Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Gobierno de Chile

Guía de Composición y Diseño Operacional de Ciclovías

Antecedentes para obtener la aprobación operacional

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Gobierno de Chile

GUÍA DE COMPOSICIÓN Y DISEÑO OPERACIONAL DE CICLOVÍAS

Antecedentes para obtener la aprobación operacional

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES

Guía de composición y diseño operacional de ciclovías
Antecedentes para obtener la aprobación operacional
2a Edición - Julio 2020

Esta guía corresponde a un documento orientador, y cumple un rol complementario con el reglamento (en trámite) que establece las condiciones de gestión de tránsito de las ciclovías al que se refiere el artículo 221 de la Ley Tránsito vigente. Está centrado en aspectos operacionales y de seguridad y por ello juega un rol complementario con el Manual de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva (Minvu, 2015); que, como su nombre lo dice, está centrado en aspectos de diseño.

Cabe señalar además, la importante participación del Consejo de la Sociedad Civil (COSOC) de la Subsecretaría de Transportes (Subtrans), y de la Red Nacional por la Convivencia Vial, que a través de diversos canales jugaron un rol fundamental en el impulso a la Ley de Convivencia de Modos, y sus reglamentos asociados, como el citado en el párrafo anterior. Parte relevante del contenido de esta guía fue materia de discusión y análisis en sesiones de trabajo muy enriquecedoras realizadas entre un equipo técnico conformado por funcionarios de la Subtrans y del COSOC, en donde se pudo confrontar y complementar visiones y conocimientos.

Estando conscientes del dinámico escenario que enfrentamos, hemos diseñado esta guía como una herramienta modular y flexible, de manera tal que, a través de anexos o actualizaciones periódicas, se pueda ir complementando, corrigiendo y mejorando. Esta segunda edición, en efecto, posee varias modificaciones respecto a la de diciembre de 2019, y que surgieron como respuesta a las primeras reacciones a su contenido. En ese mismo espíritu, esperamos mantener en el futuro un espacio de retroalimentación con los usuarios, que nos permita recoger propuestas y generar actualizaciones de forma periódica.

Material elaborado por el Programa de Vialidad y Transporte Urbano SECTRA
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Elaboración de contenido: Área Análisis Territorial-SECTRA
Diseño y diagramación: Jessica Ibaceta M.-SECTRA
Composición de perfiles: Streetmix.net
Santiago de Chile 2020
Esta guía complementa el Manual de Cicloinclusividad del MINVU.

CONTENIDO

Contexto 5

Antecedentes normativos 6

Glosario 9

Criterios de diseño 11

Niveles de intervención 12

PARTE A: Presentación de antecedentes para etapa de anteproyecto 14

14 | **A.1** Ficha de presentación

15 | **A.2** Relación del proyecto con plan maestro de ciclo-rutas o red de ciclovías existente

16 | **A.3** Caracterización de los tramos que componen el proyecto

19 | **A.4** Análisis de alternativas de perfil y emplazamiento

28 | **A.5** Análisis de la coherencia entre el tipo de segregación y la velocidad de la vía

31 | **A.6** Elementos y criterios a considerar para la aprobación de un anteproyecto de ciclovía

PARTE B: Presentación de antecedentes para etapa de proyecto 35

35 | **B.1** Identificación de puntos de conflicto

35 | **B.2** Resolución de conflictos

39 | **B.3** Elementos y criterios a considerar para la aprobación de un proyecto de ciclovía

PARTE C: Presentación de antecedentes para ciclovías existentes 40

II CONTEXTO

La implementación de políticas públicas generalmente responde a planes cuyo desarrollo puede requerir plazos largos de trabajo, a los que se agrega la normativa y su respectiva documentación. Así, es frecuente encontrar iniciativas que requieren varios meses y hasta años para materializarse.

Es evidente que esta dinámica no es la más apropiada cuando las circunstancias levantan una oportunidad que debe ser fortalecida para el interés general. En ese caso parece más valiosa una versión simple de las soluciones, que la espera para lograrlas en su versión completa.

Este es el caso de la Guía que ahora presentamos. Aun cuando nuestra visión de política pública prioriza el uso del espacio público para peatones y ciclistas, para transporte público y para usos recreacionales, permitiendo circulación restringida de otros vehículos, las interrupciones a la movilidad habitual en el país a partir de Octubre de 2019 generaron una alta demanda por vías para la circulación de bicicletas y otros ciclos en diferentes ciudades.

Creemos que esa tendencia requiere una respuesta ágil y práctica para mantenerla en el tiempo. Necesitamos dar soluciones que por una parte resguarden la seguridad de los usuarios y por otra ayuden a instalar vías especializadas en el espacio disponible.

Esta Guía parte de la base de que cualquier calle puede acoger espacio para los ciclos, bajo condiciones de diseño, seguridad y operación que sean compatibles en toda la ciudad, y que den a los usuarios la debida protección en sus trayectos. Por eso proponemos un método simplificado para apoyar el desarrollo de proyectos y su presentación, así como establecemos criterios cualitativos para su análisis y aprobación.

Esperamos que con esta alternativa se agilice la definición de los espacios aptos para la micromovilidad y avancemos entre todos hacia ciudades posibles de recorrer en bicicleta y otros ciclos, en armonía con el resto de los usuarios del espacio público que, en forma creciente, deberá ser compartido y puesto en valor como parte del entorno urbano que nos acoge.

Ministerio de Transportes y
Telecomunicaciones

II ANTECEDENTES NORMATIVOS

Ley de convivencia de modos

La Ley de Convivencia de Modos, promulgada en mayo de 2018, introdujo una serie de modificaciones a la Ley de Tránsito con el objetivo de establecer reglas más claras y precisas de circulación para los usuarios de las vías y, en particular para los ciclistas, quienes en gran parte de la ley eran tratados de igual manera que un conductor de un vehículo motorizado, exigiéndoseles deberes que no necesariamente reconocían sus características especiales, como por ejemplo la vulnerabilidad a la que están expuestos.

En este contexto, una de las principales modificaciones incorporadas por la Ley de Convivencia de Modos, dice relación con la calidad que debe ofrecer la infraestructura especializada para bicicletas y otros ciclos, en términos de operación y seguridad. Cabe recordar que la Ley de Tránsito obliga a los usuarios de ciclos al uso de las ciclovías cuando estas existan, por lo que se requiere generar mecanismos que permitan asegurar que el estándar de dicha infraestructura permite una circulación segura y operacionalmente eficiente por parte de sus usuarios.

El mecanismo diseñado para este caso corresponde a la elaboración de un reglamento que tiene como objeto establecer los principios, las condiciones de gestión y de seguridad de tránsito que deben cumplir las ciclovías para su correcta operación, el procedimiento para autorizar la operación de las mismas y las especificaciones técnicas de los elementos de seguridad para los ocupantes de los ciclos, tal como señala el artículo 221 de la Ley de Tránsito vigente.

La presente guía sirve como un complemento a dicho reglamento. Su contenido y estructura buscan orientar tanto a los formuladores de proyectos de ciclovías –en relación a cuáles son los antecedentes que deben presentar para la obtención de la aprobación operacional, incluyendo sugerencias y ejemplos de cómo hacerlo–, como a los funcionarios de distintas reparticiones públicas que cumplan el rol de revisores de estos mismos antecedentes.

Respecto a este último punto, es necesario anticipar que, en la composición de un proyecto de ciclovías, existe un gran número de elementos que juegan a favor o en contra de las distintas decisiones que se deben tomar, elementos que dependen de las características de cada eje y su entorno urbano inmediato. Lo anterior implica que no existe una respuesta estandarizada y que cada caso debe ser analizado y abordado teniendo en cuenta las características específicas que lo condicionan, sin perder, al mismo tiempo, una visión general que permita vincular adecuadamente el proyecto al sistema vial.

Es por ello que se han incluido en la guía recomendaciones específicas respecto a cuáles elementos juegan un rol más preponderante, y se recomiendan criterios de tolerancia para ellos, de manera de ampliar el conjunto de alternativas factibles y opciones de solución, tanto para el formulador como para el revisor.

Listado de antecedentes

De acuerdo a lo establecido en el reglamento que regula las condiciones de gestión y de seguridad de tránsito, las que deben ser cumplidas por las ciclovías para su correcta operación, el formulador de un proyecto de ciclovías o el municipio a cargo de la mantención de una ciclovía existente deberá presentar los siguientes antecedentes a la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Transportes y Telecomunicaciones correspondiente, de acuerdo a la etapa en que se encuentre:

A. En la etapa de ANTEPROYECTO:

1. Ficha de presentación: nombre del anteproyecto y su trazado. Oficio de conformidad con la iniciativa, de parte de el o los municipios donde se localizará la ciclovía, salvo que la ciclovía se encuentre emplazada en una sola comuna y su interesado sea el mismo municipio.

2. Memoria explicativa: relación del proyecto con Plan de ciclorutas, Plan de Movilidad y espacio público, Plan regulador, entre otros; la caracterización de los tramos que lo componen; y un análisis de alternativas de perfil y emplazamiento que permita justificar la decisión finalmente adoptada.

3. Esquema de emplazamiento: inserción en la red vial, conexión con otras ciclovías de la red y contexto urbano en el que se inserta.

4. Si la ciclovía requiere utilizar faja vial que actualmente esté destinada a otros usos se debe incluir la aprobación del o los departamentos municipales que correspondan.

B. En la etapa de PROYECTO:

1. Resolución que aprueba el anteproyecto vigente.

2. Un plano de diseño operativo que indique señalización y demarcación, incluyendo semaforización en caso de ser aplicable, y cualquier otra medida de gestión relacionada con la operación de la vía.

3. Memoria explicativa: descripción detallada del diseño operativo, indicando claramente cómo se solucionan los movimientos de los ciclistas, en especial en:

   a. Puntos de inicio y fin de la ciclovía.

   b. Intersecciones con otras ciclovías.

   c. Intersecciones con vías relevantes (independiente de que tengan o no ciclovías).

   d. Paraderos de transporte público.

   e. Conexión con estaciones de transporte masivo o hitos urbanos relevantes.

4. Información complementaria: figuras esquemáticas, fotografías, plano de diseño geométrico, plantas de demolición y pavimentación, perfil longitudinal, perfiles transversales de la ciclovía.

C. En el caso de ciclovías EXISTENTES:

1. Ficha de presentación: nombre y municipalidad(es) donde se encuentra emplazada la ciclovía y el trazado de la misma.

2. Memoria explicativa que constate el nivel de cumplimiento de las condiciones de gestión y seguridad de tránsito de las ciclovías en su respectiva comuna. La memoria deberá indicar el nivel de cumplimiento de los requisitos señalados en el reglamento y las medidas de adecuación necesarias para dar cumplimiento a dichos requisitos. Las medidas de adecuación podrán ser, entre otras, las siguientes:

a. Adecuación de intersecciones:

i. Separación de movimientos de ciclos de los flujos peatonales.

ii. Incorporación de señalización y demarcación.

iii. Incorporación de fases adicionales en semáforos para uno o más movimientos.

b. Eliminación de obstáculos.

c. Ensanchamiento de superficie de circulación.

d. Mejoramiento de superficie de desplazamiento.

e. Mejoramiento de segregación.

f. Construcción de conexiones con otras ciclovías.

La memoria explicativa podrá ser complementada con figuras esquemáticas, fotos y planos de planta y perfil.

La presente guía entrega recomendaciones respecto a cómo elaborar estos antecedentes, en particular las fichas de presentación y las memorias explicativas.

GLOSARIO

Acera: Parte de una vía destinada principalmente para circulación de peatones, separada de la circulación de vehículos. (1)

Adelantamiento: Maniobra efectuada por el costado izquierdo del eje de la calzada, mediante la cual un vehículo se sitúa delante de otro u otros que le antecedían. (2)

Alto estándar: Definido por 7 factores (Geometría, Emplazamiento, Intersecciones, Demarcaciones, Iluminación, Contadores de Flujo, Biciestacionamientos). (3)

Bicicleta: Ciclo de dos ruedas cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera, generalmente por medio de un plato, un piñón y una cadena. (2)

Biciestacionamiento: Lugar reservado para estacionar bicicletas. (5)

Calzada: Parte de una vía destinada a la circulación de vehículos motorizados y no motorizados.(1)

Centro de atracción: Corresponde a todos aquellos usos que individualmente o en conjunto, atraen constantemente personas, como son: comercio, bancos, parques, colegios, centros de salud, etc, (1)

Ciclo: Vehículo no motorizado de una o más ruedas, propulsado exclusivamente por una o más personas situadas en él, tales como bicicletas y triciclos. También se considerarán ciclos aquellos vehículos de una o más ruedas que cuenten con un motor auxiliar eléctrico, de una potencia nominal continua máxima de 0,25 kilowatts, en los que la alimentación es reducida o interrumpida cuando el vehículo alcanza una velocidad máxima de 25 kilómetros por hora o antes si el ciclista termina de pedalear o propulsarlo, los que se considerarán para los efectos de esta ley como vehículos no motorizados. (2)

Ciclocalle: Calle convencional donde circulan ciclos junto a los vehículos motorizados con una velocidad máxima permitida que no excede los 30 km/h, pudiendo llegar a 20 km/h o incluso 10 km/h dependiendo de las características de la calle.

Ciclovía o ciclopista: Espacio destinado al uso exclusivo de bicicletas y otros ciclos, que puede estar segregada física o visualmente, según las características y clasificaciones que se definan mediante reglamento. (2)

Ciclovía bidireccional: Franja de la vía destinada a la circulación de ciclos en ambos sentidos.

Ciclovía unidireccional: Franja de la vía destinada a la circulación de ciclos en un solo sentido.

Ciclofacilidad: Elementos que hacen más fácil la movilidad en ciclos. Si bien las ciclovías son una de las expresiones más corrientes de este concepto, también se incluye en este concepto las calles de tráfico calmado, ciclo-calles, lugares para el estacionamiento seguro de bicicletas, entre otros.

