obra acarreará el material hacia las áreas destinadas para el mismo.

➤ Salud y condición de vida:

- ◆ Será necesario durante esta etapa señalar convenientemente los desvíos del tráfico vehicular o la existencia de obstáculos y peligros como: las excavaciones, acumulación de materiales y otros principalmente en sitios identificados como intersección de la vía, andenes, oficinas, almacenes, etc., existentes.
- ◆ Deberá darse un estricto cumplimiento de los cronogramas de ejecución de obra, para que las molestias e interrupciones no duren más de lo necesario.
- ◆ Se determinará adecuadamente las rutas alternas que mejor accesibilidad permita la zona del proyecto, a fin de no interrumpir los servicios públicos, como recolección de desechos sólidos, accesos a los centros de educación y de salud especialmente.



➤ **Seguridad laboral y publica:**

- ◆ Todo el personal que labore en la construcción deberá contar con el respectivo equipo de seguridad.
- ◆ Sealización conveniente y acceso restringible al área de construcción, para evitar la producción de accidentes.

➤ **Calificación ambiental del proyecto**

En la implementación del Sistema de Ciclovía en su construcción se producen efectos ambientales negativos, los cuales tienen un carácter temporal y localizado que pueden ser fácilmente mitigados a través de emplear un buen criterio positivo apegado a las normas, y complementado con una fiscalización de amplio criterio ambientalista.

2.2. Paisaje urbano

La imagen urbana está integrada por diversos elementos físico-espaciales que deben estar estructurados para que en conjunto transmitan al observador una perspectiva legible, armoniosa y con significado. Esta imagen no está compuesta sólo de concepto, sino que es el resultado de la articulación de varios elementos a los cuales se les imprime relevancias dentro del contexto urbano o ante la comunidad.

El aprovechamiento del paisaje natural hace más ameno un recorrido. El tratamiento del medio ambiente urbano, dotado de una imagen agradable en armonía con el conjunto de elementos del entorno tanto de las pistas destinadas a la recreación como a las de uso utilitario, es fundamental para el estímulo de uso de la infraestructura por el ciclista, además, define la imagen de los sectores y caracteriza los espacios, despertando el sentido de pertenencia en la ciudadanía.

Al elaborar el diseño paisajístico de la ciclovías se deben definir y tener en consideración los siguientes aspectos:

- ◆ **Ejes visuales de interés:** Considerar los focos que generan los ejes para localizar elementos de remate en los espacios adecuados.



- ◆ **Vistas cercanas:** El carácter de un espacio por su función y componentes puede reflejar una imagen representativa, la que se debe evidenciar para los usuarios de la ciclovías y peatones.
- ◆ **Vistas medianas:** Son las imágenes periféricas y las que ofrecen los componentes del paisaje próximo que a manera de referenciales sirven de orientación para los usuarios.
- ◆ **Vistas lejanas:** Los Cerros orientales como telón de fondo de la ciudad y los hitos que allí se encuentran, así como edificaciones representativas en el horizonte han de ser considerados como remates visuales.
- ◆ **Carácter de los corredores:** Se debe considerar la composición espacial, la definición de usos y paramentación, la arborización representativa y el mobiliario. Se involucran elementos estructurales o equipamiento para referenciar y dar énfasis del carácter.
- ◆ **Rondas de los ríos y canales:** Definición espacial y de la imagen del conjunto, eliminando los terrenos residuales.
- ◆ **Parques lineales:** Conceptualizar cada parque para la implementación de acuerdo con la zona de influencia inmediata e integración al sistema de parques.

El tratamiento del medio ambiente en el entorno inmediato o próximo tanto de las pistas destinadas a la recreación como a áreas de uso utilitario, constituye un elemento fundamental para el estímulo de uso de la infraestructura por el ciclista.

