

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

---

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



INFORME TÉCNICO FINAL  
PRÁCTICA SUPERVISADA  
**Proyecto de Corredor Ciclista Inter-Universitario**

**Alumna:** Farré, María José

**Matrícula:** 35.572.882

**Tutora interna:** Ing. Albrieu, Laura

**Carrera:** Ingeniería Civil - Plan 2005

Córdoba, 2015

# ÍNDICE

---

AGRADECIMIENTOS.....	1
CAPÍTULO 1.....	2
Introducción.....	2
Breve reseña.....	3
Objetivos de la Práctica Supervisada.....	4
Estructura del trabajo.....	5
CAPÍTULO 2.....	6
Conceptos generales sobre el transporte.....	6
Modelo general del desarrollo urbano.....	7
Impactos del desarrollo urbano en la movilidad.....	8
Uso de la bicicleta en América Latina y el Caribe.....	8
CAPÍTULO 3.....	11
Planificación del ciclismo (AASHTO).....	11
Antecedentes.....	12
Importancia de la planificación para el ciclismo.....	12
Factores que influyen en el comportamiento del ciclismo.....	13
Tipos de procesos de planeamiento de transporte.....	14
Planificación de redes de transporte en bicicleta.....	14
Información para ciclistas en la red.....	17
Herramientas de análisis técnico para la planificación de la bicicleta.....	17
Integrar las instalaciones para bicicletas con el tránsito.....	18
CAPÍTULO 4.....	19
Operación de la bicicleta y seguridad (AASHTO).....	19
Introducción.....	20
Vehículo de diseño.....	20
Principios de tráfico para ciclistas.....	20
Causas de accidentes en bicicleta.....	21
CAPÍTULO 5.....	23
Diseño de bisisendas (AASHTO).....	23
Introducción.....	24
Elementos del diseño.....	24
Carriles compartidos.....	24

Carriles compartidos marcados .....	25
Bicisendas .....	27
Señalización en bicisendas .....	32
Bicisendas en intersecciones .....	34
Adaptación de las instalaciones para bicicletas en calles existentes .....	36
Cruces a nivel de ferrocarril .....	40
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>41</b>
<b>Diseño de ciclovías (AASHTO)</b> .....	<b>41</b>
Introducción .....	42
Elementos del diseño .....	42
Diseño de intersecciones de ciclovías .....	55
Marcas en el pavimento, señales y semáforos .....	59
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>62</b>
<b>Estacionamiento para bicicletas (AASHTO)</b> .....	<b>62</b>
Introducción .....	63
Planificación para el estacionamiento de bicicletas .....	63
Estacionamientos para bicicletas a corto plazo .....	63
Estacionamientos para bicicletas a largo plazo .....	64
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>65</b>
<b>Mantenimiento y operación (AASHTO)</b> .....	<b>65</b>
Introducción .....	66
Programas de mantenimiento y actividades recomendadas .....	66
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>67</b>
<b>Caso concreto de la ciudad de Córdoba</b> .....	<b>67</b>
Ubicación y características de la ciudad .....	68
Situación actual .....	68
Corredor Ciclista Inter-Universitario .....	69
Análisis de la situación .....	70
Proceso seguido hasta selección de traza definitiva .....	70
Relevamientos .....	75
Traza definitiva .....	95
Diseño de los tramos de la traza propuesta .....	96
Paquete estructural y cómputo métrico .....	114
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>117</b>

ANEXOS.....	118
Planos .....	118

## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios, por todo.

A mis papás, Juan Carlos y Amelita, por el apoyo incondicional que me brindaron siempre y por todo su amor. En aquellos momentos no tan felices, fueron mi sostén y en los momentos alegres, disfrutaron junto a mí. Gracias por sus consejos y por ayudarme siempre.

A mis hermanos Marcos, Caro, Mati y Ale, que siempre me acompañaron, me aconsejaron y me cuidaron.

También quiero agradecerles a mis sobrinitos, por su cariño y por robarme siempre una sonrisa.

A mis amigas de la vida, por todos los momentos compartidos.

A mis dos grandísimas compañeras y, por sobre todo, amigas, Lali y Agus. Desde el cursillo inseparables. Gracias por las risas, las anécdotas y el apoyo constante.

A mi tutora, Ing. Laura Albrieu, por acompañarme en los últimos meses como estudiante y por brindarme la posibilidad de adentrarme en lo que es el ejercicio profesional. Gracias por todo el apoyo, por la paciencia, por el tiempo dedicado, por los consejos y por los ánimos.

A la Facultad. Gracias a los profesores por todas sus enseñanzas y a mis compañeros. Realmente han hecho que esta etapa de mi vida sea inolvidable y que me lleve los mejores recuerdos.

# CAPÍTULO 1

---

## INTRODUCCIÓN

## BREVE RESEÑA

---

Son de público conocimiento las numerosas ventajas que presenta el uso de la bicicleta como medio de transporte sustentable. Los beneficios se dan según numerosos puntos de vista: ecológico, eficiencia energética, económico, salud, autonomía, seguridad, rapidez, ocupación del espacio, integración social, versatilidad e intermodalidad.

En este trabajo se propone la conformación de un Corredor Ciclista Inter-Universitario que vincula el centro de la ciudad de Córdoba con los principales polos de atracción de viajes estudiantiles: la Universidad Católica de Córdoba (sede Centro y Campus), la Universidad Nacional de Córdoba (Centro y Ciudad Universitaria) y la Universidad Tecnológica Nacional (universidad y campo de deportes).

A medida que pasa el tiempo, van surgiendo cada vez más propuestas en torno a este medio de movilidad. Es por ello que es necesario entender y analizar tres factores intervinientes: bicicletas, ciclistas e infraestructura para bicicletas.

Para poder emprender esta tarea y llegar a una propuesta concreta es que basé mi análisis fundamentalmente en la guía *Guide for the Development of Bicycle Facilities* de AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).

También utilicé, entre otros recursos, algunos proyectos de egresados de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, ya que existen algunos aspectos de análisis en común entre trabajos presentados con anterioridad y éste en particular. Esto fue útil de varias maneras:

1. Para corregir y cambiar algunos aspectos de mi propuesta, al darme cuenta de que existía una solución mejor a algo que yo había planteado de otro modo.
2. Para compatibilizar mi propuesta con los proyectos que actualmente existen. De esta forma, si la Municipalidad decidiera ejecutarlos, estos proyectos en su conjunto tendrían un sentido, un objetivo en común.
3. Para obtener nuevas ideas de temas a investigar.

La propuesta busca significar una opción conveniente, segura y bien diseñada con el fin de acomodar e incentivar el ciclismo en la ciudad de Córdoba.

## OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

---

La Práctica Supervisada fue llevada a cabo junto con el grupo de investigación de la Universidad Nacional de Córdoba, dentro del proyecto “Integración e inclusión del modo bicicleta”. Se realizaron trabajos para BiciUrbanos, quien actuó como entidad receptora.

Entre los objetivos del desarrollo de la Práctica Supervisada se puede hacer una distinción entre objetivos generales y objetivos particulares.

### Objetivos generales

- ⇒ Contribuir con la tarea de orientación del alumno respecto a su ejercicio profesional.
- ⇒ Ganar experiencia práctica que complemente la formación académica brindada por la Universidad.
- ⇒ Interactuar, tanto con profesionales de la Ingeniería Civil, como así también de otras áreas.
- ⇒ Desarrollo de criterio para la solución de problemas.

### Objetivos particulares

- ⇒ Fomentar el uso de la bicicleta en la ciudad de Córdoba como una opción de transporte, más allá de su fin recreativo.
- ⇒ Familiarizarme con la guía AASHTO para el diseño de infraestructura ciclista.
- ⇒ Investigar y leer informes de congresos y otras bibliografías para adquirir conocimiento sobre el tema y poder aplicarlo en el desarrollo del proyecto.
- ⇒ Proponer una solución técnica para el Corredor Ciclista Inter-Universitario, utilizando herramientas ingenieriles y aplicando principalmente lo establecido por la guía AASHTO.
- ⇒ Realizar trabajo de campo.
- ⇒ Elaborar planos e informes que permitan transmitir los proyectos con precisión y claridad.

## ESTRUCTURA DEL TRABAJO

---

A continuación, el trabajo estará estructurado de la siguiente manera:

- ⇒ Capítulo 2: Conceptos generales sobre el transporte. Se exponen algunas nociones sobre desarrollo urbano, transporte y ciclismo que servirán de base para los demás capítulos.
- ⇒ Capítulo 3: Planificación del ciclismo (AASHTO). Se tratará fundamentalmente su importancia y el modo de llevarla a cabo.
- ⇒ Capítulo 4: Operación de la bicicleta y seguridad (AASHTO). Se dará una visión de cómo se da en la práctica el ciclismo y cuáles son las posibles causas de accidentes.
- ⇒ Capítulo 5: Diseño de bicisendas (AASHTO). Se analizarán sus elementos de diseño y los diferentes casos particulares que pueden presentarse. También se tratará lo referente a la señalización y a las medidas que pueden tomarse para incorporar este tipo de infraestructura.
- ⇒ Capítulo 6: Diseño de ciclovías (AASHTO). Se analizarán sus elementos de diseño y los diferentes casos particulares que puedan presentarse. También se tratará lo referente a la señalización.
- ⇒ Capítulo 7: Estacionamiento para bicicletas (AASHTO). Se dará una breve reseña sobre el planeamiento y se distinguirá entre estacionamientos a largo y a corto plazo.
- ⇒ Capítulo 8: Mantenimiento y operación (AASHTO). En este capítulo se darán algunas recomendaciones al respecto.
- ⇒ Capítulo 9: Caso concreto de la ciudad de Córdoba. Se analiza con profundidad el proyecto del Corredor Ciclista Inter-Universitario, dentro de la ciudad de Córdoba. Se comentará sobre el proceso seguido hasta el logro de la traza definitiva y se expondrán las características de diseño de cada uno de los tramos propuestos.
- ⇒ Conclusiones.
- ⇒ Bibliografía.
- ⇒ Anexos.

# CAPÍTULO 2

---

## CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL TRANSPORTE

## MODELO GENERAL DEL DESARROLLO URBANO

---

Las ciudades se configuran en los lugares donde las personas viven, trabajan y desarrollan una serie de actividades, ya sea dentro o fuera de los hogares. Las actividades realizadas fuera de las casas demandan el uso de formas diferentes de desplazamiento. Para comprender qué desplazamientos se realizan y qué tipo de transporte es necesario para llevarlos a cabo, es necesario comprender cómo está estructurada la ciudad, cómo se distribuyen las actividades en su espacio, así como cuáles son los factores de mayor influencia en la movilidad de las personas y en la elección de los modos de transporte.

En este proyecto en particular se pone énfasis en las actividades vinculadas al ámbito universitario. La realidad es que una gran cantidad de estudiantes reside en zonas cercanas a las diferentes universidades y los viajes que se realizan debido a ellas son muy numerosos. Para fomentar el ciclismo en la ciudad se han hecho diversos estudios al respecto. Sin embargo, resulta interesante destacar algunas conclusiones del “Análisis de la influencia de los atributos del modo bicicleta para mejorar la movilidad en la ciudad de Córdoba”:

- ⇒ La bicicleta resulta un medio con posibilidades de competir con el transporte motorizado, en la población menor de 40 años, en especial en el caso de estudiantes y empleados.
- ⇒ Los estudiante son mayoría (47%) entre quienes fueron entrevistados y que viven en un radio de 20 cuadras al centro. Casi en su totalidad usan la bicicleta para acceder al centro o están dispuestos a usarla bajo ciertas condiciones.
- ⇒ El 42% de los estudiantes tienen una frecuencia de 2 o menos viajes al centro semanales, el 26% entre 3 y 4 viajes y un 32% lo hace todos los días hábiles.
- ⇒ Sin importar la ocupación, ni distancias a recorrer hasta el centro, las condiciones necesarias reclamadas por los usuarios y potenciales usuarios de la bicicleta son casi por unanimidad la de disponer seguridad en el tránsito, seguridad en el entorno y estacionamientos específicos para bicicletas en el centro.

Más allá de la multiplicidad de beneficios que presenta el uso de la bicicleta en general, a partir de estas conclusiones se puede observar que es realmente factible

implementar dentro de la ciudad de Córdoba proyectos en torno a este medio de movilidad.

## IMPACTOS DEL DESARROLLO URBANO EN LA MOVILIDAD

---

Son numerosas las causas que generan congestión vehicular, pero es necesario destacar que la demanda de transporte es “derivada”. Es decir, pocas veces los viajes se producen por un deseo intrínseco de desplazarse. Generalmente, obedecen a la necesidad de acceder a los sitios en que se llevan a cabo las distintas actividades (como el trabajo, las compras, el estudio, la recreación, el descanso, etc.), todas las cuales se realizan en lugares diferentes.

La zona inter-universitaria dentro de la ciudad de Córdoba abarca áreas de importante congestión durante las horas pico fundamentalmente. Una opción de mitigación es precisamente el ciclismo.

## USO DE LA BICICLETA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

---

En las ciudades de América Latina y el Caribe (ALC), el uso de la bicicleta como medio de transporte urbano está creciendo significativamente y está ayudando a mejorar la movilidad, la equidad y el acceso a oportunidades socioeconómicas. El ciclismo urbano es una opción de movilidad con alto potencial para reducir algunos de los problemas de las ciudades: la congestión de tráfico, la mala calidad del aire y las emisiones de gases que contribuyen al cambio climático. La bicicleta como opción de transporte contribuye al desarrollo y a la competitividad de las ciudades.

Estos beneficios sólo pueden materializarse si se construye o adapta infraestructura ciclo-incluyente, si los ciudadanos se involucran en los procesos de planeación de movilidad, si se adoptan políticas que regulen el uso y si las secretarías de movilidad cuentan con la información necesaria para monitorear el desempeño del uso de la bicicleta. Una política ciclo-inclusiva es aquella que busca integrar el uso de la bicicleta en la red de transporte con condiciones seguras y eficientes.

A la hora de formular políticas ciclo-inclusivas, es conveniente abordar cuatro áreas temáticas principales:

1. Infraestructura y servicios: son las características físicas de la red vial que facilitan un espacio seguro y conveniente para el usuario, en infraestructura

para circular y en otros servicios (tales como el estacionamiento). En este proyecto en particular se aspira a lograr un diseño adecuado para ciclovías y bicusendas dentro de la ciudad de Córdoba, con fundamentos técnicos basados en la guía AASHTO.

2. Participación ciudadana: se refiere a la participación, a la interacción y al intercambio de información entre usuarios, no usuarios, instituciones gubernamentales y otros actores clave, con el fin de promover el uso de la bicicleta como una opción de transporte cotidiano. Puntualmente en Córdoba, luego de charlas y reuniones, se logró el consenso entre los decanos de las diferentes universidades, la organización BiciUrbanos (como representante de los usuarios) y la Municipalidad de Córdoba.
3. Aspectos normativos y regulación: son las leyes, los decretos y la normativa general que regulan el uso de la bicicleta como medio de transporte urbano. Este es un campo en el que aún queda bastante por hacer en la ciudad, pero que es fundamental para que el ciclismo resulte una actividad segura.
4. Operación: analiza los aspectos relacionados con el uso de la bicicleta y los servicios que hacen posible su uso público. Incluye además las actividades de seguimiento de diferentes indicadores cualitativos y cuantitativos, los factores que generan su uso, lo fortalecen y los impactos positivos generados por el uso de las bicicletas como medio de transporte urbano. Este aspecto es muy importante como mecanismo de retroalimentación. Fomenta las actividades de mantenimiento, da lugar a correcciones y mejoras, permite proponer nuevos proyectos, entre muchos otros beneficios.



Figura Nº 1: Áreas temáticas de una política ciclo-inclusiva (Guía para impulsar el uso de la bicicleta - BID)

# CAPÍTULO 3

---

## PLANIFICACIÓN DEL CICLISMO (AASHTO)

## ANTECEDENTES

---

El ciclismo es un modo de viaje saludable y de bajo costo, que está disponible para casi todos. Es también una de las formas de transporte disponibles más eficientes desde el punto de vista energético. Como andar en bicicleta no genera contaminación, no necesita una fuente externa de energía y utiliza la tierra de manera eficiente, permite transportar a las personas efectivamente de un lugar a otro sin provocar impactos ambientales adversos.

Algunas encuestas sugieren que las personas apoyan el ciclismo porque colabora en el grado de seguridad y amigabilidad de los barrios, permite el ahorro en los costos de transporte, promueve una forma de hacer actividad física de manera rutinaria y reduce los impactos ambientales, emisiones y ruidos. El ciclismo incrementa la flexibilidad del sistema de transporte, proporcionando una opción de movilidad adicional, especialmente para viajes de corta distancia que son considerados muy largos para recorrerlos caminando.

## IMPORTANCIA DE LA PLANIFICACIÓN PARA EL CICLISMO

---

Como otros usuarios del sistema de transporte, los ciclistas necesitan acceso al trabajo, a los distintos servicios, a las actividades recreacionales y a otros destinos. La planificación para el uso existente y potencial de bicicletas debería estar integrada y coordinada junto con todo el proceso de planificación del transporte en general.

Una ventaja adicional del ciclismo es que todas las mejoras efectuadas para ciclistas resultan, en general, en mejores condiciones para los usuarios de otros medios de transporte.

Los planes para implementar los proyectos de bicicletas necesitan de políticas de apoyo en el plan general de la comunidad, en el plan maestro de transporte, en las distintas ordenanzas, en las regulaciones, entre otras. Todo esto es necesario para promover el diseño vial bici-compatible, para lograr la conexión entre los distintos barrios, para exigir los estacionamientos para bicicletas y para crear políticas al respecto.

Dependiendo de la comunidad, un plan ciclista puede involucrar diversos aspectos, como tiempos de luces de los semáforos, educación en seguridad, códigos de edificación y diseño de estacionamientos, políticas de uso de la tierra, políticas de transporte escolar,

marketing para promover esta opción de transporte, mantenimiento de calzadas, entre muchos otros.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DEL CICLISMO

---

Son numerosas las características que se han utilizado para clasificar a los diferentes tipos de ciclistas. Las personas no van a encajar en una sola categoría y a su vez, el perfil de un ciclista puede cambiar incluso en el mismo día.

### Propósito del viaje

El propósito del viaje puede ser de dos tipos. Los viajes no recreacionales son aquellos que las personas deben efectuar como parte de sus actividades diarias. Los viajes recreacionales son aquellos que se realizan con el fin de hacer actividad física o como una actividad de ocio.

Es difícil diferenciar ambos tipos de ciclismo porque el mismo sistema de transporte puede ser usado con ambos propósitos. Sin embargo, es importante distinguirlos porque los aspectos que prioriza cada uno son distintos.

### Nivel de habilidad y comodidad del usuario

Una forma de distinguir a los ciclistas es según su edad ya que, por ejemplo, un ciclista adulto viaja a mayor velocidad que uno infantil.

A su vez, existen ciclistas más experimentados y con mucha confianza propia y los que son casuales y menos seguros de sí mismos. Respecto a los ciclistas del primer grupo, éstos pueden viajar tranquilamente en la mayoría de las infraestructuras para bicicletas, incluyendo caminos con poco tratamiento especial para el ciclismo. El segundo grupo, en cambio, incluye a la mayor parte de la población y se trata de un amplio rango de personas. Para que este grupo elija la bicicleta como medio de transporte, sí o sí es necesaria una red física de infraestructuras para bicicletas que sea visible, conveniente y bien diseñada.

## TIPOS DE PROCESOS DE PLANEAMIENTO DE TRANSPORTE

---

Pueden citarse los siguientes tipos de procesos de planeamiento:

- ⇒ Plan integral de transporte: incluye planes de transporte de largo alcance, planes del sistema de autopistas, planes de seguridad vial y planes de gestión de la demanda de transporte. Estos planes deben además incluir recomendaciones para mejorar las conexiones para los ciclistas.
- ⇒ Planes maestros de bicicleta: se busca identificar los proyectos, políticas y programas que son necesarios para integrar plenamente el ciclismo como un modo viable de transporte dentro de una comunidad.
- ⇒ Impacto del transporte/estudios de tráfico: con esto se busca revelar información a las partes interesadas sobre los impactos potenciales y los beneficios del nuevo desarrollo.
- ⇒ Planificación de pequeñas áreas y a nivel corredor: los planes de transporte que se concentran en corredores específicos deben integrar las necesidades de los ciclistas con las del resto de los usuarios. La presunción en estos planes que es las necesidades de los ciclistas deben ser incluidas como una cuestión de rutina y que la decisión de no tenerlos en cuenta debería ser más una excepción que una regla.
- ⇒ Planificación a nivel proyecto: cuando un proyecto específico es identificado, se deben analizar algunos aspectos fundamentales con el objetivo de pasar del propio proyecto a la construcción del mismo. En este proceso se evalúan también las alternativas de diseño.

## PLANIFICACIÓN DE REDES DE TRANSPORTE EN BICICLETA

---

El elemento central de un plan para bicicletas va a ser la red de transporte de la bicicleta, compuesta por un sistema integral y conectado de banquetas pavimentadas, bicisendas, carriles compartidos, bulevares para bicicletas, rutas para bicicletas y ciclo vías.

### Decidir a dónde se necesitan mejoras

Todas las calles deberían ser accesibles por bicicleta, a menos que hubiera alguna prohibición específica. Cuando se construyen o reconstruyen calzadas, deberían incluirse bicarriles para acomodar las necesidades de los ciclistas. Sin embargo, la realidad técnica, política y financiera puede indicar que no todas las calles pueden ser inmediatamente diseñadas con los mejores o más apropiados bicarriles. Así, se deben tomar decisiones para analizar qué mejoras tendrán prioridad.

Los factores a considerar para tomar estas decisiones son:

- ⇒ Las necesidades de los usuarios
- ⇒ Los volúmenes de tráfico, mezcla de vehículos y velocidades
- ⇒ Las barreras que deben ser superadas
- ⇒ La conectividad con los distintos destinos
- ⇒ La rectitud de la ruta
- ⇒ La ruta lógica
- ⇒ Las intersecciones
- ⇒ La estética
- ⇒ El espaciamiento o densidad de bicarriles
- ⇒ La seguridad
- ⇒ El grado de viabilidad del proyecto

### Aproximación práctica al planeamiento de la red

Muchos de los planes más exitosos para permitir el ciclismo fueron implementados a través de un enfoque pragmático que involucra la organización de las mejoras y las alianzas oportunistas con otros proyectos. Por ejemplo:

- ⇒ Muchas comunidades han coordinado sus planes para bicicletas y sus programas para repavimentación de calles.
- ⇒ Se ha incluido la construcción de bicarriles en diversos proyectos, como una cuestión de política.
- ⇒ Se ha implementado infraestructura para bicicletas a través del desarrollo de la actividad del sector privado.
- ⇒ También se han logrado mejoras mediante la coordinación con proyectos de mayor envergadura, como puentes por ejemplo.