Composición: Proceso de diseño orientado a la búsqueda de un equilibrio integral en el diseño de los componentes viales urbanos, que se puede lograr mediante un proceso de análisis con los

actores involucrados. A través de la composición, el diseñador define y ordena las componentes viales urbanas (unidades, fajas, dispositivos y elementos) necesarias para lograr una solución que permita responder de manera eficiente a los objetivos de un proyecto, conocidas las condicionantes de diseño, y los usuarios involucrados. Como resultado del proceso de composición se obtiene un planteamiento general de la solución a través de su definición conceptual, y perfiles transversales comunes (secciones tipo) y particulares (secciones especiales, con y sin dispositivos). (4)

Criterios de diseño: Corresponde a los principios definidos por la Ley de Convivencia de Modos: Convivencia, Intermodalidad, Conexa, Coherente, Cómoda, Directa, Segura, Atractiva.

Demarcación: Símbolo, palabra o marca, de preferencia longitudinal o transversal, sobre la calzada, para guía del tránsito de vehículos y peatones. (2)

Espacio público: Bien nacional de uso público, destinado a circulación y esparcimiento entre otros. (1)

Intersección: Área común de calzadas que se cruzan o convergen. (2)

Mediana: Isla continua, realzada altimétricamente mediante soleras, que separa flujos vehiculares de sentido opuesto. (1)

Paso para peatones: Senda de seguridad en la calzada, señalizada conforme al reglamento. En cruces regulados no demarcados, corresponderá a la franja formada por la prolongación imaginaria de las aceras. (2)

Red vial básica: Conjunto de vías existentes, que por su especial importancia para el transporte urbano, pueden ser reconocidas como tales en los instrumentos de planificación territorial. (1)

Señal de tránsito: Los dispositivos, signos y demarcaciones oficiales, de mensaje permanente o variable, instalados por la autoridad con el objetivo de regular, advertir o encauzar el tránsito. (2)

Segregador: Elemento separador de flujos, utilizado para encauzar el tránsito vehicular y de ciclovía.

Singularidad: Situación de excepción donde no hay más alternativa que reducir el ancho de la sección por debajo de los parámetros del estándar para salvar un evento relevante. (3)

Tráfico calmado: Medidas que apuntan a calmar las velocidades vehiculares. Si bien su aplicación se vincula mayormente a sitios puntuales (o tramos), este enfoque ha ido evolucionado hacia un enfoque integral, cuyo objetivo es producir una red vial por la cual se conduce calmadamente y en forma segura, a una velocidad apropiada para el entorno y para los usuarios más vulnerables. (2)

Vehículo: Medio motorizado o no motorizado con el cual, sobre el cual o por el cual toda persona u objeto puede transportarse o ser transportado por una vía. Quedan excluidas de esta definición aquellas ayudas técnicas que permitan a personas con movilidad reducida o infantes, transportarse o ser transportados, tales como sillas de ruedas, motorizadas o no, coches para bebé y otros similares. (2)

Vereda: Parte pavimentada de la acera. (1)

Vía: Calle, camino u otro lugar destinado al tránsito. (2)

Zona de tránsito calmado: Vía o conjunto de vías emplazadas en zonas urbanas, definidas dentro de una determinada área geográfica, en las que a través de condiciones físicas u operacionales de las vías se establecen velocidades máximas de circulación inferiores a las establecidas en esta ley, pudiendo éstas ser de 40 kilómetros por hora, 30 kilómetros por hora ó 20 kilómetros por hora. (2)

(1) Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

(2) Ley de Tránsito N° 18.290

(3) Vialidad Ciclo Inclusiva-Recomendaciones de Diseño

(4) Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU)

(5) Movilidad Urbana Volumen 1- Biciestacionamientos en Espacios Públicos.

II CRITERIOS DE DISEÑO

De acuerdo con el reglamento que define las condiciones de gestión y seguridad de tránsito de las ciclovías y las especificaciones técnicas de los elementos de seguridad para los ocupantes de los ciclos, los principios que deben guiar la planificación, diseño, implementación y mantenimiento de las ciclovías, serán los siguientes:

Convivencia: Facilitar la convivencia entre los distintos usuarios y evitar convertirse en barreras de exclusión, especialmente para personas con discapacidad.

Intermodalidad: Procurar favorecer la integración con otros modos de transporte, especialmente con el transporte público, si corresponde.

Conexa: Permitir la vinculación con otras rutas del sistema vial, o bien unir de manera efectiva orígenes y destinos potenciales como parte de una cicloruta.

Coherente: Ser legible, especialmente su señalización y demarcación, la que debe ayudar a definir las trayectorias con claridad.

Cómoda: Procurar el uso de superficies de rodados adecuados, geometría correcta, y la minimización de interrupciones, detenciones y/o potenciales conflictos con otros usuarios.

Directa: Propiciar rutas cuyas trayectorias sean directas, es decir, minimizando las interrupciones, detenciones y/o potenciales conflictos con otros usuarios.

Segura: Minimizar los conflictos entre los conductores de ciclos con los demás usuarios del sistema vial. Asimismo, se debe considerar la seguridad personal de los conductores de ciclos.

Atractiva: Procurar generar un ambiente armónico respecto a su entorno.

II NIVELES DE INTERVENCIÓN

Al momento de diseñar una ciclofacilidad, lo primero que se debe tener en consideración es el tipo de vía sobre la que se está actuando, sus condiciones operacionales y de entorno, y además la naturaleza del proyecto. De lo anterior dependerá, por una parte, del potencial grado de intervención necesario para asegurar una circulación cómoda y segura por parte de ciclistas y, por otra parte, los grados de libertad que posee el proyectista para generar este espacio seguro.

A grandes rasgos, las cuatro situaciones más frecuentes son las siguientes:

a. Zonas urbanas de baja velocidad operacional: zonas con alto nivel de concentración de personas, en donde la velocidad operacional de los vehículos es inferior a los 30 km/hr. Esto suele ocurrir en zonas residenciales, comerciales, o centros cívicos, en donde coexisten calles de arcos cortos y fajas estrechas.

En este caso lo recomendable no es construir una ciclovía, sino más bien aprovechar esas condiciones operacionales, y a través de demarcación, señalización y eventualmente algún dispositivo que ayude a mantener bajas velocidades de circulación, generar una zona de tráfico compartido entre vehículos motorizados y ciclos o incluso preferente para ciclos. Estas son intervenciones sencillas de implementar y que no requieren de grandes inversiones.

Al ser un espacio compartido no corresponde a una ciclovía y, por lo tanto, no requiere aprobación operacional.

b. Camino rural: caminos públicos que unen localidades rurales, generalmente con tráfico de vehículos motorizados pesados circulando

Ciclocalles. Fuente: http://www.burgosconbici.org/soluciones-a-la-movilidad-ciclista-iii-diseno-de-ciclocalles-y-ciclocarriles/

a altas velocidades, y con poca faja debido a la existencia de canales o deslindes.

En estos casos la segregación es vital, sin embargo, por la diversidad de usuarios que muchas veces circulan por estos caminos, una alternativa que se ha desarrollado en Chile son las sendas multipropósito, que consisten en una berma reforzada segregada en donde pueden circular peatones, caballos, bicicletas, entre otros.

Al ser un espacio compartido no corresponde a una ciclovía y, por lo tanto, no requiere aprobación operacional.

c. Proyecto vial mayor: corresponde a cualquier proyecto, urbano o rural en que se componga el perfil completo. Este es el caso la situación ideal, ya que al construir el perfil desde cero es posible diseñar una configuración en que no sólo se minimicen los conflictos, sino que se maximice la operatividad.

d. Eje consolidado: corresponde a cualquier calle dentro del ámbito urbano, en donde la faja vial se encuentra utilizada por distintos componentes. Es la situación más compleja ya que todo lo existente plantea una serie de restricciones en la búsqueda de una solución adecuada, por lo cual es necesario analizar la mayor cantidad de alternativas posibles, ya que cada una de ella implica conflictos de distintos grados de magnitud.

La presente guía se centra en el último caso, justamente debido a su complejidad, entregando orientaciones que permitan analizar, evaluar y finalmente decidir entre distintas alternativas.

Senda multipropósito. Fuente: https://www.nobarzo.cl/paine/

PARTE A: PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES PARA ETAPA DE ANTEPROYECTO

A.1 Ficha de presentación

La ficha de presentación corresponde al primero de los antecedentes que debe ser presentado a la Seremi de Transportes y Telecomunicaciones respectiva para iniciar el proceso de revisión de un proyecto de ciclovía.

Ejemplo: Ficha de presentación

CICLOVÍA TRANSVERSAL PONIENTE

Nombre del formulador del proyecto: *Serviu*

Comuna(s): *Quinta Normal – Cerro Navia*

Eje(s) por los que se desarrolla el proyecto: *Salvador Gutiérrez – Mendoza*

Tipología de proyecto: *(nuevo/existente/mejoramiento,etc.): Nuevo*

Longitud: *6 km*

Característica funcional: *(bidireccional/unidireccional/calle compartida): Bidireccional*

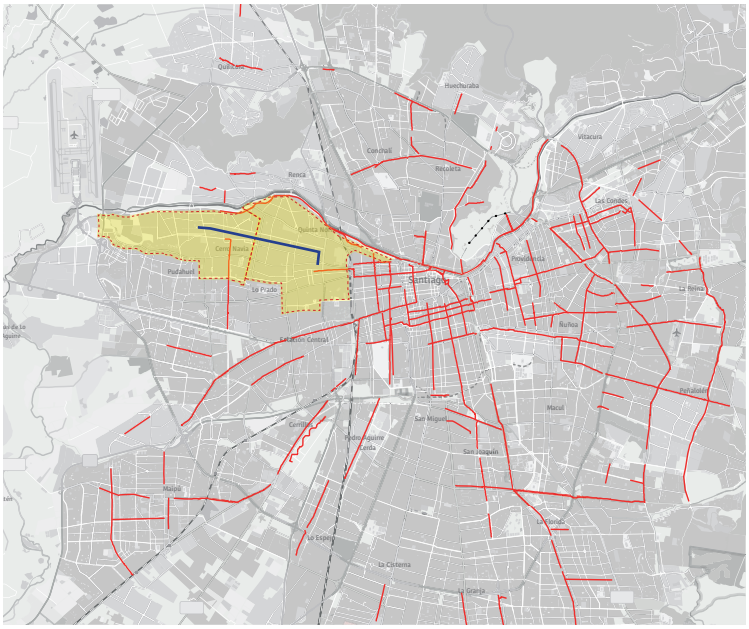
A.2 Relación del proyecto con plan maestro de ciclo-rutas o red de ciclovías existente

Un aspecto relevante que debe ser desarrollado como parte de un anteproyecto de ciclovía es su conexión con la red ciclofacilidades existentes. En este sentido, se espera que el formulador presente, a través de imágenes y una breve explicación, el territorio al que está atendiendo el proyecto y el rol que éste juega dentro de un contexto mayor.

Cabe precisar que, en el caso que la ciudad en cuestión no posea una red existente, es relevante que de todas maneras la ciclovía se conecte con la red vial y/o con hitos urbanos, como parques, centros de atención de personas, edificios con servicios públicos, etc.

En el caso que exista un plan de ciclovías para la ciudad, aunque no se encuentre construido, es un antecedente relevante que permite visualizar el vínculo del proyecto con el sistema.

Ejemplo: Ciclovía Salvador Gutiérrez – Mendoza (Cerro Navia, Quinta Normal)



Fuente: Sectra

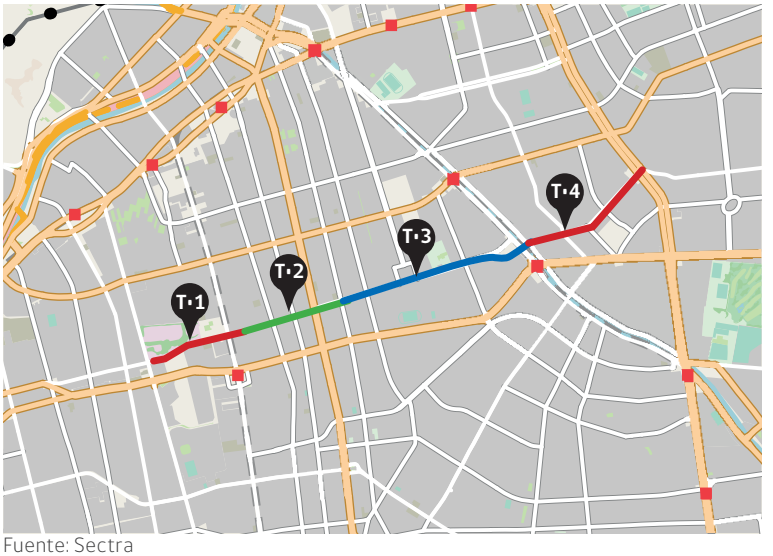
La calle Salvador Gutiérrez está considerada en el Plan Maestro de Ciclovías del Gran Santiago, no así Mendoza. Sin embargo, este último eje es un sustituto de la caletera poniente de General Velásquez, que sí pertenece al Plan Maestro, pero posee un bajo nivel de factibilidad. Conecta en el extremo poniente con calle Huelén, adyacente a un parque urbano de escala pequeña y, en el extremo oriente/sur, con calle Martínez de Rozas, donde existe una ciclovía que conecta con la red céntrica de ciclofacilidades.

A.3 Caracterización de los tramos que componen el proyecto

A.3.1 Definición de tramos homogéneos

El formulador debe también presentar planos que grafiquen los tramos que componen el proyecto indicando: nombres de calles, longitud de cada tramo, límites, puntos de inicio y fin de cada tramo, etc. A manera de ejemplo se propone el siguiente desarrollo.

Nombre Proyecto: Ciclovía intercomunal



Fuente: Sectra

Ejemplo: La ciclovía presentada se desarrolla por un eje intercomunal, el que cambia de nombre al pasar de una comuna a otra. En este caso se han identificado 4 tramos homogéneos de acuerdo al siguiente detalle.

N°	EJE	TRAMO	LONGITUD	DESCRIPCIÓN
Tramo 1	Pocuro	Entre Antonio Varas y Pedro de Valdivia	1 km	Bidireccional en acera, sin relación con calzada.
Tramo 2	Pocuro	Entre Pedro de Valdivia y Los Leones	1,5 km	Bidireccional en acera, sin relación con calzada.
Tramo 3	Pocuro	Entre Los Leones y Tobalaba	2 km	Bidireccional en mediana, segregada de peatones y vehículos por paisajismo, con cruce conjunto en las esquinas.
Tramo 4	Isabel La Católica	Entre Tobalaba y Américo Vespucio	1,5 km	Bidireccional en calzada, segregada de vehículos por elementos físicos y demarcación.