2.2. Principios de diseño del paisaje

A continuación, se describen los principales elementos que se tienen en cuenta en el diseño del paisaje:

- ◆ Se ha de realizar un proceso metodológico partiendo del inventario de los elementos que componen el paisaje, vegetación, atributos funcionales y estéticos para determinar cualidades visuales del espacio y los requerimientos funcionales climáticos para así formular los criterios de diseño efectos visuales, funcionales y proponer el manejo adecuado de las especies vegetales en el espacio, en armonía con otros elementos equipamiento, mobiliario y los acabados de piso y fachadas.
- ◆ Recomendación especial de conservar y reforzar los ecosistemas naturales, preservar las zonas ecológicas frágiles vulnerables a la urbanización y proteger la susceptibilidad a la erosión.



➤ **Ajardinamiento.**

Para fortalecer la implantación de ciclovías, debe considerarse el valor paisajístico que la vegetación introduce a los espacios de la ciudad, mitigando la dureza visual del asfalto, el concreto y demás materiales constructivos, haciendo más habitables y cómodos los espacios urbanos. Un adecuado ajardinamiento y manejo de la arborización multiplica el interés de una ciclovía y motiva el interés de la ciudadanía en apoyar los cambios para su creación.

Las virtudes paisajísticas de la vegetación bien utilizada, proporcionan protección e imagen. Los criterios de porte, forma, textura y la correspondiente forma de siembra han de ser cruzados con los derivados de las necesidades del espacio, de la circulación del ciclista, y del mantenimiento de las vías.

Se sugiere seleccionar adecuadamente la vegetación con base en:

- ◆ Resistencia a las condiciones del medio urbano, al clima, precipitación y tipo de suelo.
- ◆ Fitotectura: Forma del follaje, tamaño, textura y color, hojas, flores, frutos. Altura y crecimiento, estructura de sus ramas características de sombra y luz, desarrollo del ejemplar en el tiempo y mantenimiento requerido.
- ◆ Disponibilidad en el mercado de viveros. Se hace necesaria la utilización de especies nativas, frutales, y representativas del piso térmico buscando consolidar las especies existentes así como conservar las comunidades dominantes.

Con el uso adecuado de la vegetación se puede:

- ◆ Proteger del ruido, viento, polvo a los espacios complementarios a los ciclistas.
- ◆ Canalizar las vistas de edificios y objetos para el recorrido del ciclista.
- ◆ Articular los espacios y subdivisiones de las áreas.
- ◆ Cercar o enmarcar un espacio, un tramo o trayecto especial de la ciclovía.

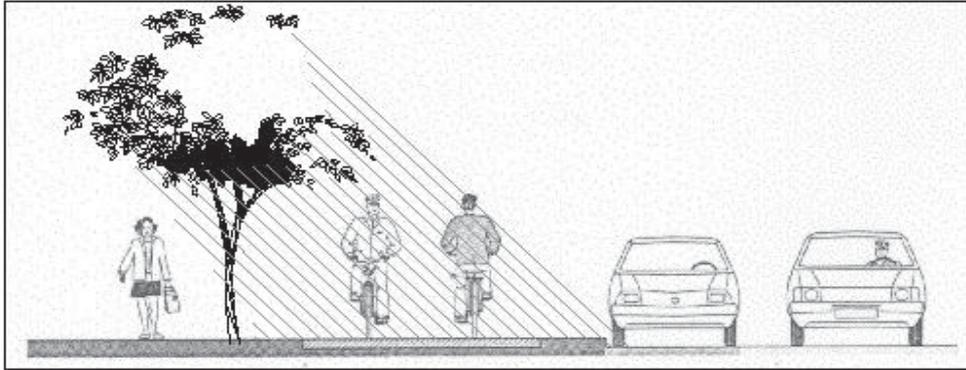


Figura 29. Protección del sol al usuario en una ciclovía.

1.1. Conceptos básicos

Las cualidades dinámicas de un entorno deben ser aprovechadas para darle interés al paisaje urbano, buscando ubicar actividades o funciones de esta manera el usuario se apoyará visualmente en las vistas que ofrece el espacio para orientarse y manejar su sentido de dirección u orientación.

Determinadas las características visuales de un espacio, se deben involucrar en él las imágenes inherentes a su entorno, valorar y jerarquizar las vistas estableciendo un deseo visual para los usuarios. Esto nos establece un grado de focalidad o de enclaustramiento visual con lo que podemos localizar funciones, espacios de relevancia o direccionamientos.