- ⇒ Se han podido construir ciclovías en corredores donde se estaban llevando a cabo mejoras en infraestructura y servicios públicos.
- ⇒ Se han utilizado corredores ferroviarios abandonados para construir ciclovías.

### Decidir el tipo apropiado de instalación

Las opciones de diseño para bicicleta son:

- ⇒ Carriles compartidos
- ⇒ Carriles compartidos marcados
- ⇒ Banquinas pavimentadas
- ⇒ Bicisendas
- ⇒ Bulevares para bicicletas
- ⇒ Ciclovías

### Consideraciones

La mejor selección entre todas las alternativas dependerá de la experiencia, del análisis de datos, del juicio ingenieril y de las limitaciones en el presupuesto. Las directrices locales varían considerablemente dentro de un país y, más aún, entre países. Por lo tanto, esta guía no provee reglas estrictas sobre cuándo conviene elegir una instalación u otra.

Una herramienta muy efectiva para fomentar el ciclismo es proveer una red visible de bicarriles; es más difícil atraer a las personas a usar algo que no es explícitamente aparente. La selección del bicarril adecuado debe estar basada en la siguiente información:

- ⇒ Tipo de calle (o función de la misma)
- ⇒ Volumen de tráfico
- ⇒ Velocidad
- ⇒ Mezcla de tráfico
- ⇒ Usuarios esperados
- ⇒ Condiciones de calzada
- ⇒ Puntos de acceso
- ⇒ Topografía

- ⇒ Usos de la tierra existentes y potenciales
- ⇒ Costo

### Diversos tipos de instalaciones en un mismo corredor

En general, las calles que efectivamente alojan a los ciclistas, combinan varios tipos de instalaciones, cada uno siendo utilizado en el lugar apropiado. Las transiciones entre los distintos tipos de instalaciones deben ser funcionales e intuitivas a través de toda la red.

## INFORMACIÓN PARA CICLISTAS EN LA RED

---

Desarrollar un sistema guía para bicicletas que provea información clara para el usuario e instrucciones de navegación es una tarea compleja. El diseñador debe considerar cuidadosamente las rutas que prefieren los ciclistas, haciendo un balance entre las necesidades de buenas condiciones para el ciclismo con las necesidades de acceso directo a ciertos destinos. La información provista por ciclistas locales puede ser muy útil cuando se planifican las rutas en bicicleta. En general, se recomienda empezar con una calle en particular o con una red simple y luego, la misma se va desarrollando de a poco (en lugar de intentar implementar una red extensa de una sola vez).

## HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA BICICLETA

---

Existe un gran número de técnicas de análisis que ayudan en la planificación de bicisarriles y sus redes. Éstas son:

- ⇒ Recolección de datos
- ⇒ Herramientas para el nivel de servicio
- ⇒ Análisis de la seguridad
- ⇒ Análisis de la demanda de viajes en bicicleta
- ⇒ Recolección de datos basada en GIS (sistema de información geográfica)
- ⇒ Análisis de costo/beneficio

## INTEGRAR LAS INSTALACIONES PARA BICICLETAS CON EL TRÁNSITO

---

La relativa facilidad de acceso al tránsito determina, por lo general, la decisión del viajero de circular con el mismo o no hacerlo. Los programas de educación al público sobre las conexiones entre el ciclismo y el tránsito pueden promover ambos modos simultáneamente. Al vincular el tránsito con las bicicletas, es posible superar diversas barreras.

Existen cuatro componentes principales la hora de implementar la integración bicicleta-tránsito:

1. Facilitar el acceso de bicicletas al tránsito
2. Ofrecer estacionamiento para bicicletas en lugares de tránsito
3. Mejorar los bicicarriles
4. Promover el uso de la bicicleta y los programas de tránsito

# CAPÍTULO 4

---

## OPERACIÓN DE LA BICICLETA Y SEGURIDAD (AASHTO)

## INTRODUCCIÓN

---

Debido a la exposición física del operador de la bicicleta y a las características únicas de su vehículo, los ciclistas son susceptibles a sufrir severas heridas (incluso en incidentes leves). Entender las características de operación de los ciclistas es, entonces, esencial para diseñar instalaciones que minimicen la probabilidad de daños.

## VEHÍCULO DE DISEÑO

---

Las dimensiones físicas y características de operación de los ciclistas varían considerablemente. Esta variación se debe, en una parte, a las diferencias entre tipos y calidades de bicicleta y en la otra, a las diferentes habilidades de los ciclistas.

Al igual que con los automóviles, existen múltiples tipos de bicicletas de diseño. Las dimensiones de diseño para bicarriles de esta guía están basadas en las características críticas de los diferentes tipos de bicicletas. En función de lo que se esté diseñando, se analizará cuál de todos es el verdadero usuario crítico.

## PRINCIPIOS DE TRÁFICO PARA CICLISTAS

---

Un profundo conocimiento de estos principios es necesario para planificar y diseñar bicarriles y calles abiertas al ciclismo.

Como las leyes difieren de lugar a lugar, a continuación se exponen los principios básicos que son considerados universales y que van más allá del estatuto legal:

- ⇒ Normalmente, los ciclistas en una calle de doble mano circulan por el lado derecho de calzada.
- ⇒ Los ciclistas obedecen las señales de “pare” y de “ceda el paso”.
- ⇒ Los ciclistas ceden el paso cuando desean cambiar de carril.
- ⇒ Los ciclistas efectúan la maniobra de pasaje a otros vehículos por la izquierda.
- ⇒ La posición lateral de los ciclistas en la calzada está determinada por la velocidad y el ancho disponible.
- ⇒ Los ciclistas acceden a la intersección en el carril disponible que más a la derecha se encuentre.

- ⇒ Los ciclistas tienen diversas opciones para efectuar un giro a la izquierda en una intersección.

## CAUSAS DE ACCIDENTES EN BICICLETA

---

A través de la comprensión de las causas más comunes de accidentes es que los diseñadores pueden entender la racionalidad que existe detrás de los principios de diseño que se proponen en esta guía.

### Conclusiones generales

- ⇒ Urbano versus rural: en áreas urbanas, la mayor parte de los accidentes ocurren en intersecciones. Accidentes serios y fatales tienen más probabilidad de suceder en áreas rurales.
- ⇒ Ciclistas jóvenes versus ciclistas adultos: los ciclistas menores a 15 años son los que más sufren choques con automóviles. Sin embargo, los ciclistas mayores a 44 años son los que más sufren daños serios y fatales.
- ⇒ Error del ciclista versus error del automovilista: la probabilidad de que el ciclista sea responsable de un choque es mayor para ciclistas jóvenes, mientras que la probabilidad de que el automovilista sea el responsable es mayor para ciclistas adultos.
- ⇒ Noche versus día: ocurren más accidentes durante la noche.
- ⇒ Circular por la vereda versus circular por la calzada: en general, es indeseable que los ciclistas circulen por las veredas. No sólo por los accidentes potenciales con automovilistas, sino también con peatones.

### Recomendaciones ante comportamientos comunes

- ⇒ Ciclistas circulando en sentido contrario al tráfico. La solución incluye educación y tratamientos ingenieriles que refuercen el sentido correcto de viaje (proveer biciesendas en ambos sentidos de viaje y utilizar la señalización adecuada).
- ⇒ Ciclistas circulando por la vereda. La solución incluye educación y un buen diseño de la calzada que permita a los ciclistas viajar por la misma (proveer

bicisendas en calles muy congestionadas o tomar medidas para reducir la velocidad de los automóviles).

- ⇒ Choque de ciclistas contra puertas abiertas de automóviles. La solución incluye educación y una correcta señalización.
- ⇒ Ciclistas que no ceden el paso en intersecciones. La solución incluye educación, tiempos de luces adecuados en semáforos e implementación de otras instalaciones para bicicletas.
- ⇒ Ciclistas atropellados por detrás. Esto ocurre principalmente en áreas rurales y la solución está en añadir banquetas pavimentadas para reducir el ancho de calzada.
- ⇒ Ciclismo nocturno. La solución está en educar a los ciclistas para que utilicen luces y el equipo necesario.

# CAPÍTULO 5

---

## DISEÑO DE BICISENDAS (AASHTO)

## INTRODUCCIÓN

---

Los ciclistas tienen necesidades de acceso y movilidad similares a otros usuarios del sistema de transporte y utilizan el sistema de calles como su medio de acceso al trabajo, a servicios o a actividades recreativas. Sin embargo, las bicicletas y los ciclistas tienen características únicas que deben ser entendidas para diseñar exitosamente para este modo.

A diferencia del operador de un automóvil, el ciclista debe además pedalear para propulsar su vehículo y debe mantener el equilibrio necesario para que la bicicleta quede en buena posición. Cuando no hay tráfico, los ciclistas viajan a menor velocidad que los automovilistas. Su velocidad se ve limitada por una cuestión de fuerza física y estado del operador, por las condiciones del terreno y la geometría de la calle y por las condiciones particulares de las ruedas y de la bicicleta en sí.

Hay que tener en cuenta que las condiciones locales pueden variar y es necesario aplicar, en ese caso, el juicio ingenieril para evaluar cualquier caso particular.

## ELEMENTOS DEL DISEÑO

---

En cierta medida, las directrices básicas del diseño geométrico para automóviles van a resultar en una calle que también puede acomodar a los ciclistas. Si el diseño destinado a automovilistas está bien hecho, los elementos del diseño vial (tales como distancia mínima de visibilidad para el frenado, alineación horizontal y vertical y pendientes longitudinales y transversales) van a exceder por mucho los estándares mínimos para ciclistas.

La condición de la superficie y la suavidad de la misma son muy importantes para el confort y el control de los ciclistas.

## CARRILES COMPARTIDOS

---

Las bicicletas deben poder ser operadas en cualquier calzada, menos a donde esté prohibido por alguna regulación. En la mayoría de las instancias, bicicletas y automóviles comparten los mismos carriles de circulación. No hay diseños o dimensiones específicas para alojar bicicletas en carriles compartidos, pero diversas características del diseño pueden permitir que estos carriles sean mucho más compatibles con el ciclismo.

Algunos ejemplos de lo dicho anteriormente son: buena calidad de pavimento, adecuadas distancias de visibilidad, diseño vial que fomente las bajas velocidades, drenajes compatibles con las bicicletas, entre otros. El tiempo de luces en los semáforos y los sistemas de detección de bicicletas proporcionan a las calzadas una mayor compatibilidad con el ciclismo.

En general, las calzadas que transportan bajos volúmenes de tránsito y en las que los vehículos circulan a bajas velocidades, reúnen ya las condiciones necesarias para funcionar adecuadamente como carriles compartidos.

## CARRILES COMPARTIDOS MARCADOS

---

En situaciones donde sea deseable proveer un mayor nivel de orientación, tanto a ciclistas como a automovilistas, los carriles compartidos deben estar pintados con un símbolo en el pavimento. Este símbolo se utiliza cuando no hay suficiente ancho como para proporcionar bicisendas. Esta señalización también permite alertar a los usuarios de la calle sobre la posición lateral que los ciclistas pueden llegar a ocupar, de forma tal de fomentar maniobras de pasaje que sean seguras. Además, estas marcas en el pavimento se utilizan para evitar el incorrecto andar de los ciclistas.

Los símbolos de carriles compartidos se aplican en varios escenarios. Algunos de ellos son:

- ⇒ En un carril compartido con estacionamiento paralelo adyacente, para reducir la probabilidad de que los ciclistas impacten contra una puerta abierta.
- ⇒ En carriles de mucha pendiente con estacionamiento paralelo adyacente. Conviene establecer carriles compartidos en vez de proveer una bicisenda, ya que los ciclistas no van a elegir circular por esta última debido al riesgo potencial de chocar con puertas abiertas.
- ⇒ Cuando no se dispone de ancho suficiente para proveer una bicisenda.

A continuación, algunas sugerencias provistas por MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices):

- ⇒ En calles con estacionamiento paralelo adyacente, los símbolos deben ubicarse a por lo menos 3,4 metros del cordón.
- ⇒ En calles sin estacionamiento paralelo adyacente, los símbolos deben ubicarse a por lo menos 1,2 metros del cordón.

- ⇒ Los símbolos pueden ubicarse a una distancia mayor de lo expuesto anteriormente, dependiendo del caso que se trate.

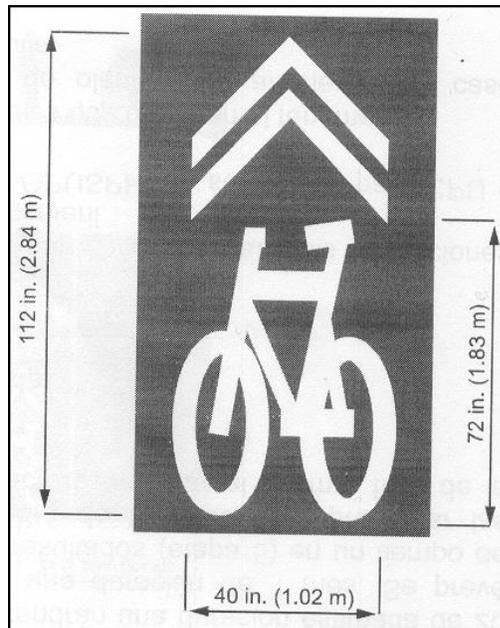


Figura N° 2: Símbolo de carril compartido (AASHTO)

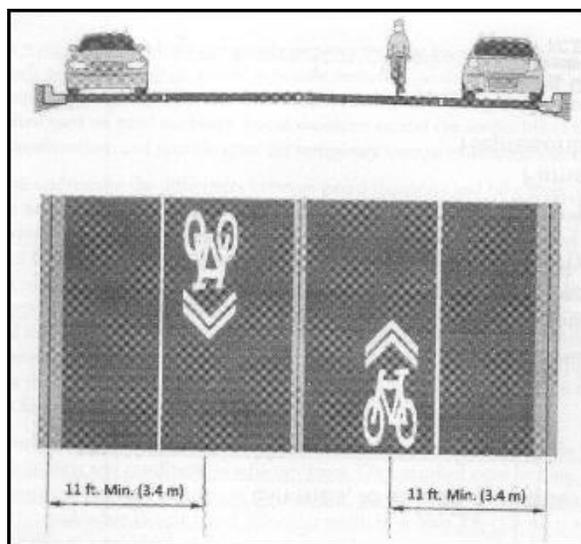


Figura N° 3: Carril compartido en calle con estacionamiento (AASHTO)

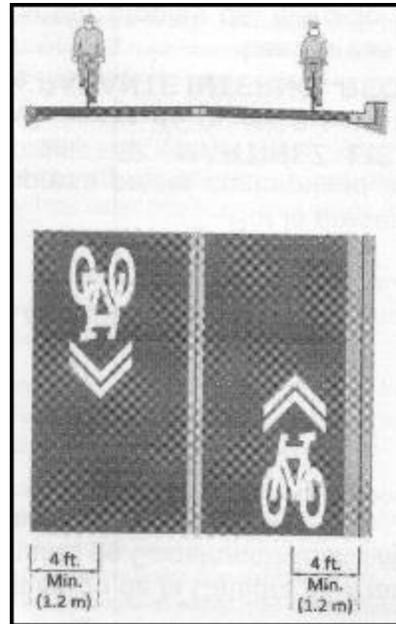


Figura N° 4: Carril compartido en calle sin estacionamiento (AASHTO)

## BICISENDAS

---

### Consideraciones generales

Las bicisendas son una porción de la calzada designada para el uso preferencial de ciclistas. Son instalaciones en un solo sentido que, por lo general, transportan el tráfico de bicicletas en el mismo sentido que el tráfico vehicular adyacente.

Las bicisendas les permiten a los ciclistas viajar a la velocidad que deseen, incluso cuando el tráfico adyacente circula más rápido o más lento. Las bicisendas además fomentan a los ciclistas a trasladarse en una posición de la calzada en la que existe más probabilidad de ser vistos por los automovilistas. Las bicisendas no buscan acomodar todo el tráfico de bicicletas en una calzada; los ciclistas pueden llegar a abandonar la bicisenda para efectuar determinadas maniobras. Los dispositivos levantados sobre la calzada pueden generar dificultades en los usuarios del bicicarril y en general no deberían ser utilizados para separar bicisendas de carriles adyacentes.

Las bicisendas deben tener una superficie de rodadura suave. A su vez, deben estar provistas de drenajes adecuados, que sean compatibles con el tránsito de bicicletas (la separación de las rejillas, por ejemplo, no debe ser tal que permita que una rueda se incruste).

### Bicisendas en calles de dos sentidos

En general, las bicisendas deben ser provistas en ambos lados de una calle de doble mano. Una bicisenda provista únicamente de un solo lado puede invitar a un mal uso de la misma. Sin embargo, existen excepciones en calles con elevada pendiente. Si la pendiente de descenso es tal que permite que los ciclistas vayan a la misma velocidad que los automovilistas, entonces sólo se provee bicisenda en el sentido ascendente de la calle.

### Bicisendas en calles de un solo sentido

En calles de única mano, las bicisendas deben situarse en el lado derecho de la carretera. Las bicisendas deben ubicarse en la izquierda si hay un número significativo de ciclistas que deseen girar hacia la izquierda o si una bicisenda en esa ubicación disminuye el número de conflictos (aquellos generados por el tráfico pesado de colectivos, por el estacionamiento sobre la calle, debido a la cantidad de movimientos hacia la derecha, entre otros).

En calles de un solo sentido a veces es deseable hacer una excepción y proveer una bicisenda para el flujo en contra sentido de bicicletas en el lado apropiado, separado por una doble línea amarilla. Esto se hace en casos especiales: si se puede lograr así el acceso directo a cierto destino o si se ahorra un importante recorrido para llegar a él, o si se van a generar menos conflictos que con una ruta alternativa. En el caso en que se elija esta opción, habrá que tener en cuenta algunas consideraciones para que funcione adecuadamente.

### Anchos de bicisendas

Tanto la velocidad, como el volumen y el tipo de vehículos en el carril adyacente a la bicisenda afectan significativamente el confort de los ciclistas y su deseo de separación lateral respecto al resto de los vehículos. El ancho de las bicisendas se mide desde el centro de la línea que delimita a las mismas. El ancho apropiado debe tener en cuenta las características del diseño del borde derecho de la bicisenda como ser el cordón, el estacionamiento, el guardarail, entre otros.

El ancho preferencial de operación para ciclistas es de 1,5 metros. Anchos mayores de bicisenda pueden ser deseables en las siguientes situaciones:

- ⇒ Adyacente a un estacionamiento muy angosto con gran demanda, una bicisenda de entre 1,8 y 2,1 metros provee más espacio de operación para ciclistas, que evitan circular por el área de puertas abiertas de vehículos.
- ⇒ En áreas con elevado uso de bicicletas y sin estacionamiento en la calle, se pueden tomar anchos de entre 1,8 y 2,4 metros para que puedan viajar dos ciclistas uno al lado del otro, o efectuar las maniobras de pasaje sin abandonar el bicicarril.
- ⇒ En carreteras caracterizadas por el elevado volumen de automóviles y su alta velocidad de circulación o donde exista un tráfico importante de vehículos pesados, una bicisenda de mayor ancho provee separación lateral adicional entre los automovilistas y los ciclistas.

En calles que no tienen cordones ni estacionamiento permitido en la calle, el ancho mínimo de la bicisenda es de 1,2 metros.

En calles con vehículos que circulan a muy baja velocidad y donde el ancho preferencial mínimo no puede ser alcanzado (aún reduciendo el ancho de los carriles a su mínimo), se puede tomar un ancho de 1,2 metros (aunque las calles tengan cordones).

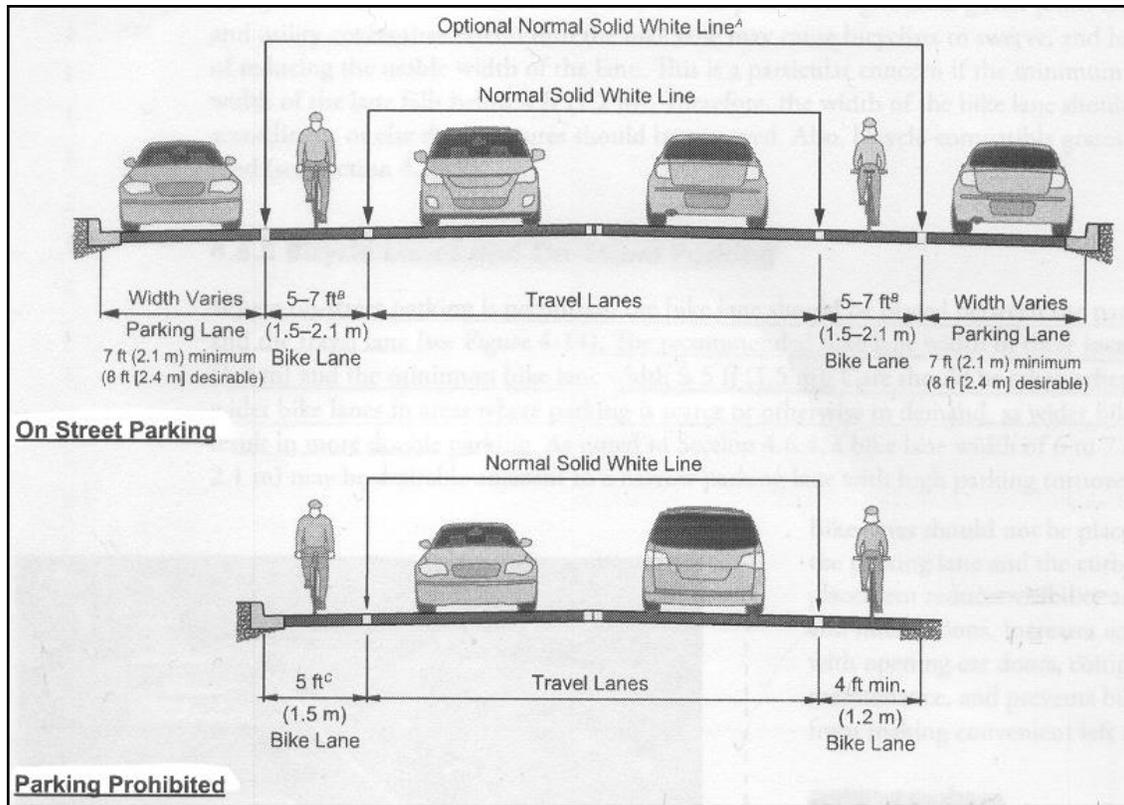


Figura Nº 5: Secciones transversales típicas de bicisenda (AASHTO)

### Bicisendas y estacionamiento sobre la calle

Donde el estacionamiento sobre la calle esté permitido, la bicisenda debe estar ubicada entre el carril de estacionamiento y el carril de viaje. El ancho recomendado de bicisenda en estos casos es de 1,8 metros y el mínimo es de 1,5 metros. Se debe tener cuidado cuando se proveen anchos superiores a éstos en áreas donde el estacionamiento es escaso, ya que bicisendas muy anchas pueden resultar en realidad en un doble estacionamiento.