A.3.2 Caracterización de los tramos

Para caracterizar los tramos que componen el proyecto, se debe incluir, como mínimo, la siguiente información:

a. Categoría OGUC y Red Vial Básica de la vía.

b. Anchos actuales: acera, franja de servicios, vereda, calzada mediana, pistas, otros.

c. Existencia de estacionamientos, pistas sólo bus u otra condición operacional relevante.

d. Velocidad normada y velocidad operacional.

Cabe destacar que la definición de los tramos homogéneos definidos en A.3.1, implica asumir que un **perfil tipo debe servir para representar el tramo por completo. La información puede ser descrita a través de tablas y/o perfiles tipo.**

Los perfiles deben exponer la distribución del espacio público, reconociendo todos los componentes: calzada, veredas, arborización, postación, refugios de transporte público y cualquier otro elemento que forme parte del perfil. Esta caracterización debe ayudar a comprender y analizar los efectos derivados de las distintas alternativas a examinar posteriormente. A continuación, se muestran ejemplos de tablas y perfiles tipo en imágenes.

Ejemplo de tabla: Información de los perfiles

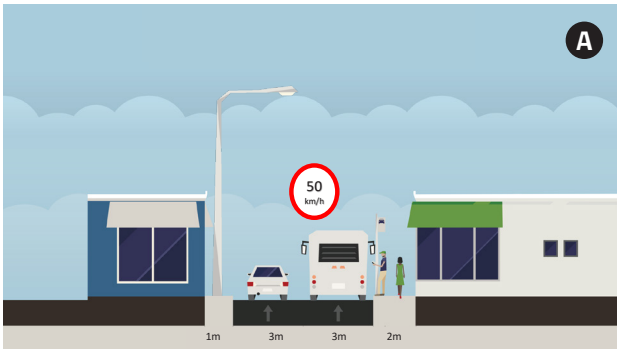
	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4
CATEGORÍA OGUC	COLECTORA	COLECTORA	TRONCAL	TRONCAL
Categoría Red Vial Básica	Colectora – Distribuidora	Colectora – Distribuidora	Troncal	Troncal
Anchos: Acera	4 m	2.5 m	3 m	5 m
Franja de servicios	1 m	1 m	1 m	2,5 m
Vereda	3 m	1.5 m	2 m	2,5 m
Calzada	13-15 m	13-15 m	14 m	16 m
Otros	-	-	-	-
Existencia de estacionamientos	Sí	No	No	No
Velocidad normada	50 km/hr	50 km/hr	50 km/hr	50 km/hr
Velocidad operacional	50 km/hr	50 km/hr	70 km/hr	70 km/hr

Nota: Los tramos presentados en la tabla son ejemplos ficticios.

Ejemplo: Perfiles tipo

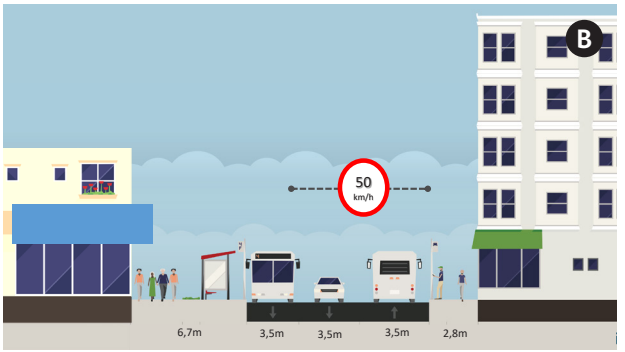
A Situación Base

- Vía común en dameros centrales
- Ancho faja: 9 m o menos
- Aceras angostas
- Calzada 6 m. Con circulación de transporte público
-Sentido: Unidireccional



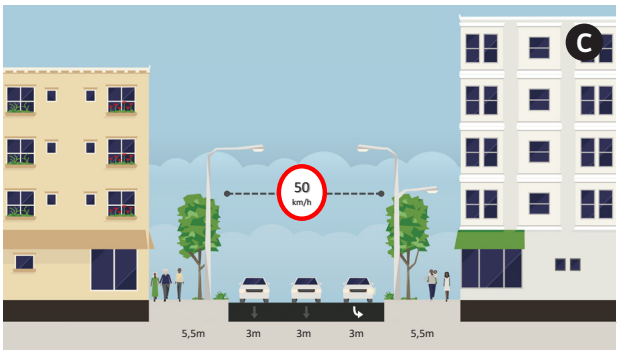
B Situación Base

- Composición asimétrica
- Ancho faja 20 m
- Sentido: Bidireccional
- Calzada 10,5 m
- Con circulación de transporte público
- Zona parada



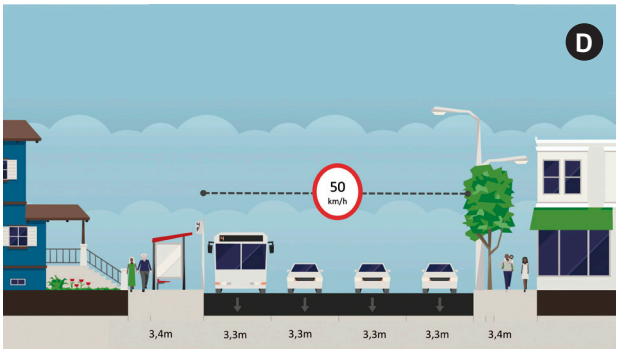
C Situación Base

- Ancho faja 20 m
- Sentido: Unidireccional
- Calzada 9 m
- Sin circulación de transporte público
- 2 Pistas circulación + pista viraje



D Situación Base

- Ancho faja 20 m
- Sentido: Unidireccional
- Calzada 13,2 m
- Circulación de transporte público



Fuente: Sectra

A.4 Análisis de alternativas de perfil y emplazamiento

Las decisiones sobre el emplazamiento y la composición del perfil para construir una ciclovía, son resultado del análisis y consideración de todos los elementos presentes en los ejes y sus entornos. No existe una fórmula que permita obtener un resultado unívoco en relación a la alternativa óptima de emplazamiento, este es más bien un ejercicio integral de las condiciones que enfrenta el proyecto y, sobre todo, de mucha discusión y consenso con los diversos actores que participan del proceso.

Sin perjuicio de lo anterior, se recomienda que la elección esté basada en minimizar el **número de potenciales conflictos a los que se verán enfrentados todos los usuarios de la faja vial, conflictos que deberán ser atendidos y resueltos en la etapa de diseño.**

A.4.1. Elementos que condicionan o favorecen distintas alternativas de emplazamiento y composición del perfil

El formulador del proyecto debe demostrar que el emplazamiento y la composición del perfil elegido corresponden a la alternativa más adecuada posible, y que es resultado de un proceso de análisis que evalúa los diferentes elementos y condicionantes entre las alternativas posibles.

Al momento de definir las distintas alternativas de emplazamiento se deben considerar todos los elementos presentes en el eje, tanto aquellos que son favorables como los que condicionan su instalación.

i. Condiciones favorables para el emplazamiento de una ciclovía

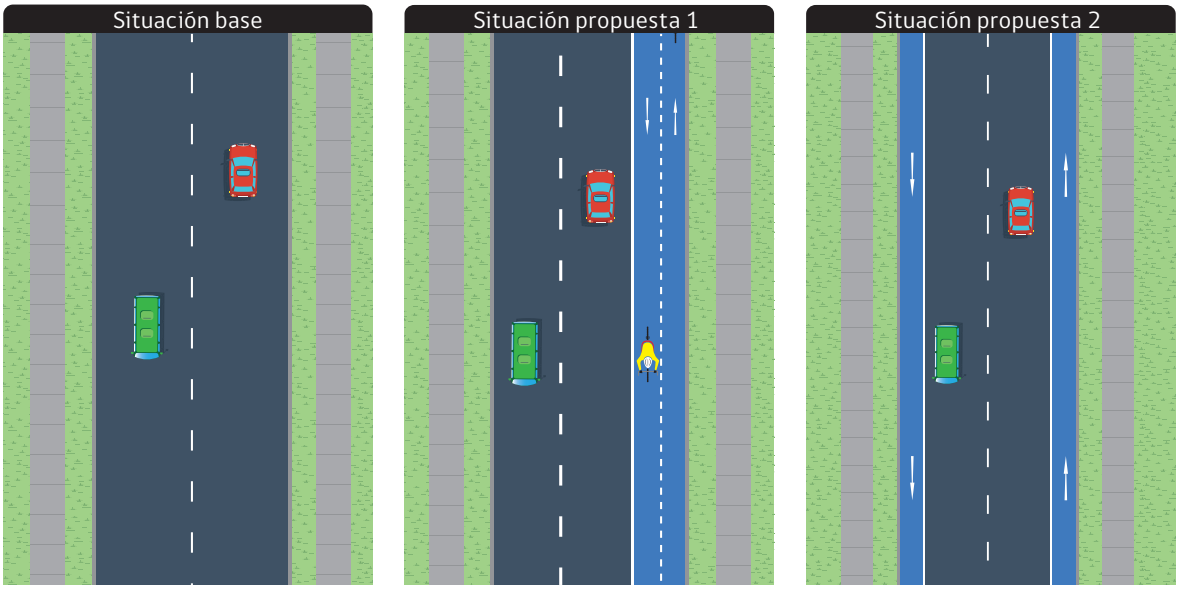
Las situaciones en las que existe un sobreancho de calzada son las más favorables, puesto que un solo ajuste de anchos de pistas podría ser suficiente para disponer un espacio de circulación exclusivo de ciclos en el eje. Una condición relevante para que una solución de este tipo sea factible de implementar, es que el ancho disponible permita espacio suficiente para todos los dispositivos (Figura 1).

Otra situación que puede jugar a favor al implementar una ciclovía es la existencia de sobreanchos en otros dispositivos presentes en el perfil, como la existencia de bandejones o de espacios sub o mal utilizados entre la vereda y la solera, coloquialmente definidos como platabanda, y que muchas veces terminan siendo utilizados de estacionamiento informal u otras actividades.

En este caso, existen al menos dos opciones referenciales que poseen niveles distintos de montos de inversión. Una de ellas es convertir parte de la platabanda en calzada, y generar un espacio extra suficiente para la ciclovía y los elementos segregadores correspondientes (Figura 2: Situación propuesta 1).

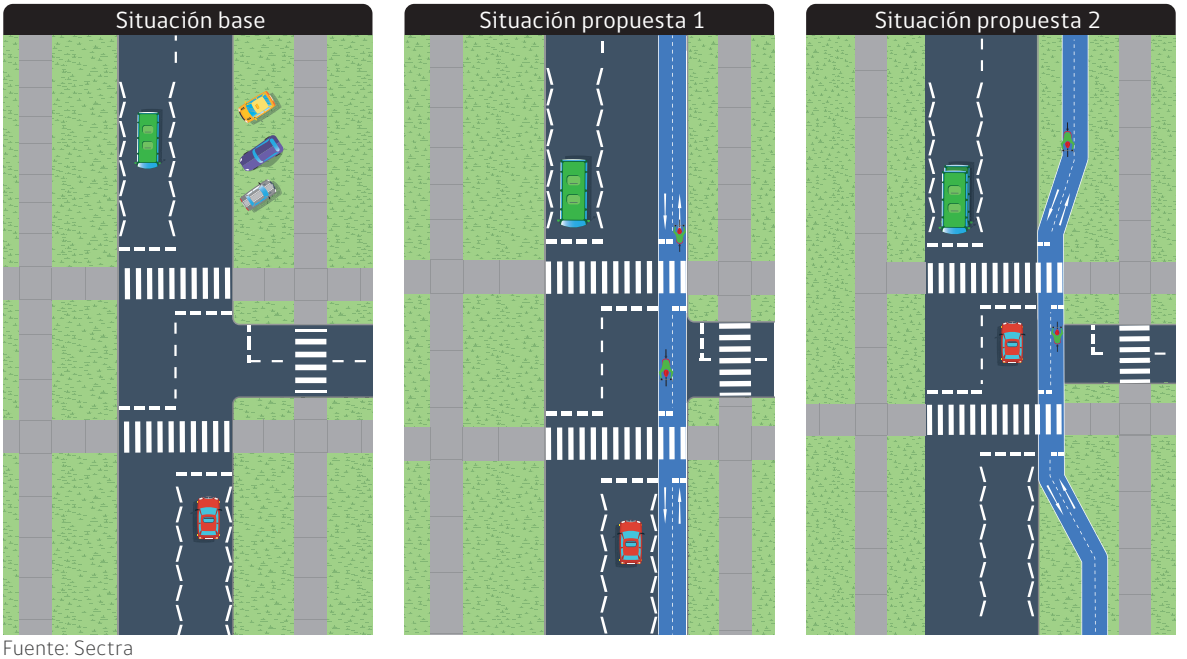
La segunda de ellas es también intervenir la platabanda utilizando la solera actual como elemento segregador (Figura 2: Situación propuesta 2). En esta configuración es relevante que se cumplan dos condiciones:

Figura 1: Sobre ancho de calzada



Fuente: Sectra

Figura 2: Platabanda amplia



Fuente: Sectra

- La ciclovía debe estar debidamente segregada de los peatones, proyectándola a diferente altura de la vereda y utilizando elementos de permitan diferenciar entre ambos componentes.

- En las intersecciones se debe utilizar una configuración similar a la anterior, es decir, adyacente a la calzada.

Se recomienda considerar este tipo de intervenciones en platabanda solo cuando las veredas tengan al menos las dimensiones adecuadas para atender la demanda peatonal.