Es importante para determinar un impacto o una caracterización visual, evaluar el tamaño del espacio en términos de superficie y su relación de tamaño con otros espacios vecinos.

➤ Secuencia visual.

La diversidad en la fisonomía del terreno ofrece la posibilidad de incorporar a la trama urbana algunos factores como perspectivas, vistas, secuencias visuales, y variedad visual. Es conveniente usar la secuencia mediante la continuidad en la percepción de espacios u objetos organizados y la sucesión de elementos para dar movilidad, ambientación, dirección, y cambio visual.

La definición de una imagen principal o secundaria depende también del tipo de actividad predominante que se desarrolla en el espacio. La orientación en la circulación es importante,

así como la aparente dirección hacia una meta o claridad de entradas y salidas en los espacios. Se considera también la escala respecto a los objetos que circundan y crean el escenario para el usuario la pista de la ciclovía, debe estar evidenciada en el espacio para que sea estímulo atracción e invite a moverse a través del espacio sugerido.

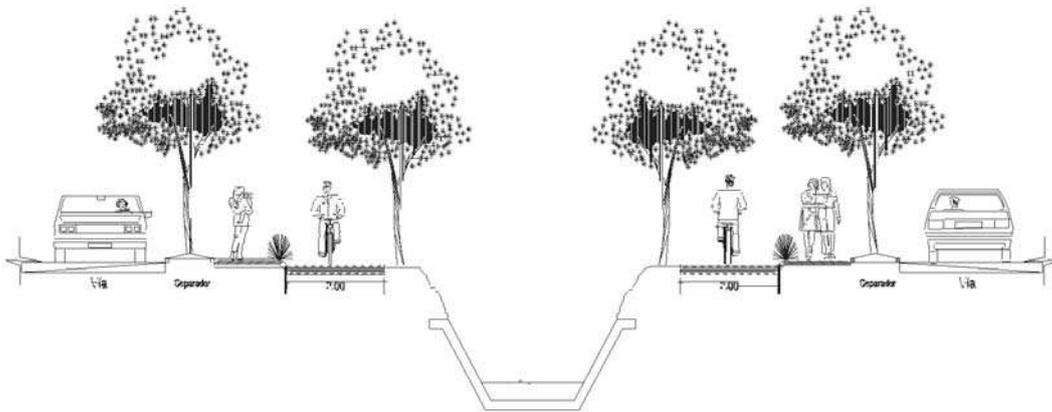


Figura 30. Secuencia visual en una ciclovía.

4.5. Iluminación de la Ciclovía

La iluminación de las ciclovías deberá ser estudiada con cuidado, tanto para la comodidad de los usuarios, como para su seguridad. La pista debe ser bien iluminada, a fin de que el ciclista perciba los peligros que le puedan presentar.

La visibilidad juega un papel fundamental en las intersecciones. En primer lugar, es necesario que el ciclista que atraviesa una vía o calle sea visible al conductor de los vehículos automotores que circulan por esa vía o calle. Es preciso, por tanto, que el ciclista se destaque sobre un fondo claro, el cual puede ser obtenido prolongándose la iluminación de la vía más allá del cruzamiento, tal como se aprecia en la Figura 20.

En segundo lugar, se pretende que conductores de vehículos automotores vean a los ciclistas, no sólo cuando entran a la intersección, sino un poco antes. Es necesario iluminar la ciclovía alrededor de 50 m en la aproximación al cruce, con el fin de que el conductor pueda percibir a tiempo el momento en que el ciclista va a penetrar al cruce Figura 20.