Las bicisendas no deben estar ubicadas entre el carril de estacionamiento y el cordón. Esa posición reduce la visibilidad en calles e intersecciones, incrementa los conflictos con las puertas abiertas de automóviles, complica el mantenimiento e imposibilita a los ciclistas para efectuar giros a la izquierda.

#### ❖ Estacionamiento paralelo

Donde las bisisendas estén instaladas adyacentes a un estacionamiento paralelo, el ancho recomendado para un carril de estacionamiento delimitado por una línea es de 2,4 metros y el mínimo es de 2,1 metros. Donde se permita el estacionamiento paralelo, pero donde no haya una línea que lo delimite o donde no haya una marcación específica, el ancho recomendado para el carril compartido entre ciclistas y estacionamiento es de 4 metros y el mínimo es de 3,7 metros.

En general, es de responsabilidad legal que los automovilistas chequeen el tráfico que viene antes de abrir una puerta. Sin embargo, esto no siempre es así y es por eso que muchos ciclistas han tenido heridas severas debido a choques con estas puertas que son abiertas repentinamente. Los ciclistas pueden evitar este tipo de accidentes circulando por el lado izquierdo de la bisisenda. Se puede utilizar señalización adecuada para lograr esto, como por ejemplo, extendiendo las líneas del estacionamiento en T (invadiendo la bisisenda) y colocando el símbolo de bisisenda en el lado izquierdo de la misma.

#### ❖ Estacionamiento en diagonal

En áreas donde hay una elevada demanda de estacionamiento y existe un ancho suficiente de calle, el estacionamiento diagonal es utilizado a veces para incrementar la capacidad de estacionamiento y para disminuir la velocidad de viaje en calles que son excesivamente anchas. Las bisisendas normalmente no deben estar ubicadas adyacentes a estacionamientos en los que se aparca de frente, ya que los automovilistas efectuando maniobras de reversa para salir desde el espacio de estacionamiento tienen poca visibilidad de ciclistas andando por la bisisenda.

Por lo tanto, se debe utilizar el estacionamiento en reversa, que trae muchos beneficios: mejor distancia de visibilidad entre los automovilistas y el resto del tráfico, no hay conflicto entre ciclistas y puertas abiertas, es más fácil cargar o descargar el auto, es más seguro para los niños que descienden y ya llegan a la vereda, entre otras.

## SEÑALIZACIÓN EN BICISENDAS

---

Las bicisendas son designadas para uso preferencial de ciclistas con una línea sólida blanca de entre 100 y 150 milímetros de espesor y uno de los dos símbolos estándar de bicicarril, que puede estar suplantado por una flecha direccional.

### Líneas en bicisendas

Una bicisenda debe estar separada de los carriles de viaje adyacentes por una línea sólida blanca. Estas líneas pueden ser punteadas en aquellos lugares donde los automóviles tengan permitido invadir la bicisenda y prepararse para efectuar un giro a la derecha. Las bicisendas pueden también estar delimitadas por una línea punteada en el caso de que existan paradas de ómnibus.

Dispositivos elevados en el pavimento, cordones, postes u otras barreras no deben ser utilizados para separar bicisendas de los carriles adyacentes de viaje. Todos estos elementos son difíciles de atravesar para los ciclistas porque están fijados a la superficie del pavimento inmediatamente adyacente al bicicarril. Además, estos dispositivos pueden desalentar a los automovilistas que deseen girar a la derecha a ubicarse previamente sobre la bicisenda. A su vez, estos dispositivos dificultan el mantenimiento del bicicarril. Una línea sólida blanca puede utilizarse para indicar el borde externo de la bicisenda donde no exista cordón o donde el borde de la calle no esté bien delimitado.

Donde la bicisenda sea adyacente a un carril de estacionamiento, el área de estacionamiento debe estar definida por marcas en T o con una línea sólida blanca. Esta delimitación fomenta a los automovilistas a estacionar cerca del cordón.

### Símbolos en bicisendas

Una bicisenda debe estar marcada con el símbolo estándar de bicisenda para informar, tanto a ciclistas como a automovilistas, de la naturaleza restringida de la misma. Estos símbolos deben estar ubicados después de las intersecciones. Otras marcas adicionales deben estar localizadas en lugares visibles sobre la bicisenda en la aproximación a intersecciones.

Estos símbolos adicionales se deben ubicar en intervalos periódicos sobre el bicicarril, para recordarles a los automovilistas de la presencia potencial de ciclistas,

especialmente en áreas donde los automovilistas puedan invadir la bicisenda. En áreas urbanas donde los automovilistas efectúan maniobras de estacionamiento a través de las bicisendas o donde haya mucha densidad de automóviles sobre las calles, conviene espaciar los símbolos cada 30 metros como máximo.

Todos los símbolos de la bicisenda deben ser blancos y retro-reflectivos.

En bicisendas conviene utilizar un pavimento de color verde para hacer contraste con los símbolos que contiene la misma. Este pavimento verde debe extenderse a través de intersecciones y en otras áreas de conflicto de tráfico.

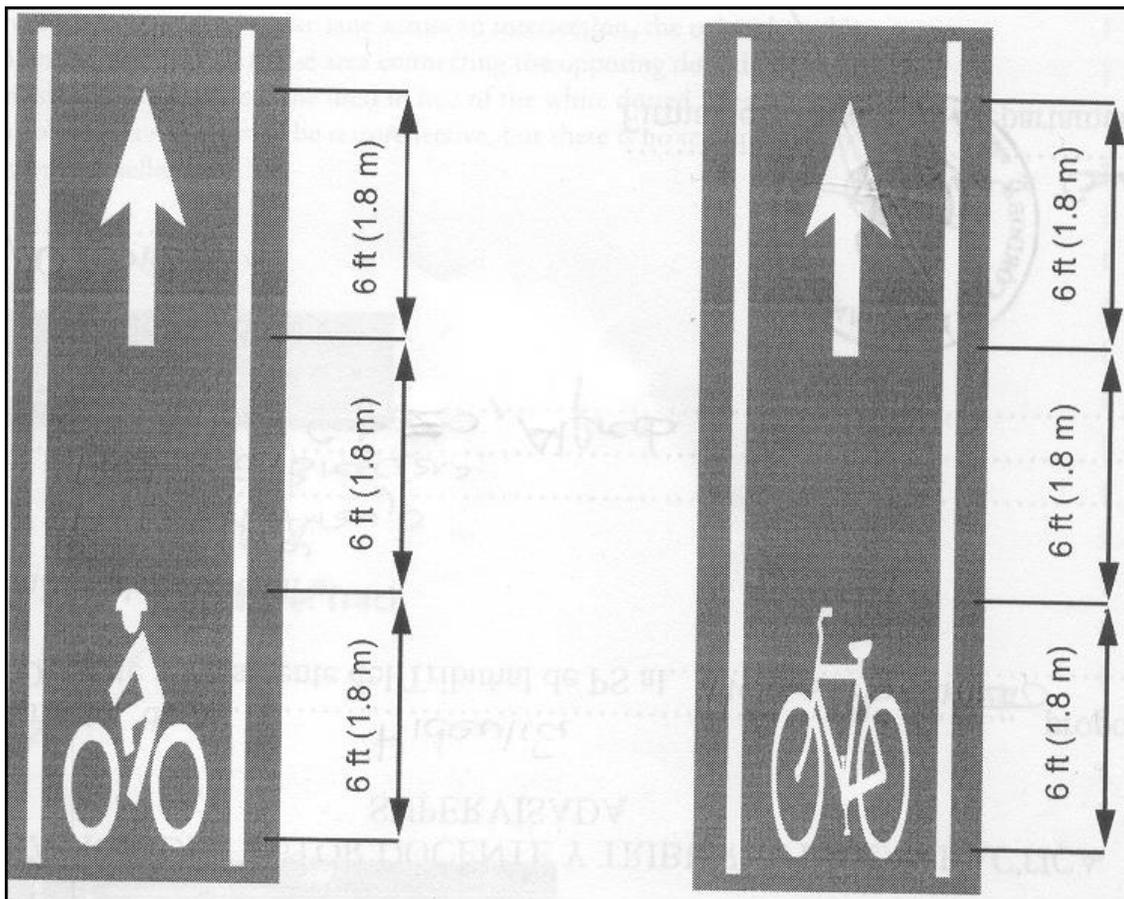


Figura N° 6: Símbolos para bicisendas (AASHTO)

### Señales en bicisendas

Las señales pueden utilizarse como suplemento de la marcación sobre el pavimento y de las líneas. Cuando empieza una bicisenda, se coloca la señal de

“Comienzo de bicisenda” y cuando termina “Fin de bicisenda”. Las señales también pueden usarse en intervalos periódicos a lo largo del bicicarril. Para determinar el espaciamiento habrá que considerar la velocidad de los ciclistas y del resto del tráfico, la longitud de la cuadra, la distancia a intersecciones, entre otras. Por lo cual, es fundamental aplicar el juicio ingenieril.

Para restringir el estacionamiento, se utiliza la señal de “Bicisenda de estacionamiento prohibido”.

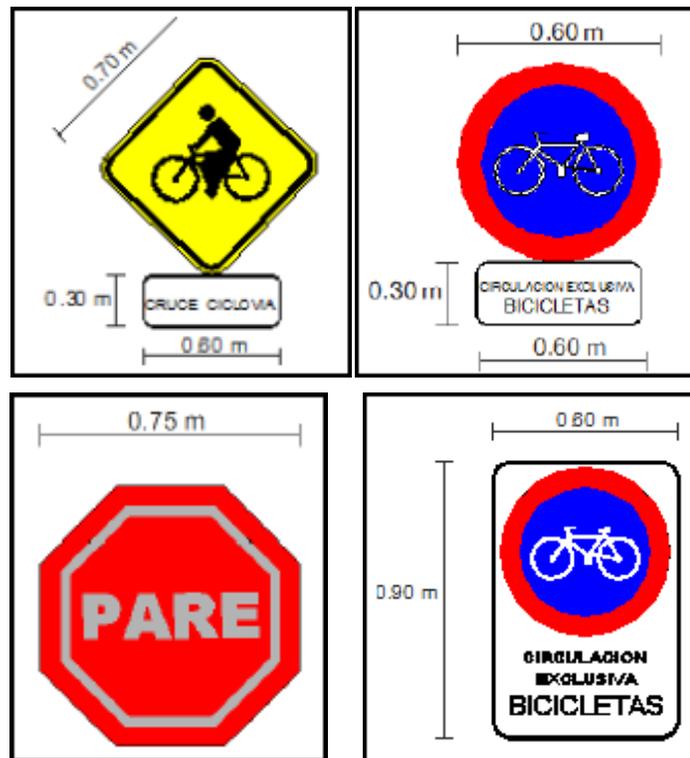


Figura N° 7: Ejemplos de señales (Secretaría de Transporte y Tránsito de la Municipalidad de Córdoba)

## BICISENDAS EN INTERSECCIONES

La mayoría de los conflictos entre ciclistas y automovilistas sucede en las intersecciones.

Un buen diseño de la intersección indica claramente a los ciclistas y automovilistas cómo deben atravesar la misma. Para ello se tienen en cuenta los siguientes principios:

- ⇒ Se debe evitar que los movimientos de giro de los automovilistas sean libres. Si esto no es así, entonces sí o sí debe proveerse de bicisenda.

- ⇒ Es necesario que la provisión de iluminación sea adecuada.
- ⇒ El diseño debe permitir que el trayecto que siguen los ciclistas a través de la intersección sea directo, lógico y similar al que sigue el tránsito vehicular.
- ⇒ Los semáforos deben estar diseñados para que detecten la presencia de ciclistas.
- ⇒ Los tiempos de luces de los semáforos deben ser los adecuados para permitir a los ciclistas llegar al lado más lejano de la intersección.
- ⇒ Los tiempos de luces de los semáforos deben evitar que los ciclistas tengan largas esperas en rojo.
- ⇒ Se debe utilizar el diseño para evitar al máximo los puntos de conflicto.

Las intersecciones en las que las calles se encuentran en ángulos rectos (o próximos a éstos) son las más funcionales para los ciclistas.

### Consideraciones de giros a la derecha

Los giros a la derecha son relativamente fáciles para los ciclistas porque ellos, por lo general, circulan por el lado derecho de la calle. En la aproximación a intersecciones, las líneas que delimitan la biciesenda son sólidas o punteadas. La línea punteada se hace para recordar que puede haber una fusión de movimientos en esa área (se utiliza en los casos más críticos).

Es necesario analizar cada caso en particular. Esto es así porque puede ser que la línea sólida blanca desaliente a los automovilistas a ubicarse a la derecha de la calle antes de efectuar el correspondiente giro.

Si se opta por una línea punteada, ésta debe empezar entre unos 15 y 60 metros antes de la senda peatonal (o borde de la intersección, si la misma no existe). La línea que delimita el bicicarril debe volver a ser sólida en el lado más lejano de la intersección.

### Consideraciones de giros a la izquierda

Hay dos métodos por los cuales los ciclistas pueden efectuar el giro a la izquierda. En uno, el ciclista se ubica del lado izquierdo antes de la intersección, para luego hacer el giro junto con otros vehículos que efectúan la misma maniobra. En el otro método, el ciclista sigue derecho a través de la intersección y se detiene en el lado más alejado de la misma (en la esquina), gira la bicicleta hacia la izquierda y cruza con el tráfico de esa

calle. Esto es lo más común en aquellos lugares con elevado tránsito de vehículos o en los que la velocidad de circulación es muy elevada, situación que complica a los ciclistas para ubicarse en la izquierda antes de la intersección.

En el caso de que el número de ciclistas que gira a la izquierda sea demasiado elevado, se toman en cuenta algunas opciones tales como efectuar carriles exclusivos para giros a la izquierda, ubicar la bisisenda en el lado izquierdo de la calzada, entre otras.

## ADAPTACIÓN DE LAS INSTALACIONES PARA BICICLETAS EN CALLES EXISTENTES

---

Las calles existentes pueden ser adaptadas para mejorar las condiciones de viaje de los ciclistas, ya sea ensanchando la calzada o reconfigurando la existente.

Se logran mejores resultados cuando los cambios son realizados como parte de proyectos de repavimentación o reconstrucción. En estos casos, la calzada se convierte en una nueva “pizarra” para el patrón de pintado y señalización, logrando así eliminar restos de viejas líneas que permanecen visibles aún si se pintara por encima de ellas o si éstas fueran borradas. En el caso de que fuera necesario realizar un ensanchamiento de la calzada, completar la adaptación durante un proyecto de repavimentación permite que no existan juntas ásperas, que la posibilidad de que una junta longitudinal falle se reduzca y que los costos sean también menores.

### Adaptación mediante ensanchamiento de la calzada

La decisión de ensanchar la calzada debe ser ponderada en relación a la probabilidad de que, al efectuar este cambio, la velocidad de los vehículos se incremente, lo que tendría efectos adversos tanto en los ciclistas como en los peatones.

Donde una calzada esté siendo ensanchada para proveer una bisisenda, se pueden seguir algunas técnicas de forma tal que la junta áspera no quede en la zona por donde el ciclista va a circular:

- ⇒ En la línea de borde propuesta, al efectuar el corte con sierra, es posible lograr una junta pareja y estrecha.
- ⇒ Para colocar asfalto sobre pavimento existente, y que el trabajo sea efectivo, se debe trabajar con una mezcla fina y no se debe extender sobre la superficie por la que circularán los ciclistas.

- ⇒ En el caso de que exista una porción de pavimento disponible, se puede utilizar una pulidora para efectuar un corte limpio en el borde del carril de viaje, con las siguientes ventajas: no se desperdicia pavimento existente, el pavimento existente funciona como base, no va a existir una junta de espesor completa y lo que ha sido molido puede utilizarse como base para la porción ensanchada.

### Adaptación sin ensanchamiento de la calzada

En muchas zonas, especialmente en las urbanas y suburbanas, el ensanchamiento físico es impráctico y la adaptación para infraestructura para bicicletas debe ser realizada en el ancho pavimentado existente. Existen tres métodos que se pueden seguir con este fin:

1. Reducir el ancho de los carriles existentes.
2. Disminuir el número de carriles.
3. Reconfigurar o reducir el estacionamiento sobre la calzada.

En la mayoría de los casos, los anchos de carriles pueden ser reducidos sin cambios significativos en el nivel de servicio para los automovilistas. Antes de que los anchos sean reducidos, debe efectuarse un estudio para evaluar el impacto que tendría una reconfiguración de tal magnitud en el carril. Un beneficio es que el nivel de servicio de la bicicleta va a ser mejorado. Construir bicisendas puede mejorar también las condiciones de los peatones, ya que se provee un “amortiguador” entre la calzada y la vereda.

También deben realizarse otras mejoras en la porción exterior de la calzada durante los proyectos de adaptación, tales como:

- ⇒ Reparar aquellas superficies de pavimento ásperas o irregulares.
- ⇒ Reemplazar las rejillas de drenaje estándares por unas que tengan un diseño compatible con el uso de bicicletas.
- ⇒ Modificar la posición de las rejillas de drenaje para que éstas funcionen adecuadamente.

Puede suceder que en aquellos lugares donde se planea construir una bicisenda como parte de un proyecto de adaptación, una porción de la calzada tenga un ancho insuficiente, resultando esto en interrupciones del bicicarril. En estos “huecos”, se puede utilizar la señalización y el pintado para que ciclistas y automovilistas compartan la calzada en los ya vistos “carriles compartidos”. Como son segmentos cortos, no hay

mayores inconvenientes y se permite la continuidad en el recorrido para los ciclistas. Si además se pudiese lograr que la velocidad del tráfico disminuyera, la probabilidad de choques se reduciría y se fomentaría así el ciclismo.

Si la porción de calzada que resulta más angosta tiene una longitud importante, entonces habrá que buscar una ruta alternativa para el ciclismo (que provea de acceso a los mismos destinos).

❖ Reducir el ancho de los carriles existentes

En algunos casos, los carriles de circulación tienen anchos superiores al mínimo necesario y, dependiendo de las condiciones, pueden ser candidatos a ser disminuidos.

Se han realizado algunos estudios que han demostrado que el uso de carriles angostos, de entre 3 y 3,7 metros, no incrementa la tasa de choques. Sin embargo, el criterio ingenieril debe ser aplicado en cada caso en particular. Son muchos los factores que hay que tener en cuenta antes de optar por esta opción: velocidades de operación, volúmenes, mezcla de tráfico, curvatura horizontal, estacionamiento sobre la calzada, contexto, entre otras.

❖ Disminuir el número de carriles

Este es un método que puede aplicarse en calles con excesiva capacidad. Es decir, en las que hay más carriles de los que se necesitan para acomodar, tanto el tráfico existente como el proyectado. Esto puede ser porque las calles se construyeron para acomodar un volumen proyectado que nunca se materializó, porque el volumen de tráfico disminuyó debido a cambios en la población, porque hubo cambios en el sistema de transporte, o porque cambió el nivel de servicio objetivo planteado.

Antes de implementar esta medida, se debe realizar un estudio de tráfico para evaluar la reducción potencial en la frecuencia de choques y su grado de severidad, para evaluar la capacidad de automóviles y nivel de servicio, para evaluar el nivel de servicio para los ciclistas y para identificar las medidas referidas a señalización a adoptar.

Una medida típica es tomar una calle con dos carriles de ida y dos de vuelta y transformarla en una de tres carriles: uno de ida, uno de vuelta y uno central para que se localicen los automóviles que desean efectuar una maniobra de giro.

Puede suceder también que algunas calles que actualmente son de una sola mano, en el pasado fueron de doble mano. Así, todo ese ancho existente fue destinado para el tráfico en ese solo sentido. Si se necesita un solo carril de viaje, y actualmente hay más de uno (por ejemplo, dos), este carril de más puede removerse para transformarlo en un carril de estacionamiento o en una bicisenda.

❖ Reconfigurar o reducir el estacionamiento sobre la calzada

El estacionamiento sobre la calzada sirve a las personas que viven en la zona, ayuda a los negocios locales, funciona como “amortiguamiento” para los peatones y ayuda a que el tráfico circule a menor velocidad. A su vez, el estacionamiento sobre la calzada utiliza un ancho que podría ser aprovechado por los ciclistas y además, puede generar conflictos, tanto para ciclistas como para automovilistas. Remover o reducir el estacionamiento sobre la calzada involucra una importante negociación con las personas y negocios afectados. Puede ser posible acomodar el estacionamiento en calles de los costados o consolidar un nuevo espacio de estacionamiento. Se puede llevar a cabo un estudio de aparcamiento para determinar si estas soluciones son o no factibles.

❖ Remover el estacionamiento de un lado

En la mayoría de las calles que poseen estacionamiento en ambos lados de las mismas, no es necesario removerlo por completo. Una estrategia es eliminar el estacionamiento de un solo lado de la calle, combinado con un estrechamiento menor del carril. En general, conviene eliminar el estacionamiento en el lado donde haya menor número de casas y negocios.

❖ Convertir estacionamiento diagonal en estacionamiento paralelo

Otra estrategia es convertir el estacionamiento diagonal en estacionamiento paralelo. En general es suficiente con convertirlo de un solo lado de la calle.