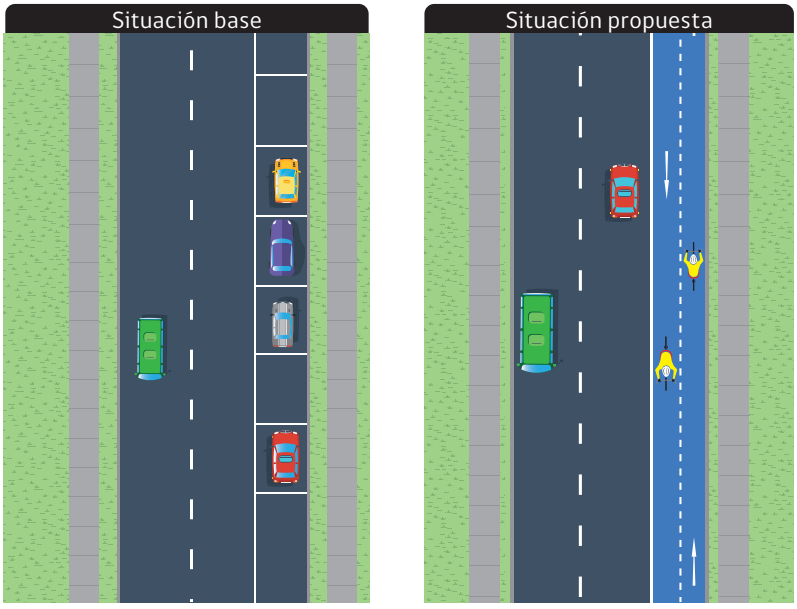
Otra de las condiciones de borde que juega un rol favorable para el emplazamiento de una ciclovía, es la existencia de estacionamientos, que pueden ser suprimidos o relocalizados de manera de liberar espacio para ser usado por la ciclovía. En estos casos es fundamental contar con la aprobación por parte de la Dirección de Tránsito del o de los municipios correspondientes (Figura 3).

ii. Elementos que condicionan el emplazamiento de una ciclovía

Desde el punto de vista operacional, el emplazamiento óptimo y más seguro de una ciclovía es a la derecha, en el mismo sentido del tránsito vehicular, con sentido unidireccional. Sin embargo, en la realidad se presentan numerosas situaciones y elementos que condicionan el emplazamiento y la operación de una ciclovía:

- Existencia de un par vial: Los esquemas unidireccionales sólo tienden a funcionar de manera correcta cuando existen alternativas para los viajes en ambos sentidos, de lo

Figura 3: Estacionamientos



Ciclovía emplazada en sector de estacionamientos. Se debe indicar que también es posible compatibilizar la coexistencia de ambos elementos, dependiendo del espacio disponible, ya sea un sobreancho de calzada o una platabanda amplia. Para ambos casos se deben considerar anchos de seguridad entre automóviles y ciclos.

Fuente: Sectra

contrario, aunque se diseñe unidireccional será utilizada de manera bidireccional.

Debido a lo anterior, se recomienda pensar en esquemas unidireccionales sólo cuando el proyecto considere la alternativa de desarrollar una ciclovía en sentido contrario, ya sea en el mismo eje o en un par vial. De no poder contar con esta alternativa, se debe pensar en el desarrollo de esquemas bidireccionales.

- Volumen relevante de vehículos pesados: uno de los aspectos significativos asociados con la seguridad de circulación de ciclistas es la existencia de estos con volúmenes importantes de vehículos pesados como camiones, buses interurbanos o buses de transporte público. Por ello en zonas portuarias, terminales de buses u otros sectores donde se observe un volumen importante de este tipo de vehículos, se recomienda pensar, en principio, en esquemas de circulación por el costado izquierdo.

iii. Alternativas de emplazamiento

Existen otros elementos que actúan a favor o en contra de las distintas alternativas de emplazamiento, puesto que cada uno de ellos produce efectos diversos dependiendo del costado de la vía en que se emplace el proyecto. Algunos de estos elementos son:

- Cantidad de virajes en intersecciones relevantes.
- Número de postes y árboles (y alineación entre ellos).
- Accesos a lugares con alto nivel de afluencia de personas.
- Conexión de la ciclovía con otras ciclovías o elementos significativos.
- Ingresos y salidas de la ciclovía.

Estos elementos pueden variar entre los distintos tramos del proyecto, pudiendo inducir a decisiones de cambio de emplazamiento del mismo. Lo anterior no es una situación deseada y, por lo tanto, deben hacerse todos los esfuerzos por evitarla. Sin embargo, de no poder evitarse, dicha decisión debe ser considerada como una situación de excepción y, por lo mismo, debe estar debidamente fundamentada (Figura 4).

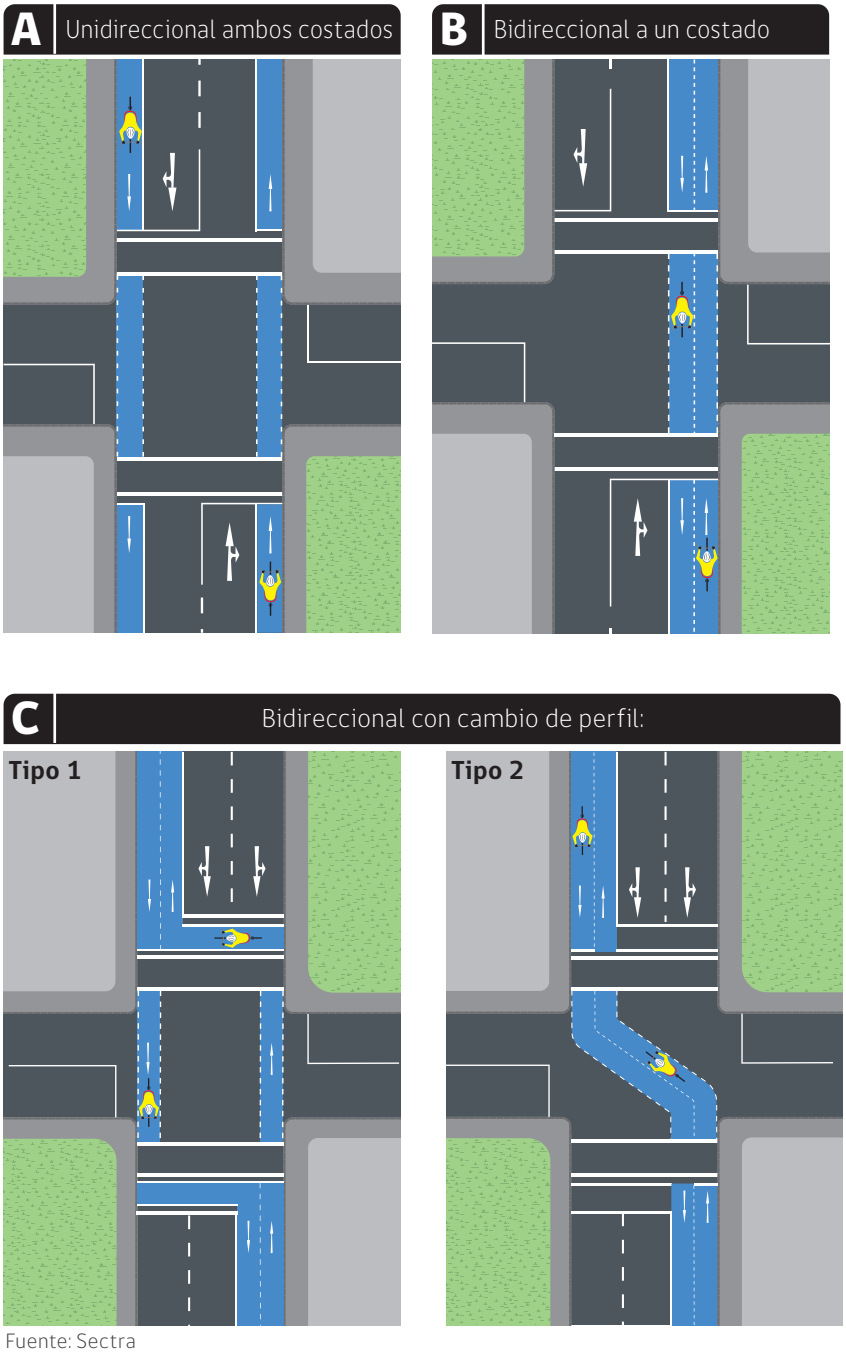
La definición final de emplazamiento debe considerar lo señalado anteriormente, pero de manera copulativa con los análisis que se describen a continuación. Sólo una vez que se haya observado, estudiado y comparado todos los efectos, se podrá adoptar una decisión definitiva.

A.4.2. Análisis del contexto urbano: condiciones, usos y actividades de borde

La factibilidad de emplazar una ciclovía a un costado u otro de la vía, o en ambos, depende en gran medida del contexto urbano. Para ello, resulta relevante poder catastrar, para cada costado del eje, los elementos que condicionan cualquier intervención e implican costos asociados:

- Existencia de postación: número y ubicación.

Figura 4: Ejemplo de distintas configuraciones



Fuente: Sectra

- Transporte público: número de paraderos, identificando su infraestructura (refugio, poste, estación de transferencia, zona paga) y cantidad de recorridos que se detienen.

- Arbolado: número, ubicación y condición general, a ambos costados de la vía.

- Existencia de redes de servicios (agua potable, gas, otros).

- Accesos vehiculares a edificaciones.

Asimismo, interesa conocer las actividades más relevantes que se desarrollan en el entorno, ya que, por sus características o intensidades de uso, pueden condicionar a favor o en contra la definición de emplazamiento de la ciclovía.

- Actividades que generen alto nivel de afluencia de personas en determinados momentos del día: centros cívicos, centros culturales, equipamientos culturales, establecimientos educacionales, comerciales o deportivos, actividades recreacionales, entre otras.

- Actividades que generen altos niveles de flujos de vehículos pesados: bodegas, estacionamientos de camiones, terminales de buses, entre otros.

Si bien la cantidad de elementos presentes en cada costado es relevante, la decisión no es el resultado de la simple sumatoria de éstos. Puede darse el caso que un único elemento sea decisivo en la definición de en qué lugar se ubica la ciclovía, desestimando otros elementos catastrados. Estos cuadros constituyen más bien un registro que permite evaluar que los análisis realizados sean coherentes con las decisiones que se adopten a lo largo del proyecto.

A continuación se presenta un ejemplo de tabla en que se describen las condicionantes para un tramo determinado de un proyecto.

Ejemplo de tabla: Descripción de TRAMO 1

CONDICIONANTES (UNIDADES)	COSTADO IZQUIERDO	COSTADO DERECHO
Postación	20	5
Arbolado	15	10
Redes de servicios	0	5
Accesos vehiculares	18	13
Transporte Público		
Refugios		3
Postes		1
Recorridos		2
Actividades de borde		
Colegios	2	1
Estación de bomberos	1	0
Centro cívico	0	1

Si bien los paraderos de transporte público suelen estar al costado derecho, puede darse el caso de que exista algún eje en que se dé la operación de buses con puerta al costado izquierdo, por lo que el cuadro deja abierta dicha opción.

A.4.3. Análisis de peligrosidad en intersecciones y puntos críticos

Uno de los elementos más importantes al momento de decidir el emplazamiento que tendrá una ciclovía dentro de la faja vial, es el riesgo al que se encontrarán sometidos los ciclistas. Cabe recordar que la ciclovía debe ser un "espacio seguro" para la circulación de bicicletas y que la mayoría de los accidentes y conflictos ocurre en las intersecciones, principalmente entre los

flujos directos de ciclistas y maniobras de viraje por parte de todo tipo de vehículos.

Para atender este aspecto, se propone una metodología de análisis basada en identificar, valorar y comparar el número de movimientos que entran en conflicto para las distintas configuraciones posibles de una ciclovía: bidireccional en alguno de los dos costados del eje, o unidireccional en uno o en ambos costados.

Para su aplicación es necesario, en primer lugar, poner atención a la variedad de posibles situaciones de peligrosidad que existen en la vía que, en este caso, han sido agrupados en 3 conjuntos: virajes en intersecciones semaforizadas, virajes en intersecciones de prioridad y puntos críticos.

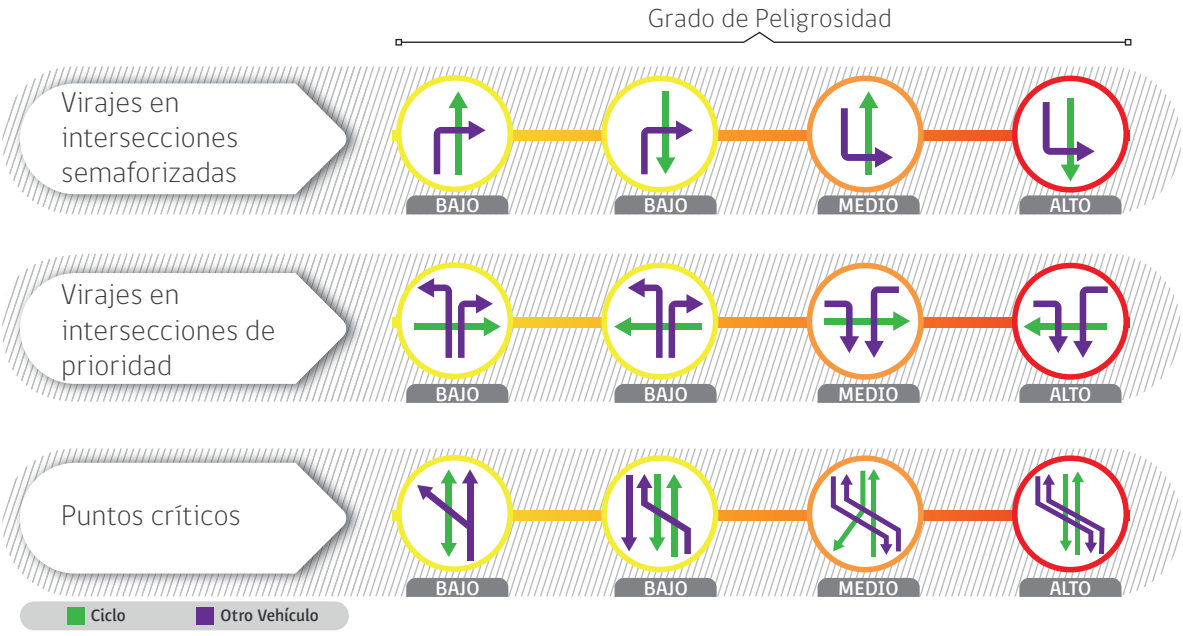
A su vez, no todos los conflictos poseen el mismo nivel de peligrosidad. En la Figura 5 se muestran los conflictos potenciales en intersecciones y puntos críticos, ordenados de manera ascendente según nivel de peligrosidad.

Luego, para poder evaluar el desempeño de cada configuración (unidireccional o bidireccional), se calcula para cada una de ellas un **índice de peligrosidad** que se construye de la siguiente manera:

1. Para cada intersección se identifican los movimientos de automóviles (virajes) que entran en conflicto con la circulación de ciclistas.