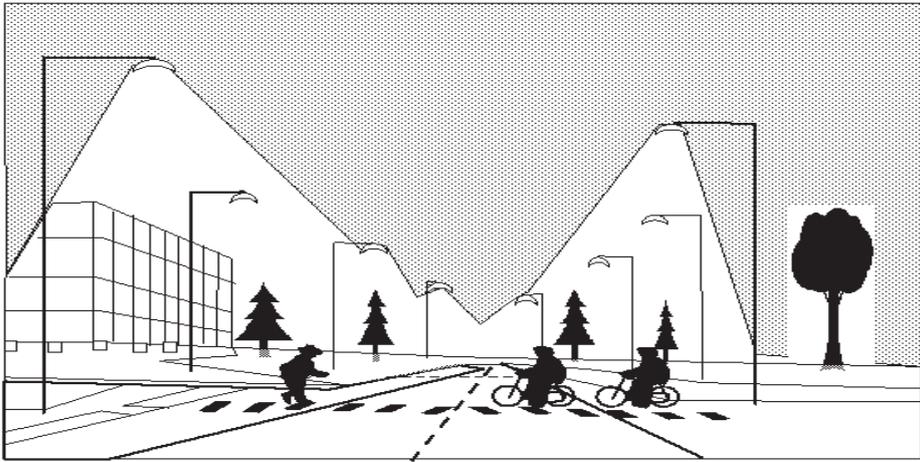


Figura 31. Iluminación en intersecciones en una ciclovia.

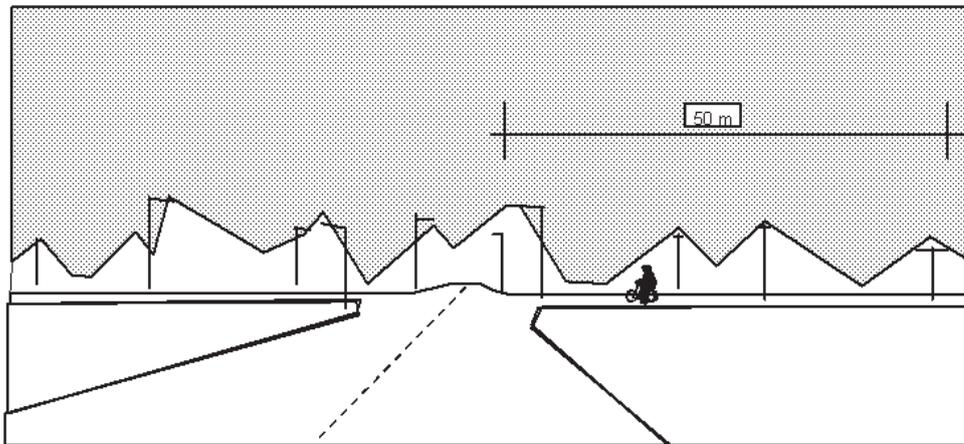


Figura 32. Iluminación en aproximaciones de una intersección de ciclistas.



CONCLUSIONES Y PROPUESTAS

De manera sintética, consecuencia del trabajo desarrollado, se pueden establecer las siguientes conclusiones generales:

- ◆ En México, en la gran mayoría de sus ciudades, incluyendo Morelia, hace falta una cultura limpia o verde. Se requieren nuevos paradigmas de movilidad y transporte que sean congruentes con políticas de desarrollo sustentable.
- ◆ El uso de la bicicleta como vehículo de transporte no motorizado es una alternativa que debe implementarse con carácter de urgente, lo cual es factible si existe compromiso social y voluntad política de gobernantes. Es posible cambiar a nuevos niveles de convivencia social y de compartir los espacios públicos, haciendo con ello más humana nuestras relaciones y más saludable nuestra existencia y la de las generaciones futuras si en los modelos de desarrollo social y de infraestructura se contemplan formas de transporte no motorizado.
- ◆ No se cuenta con la cultura, la legislación y la infraestructura del uso de espacios públicos compartidos ordenada y respetuosamente por todos los usuarios.
- ◆ No existe el marco normativo y regulatorio para la planeación, construcción, mantenimiento y operación de ciclovías, que proporcione certeza a desarrolladores y usuarios como una forma alternativa y sustentable de transporte.
- ◆



BIBLIGRAFIA

AASHTO Task Force on Geometric Design, "Guide for the Development of Bicycle Facilities", 1991.

PELLERINALES ELLERIN APELLERIN, SE APELLERIN SECA APELLERIN, "Manual para el Planeamiento, Proyecto y Ejecución de Pistas Ciclistas", 1985.