## CRUCES A NIVEL DE FERROCARRIL

---

Las vías férreas que cruzan bicisendas en diagonal pueden causar dificultades para los ciclistas. Dependiendo del ángulo del cruce, el ancho y la profundidad de las vías y de la irregularidad del pavimento, una rueda de la bicicleta puede ser girada de su curso.

### Ángulo de cruce

La probabilidad de caída es mínima donde la bicisenda cruza las vías con un ángulo de 90 grados. El ángulo entre la línea central de las vías y la bicisenda debe estar preferentemente entre 60 y 90 grados, de forma tal que los ciclistas puedan evitar que sus ruedas queden atrapadas, con lo que perderían el balance.

### Superficies de cruce

Los cuatro materiales más comunes para el cruce son: hormigón, caucho, asfalto y madera. El hormigón es el que mejor se comporta, incluso en condiciones húmedas, ya que provee la superficie más suave. El caucho cuando es nuevo es bastante bueno, pero se vuelve resbaloso cuando está húmedo y se degrada con el tiempo. El asfalto es suave, pero necesita bastante mantenimiento. La madera se desgasta rápidamente y es resbalosa cuando está húmeda.

### Ancho de la bicisenda

El ancho mínimo debe ser de 1,8 metros.

### Espacios entre vías y bicisenda

Los espacios libres pueden trabar una rueda de la bicicleta, ocasionando la caída del ciclista.

# CAPÍTULO 6

---

## DISEÑO DE CICLOVÍAS (AASHTO)

## INTRODUCCIÓN

---

Las ciclovías son carriles para bicicletas que se encuentran físicamente separados del tráfico vehicular motorizado, ya sea por un espacio abierto o por una barrera.

Las ciclovías generalmente son diseñadas para ser recorridas en los dos sentidos de circulación.

Un caso especial de las mismas se da cuando la ciclovía se desarrolla adyacentemente a la calzada.

El diseño de ciclovías es similar al diseño vial, pero en una menor escala y con velocidades de diseño más bajas.

## ELEMENTOS DEL DISEÑO

---

El criterio de diseño de ciclovías está basado en las características físicas y de operación de los usuarios de este tipo de vías, que son sustancialmente diferentes a los automóviles. Debido al elevado porcentaje de ciclistas adultos en este tipo de vías, ellos son primariamente el usuario de diseño para las ciclovías.

Algunas vías son frecuentemente utilizadas por niños. Las características operacionales de ciclistas niños son muy variables y sus características específicas no han sido aún absolutamente definidas a través de investigaciones. Sin embargo, en general se asume que la velocidad de los ciclistas jóvenes es más baja que la de los ciclistas adultos. Como la mayor parte del criterio de diseño en esta guía se basa en la velocidad de diseño, los niños van a estar acomodados con un amplio margen. Cuando se utilice algún criterio que no se base en la velocidad de diseño, será necesario aplicar el juicio ingenieril para tomar una decisión.

### Ancho y despeje

El ancho pavimentado apropiado para una ciclovía depende del contexto, del volumen y de la mezcla de usuarios. El ancho mínimo para un bicicarril con dos sentidos de circulación es de 3 metros. Se pueden utilizar anchos de hasta 4,3 metros, en el caso de áreas con elevado uso o donde exista una mayor variedad de usuarios.

Bajo ciertas circunstancias, se puede usar un ancho reducido de 2,4 metros. Esto será cuando prevalezcan las siguientes condiciones:

- ⇒ El tráfico de bicicletas esperado es bajo, incluso en días pico o durante horas pico.
- ⇒ No se espera el uso de la vía por peatones, más que ocasionalmente.
- ⇒ Los alineamientos horizontales y verticales proveen oportunidades de adelantamiento y detenimiento frecuentes y bien diseñadas.
- ⇒ La vía no va a estar regularmente sometida a las condiciones de carga del vehículo de reparación, evitándose así el posible daño del borde del pavimento.

Además, una ciclovía de 2,4 metros de ancho puede ser utilizada para distancias cortas en el caso de que exista una restricción física. Ante estas situaciones se debe considerar colocar señales de advertencia que indiquen que la vía se estrecha.

En el caso de vías frecuentemente utilizadas, tanto por peatones como por ciclistas, entonces se requerirán anchos mayores para proveer un nivel de servicio aceptable. Vías más anchas, de entre 3,4 y 4,2 metros, son recomendadas en aquellas locaciones en las que se anticipa que van a servir a un alto porcentaje de peatones (más del 30% del total de los usuarios de la vía) y a un elevado volumen de usuarios (más de 300 en hora pico). Se necesitan 3,4 metros para que un ciclista pueda pasar a otro que va en el mismo sentido, sin chocar con el que viene en el sentido contrario. Vías más anchas son utilizadas también en las siguientes situaciones:

- ⇒ Cuando hay un uso significativo del bicicarril por parte de skaters, niños, triciclos y otros usuarios que requieran mayor ancho operacional del mismo.
- ⇒ Cuando la vía es usada por vehículos de mantenimiento más grandes.
- ⇒ En el caso de pendientes pronunciadas, para proveer un área adicional de pasaje.
- ⇒ En curvas, para proveer mayor espacio operacional.

En general, no es necesario segregar peatones de ciclistas. Se debe utilizar señalización adecuada para recordar a los ciclistas que deben efectuar las maniobras de pasaje por la izquierda y que, antes de hacer el movimiento, deben realizar una advertencia audible.

Idealmente, debe haber a cada lado del bicicarril una zona de despeje de entre 0,9 y 1,5 metros de ancho con una pendiente transversal máxima de 1V:6H. Como mínimo, un ancho de 0,6 metros con la pendiente transversal máxima de 1V:6H debe ser provisto como despeje a obstrucciones laterales tales como arbustos, rocas, señales de tránsito, entre otros. Dependiendo de la situación en particular de la que se trate, se trabajará con mayores o menores despejes. En algunos casos incluso podrían necesitarse barreras.

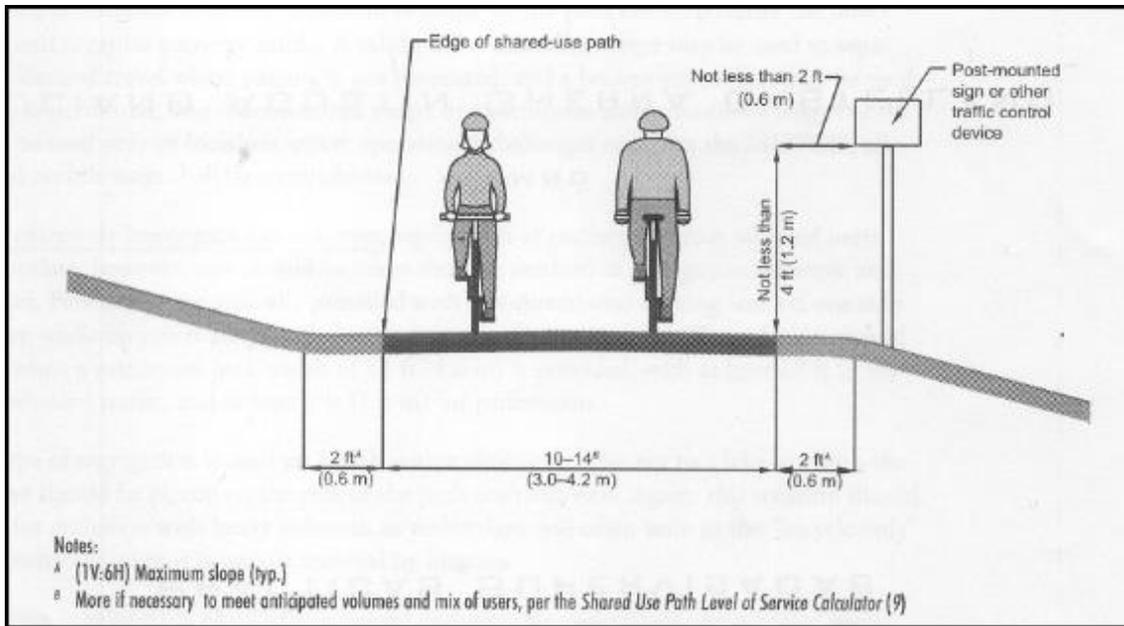


Figura N° 8: Sección transversal típica de ciclovía (AASHTO)

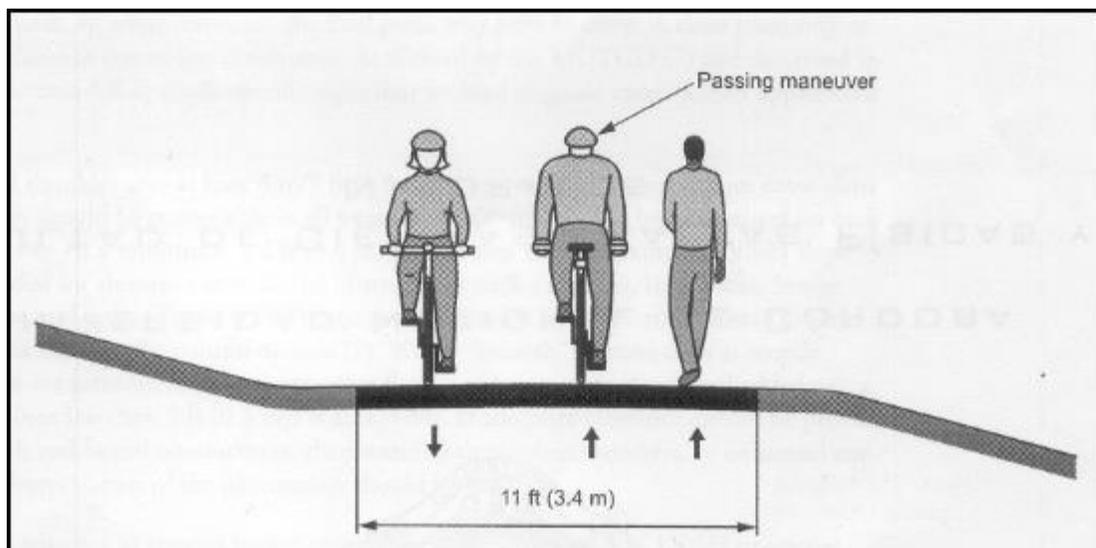


Figura N° 9: Ancho mínimo necesario para efectuar la maniobra de pasaje en ciclovía (AASHTO)

### Ciclovías adyacentes a calzadas

En general, es preferible seleccionar trazados para ciclovías que sean independientes de las calles existentes. Cuando las ciclovías corren adyacentemente a calzadas, se está en presencia de un caso particular en el diseño. Sin embargo, este tipo

de ciclovías debe satisfacer los mismos criterios de diseño que las ciclovías de trazado independiente. Debe destacarse que la construcción de una ciclovía de esta clase no es sustituta de un alojamiento adecuado para ciclistas sobre la propia calzada.

Tomar una ciclovía para que sea utilizada como vereda no es deseable. En general, hay mayor cantidad de choques entre vehículos y ciclistas circulando por las veredas, que con ciclistas haciéndolo por la calle. El problema se da con los ciclistas que viajan en el sentido opuesto al del tráfico adyacente. Por lo tanto, cuando un automóvil desea efectuar una maniobra de giro en una intersección, en general no presta atención a ver si vienen ciclistas por la vereda o no. Además, los ciclistas compartiendo la vereda con los peatones también generan conflicto porque las veredas están diseñadas para la velocidad y maniobra de los peatones y no son aptas para el uso de bicicletas a alta velocidad. No es una solución construir veredas demasiado anchas, porque esto fomenta un mal uso de las mismas.

Ciclovías que sirvan a ambos sentidos pueden generar algunas preocupaciones relativas al aspecto operacional, como ser:

- ⇒ Cuando se necesitan barreras y el espacio es estrecho, éstas generan una reducción en el ancho de ambos, calzada y ciclovía, aumentando la probabilidad de conflictos potenciales.
- ⇒ Los vehículos detenidos en una intersección pueden bloquear la circulación proveniente de la ciclovía.
- ⇒ Algunos ciclistas pueden considerar que la calzada es más despejada, segura y más conveniente. A su vez, los automovilistas pueden creer que los ciclistas circulan por la ciclovía.
- ⇒ En el caso de automovilistas que deseen efectuar una maniobra de giro a la derecha en una intersección, éstos observan el tráfico proveniente de la izquierda. Sin embargo, no prestan atención a los ciclistas que pueden estar viniendo de la derecha.
- ⇒ En el caso de automovilistas que deseen efectuar una maniobra de giro a la izquierda en una intersección, éstos prestan atención al tráfico que viene por delante. Sin embargo, los ciclistas que vienen en el otro sentido no están dentro del campo visual.
- ⇒ En el caso de automovilistas que deseen efectuar una maniobra de giro a la derecha en una intersección, éstos prestan atención al tráfico que desea doblar a la izquierda en la misma calle y al tráfico de la calle de menor jerarquía en la que pretenden ingresar. Sin embargo, un ciclista que viene

en el mismo sentido que el automovilista no entra en el campo visual del mismo.

Existen algunos casos en los que es realmente conveniente utilizar ciclovías adyacentes a calles. Esto es así cuando se dé una o varias de las siguientes condiciones:

- ⇒ La calle adyacente tiene un volumen relativamente alto de vehículos, que circulan a una velocidad considerable y que puede desalentar el tráfico de ciclistas, incrementando su tránsito sobre veredas.
- ⇒ La ciclovía es utilizada para una corta distancia, para proveer continuidad entre secciones de ciclovía de trazado independiente.
- ⇒ La ciclovía puede ser construida con pocos cruces con la calzada.
- ⇒ La ciclovía puede terminar en calles que alojan adecuadamente bicicletas o que son bici-compatibles.

Se debe proveer una amplia separación entre la ciclovía y la calzada a la cual ésta es adyacente para dejar en claro que la ciclovía es una instalación independiente para ciclistas y otros usuarios. La distancia mínima recomendada es de 1,5 metros. Cuando no pueda materializarse esta separación, se utilizan barreras. Al igual que en casos anteriores, esta separación y la utilización o no de barreras deberá ser decidida aplicando el juicio ingenieril en cada caso en particular.

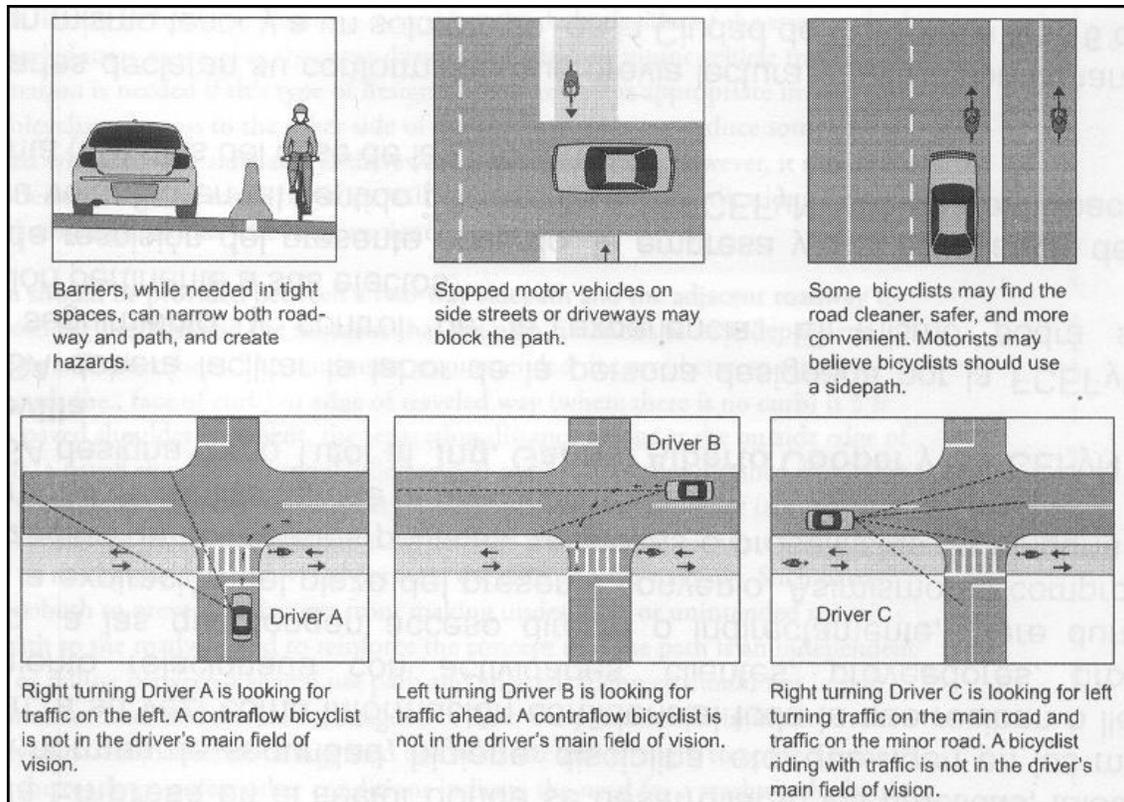


Figura Nº 10: Conflictos en ciclovías adyacentes a calzadas (AASHTO)

## Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es una velocidad seleccionada para determinar varias características geométricas de la ciclovía. Una vez que la velocidad de diseño es elegida, todas las características pertinentes de la ciclovía deben estar relacionadas a ella con el fin de obtener un diseño balanceado.

La velocidad a la que un usuario del bicarril circula depende de varios factores: de la condición física del ciclista, del equipamiento que éste posea, del propósito y la longitud del viaje, del estado del pavimento, de la velocidad del viento y su dirección y del número y tipo de usuarios presente en la vía, entre otras. Por lo tanto, no hay una sola velocidad de diseño que sea recomendada para todas las ciclovías. Por ejemplo:

- ⇒ Una ciclovía urbana debe ser diseñada para velocidades más bajas que una ciclovía rural, en la que existen pocos conflictos y que es utilizada generalmente por ciclistas recreacionales.

- ⇒ Una ciclovia en terreno con mucha pendiente deberá ser diseñada para mayores velocidades.
- ⇒ Los ciclistas tienden a andar a velocidades más bajas en ciclovías no pavimentadas.

En general, se puede tomar como guía lo siguiente:

- ⇒ Para la mayoría de las ciclovías en áreas relativamente planas (pendientes menores al 2%), una velocidad de diseño de 30 km/h es en general suficiente. La velocidad de diseño no debe ser menor, salvo en muy raras circunstancias.
- ⇒ En áreas con elevada pendiente (6% o más), las velocidades de diseño se seleccionan para ciclistas viajando en el sentido descendente de la pendiente. Se toman velocidades de 48 km/h como mínimo.

### Alineamiento horizontal

El ciclista adulto típico es el usuario de diseño para el alineamiento horizontal. El radio mínimo de una curva horizontal para ciclistas puede ser calculado mediante dos métodos diferentes. Uno de los métodos utiliza el ángulo de inclinación y el otro método utiliza el peralte y el coeficiente de fricción. En general, el método del ángulo de inclinación es el que debería ser utilizado en el diseño.

#### ❖ Cálculo del radio mínimo utilizando el ángulo de inclinación

A diferencia de un automóvil, una bicicleta debe inclinarse mientras bordea una curva para prevenir caerse debido a las fuerzas asociadas con los movimientos de giro. La mayoría de las bicicletas no se inclina drásticamente, 20 grados es considerado el máximo ángulo de inclinación para la mayoría de los usuarios.

$$R = \frac{0.0079V^2}{\tan \theta}$$

- ⇒ R: radio mínimo de curvatura [m]
- ⇒ V: velocidad de diseño [km/h]
- ⇒  $\theta$ : ángulo de inclinación respecto a la vertical [°]

❖ Cálculo del radio mínimo utilizando el peralte

$$R = \frac{V^2}{127 \left( \frac{e}{100} + f \right)}$$

- ⇒ R: radio mínimo de curvatura [m]
- ⇒ V: velocidad de diseño [km/h]
- ⇒ e: peralte [%]
- ⇒ f: coeficiente de fricción

El coeficiente de fricción depende de muchos factores: de la velocidad, del tipo de superficie y condición, del tipo de neumático y condición y de si la superficie está seca o húmeda. Se asume que el factor de fricción en bicarriles pavimentados oscila entre 0,34 (para velocidades de 10 km/h) y 0,21 (para velocidades de 48 km/h). En superficies no pavimentadas, este factor debe ser reducido en un 50% para disminuir la probabilidad de choques.

Calcular el radio mínimo utilizando el peralte puede ser útil en el caso de bicarriles no pavimentados donde los ciclistas, al bordear una curva, pueden estar indecisos respecto a inclinarse mucho debido a la percepción de falta de tracción.

Pendiente transversal

Las ciclovías deben ser accesibles por personas con discapacidades. Aquellas ciclovías que corren adyacentemente a las calles esencialmente funcionan como veredas y, por lo tanto, deben cumplir con el requerimiento de no tener pendientes transversales mayores al 2%. Se recomienda una pendiente transversal del 1% para acomodar mejor a las personas con discapacidades y para proveer una pendiente suficiente que conduzca el drenaje superficial en la mayoría de las situaciones.

Como esta guía recomienda una pendiente transversal relativamente plana y porque la curvatura horizontal puede estar basada en un ángulo de inclinación de la bicicleta de 20 grados, el peralte para curvas horizontales no es necesario. Como el peralte no es necesario para la curvatura horizontal, la pendiente transversal puede seguir la dirección del terreno existente. Esta práctica le permite al diseñador acomodar mejor el drenaje superficial y reducir los impactos de la construcción. Existen algunos casos donde

se necesitan pendientes mayores, pero cada uno de ellos deberá tratarse particularmente para buscar la solución más conveniente.

Las pendientes transversales deben ser resultado de transiciones entre las pendientes transversales existentes.

### Pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal máxima en una ciclovía adyacente a una calle debe ser 5%, pero la pendiente generalmente debe ser igual a la pendiente de esa calle.

Pendientes mayores al 5% son indeseables porque los ascensos son complicados para muchos de los usuarios y los descensos provocan un exceso de velocidad en la cual los usuarios no se sienten cómodos o competentes.