2. A cada movimiento en conflicto se le asigna un puntaje en relación a las escalas de

Figura 5: Conflictos potenciales en intersecciones y puntos críticos



Para una mejor comprensión de cómo aplicar esta metodología, se recomienda revisar el "Anexo A: Ejemplo de aplicación análisis de peligrosidad".

peligrosidad señaladas en la Figura 5. **Alto: 3 puntos, Medio: 2 puntos, Bajo: 1 punto.**

3. La suma de estos puntajes, para cada intersección y a nivel global, corresponde al índice de peligrosidad; a mayor puntaje, es mayor el peligro.

Complementando el análisis presentado, se debe tener siempre presente el efecto que generarán los nuevos flujos de ciclistas a la vía en relación al flujo peatonal. Si bien al desarrollar un proyecto de ciclovía por calzada se evitan la gran mayoría de estos conflictos, es trascendente tener también a estos usuarios en cuenta cuando se desarrollen espacios como BiciBox o en la definición de fases semaforizadas para ciertos movimientos.

A.4.4. Análisis del impacto en el resto de los usuarios de la vía

Otro elemento muy importante a tener en cuenta al momento de realizar un análisis comparativo entre las distintas alternativas de perfil para una ciclovía, es el efecto que cada una de estas tiene sobre las condiciones de circulación de los distintos usuarios, particularmente de los peatones.

Para esto se recomienda presentar una descripción de la distribución de la faja vial por modo resultante de cada alternativa de perfil, e indicar, además, otros elementos presentes en la composición transversal del eje por tramos: servicios, áreas verdes, mobiliario urbano, entre otros.

A continuación se presenta un ejemplo, a través de distintas imágenes, de una situación base o actual y tres alternativas diferentes de composición del perfil, cada una de ellas con efectos positivos o negativos para los distintos usuarios (Figura 6). Cabe destacar que se incluye, como uno de los ejemplos, una alternativa descartable o no deseable, debido a dichos efectos.

Estas alternativas de modificación del espacio vial para permitir dar cabida a usuarios de ciclos muchas veces pueden ser también aprovechadas como una oportunidad para mejorar las condiciones de circulación peatonal, en particular, propiciando la accesibilidad universal.

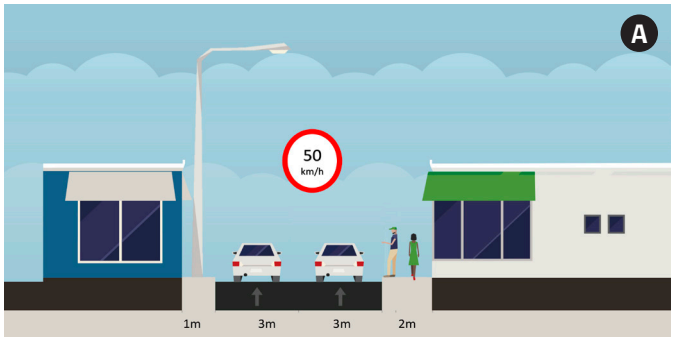
En los casos de las Figuras 6c y 6d se muestran formas alternativas de realizar mejoras para los peatones, en la opción "c", como alternativa de bajo costo y rápida ejecución, en carácter de transitoria o de emergencia, y en la opción "d", como obra definitiva. Ambas nacen a partir de una situación particular muy presente en las calles de nuestro país: veredas angostas, completamente interrumpida por postes o mobiliario, que no dejan espacio suficiente para el desplazamiento de personas con discapacidad.

Para tener acceso a una mayor variedad de casos, se recomienda revisar el " Anexo B: Ejemplo de alternativas de composición y sus efectos" en donde se muestran alternativas de solución para distintos perfiles viales.

Figura 6: Situación base (A) y tres alternativas (B,C,D) diferentes de composición del perfil

A Situación Base

- Vía común en dameros centrales
- Ancho faja: 9 metros o menos
- Aceras angostas
- Sentido: Unidireccional

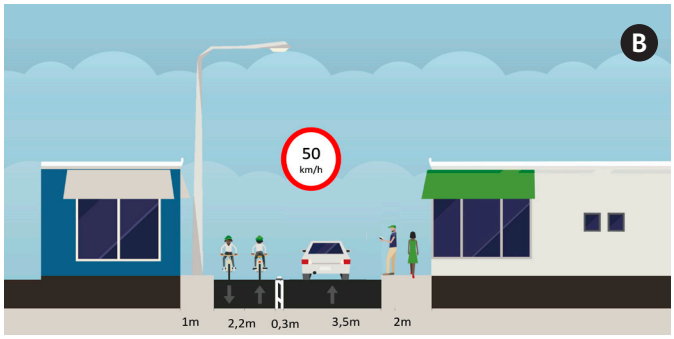


B Alternativa 1

Ciclovía bidireccional

Descripción Alternativa Propuesta:

-Se elimina 1 pista vehículos motorizados.
-Se mantienen problemas de accesibilidad universal en la vía, se debe corregir la distribución de la faja.

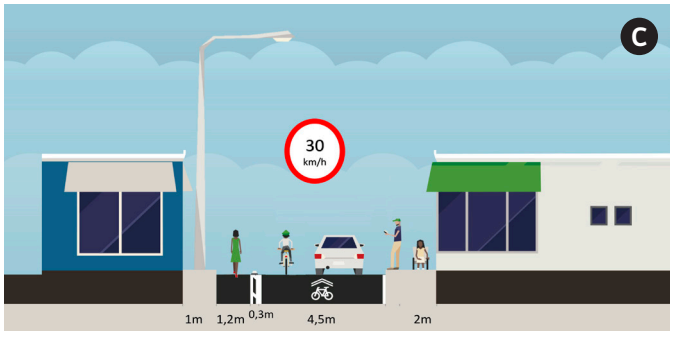


C Alternativa 2

Vía de tráfico calmado, velocidad máxima 30km/h.

Descripción Alternativa Propuesta:

-Se elimina 1 pista.
-Pista existente es de uso compartido.
-Segregado faja para accesibilidad universal a nivel de calzada.

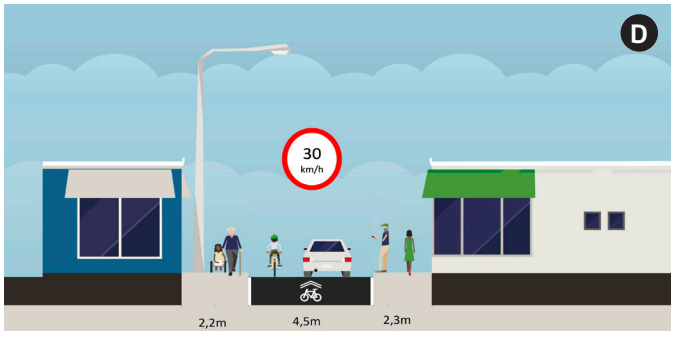


D Alternativa 3

Vía de tráfico calmado, velocidad máxima 30km/h.

Descripción Alternativa Propuesta:

-Se elimina 1 pista.
-Pista existente es de uso compartido.
-Se ensanchan aceras para mejorar las condiciones de accesibilidad universal.



Fuente: Sectra. Ejemplos realizados con streetmix.

A.5 Análisis de la coherencia entre el tipo de segregación y la velocidad de la vía

La principal razón para segregar el flujo de bicicletas u otros ciclos, con el flujo de vehículos motorizados, tiene que ver con la diferencia de energía que existe entre unos y otros, explicada tanto por las diferencias de masa entre los distintos vehículos, como además por las mayores velocidades que pueden alcanzar los segundos respecto de los primeros. A modo de ejemplo, un auto particular pequeño circulando a 60 km/hr produce una energía casi 200 veces superior a la energía de una persona circulando en bicicleta a 20 km/hr.

El principio básico que refleja lo anterior en materia de diseño es "a mayor velocidad mayor segregación", de manera de poder amortiguar las diferencias energéticas señaladas.

Esta relación es un elemento que juega un rol determinante en la implementación de ciclovías ya que, si en la vía asociada a un proyecto de ciclovía se observan velocidades elevadas, el espacio a utilizar será mayor debido a que se necesita más segregación. Por el contrario, si se observan velocidades bajas, es posible analizar alternativas de menor segregación o incluso sin segregación (Art. 2.3.2 bis).

Lo anterior produce que, en el caso de un proyecto emplazado en una vía con velocidades altas, el formulador se enfrente al dilema de tener que usar la totalidad del espacio vial para cumplir con los anchos y espacios de separación necesario, ya sea ensanchando la calzada o utilizando pistas de estacionamientos o de circulación; o alternativamente, incluir en el diseño elementos que disminuyan la velocidad de operación[2] de los vehículos en la vía y así, requerir menos espacio. Esto pone en evidencia que los problemas de cicloinclusividad pueden ser resueltos a través de infraestructura, gestión de tránsito o una combinación de ambas.

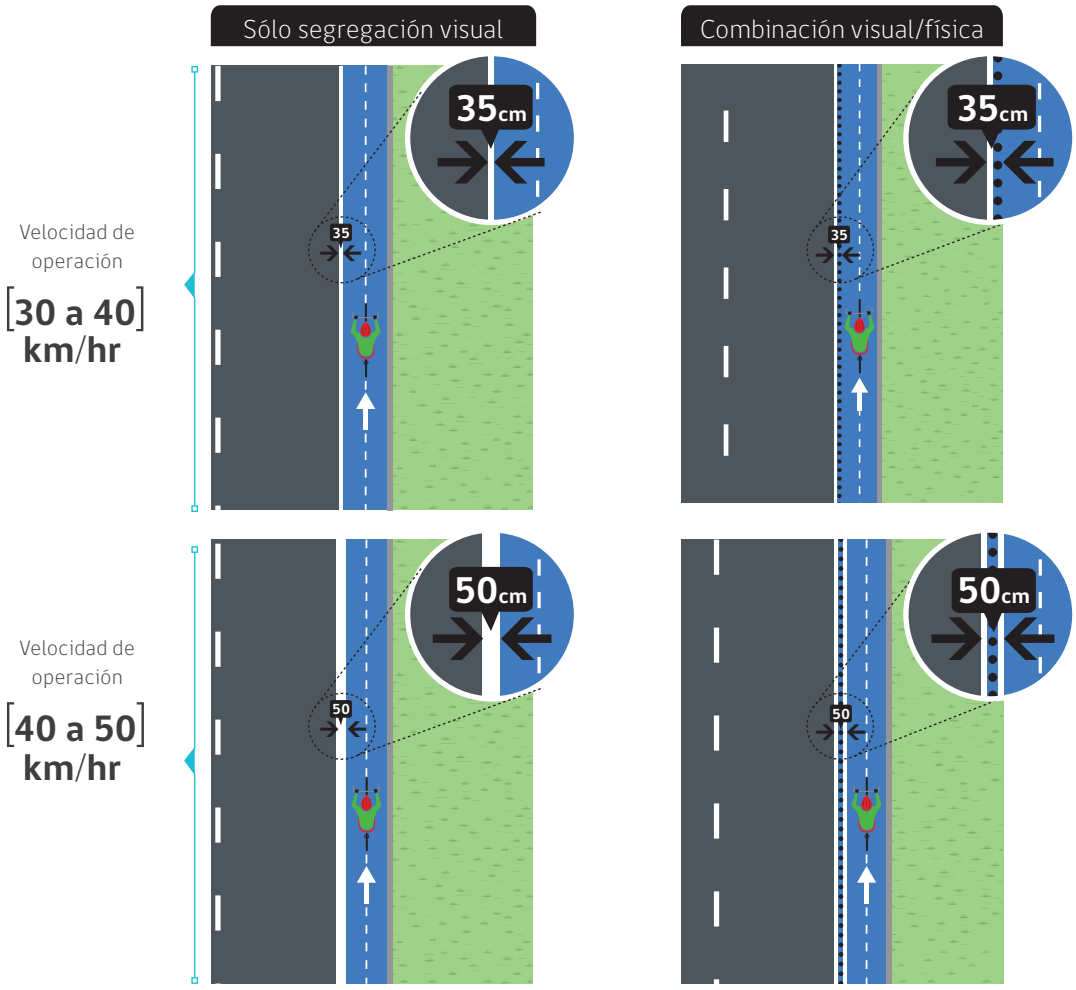
A continuación, se presentan los distintos esquemas de circulación y las consecuencias de falta de coherencia entre la velocidad y la segregación.

A.5.1 Vías o tramos de vías con velocidades entre 30 km/hr y 50 km/hr

En estos casos se requiere una segregación visual completa o segregación visual combinada con elementos físicos. Para velocidades entre 30 km/hr y 40 km/hr se recomienda una segregación de no menos de 35 cm, en cambio, para velocidades más cercanas a los 50 km/hr, se recomienda una segregación de no menos de 50 cm (Figura 7).

[2] Para la determinación de la velocidad de operación de la vía, se debe utilizar el apartado 1 del Anexo 4 del Manual de Señalización y Demarcación, Metodología para la Determinación de Velocidades Máximas.

Figura 7: Casos de segregación según velocidades de operación



Fuente: Sectra

A.5.2 Vías o tramos de vías con velocidades sobre 50 km/hr

Para estos casos se requiere segregación física, de ancho mayor a 50 cm. A diferencia de los segregadores de 20 o 30 cm que suelen ser dispositivos prefabricados, materializar una separación de 50 cm requiere la combinación de distintos elementos. Una de las configuraciones más usadas es la de un separador en base a dos soleras con un relleno respectivo (12 cm + 26 cm + 12 cm), sin embargo, este puede ser mal utilizado considerándolo como una zona de refugio por los peatones, en circunstancias que no lo es. En virtud de lo anterior, se recomienda complementar con medidas que desincentiven el resguardo peatonal en mitad de arco, tales como elementos de paisajismo, pero, para ello se requerirá en general anchos mayores a 50 cm, configurando lo que en manuales de referencia

se denomina como "protected bicycle lane", que suelen tener anchos mayores a 1 m, tal como se aprecia en las fotografías siguientes:

Hornby Separated Bike Lane. Fuente: Paul Krueger.

Oak Street, San Francisco. Fuente: SFMTA (San Francisco Municipal Transportation Agency)

En estos casos, el principal riesgo de incoherencia corresponde a elegir segregadores angostos, cercanos a los 50 cm, para situaciones en las que las velocidades operacionales superan los 60 km/hr.