CARRO CARRERA Visión Sistémica del Planeamiento. Otili. Barcelona, 1970.

CARRERA Co. et Al. Estudio del plan maestro de transporte urbano de Santa Fe de Bogotá, en la República de Colombia. CA. Bogotá, 1997. CARRERA APELLERIN FERRERIS CARRERA CARRERA ELLERIN – ELLERIN – SYSTRA, "Diseño conceptual del Sistema Integrado de transporte masivo de la Sabana de Bogotá – Informe Fase I", 1997.

CARRERA CARRERA ELLERIN – ELLERIN – SYSTRA, "Diseño conceptual del Sistema Integrado de transporte masivo de la Sabana de Bogotá – Informe Fase Anejo 1.1-1, Resumen Ejecutivo", 1997.

CARRERA CARRERA ELLERIN – ELLERIN – SYSTRA, "Diseño conceptual del Sistema Integrado de transporte masivo de la Sabana de Bogotá – Informe Fase Anejo 1.1-1, Resultados de Encuestas y Aforos", 1997.

CARRERA CARRERA ELLERIN – ELLERIN – SYSTRA, "Diseño conceptual del Sistema Integrado de transporte masivo de la Sabana de Bogotá – Informe Fase Anejo 1.1-2, Diseño y calibración del Modelo Integral TRANUS", 1997.

ARRERA. Ordenamiento y Administración del Espacio Urbano en Bogotá 1981. ARRERA. Bogotá, 1970.

ARRERA. "Por el cual se adopta el plan vial para el Distrito Especial de Bogotá y se clasifican sus vías según su capacidad, función y uso" (Acuerdo 2 de 1980). 1980

ARRERA. Estatuto para el Ordenamiento Físico del Distrito Especial de Bogotá. Acuerdo ARRERA ARRERA. Bogotá, 1990.

ARRERA CAPELLERIN AL CARRERA. LARRERA, "Factibilidad y Diseño de La Primera Etapa de una Red de Ciclovías en La Sabana de Bogotá". OLLERIN ELLERIN diagnóstico y selección de Alternativas, CA. 1985



ICA, “Estudio del Plan Maestro del Transporte Urbano de Santafé de Bogotá en la República de Colombia”. Informe Final (Sumario), 1996.

ICA, “Estudio del Plan Maestro del Transporte Urbano de Santafé de Bogotá en la República de Colombia”. Informe Final (Informe Principal), 1996.

ICA, “Estudio del Plan Maestro del Transporte Urbano de Santafé de Bogotá en la República de Colombia”. Informe Final (Manual de Planeación del Transporte Urbano), 1996. LEGIS, “Normativa en Bogotá”. Santa Fe de Bogotá, 1997.

INSURFIDE, Dirección General de Vivienda y el Urbanismo, “Calmar el Tráfico”, 1998.

INSURFIDE. “La Bicicleta en la Ciudad – Manual de Políticas y Diseño para Favorecer el Uso de la Bicicleta como Medio de Transporte”, España, 1996.

INSURFIDE – Empresa Brasileña de Planeamiento de Transporte – GEIPOT. “Estudios de Transporte Ciclovionario”_ “Instrucciones para Planeamiento”, Brasil, 1980.

INSURFIDE – Empresa Brasileña de Planeamiento de Transporte – GEIPOT. “Technical Handbook Of Bikeway Design”.

INSURFIDE – Empresa Brasileña de Planeamiento de Transporte – GEIPOT. “Planeamiento Ciclovionario, una Política para las Bicicletas”.

ALVARO CAJAL A., EVELLOS, ECOCOC, “Alternativas de Transporte en América Latina: La bicicleta y los triciclos”, 1985.

RODNEY TOLLEY, “The Greening of urban Transport: Planning for Walking and Cycling in Western Cities”, 1993.

SECORATA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE SANTA FE DE BOGOTÁ, Cal y Mayor y Asociados S.C. “Lineamientos para el proyecto de Ciclovías, Santa Fe de Bogotá, 1988

SECORATA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, “Código Nacional de Tránsito – 1996”. Santa Fe de Bogotá, 1997.