### Distancia mínima de frenado

Para que los usuarios del bicarril tengan oportunidades de ver y reaccionar ante condiciones inesperadas, las ciclovías deben estar diseñadas con una distancia mínima de frenado. La distancia necesaria para brindarle al ciclista una parada plenamente controlada depende de la percepción del usuario y de su tiempo de reacción, de la velocidad inicial, del coeficiente de fricción entre las ruedas y el pavimento, de la capacidad de frenado de la bicicleta y de la pendiente longitudinal. El coeficiente de fricción en condiciones secas vale en general 0,32 y en condiciones húmedas disminuye a 0,16.

$$S = \frac{V^2}{254(f \pm G)} + \frac{V}{1,4}$$

⇒ S: distancia mínima de frenado [m]

⇒ V: velocidad [km/h]

⇒ f: coeficiente de fricción (0,16)

⇒ G: pendiente longitudinal [m/m]

Como las ciclovías tienen ambos sentidos de circulación, la pendiente longitudinal a utilizar será la descendente, cuyo valor es negativo.

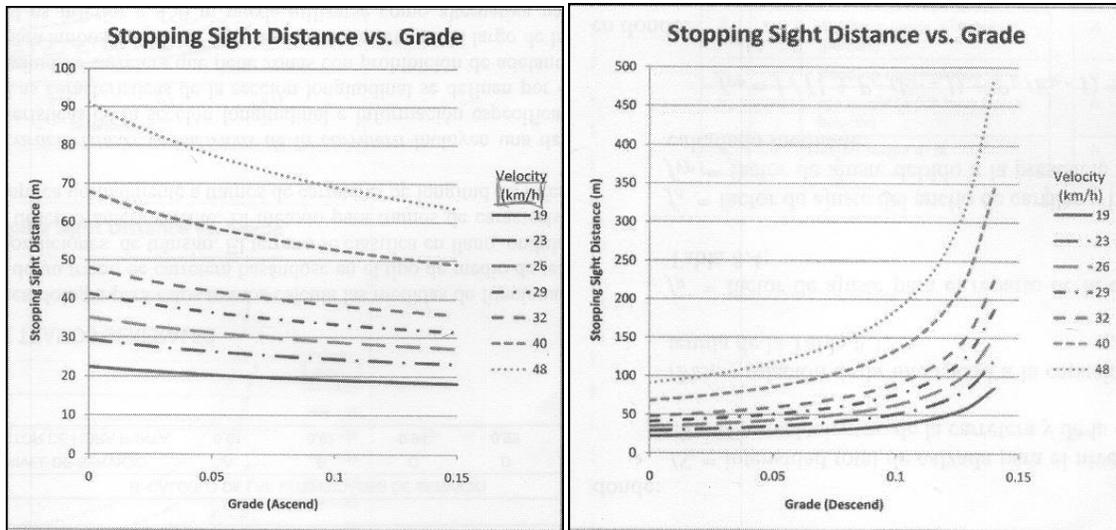


Figura Nº 11: Distancias de visibilidad mínima para el frenado vs. pendiente (AASHTO)

Para curvas verticales, se determina la longitud mínima de la curva vertical necesaria para proveer la distancia mínima de frenado.

$$\text{Cuando } S > L \rightarrow L = 2S \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

$$\text{Cuando } S < L \rightarrow L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

- ⇒ L: longitud mínima de la curva vertical [m]
- ⇒ A: diferencia algebraica en grados [%]
- ⇒ S: distancia mínima de frenado [m]
- ⇒ h1: altura del ojo [m] (se toma 1,4 m para un ciclista típico)
- ⇒ h2: altura del objeto [m] (se toma 0 m)

Para curvas horizontales, se determina la distancia mínima desde la línea central del carril a una obstrucción, de forma de garantizar una línea de visión.

$$HSO = R \left[ 1 - \cos \left( \frac{28,65S}{R} \right) \right]$$

- ⇒ HSO: distancia mínima desde la línea central del carril a la obstrucción [m]
- ⇒ R: radio de la línea central del carril [m]
- ⇒ S: distancia mínima de frenado [m]

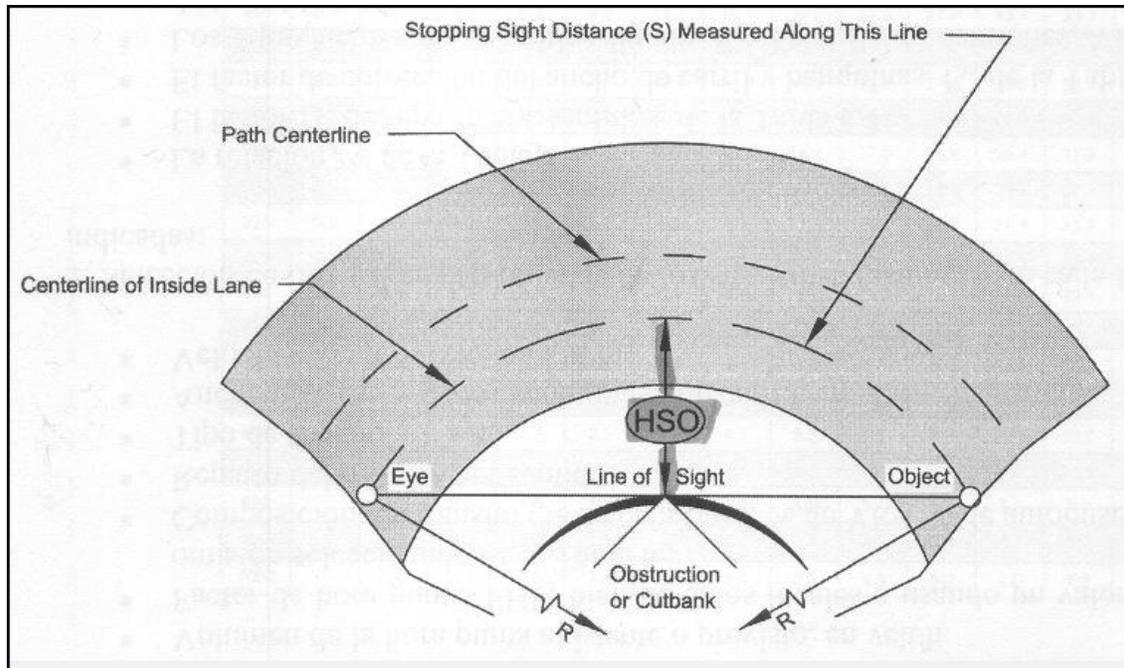


Figura Nº 12: Componentes para el cálculo de HSO (AASHTO)

### Estructura de la superficie

Como las superficies sin pavimentar proveen un menor nivel de servicio, esto puede causar que los ciclistas pierdan la tracción más fácilmente, además de requerir mayor mantenimiento que aquellas que sí están pavimentadas. En las superficies sin pavimentar, los ciclistas deben hacer mayor esfuerzo para viajar a una determinada velocidad. Además, en zonas donde ocurren inundaciones o donde existen problemas con el drenaje, las superficies no pavimentadas se erosionan con facilidad y, por lo tanto, no están recomendadas.

La superficie de rodadura deberá ser regular, impermeable, antideslizante y, en lo posible, de aspecto agradable. Las ciclovías no están sometidas a grandes esfuerzos. No necesitan, por lo tanto, una estructura mayor a la utilizada para vías peatonales.

Para construir las ciclovías se puede utilizar hormigón de cemento Portland o asfalto, ambos proveen buena calidad. Las ventajas del hormigón de cemento Portland son: mayor vida útil, baja susceptibilidad al agrietamiento y deformación por raíces y una superficie de rodadura más consistente después de años de uso. La desventaja es que el pintado sobre el pavimento puede llegar a tener menor contraste.

Las ventajas del asfalto incluyen una superficie de rodadura suave cuando es nuevo y menor costo de construcción. Sin embargo, el pavimento de asfalto es menos durable y necesita más mantenimiento.

Debido a la amplia variación de suelos, cargas, materiales, prácticas de construcción y costos de materiales, es que no se puede recomendar uno u otro tan fácilmente. Sin embargo, el espesor del pavimento deberá ser como mínimo de 150 mm, incluyendo la superficie (de asfalto o de hormigón de cemento Portland) y la base (generalmente de agregado de roca). Cualquier pavimento deberá ser ejecutado sobre una sub-base compactada. Son tres, entonces, los elementos principales en la estructura de una ciclovía: sub-base, base y capa de rodadura.

#### ❖ 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 deben cumplir las siguientes condiciones:

- ⇒ El relleno debe estar compuesto por un material compactable.
- ⇒ El material debe ser compactado en capas de 150 mm con el 90% de la densidad máxima del Próctor Modificado.
- ⇒ Cuando el nivel freático se encuentra muy alto, se deben diseñar vías evitando que éste 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:

	TAMIZ (mm)					TAMIZ (mm)	
Tamiz	28	20	14	5	1,25	315	80
% de sobre tamaño	100	90 – 100	68 – 93	33 – 60	19 – 38	9 – 17	2 – 8

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

- ⇒ Cada capa de material de base debe ser compactada con espesores menores a 150 mm y debe estar compactada con el 95% de la densidad del próctor modificado. El material debe ser compactado con la humedad óptima para así obtener la densidad deseada.
- ⇒ La base debe tener menos de 150 mm después de compactada.
- ⇒ La base no debe estar colocada sobre superficies húmedas.
- ⇒ La base debe extenderse con un sobrecancho de 300 mm a cada lado, con respecto a la superficie de rodadura.

#### ❖ Capa de rodadura

La capa de rodadura tiene dos funciones principales:

- ⇒ Proveer una superficie de rodadura confortable y segura.
- ⇒ Proteger la capa de base.

Las principales cualidades que determinan la selección del material de superficie de rodadura son: resistencia que se debe proveer, cohesión, uniformidad en el acabado, impermeabilidad y durabilidad.

La calidad de las ciclovías depende mucho del estado de la superficie de rodadura.

Las siguientes medidas deben ser tenidas en cuenta para asegurar una superficie agradable:

- ⇒ Las instalaciones problemáticas como tapas de pozos de inspección y sumideros deben estar niveladas con la superficie de rodadura.
- ⇒ Las juntas en pavimentos rígidos deben estar en buenas condiciones.
- ⇒ La superficie de rodadura debe ser objeto de mantenimiento regular y remover la arena, tierra y otros materiales que puedan causar accidentes.
- ⇒ Las irregularidades superficiales causadas por la operación de bicicletas deben ser eliminadas porque causan incomodidad y problemas de drenaje.
- ⇒ La orientación de las varillas de las rejillas de drenaje debe ser perpendicular al sentido del tráfico. Además, la separación entre varillas debe ser mínima para evitar vibración y accidentes.

## Drenaje

La pendiente transversal mínima recomendada de 1% generalmente provee un drenaje adecuado. Se prefiere el desagüe en un solo sentido, en vez de hacia ambos lados. Una superficie pareja es esencial para prevenir agua estancada y formación de hielo.

Para prevenir erosión en el área adyacente a la ciclo vía, se deberá conservar una cubierta natural espesa.

## DISEÑO DE INTERSECCIONES DE CICLOVÍAS

---

El diseño de intersecciones entre ciclo vías y calles tiene un impacto significativo en el confort y en la movilidad del usuario. Debido a los conflictos potenciales en estas zonas es que debe realizarse un diseño cuidadoso para predecir y ordenar los movimientos entre los ciclistas que andan por la ciclo vía y los automovilistas.

Cada intersección es única y necesita de juicio ingenieril para determinar el diseño apropiado.

### Distintos tipos de cruces

Existen dos tipos fundamentales de cruce: cuando se da en algún punto de la cuadra (alejado de las intersecciones adyacentes) o cuando se da en la intersección (el cruce es paralelo a una de las calles).

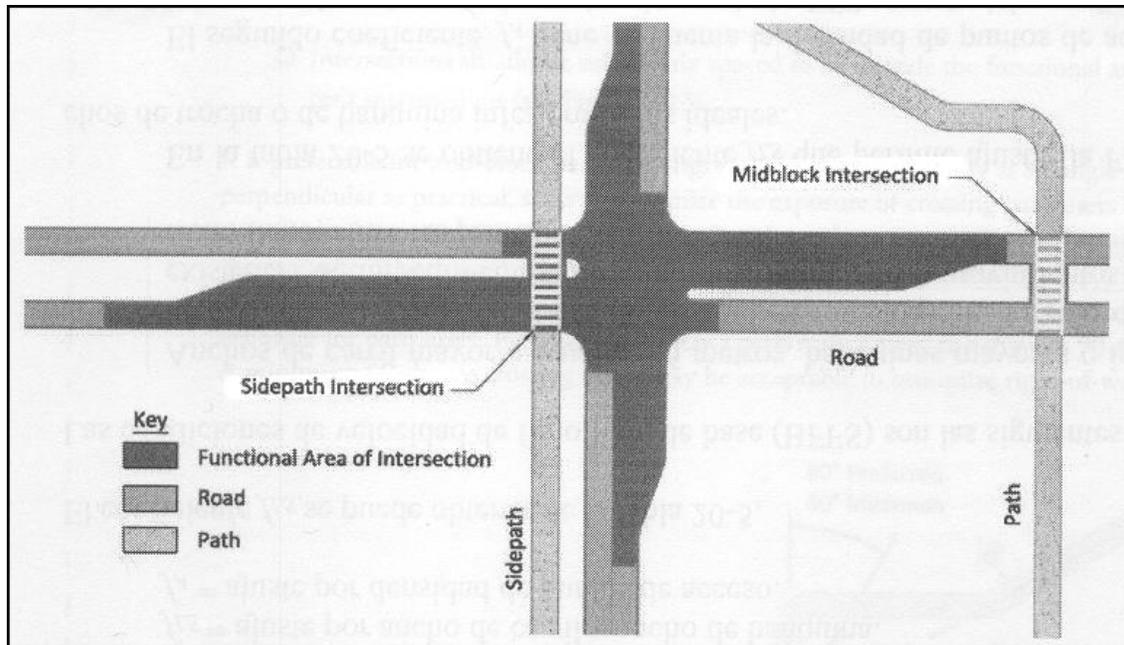


Figura Nº 13: Distintos tipos de cruce (AASHTO)

### Diseño de cruces en algún punto de la cuadra

#### ❖ Aspectos de diseño geométrico en cruces

- ⇒ La intersección debe ser visible para ambos, ciclista y automovilista.
- ⇒ Se deben mantener visuales sin obstrucciones para satisfacer las necesidades de control del tráfico provisto.
- ⇒ Las intersecciones deben tener pendientes planas.
- ⇒ Se debe tratar de que las intersecciones sean lo más próximas a un ángulo recto, a partir de las condiciones existentes.
- ⇒ Se deberá seleccionar el control de tráfico mínimo que sea efectivo.
- ⇒ Las intersecciones deben estar suficientemente espaciadas para estar fuera del área funcional de intersecciones adyacentes.

Conviene que el cruce interseque a la calle en un ángulo lo más perpendicular posible, para minimizar la exposición de los ciclistas y para maximizar la visual sin obstrucciones. Como mínimo, el ángulo de cruce debe ser de 60 grados.

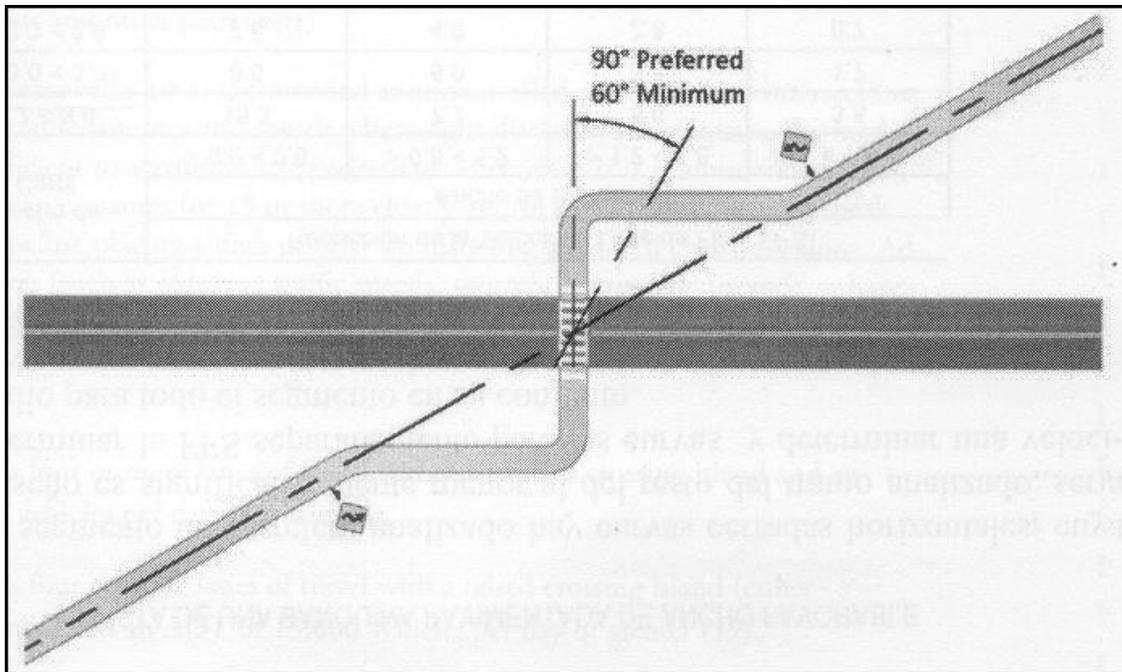


Figura Nº 14: Ángulo de cruce

❖ Medidas apropiadas para el cruce

Se recomienda pintar sendas peatonales de alta visibilidad en cruces que no poseen dispositivos de control. En otros casos será necesario, además, tomar otras medidas, tales como: reducir la velocidad del tráfico, acortar la distancia de cruce, promover la atención de los automovilistas cerca del cruce, entre otras.

❖ Uso de las señal de PARE

La aplicación de controles en la intersección (“ceda el paso”, “pare”, u otras señales de tránsito) deben seguir el principio de restringir lo mínimo necesario para que la intersección sea segura. Si se instalan señales que son poco realistas, los ciclistas van a optar por no respetarlas.

Según documentos varios, los ciclistas tienden a obedecer más la señal de “ceda el paso” que la de “pare”. La señal de “ceda el paso” incrementa la cautela sin ser demasiado restrictiva.

### Diseño de cruces en la intersección

El primer y más importante paso en el diseño de cualquier intersección de este tipo es evaluar si la ubicación es realmente factible. Esto es así porque cuando los automovilistas llegan a una intersección, ellos prestan atención en determinadas direcciones y sentidos, dependiendo de la maniobra a realizar.

Asumiendo que la ubicación es factible para este tipo de cruce, se debe determinar el ancho del bicicarril y la separación entre el cruce y la calle en la intersección, en función de la velocidad de la calle y del número de carriles que ésta posea. Los automovilistas que circulan por una calle que tiene muchos carriles y caracterizada por altas velocidades están más distraídos con las condiciones de manejo y son menos propensos a notar la presencia de ciclistas en la ciclovía durante las maniobras de giro. En calles donde los automovilistas circulan a alta velocidad (más de 80 km/h), se recomienda incrementar la separación con la calle para mejorar así el confort de la ciclovía y para disminuir la probabilidad de futuros choques. En cambio, para bajas velocidades, incrementar la separación no reduce esta probabilidad. Por lo tanto, la ciclovía debe estar ubicada muy próxima a la calle a la cual ésta es paralela en la intersección para que los automovilistas que giran detecten mejor a los ciclistas de la ciclovía.

Hay tres medidas que pueden tomarse para disminuir la frecuencia y la severidad de los choques en las calles y en las intersecciones: disminuir la velocidad de ambos, ciclistas y automovilistas, aumentar la predictabilidad del comportamiento de ambos, ciclistas y automovilistas y limitar la exposición en estos puntos de conflicto tanto como sea posible.

### Otros puntos a considerar en intersecciones

Al llegar la ciclovía a la calle, la misma debe mantener, durante el cruce, el ancho con el que ya viene (como mínimo). Si el ancho es modificado, entonces será necesario proveer una transición.

En calles muy transitadas, se sugiere aprovechar el uso de las medianas para efectuar un cruce seguro.

## MARCAS EN EL PAVIMENTO, SEÑALES Y SEMÁFOROS

---

### Marcas en el pavimento

Las marcas en el pavimento pueden servir de guía importante e información, tanto para los ciclistas como para los automovilistas. Estas marcas deben ser retro-reflectivas. No deben ser ni resbaladizas ni estar más elevadas que 4 mm por encima del pavimento.

#### ❖ Sendas peatonales

Las sendas peatonales están recomendadas en las intersecciones entre ciclovía y calle. Éstas delimitan la ubicación del cruce y ayudan a alertar a los automovilistas del conflicto potencial que existe.

#### ❖ Línea central

Para separar ambos sentidos de circulación se utiliza una línea central amarilla de entre 100 y 150 mm de espesor. Esta línea será punteada donde exista una adecuada distancia de visibilidad como para efectuar la maniobra de adelantamiento y será sólida donde esta maniobra esté prohibida.

En algunas ciclovías no se pinta esta línea en toda su longitud, pero aún puede ser necesaria en ciertos lugares. Uno de ellos es en las cercanías a las intersecciones (se pinta una línea sólida), de forma de desalentar la maniobra de pasaje en la proximidad. Esta línea nace en el borde de la vereda y llega hasta la distancia de visibilidad necesaria para el frenado.

#### ❖ Línea de borde

Una línea de borde blanca de entre 100 y 150 mm de espesor resulta muy útil en ciclovías de uso nocturno, también en la proximidad a intersecciones para alertar a los ciclistas de las condiciones de cambio y también si la ciclovía incluye un área separada para la circulación de peatones.

### ❖ Marcas adicionales en el pavimento

Adicionalmente, para complementar el control de la intersección, pueden utilizarse líneas de “pare” y de “ceda el paso”. Éstas indican el lugar a donde los ciclistas deben detenerse o ceder el paso, respectivamente. Estas líneas deben atravesar por completo a la ciclovía y deben ubicarse a 0,6 metros de la vereda.

### Señales

Todos los carteles deben ser retro-reflectivos y conforme al color, leyenda y forma descritos en la norma (AASHTO utiliza el Manual on Uniform Traffic Control Devices).

Las señales de regulación notifican, tanto a ciclistas como a automovilistas, sobre las regulaciones específicas del sitio a donde están ubicadas. Esas señales, por lo tanto, deben estar instaladas en ese lugar o al menos cerca. Generalmente son rectangulares, con fondo blanco y texto y símbolos en negro.