A.5.3 Vías que poseen una proporción relevante de vehículos pesados

Otro elemento que condiciona la necesidad de segregación, independiente de la velocidad de la vía, es la proporción de vehículos pesados o de gran tamaño que circulan por ella. En este caso no es sólo relevante la diferencia energética, sino además la poca visibilidad de los conductores de los vehículos pesados, respecto a los ciclos, generando una serie de puntos ciegos en los cuales es imposible percibir al usuario de una bicicleta desplazándose por la calzada. Se suma a lo anterior la gran cantidad de espacio que requieren para ejecutar algunas maniobras como virajes en las intersecciones.

Para estos casos, se sugiere utilizar configuraciones similares a las de velocidades mayores a 50 km/hr, es decir, segregadores físicos de más de 50 cm e idealmente de más de 1 m y protegidos. Se considera que sobre un 10% de vehículos pesados en la vía debería bastar para justificar una pista segregada y protegida.

A.6 Elementos y criterios a considerar para la aprobación de un anteproyecto de ciclovía

Tal como se señaló e ilustró anteriormente, existen múltiples elementos que condicionan la elección y selección de las características que tendrá un proyecto de ciclovía, y la forma en que estos sean considerados dará como resultado las decisiones que se tomen al respecto.

Es relevante que dichas decisiones se encuentren debidamente justificadas por parte del formulador, de manera que el revisor del anteproyecto tenga a la vista el proceso integral que llevó a las definiciones de perfil, emplazamiento y nivel de segregación propuestos.

El anteproyecto debe ser tal que minimice los puntos de conflicto potenciales para los usuarios de las ciclovías, que se pudieran derivar de las decisiones de perfil y emplazamiento que se están adoptando. En el óptimo, no debiesen existir puntos potenciales de conflicto, pero en la realidad suele ocurrir que para evitar un conflicto, se generan otros.

Sin embargo, no todos los conflictos pesan lo mismo, pues hay algunos que revisten mayor peligrosidad que otros, pero además algunos se pueden resolver con señalización y/o demarcación adecuada, en cambio para otros se requiere el desarrollo de fases semafóricas exclusivas. Además, no necesariamente el formulador y el revisor pueden coincidir en qué y cuáles puntos de conflicto son los más relevantes.

Debido a lo anterior, es recomendable que el revisor participe desde el inicio del proceso de elaboración del anteproyecto, y de las discusiones que se den en dicho contexto, de manera que se produzca un consenso y no una negociación respecto a qué elementos o condicionantes son más relevantes.

Sin perjuicio de lo anterior, se recomienda considerar como los elementos más relevantes para juzgar la calidad en términos de seguridad y operación de un anteproyecto de ciclovía, los siguientes:

1. Cambios de emplazamiento.
2. Cumplimiento de anchos mínimos reglamentados.
3. Calidad de la superficie de desplazamiento.
4. Coherencia entre segregación, velocidad y composición del flujo vehicular.
5. Vínculo con el sistema.
6. Número y complejidad de puntos potenciales de conflicto.

En la tabla siguiente se proponen rangos de tolerancia asociados a cada uno de estos elementos, de manera de orientar la decisión por parte del revisor en función de los antecedentes presentados por el formulador.

ELEMENTO	TÉNGASE PRESENTE	RANGO DE TOLERANCIA	CALIFICACIÓN
Cambios de emplazamiento	Los cambios de emplazamiento son un elemento que atenta contra varios de los principios que debe tener una ciclovía, en particular que sea directa, cómoda y coherente. Es por ello que los cambios de emplazamiento deben intentar evitarse a toda costa, salvo en situaciones de excepción, como un conflicto extremadamente complejo del proyecto.	Se recomienda aceptar cambios de emplazamiento sobre la misma vía sólo en situaciones de excepción. Si bien se puede dar más de una situación de excepción, se considera que enfrentar más de 1 cambio de emplazamiento en menos de 2 km es no recomendable. Se recomienda no aprobar proyectos que superen lo mencionado previamente.	**Bueno:** no hay cambios de emplazamiento. **Regular:** 1 o menos de un cambio de emplazamiento (sobre el mismo eje) cada 2 kilómetros. **Malo:** más de un cambio de emplazamiento cada 2 km o cambios de emplazamiento hacia otras vías.
Cumplimiento de anchos mínimos reglamentados	Para ciclovías unidireccionales el ancho aceptable es entre 1,5 y 1,8 metros, siendo este último el ancho óptimo. Se debe tener en consideración que si la ciclovía posee 1,5 metros en toda su extensión se harán más complejas las maniobras de adelantamiento, por lo que es muy recomendable utilizar siempre el mayor ancho disponible. No se recomienda generar ciclovías unidireccionales de más de 1,8 m puesto que tienden a ser utilizadas como bidireccionales. Para ciclovías bidireccionales el ancho recomendado es 2,4.	En situaciones de excepción, también llamadas singularidades, se podrán aceptar anchos menores a los señalados, que en ningún caso serán menores a 1,2 metros para ciclovías unidireccionales y 2,0 metros para ciclovías bidireccionales.	**Bueno:** 100% de la extensión de la ciclovía posee 1,8 metros para la ciclovía unidireccional o 2,4 metros para la ciclovía bidireccional.. **Regular:** menos de 100% pero más de 90% de la extensión de la ciclovía posee más de 1,5 o 2,2 metros y el 10% restante se encuentra sobre los 1,2 o 2,0 metros. **Malo:** menos del 90% de la extensión de la ciclovía posee más de 1,5 o 2,2 metros y/o existe un porcentaje distinto de cero que se encuentra bajo los umbrales mínimos para singularidades.
Calidad de la superficie de desplazamiento	La calidad de la superficie de rodado se denota en tres aspectos: la superficie debe ser lisa y no dificultar el movimiento, no debe tener características deslizantes, las tapas de rejilla deben evitar que se enganchen las ruedas.	Superficies como el maicillo o los adoquines no son recomendables como superficies de rodado para la ciclovías. Las demarcaciones a utilizar en la calzada no deben provocar deslizamiento y se sugiere que las tapas de rejillas y sumideros sean dispuestas de manera diagonal o perpendicular al sentido de circulación.	**Bueno:** 100% de la superficie de rodado es lisa y no genera deslizamiento ni resistencia al movimiento, además todas las tapas son ciclo-inclusivas. **Regular:** menos de 100% pero más de un 90% de la superficie de rodado es lisa y no genera deslizamiento ni resistencia al movimiento. **Malo:** menos del 90% de la superficie de rodado es lisa y no genera deslizamiento ni resistencia al movimiento y/o existe al menos una rejilla que no es ciclo-inlcusiva.

ELEMENTO	TÉNGASE PRESENTE	RANGO DE TOLERANCIA	CALIFICACIÓN
Coherencia entre segregación, velocidad y composición del flujo vehicular	La segregación cumple un rol fundamental en dar seguridad frente a diferencias de energía entre distintos vehículos, pero al mismo tiempo aumenta los requerimientos de espacio para componer adecuadamente el proyecto.	La segregación debe ser coherente con las condiciones de operación de la vía, procurar segregar de manera adecuada a las condiciones de circulación del eje cuidando especialmente evitar niveles bajos de segregación en condiciones de alta velocidad o cantidades importantes de vehículos pesados o de gran tamaño.	**Bueno:** la segregación es apropiada para las velocidades de circulación de la vía. **Regular:** la segregación es excesiva para las velocidades de circulación de la vía. **Malo:** la segregación es insuficiente para las velocidades de circulación de la vía o para la proporción de vehículos pesados.
Vínculo con el sistema	En la medida en que el territorio en donde se está desarrollando el proyecto cuente con una red existente de ciclo-rutas, será deseable que el proyecto se vincule con dicha red o en su defecto con determinados hitos urbanos o centros de actividades que sean relevantes (estaciones de trenes, centros cívicos, deportivos o culturales, etc) y con el resto del sistema vial. En caso que el territorio no cuente actualmente con una red de ciclovías, el grado de vínculo con el sistema se deberá analizar a partir de la forma en que la ciclovía se conecta con la red vial.	El proyecto debe reconocer que se inserta en un sistema vial. Si los puntos de inicio y término conectan con otras ciclovías, esta conexión debe estar reconocida y ser parte integral del proyecto. Por otro lado, si el proyecto termina en la red vial no especializada, los flujos de ciclistas que egresen o ingresen a la ciclovía deben ser orientados al espacio de circulación que corresponde, es decir, a la pista derecha de la calzada.	**Bueno:** la ciclovía se vincula de manera adecuada con la red de ciclovías existentes y con el resto de la red vial. **Regular:** la ciclovía se conecta de manera adecuada con la red de ciclovías, pero no con el resto de la red vial. **Malo:** la ciclovía no se conecta con la red de ciclovías existentes dejando desconexiones y discontinuidades.
Número y complejidad de puntos potenciales de conflicto	Como producto del proceso de análisis usado para la propuesta de composición del perfil de la ciclovía, el formulador debe ser capaz de mostrar que la configuración elegida es aquella que minimiza los potenciales puntos de conflicto.	Los puntos de potenciales conflictos identificados deben ser acotados y su nivel de complejidad debe permitir que sean adecuadamente abordados en el proceso posterior de diseño.	**Bueno:** la elección de perfil y emplazamiento minimiza efectivamente los puntos de potencial conflicto y estos además poseen bajo nivel de complejidad. . **Regular:** la elección de perfil y emplazamiento minimiza efectivamente los puntos de potencial conflicto, pero estos poseen un nivel de complejidad medio o alto. **Malo:** la elección de perfil y emplazamiento NO minimiza los puntos de potencial conflicto, y estos además poseen un nivel de complejidad medio o alto.

Luego, para determinar si se otorga o no la aprobación, se recomienda seguir la siguiente pauta de criterio:

No podrán obtener la aprobación operacional aquellos anteproyectos de ciclovía en que, realizado el análisis anterior, se llega a alguno de los siguientes resultados:

Causal 1. Posea calificación Malo en "Vínculo con el sistema" o "Número y complejidad de puntos potenciales de conflicto".

Causal 2. Posea dos o más elementos calificados como Malo.

Causal 3. Posea al menos un elemento calificado como Malo y ninguno Bueno.

En contraste, podrán obtener la aprobación operacional aquellos anteproyectos de ciclovía que obtengan cualquier otro resultado.

A continuación se muestran algunos ejemplos que grafican lo anterior.

ELEMENTO	CICLOVÍA A	CICLOVÍA B	CICLOVÍA C	CICLOVÍA D
Cambios de emplazamiento	Regular	Bueno	Malo	Malo
Anchos mínimos	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Superficie de rodado	Bueno	Malo	Regular	Bueno
Segregación	Regular	Malo	Regular	Regular
Vínculo con el sistema	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Puntos potenciales de conflicto	Malo	Bueno	Regular	Bueno
RESULTADO	Rechazada por causal 1	Rechazada por causal 2	Rechazada por causal 3	Aprobada

PARTE B: PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES PARA ETAPA DE PROYECTO

B.1 Identificación de puntos de conflicto

Tal como se señaló anteriormente, el formulador deberá identificar los puntos de potencial conflicto que se obtienen como resultado de las decisiones de perfil y emplazamiento y la consideración de todos los elementos que influyen en esta decisión.

Los potenciales puntos de conflicto son los siguientes:

a) Puntos de inicio y fin de la ciclovía.

b) Intersecciones con otras ciclovías.

c) Intersecciones con vías relevantes (independiente que tengan o no ciclovías).

d) Paraderos de transporte público.

e) Conexión con estaciones de transporte masivo o hitos urbanos relevantes.

f) Cambio de emplazamiento sobre el mismo eje.

B.2 Resolución de conflictos

B.2.1 Conexiones e intersecciones con otras ciclovías y vías relevantes

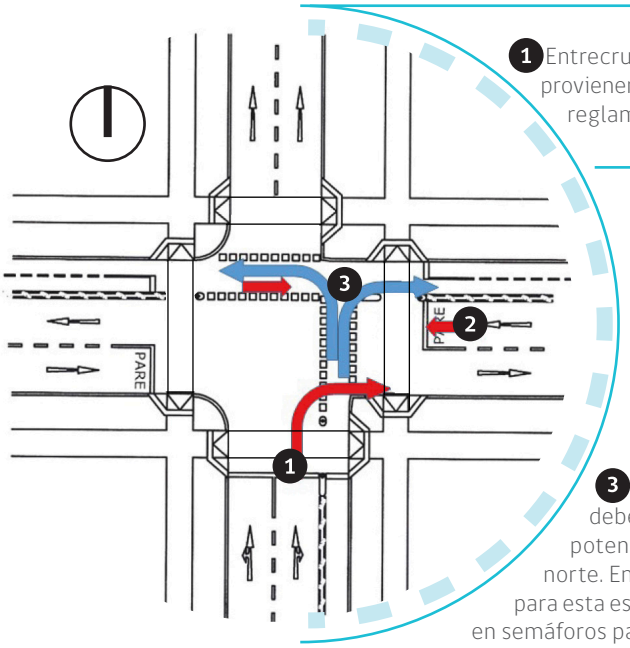
La condición de diseño que prima en estos casos es que todas las trayectorias de distintos modos deben estar atendidas. Para intersecciones muy complejas, esto puede dar pie a la necesidad de contar con semaforización nueva o con fases especiales de semáforo. En estos casos, el proyecto debe indicar la estimación del costo de estos elementos como parte del valor total de la obra y, en caso de ser un semáforo existente, que dicha fase o fases sean factibles de programar.

Si la forma de abordar estos puntos implica un comportamiento contra-intuitivo o indirecto por parte del ciclista o del resto de los usuarios de la vía, este debe estar debidamente demarcado y/o señalizado en caso de ser necesario. Para este tipo de intervenciones es importante el trabajo de información en fases previas tanto como el seguimiento al momento de su implementación.

Es recomendable la incorporación de una campaña comunicacional de educación vial asociada al nuevo diseño y al comportamiento que se espera por parte de las personas que harán uso de la vía. Esta debería llevarse a cabo durante la etapa de ejecución de la obra, con el fin de que al momento de implementar la obra se reduzca el riesgo de conflictos entre los diferentes usuarios del proyecto.

Del mismo modo, es relevante monitorear el comportamiento adecuado de los usuarios, a fin de poder realizar las modificaciones necesarias para su correcto funcionamiento o educar a las personas en terreno para que sus acciones correspondan a lo esperado.