Las señales de advertencia son utilizadas para notificar, tanto a ciclistas como a automovilistas, sobre determinadas condiciones inesperadas que podrían implicar una necesaria reducción de velocidad o alguna otra acción. Éstas se utilizan donde la ciclovía, por ejemplo, reduce su ancho en una sección de pequeña longitud. Estas señales deben ser utilizadas con moderación. Utilizarlas en exceso puede generar el efecto contrario al buscado y que las mismas no sean respetadas. En general, tienen forma de diamante, con texto y símbolos en negro. Las señales de advertencia permanentes para la ciclovía deben ser amarillas.

La ubicación de la señal debe estar de acuerdo a la distancia mínima de visibilidad necesaria para el frenado. Deben estar a por lo menos 30 metros del peligro del que se quiere advertir. Tampoco es bueno que se ubiquen demasiado alejados del mismo.

Las señales de guía e información son por lo general rectangulares, con fondo verde y texto blanco.

Particularmente, cerca de la intersección se debe alertar a los automovilistas del cruce con la ciclovía, con un cartel de advertencia adecuado.

## Semáforos

Es importante utilizar semáforos en algunas intersecciones. Su uso dependerá del volumen de ciclistas que circulen por la cicloavía y de si existe o no otra ubicación alternativa para efectuar el cruce.

Las luces de los semáforos deben ser operadas de forma tal que el usuario más lento de la vía pueda cruzar adecuadamente. Generalmente, este usuario es el peatón.

Existe la posibilidad de utilizar el botón manual y también de hacer uso de los dispositivos de detección automática.

# CAPÍTULO 7

---

## ESTACIONAMIENTO PARA BICICLETAS (AASHTO)

## INTRODUCCIÓN

---

Proveer estacionamiento para bicicletas constituye un elemento esencial en el sistema de transporte multi-modal. A diferencia de los automóviles, la mayoría de las bicicletas no están equipadas con cerraduras o dispositivos antirrobo.

Instalar estacionamientos para bicicletas correctamente diseñados en los lugares apropiados puede contribuir, además de a la prevención de robos, a una apariencia más ordenada y estética de las veredas. Si no existen estacionamientos, las personas simplemente aseguran sus bicicletas a objetos inmóviles como ser postes, cercas, árboles, entre otros. De esta forma, se convierten en obstáculos para los peatones o para el tránsito vehicular, ya que estos objetos son elegidos al azar. Además, impiden el acceso de las personas con discapacidades a las veredas.

## PLANIFICACIÓN PARA EL ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS

---

Para saber a dónde se necesita estacionamiento es muy útil consultar con ciclistas locales.

Exigir el estacionamiento adecuado para bicicletas en los nuevos desarrollos es una forma económicamente efectiva de proveer estas instalaciones.

La ubicación de los aparcamientos debe seguir los siguientes principios:

- ⇒ Deben ser fácilmente accesibles desde la calle y protegidos de los vehículos.
- ⇒ Deben ser visibles, para promover su uso y mejorar su seguridad.
- ⇒ No deben interferir con el tráfico de peatones.
- ⇒ No deben bloquear el acceso a edificios, a las paradas de ómnibus o a lugares de carga de mercadería.
- ⇒ Deben permitir la apertura de las puertas de los automóviles sin problema.
- ⇒ Deben estar ubicadas en lugares donde las bicicletas vayan a estar estacionadas por mucho tiempo.

## ESTACIONAMIENTOS PARA BICICLETAS A CORTO PLAZO

---

Estas instalaciones se ubican en los lugares en los que las personas van a necesitar dejar sus bicicletas por un corto período de tiempo.

### Diseño del sitio

Es importante considerar, por un lado, el espacio utilizado por la instalación dispuesta para el estacionamiento (considerado completamente ocupado). Por el otro, el espacio necesario para que los ciclistas puedan acceder al área de estacionamiento y utilizar ambos lados de la instalación.

Un estacionamiento para bicicletas bien diseñado requiere poco mantenimiento. Para un buen uso de los mismos, se necesita de educación.

### Diseño de la instalación para estacionar

Uno de los más simples y efectivos tipos de estacionamientos para bicicletas es la “U invertida”. Esta instalación permite el aparcamiento de dos bicicletas simultáneamente, una de cada lado, y puede ser agrupada para proveer tantos espacios como sea necesario.

## **ESTACIONAMIENTOS PARA BICICLETAS A LARGO PLAZO**

---

Estos estacionamientos deben proveer un mayor grado de seguridad y protección respecto al clima. Están pensados para situaciones en las que las bicicletas son dejadas por largos períodos de tiempo. La forma más simple de lograr esto es con una estructura que cubra el área de estacionamiento y que ofrezca suficiente protección respecto a los distintos elementos. Estas instalaciones pueden incluir casilleros, cámaras, entre otras mejoras según el caso.

# CAPÍTULO 8

---

## MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN (AASHTO)

## INTRODUCCIÓN

---

Los bicarriles están sujetos al deterioro de su superficie y a la acumulación de escombros, por lo que necesitan de mantenimiento para funcionar adecuadamente. Aquellas instalaciones que son pobremente mantenidas corren el riesgo de ser inservibles para los ciclistas.

Grietas y juntas longitudinales irregulares pueden desviar la rueda de una bicicleta. La grava removida del carril de viaje puede acumularse en el área por donde circulan los ciclistas. Pequeñas rocas, ramas y otros escombros pueden desviar una rueda, y los baches pueden causar que las llantas se doblen, llevando a la caída. La acumulación de hojas puede llegar a ocultar un bache. Vidrio roto puede pinchar las ruedas de la bicicleta.

Un buen programa de mantenimiento protege los fondos públicos invertidos en bicarriles, para que ellos puedan ser usados efectivamente.

## PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y ACTIVIDADES RECOMENDADAS

---

Se necesita de programas de mantenimiento de bicarriles para que las instalaciones puedan ser utilizadas correctamente. Estos programas deben establecer los estándares a los que ay que ajustarse y un cronograma para inspecciones y actividades de mantenimiento. A continuación, se proponen las actividades que deberían llevarse a cabo:

- ⇒ Barrido
- ⇒ Reparación de la superficie
- ⇒ Repavimentación
- ⇒ Control de la vegetación
- ⇒ Ajuste de los detectores de tráfico ciclista
- ⇒ Inspección y reemplazo de la señalización
- ⇒ Mejora de los drenajes
- ⇒ Correcta y cuidadosa ejecución de parches
- ⇒ Especiales consideraciones con el sellado superficial con gravilla y asfalto y con la fractura de la calzada que se ejecuta con fines específicos

# CAPÍTULO 9

---

## CASO CONCRETO DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA

## UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD

La ciudad de Córdoba es la capital de la provincia de Córdoba, representa el 0,35% de la superficie de la provincia y cuenta con una población de 1.357.600 habitantes. Los límites jurídicos de la ciudad están delimitados por el ejido municipal, una línea imaginaria que delimita el área de jurisdicción de la capital. Se trata de un cuadrado de 24 km con 576 km<sup>2</sup> de superficie.

Es una ciudad de más de 400 años de antigüedad con un centro histórico importante y una fuerte identidad. Posee una alta calidad educativa receptora de estudiantes universitarios de todo el país y del mundo.

## SITUACIÓN ACTUAL

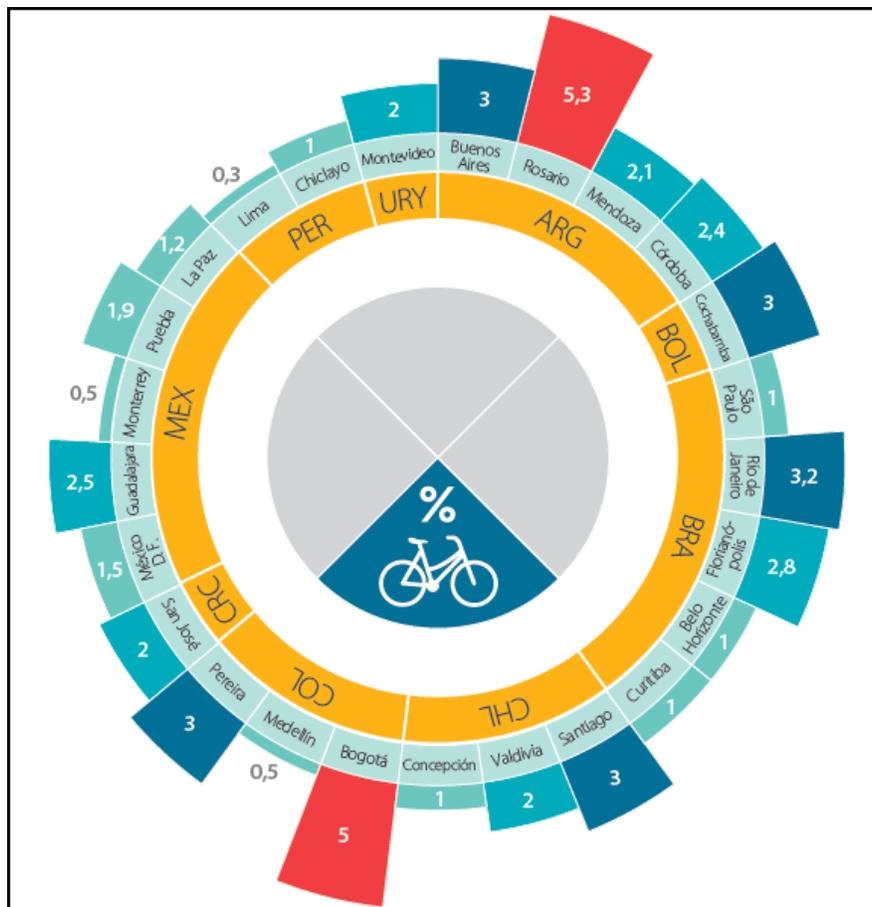


Figura Nº 15: Porcentaje de viajes realizados en bicicleta (Guía para impulsar el uso de la bicicleta - BID)

La figura anterior es resultado de una investigación que realizó el BID en 56 ciudades de América Latina y el Caribe durante el año 2014. Se puede observar a la ciudad de Córdoba, con un 2,4% de viajes realizados en bicicleta. Dentro de la región de estudio, podría decirse que se encuentra en el medio. Aún hay mucho por hacer en relación a este tema.

Actualmente, la ciudad de Córdoba cuenta con una extensión de 112,5 kilómetros de ciclovías y biciesendas y existen proyectos para seguir ampliándola aún más.

Los últimos tramos ejecutados fueron posibles gracias al Proyecto de Transporte Urbano para Áreas Metropolitanas (Ptuma), que entrega fondos no reintegrables a ciudades para mejorar la movilidad con medios de transporte alternativos y no contaminantes, como lo es la bicicleta. Un área del Banco Mundial otorgó el dinero al Municipio para este fin, sujeto a que se cumpliera todo lo acordado.

## CORREDOR CICLISTA INTER-UNIVERSITARIO

---

Un elevado porcentaje de estudiantes vive en las zonas aledañas a las universidades, de forma tal que el recorrido que deben hacer para acceder a las mismas es relativamente corto y la bicicleta termina resultando una opción óptima. Esto sólo si se cuenta con lo siguiente:

- ⇒ Infraestructura de bicirreles adecuada que permitan acceder a las personas a los focos de atracción de viajes (en este caso, los estudiantes a las universidades).
- ⇒ Buena señalización para orientar al ciclista y garantizarle la seguridad durante su recorrido. Con esto se busca que, tanto automovilistas como ciclistas, circulen ordenadamente.
- ⇒ Educación vial, tanto para ciclistas como para automovilistas.
- ⇒ Estacionamiento para bicicletas. No tiene sentido permitir la circulación mediante bicicletas si luego el usuario no dispone de un lugar apto para su estacionamiento.
- ⇒ Seguridad ante hurtos u otros disturbios. A la hora de hacer el diseño, es necesario analizar por qué calles conviene que los ciclistas circulen. También se debe garantizar un buen mantenimiento de las vías, proveer iluminación adecuada, entre otras.

El corredor ciclista inter-universitario es una propuesta que surge como una inquietud de la organización BiciUrbanos y de las principales universidades nucleadas en la zona sur de la ciudad. La idea es vincular el centro de la misma con los principales polos de atracción de viajes estudiantiles: la Universidad Católica de Córdoba (sede Centro y Campus), la Universidad Nacional de Córdoba (Centro y Ciudad Universitaria) y la Universidad Tecnológica Nacional (universidad y campo de deportes).

El corredor tiene una longitud de alrededor de 13 km. Para lograr dicha conectividad, es necesario ejecutar algún tipo de infraestructura en tramos que en su conjunto no lleguen a los 3 km de longitud. Es decir, hay que intervenir menos del 25% de la traza propuesta.

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

---

La idea fundamental es que, a partir de una red de circulación básica, se vaya ampliando la infraestructura para el uso de la bicicleta (a medida que crece la demanda).

Actualmente, la ciudad de Córdoba posee gran cantidad de ciclovías y bicisendas, pero éstas se encuentran aisladas unas de otras. La intención es vincularlas, para que pasen de ser tramos aislados a conformar una verdadera red. Pero para que esta red conforme un verdadero sistema, no es suficiente sólo con dicha infraestructura, sino que habrá que tener en consideración otras cuestiones (como se vio en páginas anteriores).

Son numerosos los factores que resultan favorables para fomentar el ciclismo en la ciudad:

- ⇒ El clima templado
- ⇒ Las distancias (ya que la mayor concentración de viajes se da en un radio de 4 km)
- ⇒ Elevado porcentaje de población estudiantil

Hoy en día existen muchos proyectos relacionados a este modo de transporte: nuevos trazados, playas de transferencia para fomentar el transporte multi-modal, playas de estacionamiento, entre otros.

## PROCESO SEGUIDO HASTA SELECCIÓN DE TRAZA DEFINITIVA

---

1. Estudio y análisis de la bibliografía sobre el tema, artículos presentados a congresos, guías y manuales, seleccionándose como material base para la

ejecución del proyecto el manual *Guide for the Development of Bicycle Facilities* (2012) AASHTO.

2. Recopilación de antecedentes y de otros proyectos e informes de Prácticas Supervisadas de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
3. Análisis de ciclovías y bicisendas existentes en la ciudad de Córdoba. La importancia de esto radica en que, a la hora de proponer una traza, la premisa es trabajar con la infraestructura existente, proyectando tramos de unión. La idea es adaptar, en una pequeña parte, la oferta a la demanda actual. De esta forma se evita proponer soluciones exageradas que transformen al proyecto en inviable y que el mismo no termine ejecutándose nunca.

A la hora de proponer una primera traza, era necesario tener en claro cuál era el objetivo de la Práctica Supervisada: proyectar un corredor ciclista inter-universitario. A partir de ello es que se tiene cierta noción de los recorridos posibles.

Inicialmente, se trabajó con un planteo muy preliminar, basado en líneas rectas fundamentalmente. Se buscaba proponer el camino más directo entre los tramos existentes, ya que resulta de gran importancia que las distancias sean lo más pequeñas posibles. Los tramos propuestos eran todos paralelos a las calles y no había ningún tramo independiente. Era una propuesta inicial, sin tener en cuenta nada más que lo meramente geométrico.

Durante este proceso fueron surgiendo muchas dudas e incertidumbres que impedían el avance. En esta etapa fue fundamental concretar reuniones con la tutora a cargo para resolver problemas prácticos y concretos de este proyecto en particular.

Una herramienta muy útil con la que se trabajó es Street View, que complementa los beneficios ya brindados por Google Earth.

A partir de los consejos recibidos por la tutora interna basados en su experiencia profesional y con la ayuda de esta prestación de Google, se propuso una nueva traza. También fueron útiles las propuestas de ex alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Por otra parte, se analizó la propuesta de BiciUrbanos. Se consideraron los pros y los contras en cada uno de los tramos. Además de las distancias, se tuvieron en cuenta otros aspectos tales como la seguridad, el tránsito, el espacio físico y la factibilidad técnica para construir la infraestructura necesaria, entre otros. Puntualmente, se destacan las principales modificaciones:

- ⇒ Para dirigirse desde Duarte Quirós hasta Av. Hipólito Irigoyen (donde existe bicisenda), se optó por hacerlo por la calle Obispo Trejo, descartando la propuesta de BiciUrbanos de hacerlo por Av. Vélez Sarsfield. Este cambio fue debido al elevado tráfico existente, lo que representa condiciones inseguras para el ciclismo. Además, se presentan complicaciones técnicas, ya que para disponer de un bicicarril es necesario tomar algunas medidas que serían muy complicadas en calles como ésta.
- ⇒ Respecto a la zona de Ciudad Universitaria, se añadieron tramos y se efectuaron algunos cambios para que este proyecto se adapte a otros que hay dentro de la misma y para lograr ciertas conexiones que resultaban interesantes.
- ⇒ En calle Cacheuta, existe una ciclovia entre Av. Cruz Roja Argentina y Huiliches. Para empalmar con la ciclovia de Av. Armada Argentina, se analizó la posibilidad de ejecutar un bicicarril por la misma Cacheuta. Sin embargo, se descartó la idea por falta de espacio físico, por la peligrosidad del cruce, por el tráfico (tanto de automóviles como de camiones) y por la falta de mediana sobre Av. Armada Argentina entre Cacheuta y Piamonte.

Luego de este análisis, la propuesta fue la siguiente:

Nº DE TRAMO	POR	DESDE	HASTA	BICICARRIL	EXISTE?
1	Obispo Trejo	Duarte Quirós	Av. Hipólito Irigoyen	-	No
2	Av. Hipólito Irigoyen	Obispo Trejo	Plaza España	Bicisenda	Sí
3	Bv. Chacabuco	Plaza España	Chile	Bicisenda	Sí
4	Bv. Chacabuco	Chile	Av. Los Nogales	-	No
5	Av. Los Nogales	Av. Enrique Barros	Av. Valparaíso	-	No
6	Av. Valparaíso	Av. Los Nogales	Av. Cruz Roja Argentina	Ciclovía	Sí
7	El Cordobazo	Av. Enrique Barros	Vía de las Humanidades	-	No
8	Tramo independiente, sale perpendicular a Av. Medina Allende	Esq. entre El Cordobazo y Vía de las Humanidades	Av. Medina Allende	-	No
9	Av. Medina Allende	Tramo independiente anterior	Maestro Marcelo López	-	No
10	Maestro Marcelo López	Av. Medina Allende	Av. Cruz Roja Argentina	-	No
11	Av. Cruz Roja Argentina	Av. Valparaíso	Cacheuta	Ciclovía	Sí
12	Cacheuta	Av. Cruz Roja Argentina	Huiliches	Ciclovía	Sí
13	Huiliches	Cacheuta	Río Negro	-	No
14	Río Negro	Huiliches	Piamonte	Ciclovía	Sí
15	Piamonte	Río Negro	Av. Armada Argentina	-	No
16	Av. Armada Argentina	Piamonte	UCC	Ciclovía	Sí

Se aproximaba el momento de trabajar en detalle con el diseño propiamente dicho de los tramos propuestos. Para ello era necesario contar con información más precisa, información que podría ser conseguida mediante relevamientos. Se recorrió todo el largo de la traza, utilizando la cinta métrica, la cámara de fotos y un medidor de distancia a láser GLM 80 Professional de Bosch. Para el registro se fue completando, en cada uno de los tramos, una planilla con el siguiente formato:

<b>CALLE PRINCIPAL</b>		
<b>Entre</b>	<b>Calle 1</b>	<b>Calle 2</b>
<b>Estacionamiento permitido?</b>		
<b>Los autos estacionan igual?</b>		
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>		
<b>Número de carriles por sentido</b>		
<b>Número de carriles de circulación por sentido</b>		
<b>Ancho de vereda[m]</b>		
<b>Árboles</b>		
<b>Obstáculos de importancia</b>		
<b>Señalización vertical</b>		
<b>Señalización horizontal</b>		
<b>Circulan colectivos?</b>		
<b>INTERSECCIÓN</b>		
<b>Con calle:</b>	<b>Calle 1</b>	<b>Calle 2</b>
<b>Senda peatonal</b>	Sí	Sí
<b>Semáforo</b>	No	No

Resultaba fundamental, además, contar con información de los tramos existentes. Para ello, se utilizó el trabajo de un ex alumno de la Facultad y se relevaron personalmente algunos tramos.