Figura 8: Ejemplo de término de ciclovía unidireccional e incorporación a ciclovía transversal bidireccional



1 Entrecruzamiento de ciclistas (norte-sur) con automóviles que provienen del sur y viran a la derecha. Puede ser resuelto con señal reglamentaria de preferencia ciclistas al virar.

2 Cruce de ciclistas con los automovilistas que circulen de oriente a poniente por la vía transversal que puede ser riesgoso. Es relevante reforzar la señal de advertencia de presencia de ciclistas y eventualmente incorporar algún elemento que disminuya la velocidad de quienes se acerquen por ese arco.

3 Ciclistas que se incorporan a la ciclovía bidireccional, deben mirar hacia ambos costados. Además se produce un potencial encuentro con otros ciclistas que siguen hacia el norte. En este caso, sería necesario formular un espacio seguro para esta espera. Una solución podría considerar un tiempo exclusivo en semáforos para los virajes de usuarios en esta ciclovía.

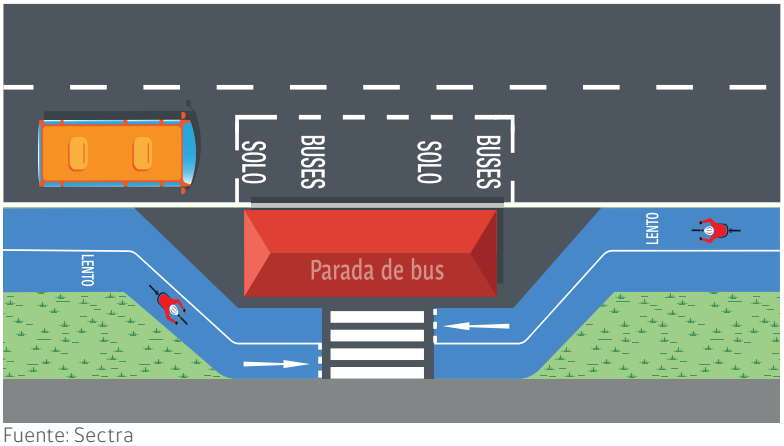
B.2.2 Paraderos de transporte público

En el caso de decidir proyectar una ciclovía por el costado derecho de la calzada, uno de los principales aspectos a atender será la interacción de la ciclovía con paradas de transporte público.

La condición de diseño óptimo para resolver esta interacción es desviar la ciclovía por detrás del paradero de buses. Este diseño evita el conflicto entre peatones y ciclistas cuando los buses están recogiendo o dejando pasajeros. Esta solución debe ser aplicada sobre todo en paraderos con alta afluencia y siempre debe incorporar pasos de cebra que indiquen el o los lugares por los que los usuarios de transporte público acceden o egresan del paradero, complementado con un cambio de textura en pavimento que diferencie la superficie de la ciclovía del espacio de uso de los peatones (Figura 9).

En vías que no cuentan con espacio suficiente para desarrollar la ciclovía por detrás del paradero, es factible desarrollar soluciones por delante del paradero, es decir, entre la parada y el bus. Existen, a su vez, distintas alternativas para este caso, diferenciadas básicamente en el tratamiento de las conductas entre ciclistas y usuarios de buses (Figura 10).

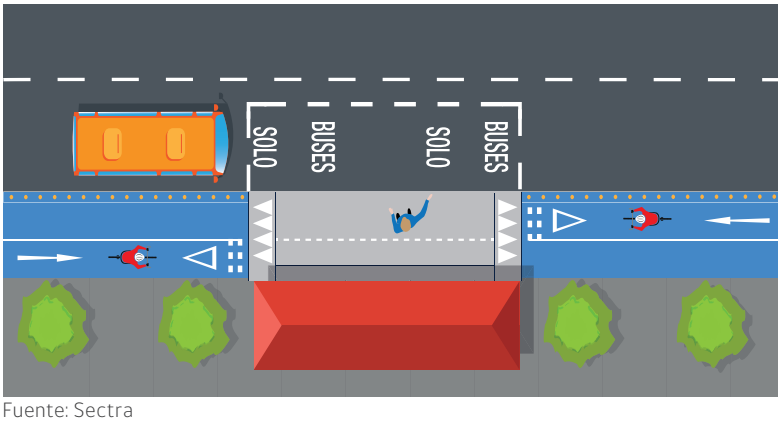
Figura 9: Ciclovía detrás del paradero



Fuente: Sectra

Se resuelven los problemas de bajada y subida de pasajeros al bus, y se minimiza el conflicto ciclista-bus. Se debe resguardar a los pasajeros que atraviesan la ciclovía para llegar al paradero con indicaciones para los ciclistas respectiva a una circulación con precaución, lo mismo para los peatones.

Figura 10: Ciclovía por delante del paradero, con plataforma



Fuente: Sectra

Esta ciclovía presenta conflicto al momento de la detención de los buses, debiendo quedar indicado para los ciclistas que en el momento de la detención del bus deben frenar, permitiendo que los pasajeros suban y bajen del bus. A los usuarios de transporte público se les debe informar que la plataforma solo puede ser utilizado cuando el bus se encuentra detenido, ya que deben permitir el paso de los ciclistas. Se debe incorporar una señalización en la pista para ciclos, para que tanto el usuario del bus como el ciclista sepan la existencia del otro.

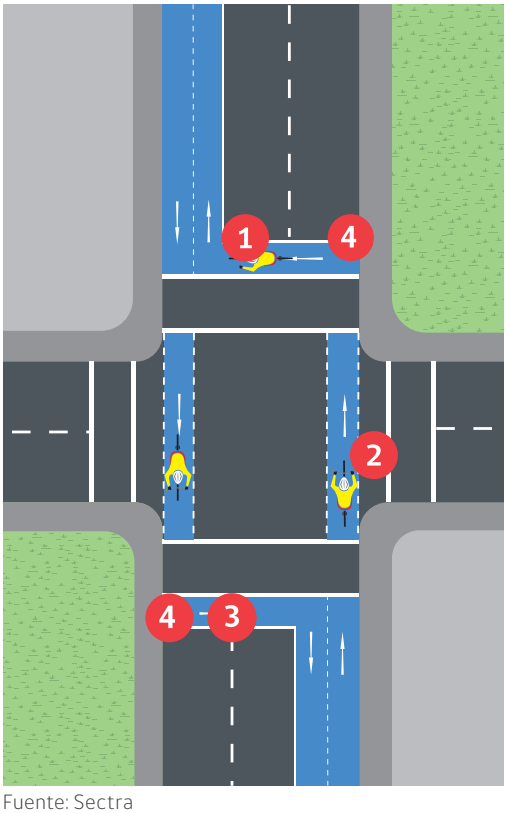
B.2.3 Cambios de emplazamiento

Los cambios de emplazamiento de una ciclovía son una situación no deseable, pero existen circunstancias y condicionantes que los hacen inevitables. En estos casos, que deben ser debidamente justificados, se debe tener el resguardo de proteger todos los movimientos que se desarrollarán.

Debido a la complejidad extra que adquieren las intersecciones en donde se realizan estos cambios de emplazamiento, se recomienda que ello ocurra sólo en intersecciones semaforizadas, de manera de poder utilizar las distintas fases semafóricas, nuevas o existentes, para atender a cada uno de los movimientos.

A continuación se presentan las dos formas más usuales en que se suele abordar este problema: utilizando fases existentes y generando una fase exclusiva nueva.

Figura 11: Ejemplo de cambio de emplazamiento 1



Fuente: Sectra

Esta alternativa es más barata y sencilla de aplicar, sin embargo, presenta algunos conflictos que deben ser atendidos.

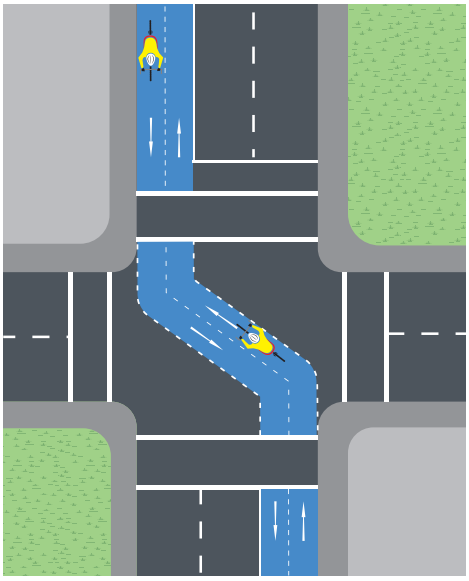
1. Los ciclistas que se desplazan con dirección Sur-Norte y que necesitan virar a la izquierda requieren un espacio seguro que los proteja del flujo directo de vehículos motorizados.

2. Los vehículos motorizados que viran deben ser advertidos respecto a los ciclistas que hacen el movimiento directo.

3. Los vehículos motorizados que viran dirección Oriente Poniente, deben ser advertidos de hacerlo con precaución respecto a los ciclistas que, en el mismo movimiento, intentan acceder a la continuación de la ciclovía.

4. Los ciclistas que necesitan virar a la izquierda requieren un espacio seguro que los proteja del flujo directo de vehículos motorizados.

Figura 12: Ejemplo de cambio emplazamiento 2



Fuente: Sectra

Esta alternativa evita todos los conflictos, por medio de la generación de una fase de semáforo exclusiva, para otorgar protección a todos los movimientos de los ciclistas. Esta nueva fase requiere redistribuir el tiempo de los ciclos actuales, quitando segundos a cualquiera de las fases iniciales, lo que tendrá efectos en la operación, cuya magnitud dependerá del volumen de tránsito que atiende la intersección.

Debido a lo anterior, se recomienda utilizar este tipo de soluciones en intersecciones con bajo flujo vehicular, y obtener el tiempo necesario de la fase destinada al arco con menor flujo de ellos. No se recomienda usar este tipo de soluciones en intersecciones con más de dos fases.

B.3 Elementos y criterios a considerar para la aprobación de un proyecto de ciclovía

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos fundamentales de una ciclovía es otorgar seguridad a sus usuarios, las condiciones de aprobación son:

- Todas las trayectorias deben ser atendidas de manera tal que no quede ningún movimiento peatonal, de ciclos y vehículos motorizados sin reglas claras de cómo ejecutarse.

- El diseño debe ser especialmente claro en términos de prioridad (quién pasa y quién espera), oportunidad (cuándo paso) y visibilidad (paso o no paso).

PARTE C: PRESENTACIÓN DE ANTECEDENTES PARA CICLOVÍAS EXISTENTES

Hasta antes del año 2015 no existían criterios específicos de diseño para ciclovías, más allá de algunas consideraciones contenidas en el Manual de Recomendaciones de Diseño Vial Urbano (REDEVU). Además, la Ordenanza de Urbanismo y Construcción, señalaba explícitamente que las ciclovías debían ser diseñadas por la acera, contraviniendo la disposición de la Ley de Tránsito respecto a que los vehículos, como regla general, deben circular por la calzada, correspondiendo al peatón el derecho exclusivo de utilizar la acera.

Lo anterior tuvo como consecuencia que muchos diseños anteriores a 2015 se realizaron por el espacio residual de las aceras, provocando serios problemas relacionados con la presencia de obstáculos, que desvían abruptamente la trayectoria de los ciclistas y, muchas veces, con anchos menores a los recomendados, y también con la presencia de zonas mixtas compartidas entre peatones y ciclistas, principalmente en las esquinas.

Por ello, para juzgar el estándar de las ciclovías existentes, es necesario tener en consideración que éste es bastante inferior al que se espera tendrán las ciclovías nuevas y, por ende, se recomienda utilizar criterios similares al caso de la revisión del anteproyecto, pero con rangos de tolerancia distintos. Además, se agregan dos elementos relacionados con lo señalado anteriormente: presencia de obstáculos y zonas mixtas, que en el caso de ciclovías nuevas no debiesen existir.

ELEMENTO	TÉNGASE PRESENTE	RANGO DE TOLERANCIA	CALIFICACIÓN
Cambios de emplazamiento	Los cambios de emplazamiento son un elemento que atenta contra varios de los principios que debe tener una ciclovía, en particular que sea directa, cómoda y coherente. Es por ello que los cambios de emplazamiento deben intentar evitarse a toda costa y sólo aceptarse en situaciones de excepción, como un conflicto extremadamente complejo al inicio o fin del proyecto que obligue a tomar esta decisión.	Se recomienda aceptar cambios de emplazamiento sobre la misma vía sólo en situaciones de excepción. Si bien se puede dar más de una situación de excepción, se considera que enfrentar más de 1 cambio de emplazamiento en menos de 2 km es altamente no recomendable. Se recomienda no aprobar proyectos que superen lo mencionado previamente.	**Bueno:** no hay cambios de emplazamiento. **Regular:** menos de un cambio de emplazamiento (sobre el mismo eje) cada 1 km. **Malo:** más de un cambio de emplazamiento cada 1 km o cambios de emplazamiento hacia otras vías.
Cumplimiento de anchos mínimos reglamentados	Para ciclovías unidireccionales el ancho aceptable es entre 1,5 y 1,8 metros, siendo este último el ancho óptimo. Para ciclovías bidireccionales el ancho recomendado es entre 2,2 y 2,4 metros, siendo este último el óptimo.	En situaciones de excepción, también llamadas singularidades, se podrán aceptar anchos menores a los señalados, que en ningún caso serán menores a 1,2 metros para ciclovías unidireccionales y 2,0 metros para ciclovías bidireccionales. En ningún caso se deberían aceptar proyectos que generen espacios de circulación inferiores a los anteriores.	**Bueno:** hasta un 80% de la extensión de la ciclovía posee más de 1,5 m o 2,2 m y el porcentaje restante es mayor a 1,2 m y 2,0 m, respectivamente. **Regular:** hasta 50% de la extensión de la ciclovía posee más de 1,5 m o 2,2 m y el 50% restante es mayor a 1,2 m y 2,0 m respectivamente. **Malo:** menos de un 50% de la extensión de la ciclovía alcanza los 1,5 m o 2,2, m o posee dentro de su extensión tramos inferiores a los 1,2 m o 2,0 m, respectivamente.
Calidad de la superficie de rodado	La calidad de la superficie de rodado se denota en tres aspectos: la superficie debe ser lisa y no resistir el movimiento, no debe tener características deslizantes, las tapas de rejilla deben evitar que se enganchen las ruedas.	Superficies como el maicillo o los adoquines no son recomendables como superficies de rodado para la ciclovías. Las demarcaciones a utilizar en la calzada no deben provocar deslizamiento y se sugiere que las tapas de rejillas y de sumideros sean dispuestas de manera diagonal o perpendicular al sentido de circulación.	**Bueno:** 100% de la superficie de rodado es lisa y no genera deslizamiento ni resistencia al movimiento, además todas las tapas son ciclo-inclusivas. **Regular:** más de un 80% de la superficie de rodado es lisa y no genera deslizamiento ni resistencia al movimiento. **Malo:** menos del 80% de la superficie de rodado es lisa y no genera deslizamiento ni resistencia al movimiento y/o existe al menos una rejilla que no es ciclo-inlcusiva.