## RELEVAMIENTOS

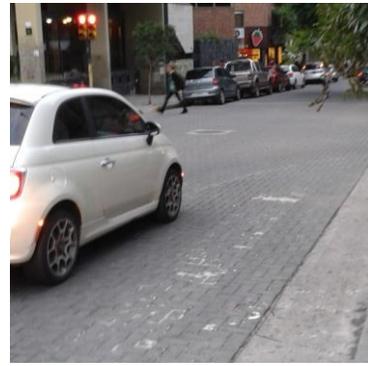
### Calles donde se planea construir bici-carriles

#### ❖ Obispo Trejo

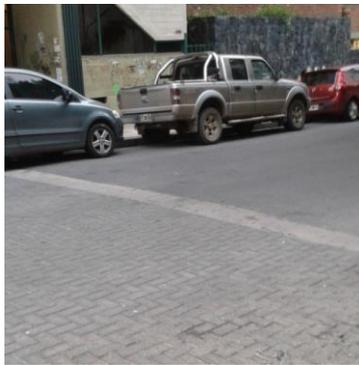
OBISPO TREJO						
Entre	Duarte Quirós	Bv. San Juan	Bv. San Juan	Montevideo	Montevideo	Irigoyen
<b>Estacionamiento permitido?</b>	Sí (exclusivo para operaciones de carga y descarga, para bancos y para motos)		Sí (exclusivo para operaciones de carga y descarga)		No	
<b>Los autos estacionan igual?</b>	Sí (de los dos lados)		Sí (de los dos lados)		No	
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>	8,00		9,00		9,00	
<b>Número de carriles</b>	3		4		4	
<b>Número de carriles de circulación</b>	1		2		2	
<b>Mano</b>	Única		Única		Única	
<b>Ancho de vereda [m]</b>	2,50		2,50		2,50	
<b>Árboles</b>	No		En ambos lados (de poca edad)		En ambos lados (de poca edad)	
<b>Obstáculos de importancia</b>	No		No		No	
<b>Señalización vertical</b>	Estacionamiento		Estacionamiento		Estacionamiento	
<b>Señalización horizontal</b>	Estacionamiento		No		No	
<b>Circulan colectivos?</b>	No		No		No	

INTERSECCIÓN					
Con calle:	Duarte Quirós	Bv. San Juan	Con calle:	Montevideo	Irigoyen
<b>Senda peatonal</b>	Sí	Sí	<b>Senda peatonal</b>	No	Sí
<b>Semáforo</b>	Sí	Sí	<b>Semáforo</b>	Sí	Sí



*Obispo Trejo casi esquina con Av. Irigoyen. Está prohibido estacionar, pero los autos estacionan de todos modos*



*Fin del pavimento adoquinado*



*Intersección con Bv. San Juan*



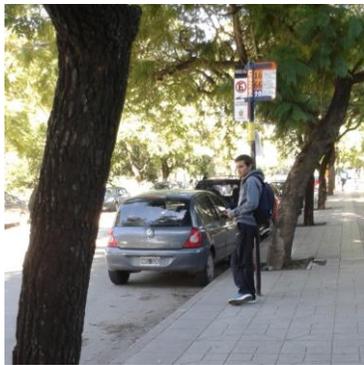
*Estacionamiento exclusivo. Se observan las veredas de poco ancho, muy transitadas y con diversos obstáculos*

❖ Av. Los Nogales

AV. LOS NOGALES		
Entre	Av. Enrique Barros	Av. Valparaíso
Estacionamiento permitido?	Sí	
Los autos estacionan igual?	-	
Ancho aproximado de calzada [m]	12,75	
Número de carriles por sentido	2	
Número de carriles de circulación por	1	
Ancho de vereda[m]	2,80	
Árboles	Sí (en ambos lados)	
Obstáculos de importancia	No	
Señalización vertical	Senda peatonal, lomada, ceda el paso, informativos	
Señalización horizontal	Senda peatonal, lomada	
Circulan colectivos?	Sí	
INTERSECCIÓN		
Con calle:	Av. Enrique Barros	Av. Valparaíso
Senda peatonal	Sí	Sí
Semáforo	No	No



*Se observa el ancho que posee la calzada y el estacionamiento a ambos lados de la misma*



*Circulan varias líneas de colectivo por esta calle*



*Se observa el ancho de vereda, que sirve a gran tránsito peatonal, y la arboleda*

❖ Bv. Chacabuco

BV. CHACABUCO				
Entre	Chile	Bolivia	Bolivia	Av. Los Nogales
<b>Estacionamiento permitido?</b>	Sí (en el lado derecho de cada sentido de circulación)		Sí (en el lado derecho de cada sentido de circulación)	
<b>Los autos estacionan igual?</b>	-		-	
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>	8,25 por sentido de circulación		8,25 por sentido de circulación	
<b>Ancho aproximado de mediana [m]</b>	7,10		7,10	
<b>Número de carriles por sentido</b>	2		2	
<b>Número de carriles de circulación</b>	1		1	
<b>Ancho de vereda [m]</b>	4,55		4,55	
<b>Árboles</b>	En ambos lados y sobre mediana		En ambos lados y sobre mediana	
<b>Obstáculos de importancia</b>	No		No	
<b>Señalización vertical</b>	Estacionamiento		Estacionamiento	
<b>Señalización horizontal</b>	Línea blanca punteada central		Línea blanca punteada central	
<b>Circulan colectivos?</b>	No		No	
INTERSECCIÓN				
Con calle:	Chile	Bolivia	Con calle:	Av. Los Nogales
<b>Senda peatonal</b>	Sí	Sí	<b>Senda peatonal</b>	Sí
<b>Semáforo</b>	No	No	<b>Semáforo</b>	No



*Fin de bicisenda existente*



*Estacionamiento permitido*



*Se observa la señalización de la bicisenda. Señal de "circulación de bicicletas", señal de "prohibido estacionar", bastones reflectivos y bloques amarillos de hormigón para separar el bicicarril del resto de la calzada*



*Vista en detalle de bastón reflectivo, bloque amarillo de hormigón y señalización sobre la bicisenda de "ceda el paso"*



*Se observa la pequeña separación existente entre bloque y bloque amarillo de hormigón*



*Se pueden observar más detalles de la señalización*

❖ El Cordobazo

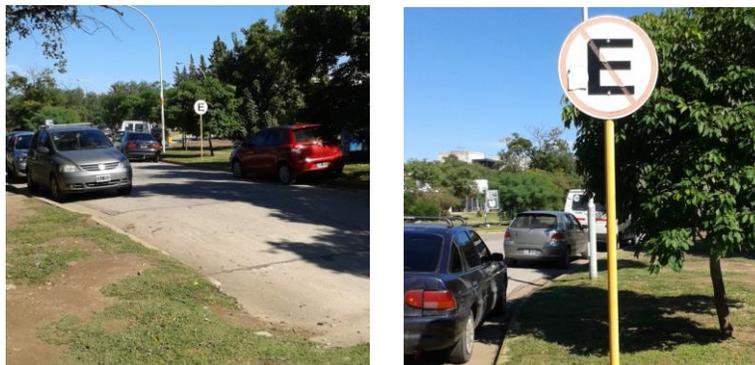
EL CORDOBAZO		
Entre	Av. Enrique Barros	Vía de las Humanidades
<b>Estacionamiento permitido?</b>	Sí (de los dos lados), salvo en el último tramo	
<b>Los autos estacionan igual?</b>	Sí	
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>	7,50	
<b>Número de carriles</b>	3	
<b>Número de carriles de circulación</b>	1	
<b>Ancho de vereda [m]</b>	No hay vereda	
<b>Árboles</b>	En ambos lados	
<b>Obstáculos de importancia</b>	No	
<b>Señalización vertical</b>	Carteles informativos	
<b>Señalización horizontal</b>	No	
<b>Circulan colectivos?</b>	No	
INTERSECCIÓN		
Con calle:	Av. Enrique Barros	Vía de las Humanidades
<b>Senda peatonal</b>	No	No
<b>Semáforo</b>	No	No



*Se observa la gran cantidad de arboleda*



*Se observa el espacio disponible para construir el bicicarril*



*Prohibido estacionar, pero se estaciona de todas formas*

❖ Tramo independiente

<b>TRAMO INDEPENDIENTE</b>		
<b>Entre</b>	<b>Esquina tramo anterior</b>	<b>Av. Medina Allende</b>
<b>Estacionamiento permitido?</b>	-	
<b>Los autos estacionan igual?</b>	-	
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>	-	
<b>Número de carriles</b>	-	
<b>Número de carriles de circulación</b>	-	
<b>Ancho de vereda [m]</b>	-	
<b>Árboles</b>	Sí	
<b>Obstáculos de importancia</b>	No	
<b>Señalización vertical</b>	-	
<b>Señalización horizontal</b>	-	
<b>Circulan colectivos?</b>	-	
<b>INTERSECCIÓN</b>		
<b>Con calle:</b>	<b>Esquina tramo anterior</b>	<b>Av. Medina Allende</b>
<b>Senda peatonal</b>	No	No
<b>Semáforo</b>	No	No



*Inicio del tramo independiente, se observa cómo está marcado debido al tránsito peatonal*



*Fin del tramo independiente, intersección con Av. Medina Allende*

❖ Av. Medina Allende

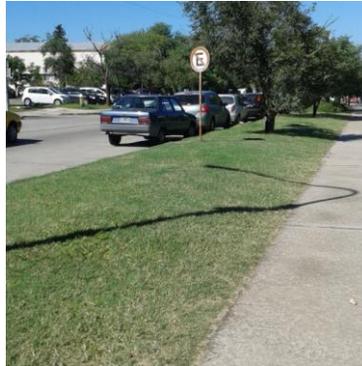
AV. MEDINA ALLENDE				
Entre	Tramo independiente	Av. Haya de la Torre	Av. Haya de la Torre	Maestro Marcelo López
<b>Estacionamiento permitido?</b>	No (sólo en el primer tramo)		Sí	
<b>Los autos estacionan igual?</b>	Sí		-	
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>	13,5 (sin considerar mediana)		13,5 (sin considerar mediana)	
<b>Número de carriles por sentido</b>	2		2	
<b>Número de carriles de circulación por</b>	1		1	
<b>Ancho de vía peatonal [m]</b>	2,25		2,25	
<b>Árboles</b>	En ambos lados		En ambos lados	
<b>Obstáculos de importancia</b>	No		No	
<b>Señalización vertical</b>	Estacionamiento, lomada, informativos		Estacionamiento, rotonda, informativos, senda peatonal	
<b>Señalización horizontal</b>	No		No	
<b>Circulan colectivos?</b>	Sí		Sí	

INTERSECCIÓN				
Con calle:	Tramo independiente	Av. Haya de la Torre	Con calle:	Maestro Marcelo López
<b>Senda peatonal</b>	No	Sí	<b>Senda peatonal</b>	No
<b>Semáforo</b>	No	No	<b>Semáforo</b>	No



*Se puede observar la salida del tramo independiente propuesto*



*Está prohibido estacionar, pero los autos estacionan de todas formas*



*Vía peatonal que se propone transformar*



*Señal de tránsito mal ubicada, ya que ésta no es visible*

❖ Maestro Marcelo López

<b>MAESTRO MARCELO LÓPEZ</b>		
<b>Entre</b>	Av. Medina Allende	Av. Cruz Roja Argentina
<b>Estacionamiento permitido?</b>	Sí	
<b>Los autos estacionan igual?</b>	-	
<b>Ancho aproximado de calzada [m]</b>	9,00	
<b>Número de carriles por sentido</b>	1	
<b>Número de carriles de circulación</b>	1	
<b>Ancho de vía peatonal [m]</b>	2,25	
<b>Árboles</b>	En ambos lados	
<b>Obstáculos de importancia</b>	No	
<b>Señalización vertical</b>	Velocidad, estacionamiento, escuela	
<b>Señalización horizontal</b>	Línea doble amarilla	
<b>Circulan colectivos?</b>	Sí	
<b>INTERSECCIÓN</b>		
<b>Con calle:</b>	Av. Medina Allende	Av. Cruz Roja Argentina
<b>Senda peatonal</b>	No	Sí
<b>Semáforo</b>	No	Sí (a la altura de UTN)



*Calzada en reconstrucción*



*Instituto Hellen Keller, CENMA N°125*



*Vía peatonal que se pretende transformar*

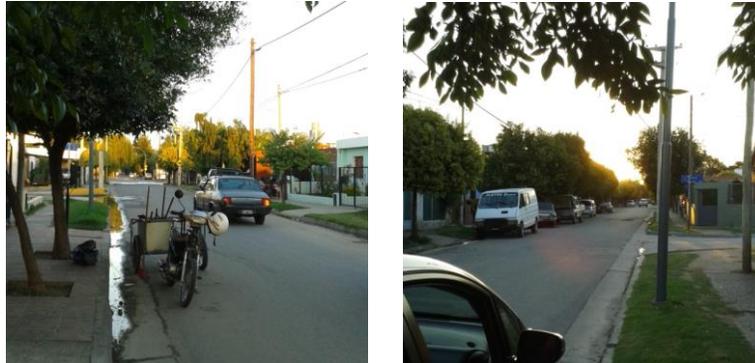


*Entorno UTN*

❖ Huiliches

HUILICHES		
Entre	Cacheuta	Río Negro
Estacionamiento permitido?	Sí	
Los autos estacionan igual?	-	
Ancho aproximado de calzada [m]	7,00	
Número de carriles	3	
Número de carriles de circulación	1	
Ancho de vereda [m]	2,40	
Árboles	En ambos lados	
Obstáculos de importancia	No	
Señalización vertical	Lomada	
Señalización horizontal	No	
Circulan colectivos?	Sí	

INTERSECCIÓN		
Con calle:	Cacheuta	Río Negro
Senda peatonal	No	No
Semáforo	No	No



*Calle local, de poco ancho, con estacionamiento a ambos lados de la misma. Se observan lomadas, se trata de una calle con bastante tráfico y que circula con una velocidad importante*



*Veredas muy angostas*

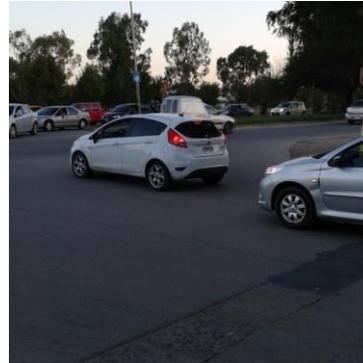
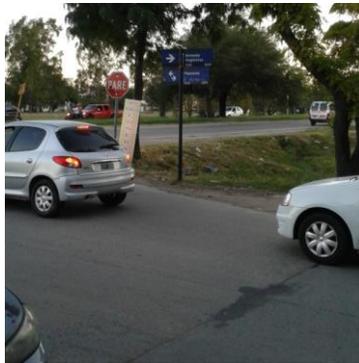


*Parada de colectivos*

❖ Piamonte

PIAMONTE		
Entre	Río Negro	Av. Armada Argentina
Estacionamiento permitido?	Sí	
Los autos estacionan igual?	-	
Ancho aproximado de calzada [m]	7,00	
Número de carriles	3	
Número de carriles de circulación	1	
Ancho de vereda [m]	2,40	
Árboles	En ambos lados	
Obstáculos de importancia	No	
Señalización vertical	Camiones	
Señalización horizontal	No	
Circulan colectivos?	Sí	

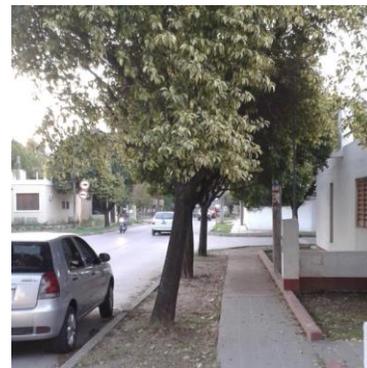
INTERSECCIÓN		
<b>Con calle:</b>	Río Negro	Av. Armada Argentina
<b>Senda peatonal</b>	No	No
<b>Semáforo</b>	No	No



*Intersección conflictiva con Av. Armada Argentina*



*Elevado tráfico vehicular*



*Parada de colectivo. Se observa que la calle es angosta, que los autos estacionan sobre la misma y que las veredas tienen poco ancho*

Ciclovías y bicisendas existentes

Ubicación	Bv. Chacabuco	Ciencias Económicas
Tipo de bicicarril	Bicisenda	Ciclovía
Ancho de bicicarril [m]	1,20	2,25
Señalización horizontal	Pavimento verde, símbolo estándar bicicleta, ceda el paso	Pavimento verde, símbolo estándar bicicleta, línea punteada blanca central y llena en los bordes
Señalización vertical	"Circulación exclusiva bicicletas", símbolo bicicleta	-
Separación símbolo estándar en el	10,00	20,00
Extras	Bastón reflectivo en intersecciones, bloques amarillos separan bicicarril	-

❖ Ciencias Económicas



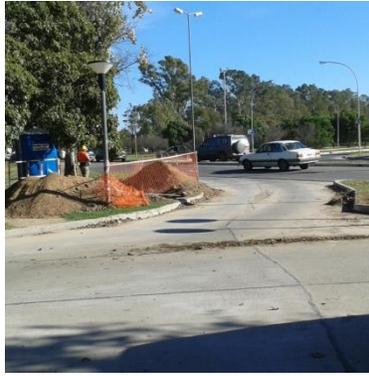
*Ciclovía existente y correspondiente pintado*



*Ciclovía existente*



*Fin de ciclovía existente, llegando a Av. Los Nogales*



*Fin de ciclovía en Av. Valparaíso, a la altura de Filloy*



*Intersección entre Av. Valparaíso y Av. Cruz Roja Argentina*

Además de los ítems de la planilla tipo, también se pudo observar en vivo y en directo el tránsito, dato fundamental. A partir de esta etapa fue posible descartar algunos tramos de la propuesta, pero surgió un nuevo interrogante: ¿cuál es la solución en aquellas calles locales, de poco ancho, con estacionamiento a ambos lados de las mismas y que poseen veredas muy angostas?

Luego de consultar con especialistas en el tema, finalmente se llegó a la traza definitiva.

## TRAZA DEFINITIVA

Nº DE TRAMO	POR	DESDE	HASTA	BICICARRIL	EXISTE?
1	Obispo Trejo	Duarte Quirós	Av. Hipólito Irigoyen	Bicisenda	No
2	Av. Hipólito Irigoyen	Obispo Trejo	Plaza España	Bicisenda	Sí
3	Bv. Chacabuco	Plaza España	Chile	Bicisenda	Sí
4	Bv. Chacabuco	Chile	Rotonda Av. Los Nogales	Bicisenda	No
5	Tramo independiente a través de estacionamiento Cs. Económicas	Av. Valparaíso, altura Escuela de Trabajo Social UNC	Rotonda Av. Los Nogales	Ciclovia	Sí
6	El Cordobazo	Rotonda Av. Los Nogales	Intersección con Vía de las Humanidades	Ciclovia	No
7	Tramo independiente, sale perpendicular a Av. Medina Allende	Esq. entre El Cordobazo y Vía de las Humanidades	Av. Medina Allende	Ciclovia	No
8	Av. Medina Allende	Esq. entre tramo independiente y Av. Medina Allende	Maestro Marcelo López	Ciclovia	No
9	Maestro Marcelo López	Av. Medina Allende	Av. Cruz Roja Argentina	Ciclovia	No
10	Av. Valparaíso	Altura Escuela de Trabajo Social UNC	Av. Filloy	Ciclovia	Sí
11	Av. Valparaíso	Av. Filloy	Av. Cruz Roja Argentina	Ciclovia	No
12	Av. Cruz Roja Argentina	Av. Valparaíso	Cacheuta	Ciclovia	Sí
13	Cacheuta	Av. Cruz Roja Argentina	Huiliches	Ciclovia	Sí
14	Huiliches	Cacheuta	Río Negro	Calle bici-compatible	No
15	Río Negro	Huiliches	Sicilia	Ciclovia	Sí
16	Sicilia	Río Negro	Tramo independiente antes de Piamonte	Ciclovia	No
17	Tramo independiente antes de Piamonte	Sicilia	Av. Armada Argentina	Ciclovia	No
18	Av. Armada Argentina	Esq. entre tramo independiente y Av. Armada Argentina	José Benito Cottolengo	Ciclovia	Sí
19	Av. Armada Argentina	José Benito Cottolengo	Av. Armada Argentina 4050 (campo de deportes UTN)	Ciclovia	No

## DISEÑO DE LOS TRAMOS DE LA TRAZA PROPUESTA

---

Una vez con la traza definitiva y contando con información precisa necesaria, a continuación el diseño de cada tramo. Los detalles se encuentran especificados en los planos correspondientes.

### Tramo N°1: Obispo Trejo

Desde: Duarte Quirós

Hasta: Av. Hipólito Irigoyen

Tipo de bicicarril: biciesenda

Ubicación: lado izquierdo según sentido desde Av. Hipólito Irigoyen hacia calle Duarte Quirós

Forma de llevarlo a cabo: mediante una calle peatonal de uso vehicular restringido. Continuar hasta Duarte Quirós con el pavimento adoquinado que actualmente existe entre Irigoyen y Montevideo

Ancho del bicicarril: 2,40 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, a ambos lados del mismo. En intersecciones el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Circulación exclusiva” para bicicletas
- ⇒ Señal de “Velocidad máxima: 30 km/h” para automóviles
- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles

Otras consideraciones en el diseño:

- ⇒ Separadores amarillos de hormigón cada 1,5 m que impiden el paso de los vehículos sobre la bicisenda

#### ❖ Aclaraciones

- ⇒ AASHTO establece que en calles de mano única, las bicisendas deben situarse en el lado derecho de la calzada. Sin embargo, en este caso, se optó por ubicar la bicisenda en el lado izquierdo de la calzada. Esto se justifica cuando existe un número significativo de ciclistas que deseen girar hacia la izquierda o cuando, eligiendo esa ubicación, disminuye el número de conflictos potenciales. En este caso, en el lado derecho hay estacionamiento permitido y, ubicando la bicisenda en el lado izquierdo, se evitan los choques potenciales de ciclistas contra puertas abiertas de automóviles.
- ⇒ AASHTO expresa que en calles de mano única, a veces es deseable hacer una excepción y proveer una bicisenda para el flujo de bicicletas en contra sentido en el lado apropiado, separado por una doble línea amarilla. Esto se hace en casos especiales: si se puede lograr así el acceso directo a cierto destino o si se ahorra mucho recorrido para llegar a él, o si se van a generar menos conflictos que con una ruta alternativa. En el caso en que se haga esto, habrá que tener en cuenta algunas consideraciones para que funcione adecuadamente. Con este trabajo se busca la conexión inter-universitaria en ambos sentidos de viaje, por lo que es fundamental proveer facilidades para ciclistas en ambos sentidos, a pesar de que la calle funciona en un solo sentido.
- ⇒ AASHTO no establece el ancho preferencial de bicisendas que funcionan para ambos sentidos, porque propone que estos dos sentidos estén físicamente separados. Sin embargo, por una cuestión de limitar los conflictos potenciales y porque en Córdoba ya fue hecho así, se propone una bicisenda de doble sentido, correctamente señalizada. Se toma 2,4 metros de ancho para la misma porque es el ancho que permite a los ciclistas andar uno al lado del otro, o efectuar maniobras de pasaje sin tener que abandonar el carril.

- ⇒ AASHTO dice que el símbolo estándar de bicicarril debe ir cada 30 metros como máximo. Como no se dispone de información precisa respecto a la longitud de cada cuadra, se propone tomar una separación media de 20 metros y, de acuerdo a la distancia a la esquina, se colocará o no un símbolo más (garantizando que no haya más de 30 metros sin el pintado del símbolo estándar). Lo ideal sería tomar una separación tal de forma que se coloque el símbolo estándar que corresponde en cada esquina y luego se completa la cuadra con el símbolo estándar distribuido uniformemente en la misma.
- ⇒ Toda la señalización horizontal deberá estar realizada con pintura acrílica reflectiva.
- ⇒ Respecto a la señalización vertical, no existe una separación estándar. Pero en general, para aquellas señales que no son puntuales, se propone colocar como mínimo una por cuadra.
- ⇒ AASHTO expone que los ciclistas pueden requerir abandonar la bicisenda para efectuar determinadas maniobras. Dispositivos levantados sobre la calzada pueden generar dificultades en los ciclistas y en general no deberían ser usados para separar bicisendas de carriles adyacentes. En este caso se optó por utilizar separadores de hormigón, como los que se colocaron en las bicisendas más nuevas de Córdoba. Esto es así porque la idea es que la calle, en las cuadras detalladas, sea de velocidad lenta. Se da prioridad al tránsito de peatones y ciclistas y, para ayudar a que los automóviles respeten la velocidad máxima, es que se tomó esta medida. Es poco probable que los ciclistas deseen abandonar el bicicarril, a menos que sea para efectuar un cruce para llegar a un destino en particular, porque tienen el espacio suficiente para circular.

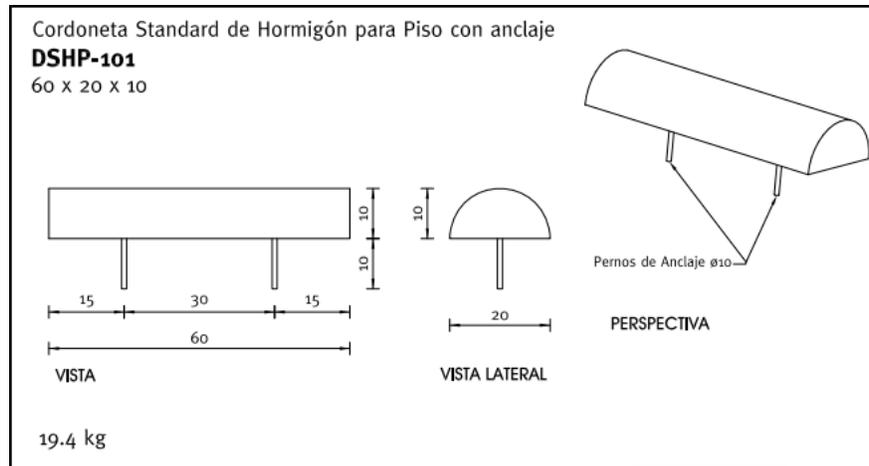


Figura N° 16: Detalle de cordoneta de Hº

❖ Tramo N°4: Bv. Chacabuco

Desde: Chile

Hasta: Av. Los Nogales

Tipo de bicicarril: biciesenda

Ubicación: lado izquierdo de cada sentido de circulación

Forma de llevarlo a cabo: continuar con la biciesenda que actualmente existe entre Plaza España y calle Chile

Ancho del bicicarril: 1,2 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril con una separación de 15 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de "ceda el paso"

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de "Circulación exclusiva" para bicicletas
- ⇒ Señal de "Cruce ciclovía" para automóviles
- ⇒ Señal de "Pare" en el cruce próximo a rotonda de Av. Los Nogales

Otras consideraciones en el diseño:

- ⇒ Separadores amarillos de hormigón dividen el bicicarril del resto de la calzada

#### ❖ Aclaraciones

- ⇒ AASHTO establece que el ancho preferencial en bisisendas es de 1,5 m. De todas formas, bajo ciertas condiciones, se acepta un ancho de 1,2 metros (que es el ancho utilizado en la bisisenda previa al tramo en cuestión). El ancho de 1,2 metros que posee la bisisenda existente tiene sentido porque no hay estacionamiento en ese lado de la calzada, entonces no existe riesgo de chochar contra puertas abiertas de automóviles. Para no confundir al ciclista y mantener las mismas condiciones que se vienen dando es que se decidió conservar ese ancho.
- ⇒ AASHTO dice que el símbolo estándar de bicicarril debe ir cada 30 metros como máximo. Sin embargo, en este caso, con la misma justificación anterior de no confundir al ciclista es que se toma 15 metros.
- ⇒ Los separadores amarillos de hormigón se utilizaron en la ciclovía existente sobre Bv. Chacabuco, así que se decidió continuar con los mismos, ya que las condiciones no varían.
- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

#### Tramo N°6: El Cordobazo

Desde: Av. Enrique Barros

Hasta: Vía de las Humanidades

Tipo de bicicarril: ciclovía

Ubicación: lado izquierdo según sentido desde Av. Enrique Barros hacia Vía de las Humanidades

Ancho del bicicarril: 2,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles y 1,5 m respecto a calzada

Forma de llevarlo a cabo: tratando de seguir la geometría de la calle, esquivando árboles en los sectores donde sea necesario

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en el peralte: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Velocidad máxima: 30 km/h” para automóviles
- ⇒ Señal de “Zona 30”
- ⇒ Señal de “Circulación de bicicletas”

❖ Aclaraciones

- ⇒ AASHTO establece que el ancho en ciclovías no debería ser menor a 3 metros. Sin embargo, si prevalecen algunas condiciones, ese ancho puede reducirse a 2,4 metros. En este caso, el tráfico de bicicletas esperado es bajo, los alineamientos horizontales y verticales permiten efectuar maniobras de adelantamiento sin dificultades y se supone que la vía no

estará sometida frecuentemente a las condiciones de carga del vehículo reparador.

- ⇒ Se toma un despeje mínimo de 0,6 metros entre bicarril y árboles. El despeje debería ser de entre 0,9 metros y 1,5 metros. Pero en este caso, estamos en presencia de una cantidad importante de árboles de cierta edad que buscamos no remover. La separación entre la ciclovía y la calzada es como mínimo de 1,5 metros, pero en algunos sectores puede resultar mayor debido al trazado que busca esquivar los árboles del lugar.
- ⇒ La velocidad de diseño de las ciclovías depende de muchos factores. Como sugerencia para ciclovías en áreas relativamente planas, AASHTO propone tomar una velocidad de 30 km/h como mínimo.
- ⇒ Respecto al radio mínimo, AASHTO sugiere que es mejor trabajar con la fórmula que tiene en cuenta el ángulo de inclinación de la bicicleta.
- ⇒ Se verifica que la pendiente longitudinal no supera el 5% que es la máxima que propone AASHTO.
- ⇒ Para calcular la distancia de frenado, se trabajó con el coeficiente de fricción en estado húmedo del pavimento (más crítico). Como pendiente ascendente se tomó la mínima (0%), ya que no conocemos con exactitud cuánto vale y, mientras más baja sea ésta, mayor es la distancia de frenado (por lo tanto, estamos del lado de la seguridad verificando ese valor). En el caso descendente, tomamos la pendiente máxima del 5% por la misma razón.
- ⇒ Para la elección de la estructura de la superficie, influye fundamentalmente el factor económico. Se optó por trabajar con hormigón, al igual que en el resto de los proyectos que tiene la Municipalidad de Córdoba.
- ⇒ La estructura cuenta con una sub-base compactada en capas de 150 mm con el 90% de la densidad máxima del próctor modificado, efectuada con material de la zona. Luego, la base se ejecuta según la siguiente granulometría:

	TAMIZ (mm)					TAMIZ (mm)	
Tamiz	28	20	14	5	1,25	315	80
% de sobre tamaño	100	90-100	68-93	33-60	19-38	9-17	2-8

También deberá ser compactada con espesores menores a 150 mm y debe estar compactada con el 95% de la densidad del próctor modificado. Por último, se ejecuta la capa de rodadura.

- ⇒ Respecto a la señalización horizontal, AASHTO no aclara sobre el símbolo estándar sobre la ciclovía. Sin embargo, en Córdoba se lo utiliza y para determinar su separación, nos basamos en la separación que AASHTO fija para bicisendas. La máxima es de 30 metros, tomamos 20 metros (que es la separación que se utiliza en la ciclovía existente de Ciudad Universitaria).
- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

### Tramo N°7: Tramo independiente

Desde: esquina El Cordobazo y Vía de las Humanidades

Hasta: Av. Medina Allende

Tipo de bicicarril: ciclovía

Ubicación: a un lado del sendero actualmente marcado como consecuencia de la circulación de personas

Ancho del bicicarril: 2,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles

Forma de llevarlo a cabo: utilizar la traza más directa hacia Av. Medina Allende, esquivando los árboles en donde sea necesario

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en el peralte: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Circulación de bicicletas”
- ⇒ Señal de “Pare” en la intersección del tramo independiente con Av. Medina Allende

❖ Aclaraciones

- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

Tramo N°8: Av. Medina Allende

Desde: tramo independiente

Hasta: Maestro Marcelo López

Tipo de bicicarril: ciclovía

Ubicación: lado derecho según sentido desde tramo independiente hacia calle Maestro Marcelo López

Ancho del bicicarril: 3,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles y 1,5 m respecto a calzada

Forma de llevarlo a cabo: eliminar la vía peatonal y construir una ciclovía de convivencia entre ciclistas y peatones

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en el peralte: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles
- ⇒ Señal de “Pare” en la intersección de Av. Medina Allende con el tramo independiente y con calle Haya de la Torre
- ⇒ Señal de “Convivencia entre ciclistas y peatones”
- ⇒ Señal de “Lomada” próximo a intersección de Av. Medina Allende con el tramo independiente

#### ❖ Aclaraciones

- ⇒ El ancho del bicicarril en este caso es de 3,4 metros, superior al mínimo que es de 3 metros (AASHTO). Es un ancho factible de ser materializado, ya que el espacio para el mismo existe. A su vez, se trata de una ciclovía en la cual va a haber una elevada coexistencia entre ciclistas y peatones.

- ⇒ En general no es necesario segregar peatones de ciclistas. La señalización debe ser usada para recordar a los ciclistas pasar por la izquierda y efectuar una advertencia audible antes de hacer el movimiento.
- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

### Tramo Nº9: Maestro Marcelo López

Desde: Av. Medina Allende

Hasta: Av. Cruz Roja Argentina

Tipo de bicicarril: ciclo vía

Ubicación: lado derecho según sentido desde Av. Medina Allende hacia Av. Cruz Roja Argentina

Ancho del bicicarril: 3,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles y 1,5 m respecto a calzada

Forma de llevarlo a cabo: eliminar la vía peatonal y construir una ciclo vía de convivencia entre ciclistas y peatones

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en la superelevación: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m

- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Convivencia entre ciclistas y peatones”
- ⇒ Señal de “Pare” en la intersección de Maestro Marcelo López con Av. Cruz Roja Argentina
- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles

❖ Aclaraciones

- ⇒ Se decidió que la ciclovía se ubique del lado del frente de la universidad UTN por una cuestión de disponibilidad de espacio físico.
- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

Tramo Nº11: Av. Valparaíso

Desde: Av. Filloy

Hasta: Av. Cruz Roja Argentina

Tipo de bicarril: ciclovía

Ubicación: lado derecho según sentido desde Av. Filloy hacia Av. Cruz Roja

Argentina

Ancho del bicarril: 2,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles y 1,5 m respecto a calzada

Forma de llevarlo a cabo: continuar con la ciclovía que actualmente existe entre altura Escuela de Trabajo Social UNC y Av. Filloy

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en la superelevación: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Circulación exclusiva” para bicicletas
- ⇒ Señal de “Pare” en la intersección de Av. Valparaíso con Av. Cruz Roja Argentina
- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles
- ⇒ Señal de “Cruce con vías férreas”

❖ Aclaraciones

- ⇒ La ciclovía precedente tiene 2,25 metros de ancho, pero AASHTO establece que el mínimo es 2,40 metros.
- ⇒ El cruce por las vías del ferrocarril se efectúa en un ángulo de 90 grados, para evitar que las ruedas de la bicicleta queden atrapadas.
- ⇒ Para el cruce de las vías se utiliza hormigón que provee una superficie suave y que se comporta de excelente forma en condiciones húmedas.
- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

Tramo N°14: Huiliches

Desde: Cacheuta

Hasta: Río Negro

Tipo de bicicarril: -

Ubicación: -

Forma de llevarlo a cabo: transformar la calle existente en una calle bici-compatible

Ancho del bicicarril: -

Señalización horizontal:

- ⇒ Símbolo estándar de carril compartido cada 20 m, cuyo centro se encuentra a 2,5 m del borde de la calzada de cada lado (un símbolo estándar por cada sentido de circulación)

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Convivencia entre ciclistas y automovilistas”
- ⇒ Señal de “Velocidad máxima: 40 km/h” para automovilistas

#### ❖ Aclaraciones

- ⇒ Se debería ejecutar una bisisenda para cada uno de los sentidos de circulación. Sin embargo, en este caso la calzada es muy angosta y no hay posibilidad física de hacer esto. Tampoco es factible construir una ciclovía. Debido al bajo tránsito de bicicletas, es que se decidió adaptar la calzada existente para que los ciclistas puedan circular adecuadamente por ella. Para proveer mayor nivel de orientación, tanto a ciclistas como a automovilistas, se pinta sobre el pavimento el símbolo estándar de carril compartido.
- ⇒ AASHTO no establece cuál es la separación que conviene del símbolo estándar de carril compartido. Pero NACTO (National Association of City Transportations Officials) aconseja una máxima de 30 metros. Por ser pocas cuadras, se adopta una separación de 20 metros para que quede claro que la calzada es compartida entre automóviles y bicicletas.

#### Tramo Nº16: Sicilia

Desde: Río Negro

Hasta: Tramo independiente antes de calle Piamonte

Tipo de bicicarril: ciclovía

Ubicación: lado derecho según sentido de circulación desde calle Río Negro hacia tramo independiente

Ancho del bicicarril: 2,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles y 1,5 m respecto a calzada

Forma de llevarlo a cabo: tratando de seguir la geometría de la calle, esquivando árboles en los sectores donde sea necesario

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en el peralte: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Circulación exclusiva” para bicicletas
- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles

❖ Aclaraciones

⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

Tramo N°17: Tramo independiente antes de Piamonte

Desde: Sicilia

Hasta: Av. Armada Argentina

Tipo de bicarril: ciclovía

Ubicación: sobre el sendero actualmente marcado como consecuencia de la circulación de personas

Ancho del bicarril: 3,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles

Forma de llevarlo a cabo: construir una ciclovía de convivencia entre ciclistas y peatones

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m

⇒ Basado en el peralte: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

⇒ En sentido ascendente: 44 m

⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

⇒ Espesor material granular: 0,12 m

⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

⇒ Bicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor

⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde

⇒ Símbolo estándar de bicarril cada 20 m

- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Convivencia entre ciclistas y peatones”
- ⇒ Señal de “Pare” en la intersección del tramo independiente con Av. Armada Argentina
- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles

❖ Aclaraciones

- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

Tramo Nº19: Av. Armada Argentina

Desde: José Benito Cottolengo

Hasta: Av. Armada Argentina 4050 (campo de deportes UTN)

Tipo de bicicarril: ciclovía

Ubicación: lado derecho según sentido desde José Benito Cottolengo hacia campo de deportes UTN, sobre calle colectora

Ancho del bicicarril: 2,4 m

Despeje: 0,6 m respecto a árboles y 1,5 m respecto a calzada

Forma de llevarlo a cabo: construir una ciclovía que vaya en paralelo con respecto a la existente actualmente desde Av. Armada Argentina esquina Piamonte hasta Av. Armada Argentina, en la altura de Campus UCC (por la calle colectora que se encuentra del lado del frente del campus de la UCC).

Velocidad de diseño: 30 km/h

Radio mínimo:

- ⇒ Basado en el ángulo de inclinación de la bicicleta: 20 m
- ⇒ Basado en la superelevación: 26 m

Pendiente transversal: 1%

Pendiente longitudinal: misma que la del terreno

Distancia mínima de frenado:

- ⇒ En sentido ascendente: 44 m
- ⇒ En sentido descendente: 54 m

Estructura de la superficie: hormigón

- ⇒ Espesor material granular: 0,12 m
- ⇒ Espesor hormigón: 0,15 m

Señalización horizontal:

- ⇒ Bicicarril delimitado por línea sólida blanca de 100 mm de espesor, salvo en intersecciones donde el mismo se encuentra delimitado por una línea punteada blanca del mismo espesor
- ⇒ Pavimento pintado con pintura acrílica color verde
- ⇒ Símbolo estándar de bicicarril cada 20 m
- ⇒ Línea punteada blanca de 100 mm de espesor en el centro del bicicarril para separar ambos sentidos de circulación. Línea de 0,50 m de largo y separación entre líneas de 0,50 m
- ⇒ En intersecciones se coloca el símbolo de “ceda el paso”

Señalización vertical:

- ⇒ Señal de “Circulación exclusiva” para bicicletas
- ⇒ Señal de “Pare” en el cruce sobre Av. Armada Argentina, metros después de la rotonda de UCC
- ⇒ Señal de “Cruce ciclovía” para automóviles

❖ Aclaraciones

- ⇒ Construyendo una ciclovía en paralelo del lado del frente se evita el riesgo de un cruce en dicha ruta, donde los automóviles circulan a elevadísima velocidad.
- ⇒ Son válidas las aclaraciones de tramos anteriores.

En general, se buscó mantener las características geométricas de las ciclovías y bicisendas existentes en la ciudad de Córdoba, pero sólo si verificaban con las recomendaciones de AASHTO. Hoy en día la ciudad cuenta con ciertos tramos que no se encuentran bien mantenidos, cuya señalización horizontal ha desaparecido por el transcurrir de los años y cuya capacidad es insuficiente. Es por ello que se persiguen dos objetivos:

1. Proyectar tramos cuyas características se encuentren justificadas por alguna entidad de importancia (en este caso, por AASHTO).
2. Procurar el mantenimiento de la infraestructura para ciclistas, tanto la que se ejecute a futuro como las ya existentes.

## PAQUETE ESTRUCTURAL Y CÓMPUTO MÉTRICO

La guía AASHTO no establece con precisión cómo debe ser el paquete estructural de las ciclovías. Expone ventajas y desventajas entre usar hormigón de cemento Portland o asfalto, pero aclara que el diseño es similar al de las carreteras.

Para seguir con el mismo esquema de las últimas ciclovías construidas en la ciudad, se propone lo siguiente:

- ⇒ Base granular de 0,12 m de espesor compactado, con CBR superior a 80%.
- ⇒ Carpeta de rodamiento de hormigón H17 de 15 cm de espesor.
- ⇒ Juntas de dilatación de telgopor cada 3 m, de 1,5 cm de espesor y de una altura de 2 cm menos que el espesor de la carpeta.
- ⇒ Tanto las juntas de dilatación transversales, como la longitudinal, serán tomadas con sellador bituminoso plastoelástico premoldeado de 2 cm x 2 cm.
- ⇒ Luego de efectuar la carpeta de rodamiento, se hace la terminación con distintas clases de morteros y con el óxido verde para lograr el color.

### Ciclovías

Nº de tramo	Ciclovía	Ancho [m]	Longitud [m]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Espesor material granular [m]	Espesor hormigón [m]	Volumen material granular [m <sup>3</sup> ]	Volumen hormigón [m <sup>3</sup> ]
6	El Cordobazo	2,40	300,00	720,00	0,12	0,15	86,40	108,00
7	Tramo independiente	2,40	100,00	240,00	0,12	0,15	28,80	36,00
8	Av. Medina Allende	3,40	400,00	1360,00	0,12	0,15	163,20	204,00
9	Maestro Marcelo López	3,40	550,00	1870,00	0,12	0,15	224,40	280,50
11	Av. Valparaíso	2,40	200,00	480,00	0,12	0,15	57,60	72,00
16	Sicilia	2,40	220,00	528,00	0,12	0,15	63,36	79,20
17	Tramo independiente	3,40	70,00	238,00	0,12	0,15	28,56	35,70
19	Av. Armada Argentina	2,40	1500,00	3600,00	0,12	0,15	432,00	540,00
<b>TOTAL</b>			<b>1840,00</b>	<b>9036,00</b>	<b>TOTAL</b>		<b>1084,32</b>	<b>1355,40</b>

Bicisendas

Nº de tramo	Bicisenda	Ancho [m]	Longitud [m]	Superficie [m2]
1	Obispo Trejo	2,40	350,00	840,00
4	Bv. Chacabuco	2,40	420,00	1008,00
<b>TOTAL</b>			770,00	1848,00

Calles bici-compatibles

Nº de tramo	Calle bici-compatible	Longitud [m]
14	Huiliches	350,00
<b>TOTAL</b>		350,00

## CONCLUSIONES

---

Como conclusiones de mi Práctica Supervisada, me llevo lo siguiente:

- ⇒ Por un lado, he aprendido que los beneficios que presenta la bicicleta son innumerables y que los proyectos vinculados a la misma tienen gran potencial, tanto a corto como a largo plazo. De hecho, en los países más desarrollados se está poniendo mucho énfasis en el ciclismo y la norma con la que yo trabajé es la norma AASHTO norteamericana dedicada exclusivamente al diseño de infraestructura para bicicletas.
- ⇒ Por otro lado, he podido ser un poco más consciente de los problemas de tránsito que existen actualmente en la ciudad y que se siguen potenciando aún más. Es fundamental buscar soluciones alternativas al automóvil y la bicicleta es una que, no solo disminuye la congestión, sino que también contribuye con el medio ambiente.
- ⇒ Son todavía muchas las cosas que se pueden mejorar y hacer en relación al ciclismo, lo cual es muy positivo. No solo desde el punto de vista de la infraestructura, sino también desde el punto de vista del ciclista y de la bicicleta en sí.
- ⇒ Creo que un aspecto fundamental a destacar es la necesidad de educación, tanto para automovilistas como para ciclistas, para que este sistema funcione adecuadamente y para que realmente se pueda implementar el transporte inter-modal.
- ⇒ Por último, destacar que para el desarrollo de mi Práctica Supervisada trabajé con conceptos aprendidos en muchas de las materias de la carrera, fundamentalmente Representación Asistida para la ejecución de planos, Topografía, Transporte, Planeamiento y Urbanismo y Proyecto, Dirección de Obras y Valuación.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- ⇒ AASHTO (2012) Guide for the Development of Bicycle Facilities. Fourth Edition, Washington D.C., United States.
- ⇒ ALCÂNTARA VASCONCELLOS E. (2010) Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad, Bogotá, Colombia.
- ⇒ BID (2015) Guía para impulsar el uso de la bicicleta
- ⇒ NACTO (2014) Urban Bikeway Design Guide. Second Edition, New York, United States.
- ⇒ SECRETARÍA DE TRANSPORTE Y TRÁNSITO DE LA MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA (2012) Pliegos de especificaciones técnicas del Corredor de Vinculación de Polos Atractores de Viajes. Ciudad Universitaria, Terminal de Ómnibus, Área Central, Córdoba, Argentina.
- ⇒ ALBRIEU M.L., BARUZZI A.G., BARUZZI F.A., DAPÁS O.M. (2012) Análisis de la influencia de los atributos del modo bicicleta para mejorar la movilidad en la ciudad de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- ⇒ THEAUX, C.N. (2014) Estudio de calidad de servicios de ciclovías. Ciudad de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- ⇒ ALMEIDA, S. (2015) Elaboración de proyectos de obras complementarias correspondientes al Plan de Movilidad de Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.
- ⇒ Artículos varios de diario La Voz del Interior, Córdoba, Argentina.

# ANEXOS

---

## PLANOS