ELEMENTO	TÉNGASE PRESENTE	RANGO DE TOLERANCIA	CALIFICACIÓN
Coherencia entre segregación, velocidad y composición del flujo vehicular	La segregación cumple un rol fundamental en dar seguridad frente a diferencias de energía entre distintos vehículos, pero al mismo tiempo aumenta los requerimientos de espacio para componer adecuadamente el proyecto.	La segregación debe ser coherente con las condiciones de operación de la vía, se debe cuidar no segregar excesivamente en zonas de baja velocidad aumentando artificialmente las dificultades del proyecto ni tampoco restar segregación en condiciones de alta velocidad o cantidades importantes de vehículos pesados o de gran tamaño.	**Bueno:** la segregación es totalmente acorde con las velocidades de circulación de la vía. **Regular:** la segregación es excesiva para las velocidades de circulación de la vía. **Malo:** la segregación es insuficiente para las velocidades de circulación de la vía o para la proporción de vehículos pesados.
Vínculo con el sistema	En la medida que la ciudad donde se está desarrollando el proyecto cuente con una red existente de ciclo-rutas, será deseable que el proyecto se vincule con dicha red o en su defecto con determinados hitos urbanos o centros de actividades que sean relevantes (estaciones de trenes urbanos, centros cívicos, centros deportivos o culturales, etc) y con el resto del sistema vial.	El proyecto debe reconocer que se inserta en un sistema vial. Si los puntos de origen y término conectan con otras ciclovías, esta conexión debe estar reconocida y ser parte integral del proyecto. Por otro lado si el proyecto termina en la red vial no especializada, los flujos de ciclistas que egresen o ingresen a la ciclovía deben ser orientados al espacio de circulación que corresponde, es decir, a la pista derecha de la calzada.	**Bueno:** la ciclovía se vincula de manera adecuada con la red de ciclovías existentes y con el resto de la red vial. **Regular:** la ciclovía se conecta de manera adecuada con la red de ciclovías, pero no con el resto de la red vial. **Malo:** la ciclovía no se conecta con la red de ciclovías existentes dejando desconexiones y discontinuidades.
Presencia de zonas mixtas con peatones	Esta es una situación indeseada, especialmente por parte de los peatones que ven invadido un espacio que les corresponde por ley.	Las zonas mixtas deben obedecer a situaciones de excepción sólo en casos en donde la geometría de la intersección hace extremadamente complejo separar los flujos de ciclistas de los flujos peatonales.	**Bueno:** la ciclovía no presenta zonas mixtas. **Regular:** la suma de todas las zonas mixtas es menor al 15% de la extensión total de la ciclovía. **Malo:** la suma de todas las zonas mixtas es mayor al 15% de la extensión total de la ciclovía.
Presencia de Obstáculos	La presencia de obstáculos altera las trayectorias o disminuye los anchos de circulación y por lo tanto también corresponden a una situación indeseada, Ej. árboles, postes, señales de tránsito, entre otros.	Debe evitarse a toda costa los obstáculos, ya sea moviéndolos de posición o realizando cambios geométricos a la trayectoria de la ciclovía.	**Bueno:** la ciclovía no presenta obstáculos. **Regular:** la ciclovía presenta lo más, un obstáculo cada 2 km y no se ven alteradas las trayectorias ni los anchos de manera significativa. **Malo:** la ciclovía presenta más de un obstáculo cada 2 km y/o las trayectorias y anchos son alterados de manera significativa.

ELEMENTO	TÉNGASE PRESENTE	RANGO DE TOLERANCIA	CALIFICACIÓN
Número y complejidad de puntos potenciales de conflicto	Como producto del proceso de análisis usado para la propuesta de composición del perfil de la ciclovía, el formulador debe ser capaz de mostrar que la configuración elegida es aquella que minimiza los potenciales puntos de conflicto.	Los puntos de potenciales conflictos identificados deben ser acotados y su complejidad tal que, efectivamente puedan ser bien abordados en el proceso posterior de diseño.	**Bueno:** la elección de perfil y emplazamiento minimiza efectivamente los puntos de potencial conflicto y estos además poseen bajo nivel de complejidad. **Regular:** la elección de perfil y emplazamiento minimiza efectivamente los puntos de potencial conflicto, pero estos poseen un nivel de complejidad medio o alto. **Malo:** la elección de perfil y emplazamiento NO minimiza los puntos de potencial conflicto, y estos además poseen un nivel de complejidad medio o alto.

Luego, para determinar si se otorga o no la aprobación, a través de la presente guía se recomienda seguir la siguiente pauta de criterio:

No podrán obtener la aprobación operacional aquellos proyectos existentes de ciclovía en que, realizado el análisis anterior, se llega a alguno de los siguientes resultados:

Causal 1. Posea calificación Malo en "Presencia de obstáculos" y "Puntos de conflicto"

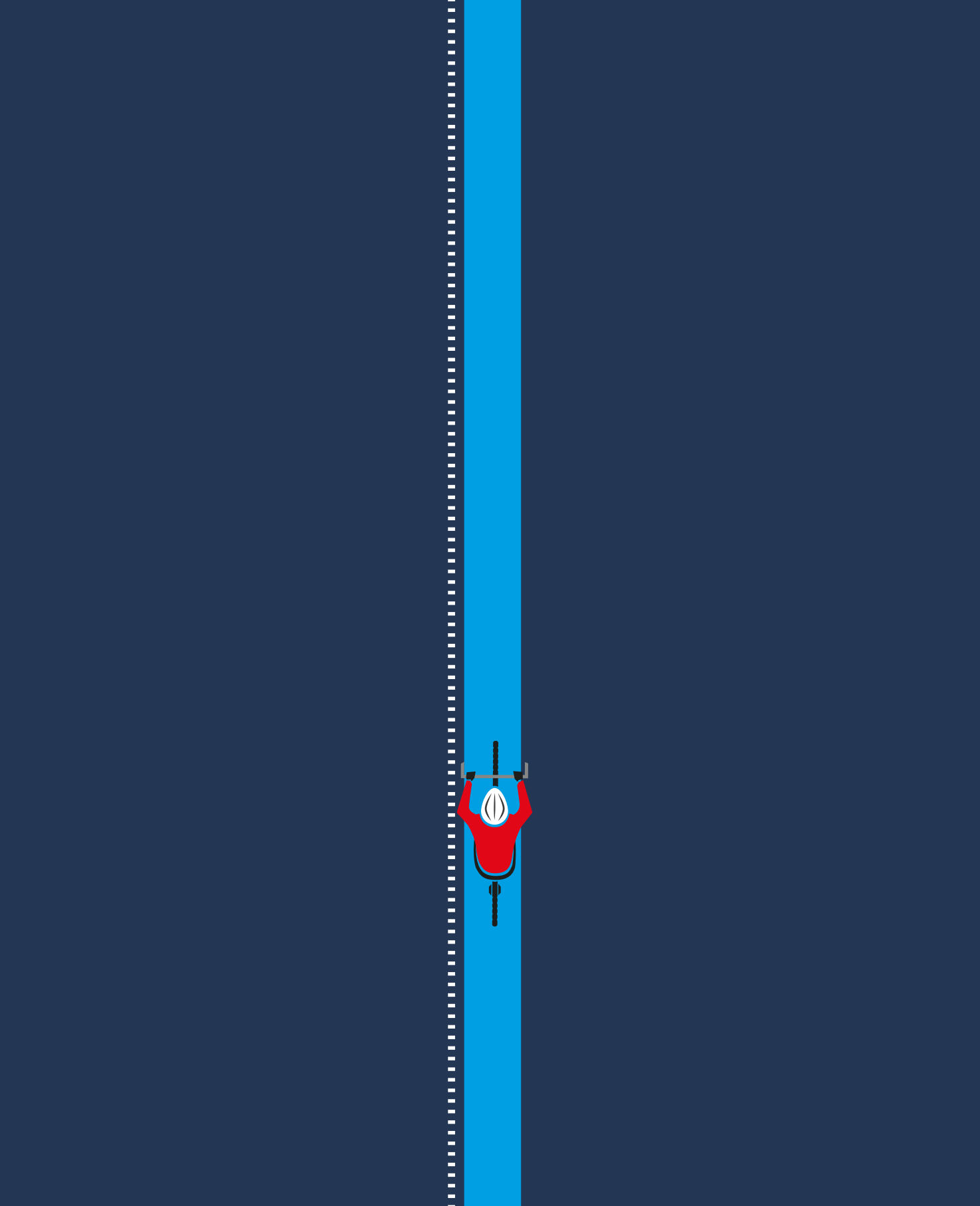
Causal 2. Posea dos o más elementos calificados como Malo.

Causal 3. Posea al menos un elemento calificado como Malo y ninguno Bueno.

En contraste, podrán optener la aprobación operacional aquellos proyectos existentes de ciclovía que obtengan cualquier otro resultado.

ELEMENTO	CICLOVÍA A	CICLOVÍA B	CICLOVÍA C	CICLOVÍA D
Cambios de emplazamiento	Bueno	Bueno	Malo	Malo
Anchos mínimos	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Superficie de rodado	Bueno	Malo	Regular	Bueno
Segregación	Regular	Malo	Regular	Regular
Vínculo con el sistema	Bueno	Bueno	Regular	Bueno
Zonas mixtas con peatones	Bueno	Malo	Regular	Bueno
Presencia de Obstaculos	Malo	Bueno	Regular	Bueno
Puntos de conflicto	Bueno	Regular	Regular	Regular
RESULTADO	Rechazada por causal 1	Rechazada por causal 2	Rechazada por causal 3	Aprobada

www.mtt.gob.cl



Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Gobierno de Chile

ANEXO A

EJEMPLO DE APLICACIÓN ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD

Antecedentes para obtener la aprobación operacional

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES

Anexo A
Ejemplo de aplicación análisis de peligrosidad
Antecedentes para obtener la aprobación operacional

Material elaborado por la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Elaboración de contenido: Área Análisis Territorial-SECTRA
Diseño y diagramación: Jessica Ibaceta M.-SECTRA

Santiago de Chile 2019

Esta guía complementa el Manual de vialidad ciclo-inclusiva: recomendaciones de diseño, MINVU.

CONTENIDO

TIPOS DE CONFLICTOS Y SU PELIGROSIDAD 5

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y EJEMPLO DE APLICACIÓN 8

9 | 1. Análisis intersecciones semaforizadas

PASO 1: Identificación de movimientos

PASO 2: Asignación de puntaje. Alto: 3 puntos, Medio: 2 puntos, Bajo: 1 punto

PASO 3: Suma de puntajes

12 | 2. Análisis intersecciones de prioridad

PASO 1: En cada intersección, se identifican la cantidad de movimientos que entran en conflicto con la circulación de ciclistas

PASO 2: A cada movimiento en conflicto se le asigna un puntaje en relación a las escalas de peligrosidad señaladas en la Figura 1: Alto: 3 puntos, Medio: 2 puntos, Bajo: 1 punto

PASO 3: Suma de puntajes

14 | 3. Análisis de puntos críticos

TIPOS DE CONFLICTOS Y SU PELIGROSIDAD

El presente anexo corresponde a una propuesta metodológica de análisis de peligrosidad que sirve como elemento de juicio para colaborar en el proceso de composición y diseño de un proyecto de ciclovía. Está pensada como una guía que permite estructurar el análisis de las condiciones operacionales y físicas del eje, la forma en que estas se relacionan y los conflictos con los movimientos de los usuarios que serán atendidos por el proyecto de ciclovía.

Para este propósito se han diferenciado los conflictos en tres conjuntos:

- *Conflictos por virajes en intersecciones semaforizadas,*
- *Conflictos por virajes en intersecciones de prioridad y,*
- *Conflictos en puntos críticos.*

Las *intersecciones semaforizadas* poseen dos o más fases que separan los movimientos que se desarrollan en ella. Esto permite definir esquemas operacionales que protejan ciertos movimientos potencialmente riesgosos o vulnerables, separando las trayectorias de los distintos vehículos.

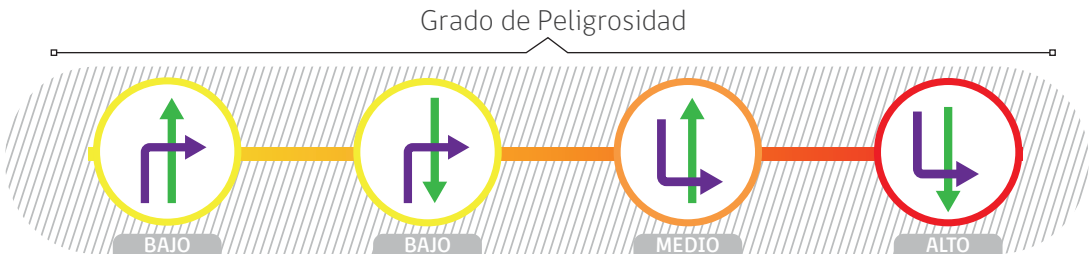
De todos los movimientos que se dan en este tipo de intersecciones, los virajes de vehículos motorizados son los que tienen mayor posibilidad de entrar en conflicto con los usuarios de la ciclovía. Si bien son movimientos que pierden prioridad frente a los movimientos directos -de acuerdo al artículo 134 de la Ley de Tránsito- se realizan con una fase de semáforo en verde, lo que muchas veces es mal entendido por ciertos usuarios como un derecho de paso a todo evento.

Para distinguir la peligrosidad de estos conflictos, se utilizan dos elementos: por un lado, la proximidad del viraje respecto del flujo de ciclistas y, por otro, la direccionalidad de estos últimos. Sobre estos elementos, se construye una escala de peligrosidad, que considera lo siguiente:

- Los virajes adyacentes al flujo de ciclistas se consideran de menor peligrosidad que los virajes "en gancho" y,
- Dentro del segundo conjunto, el viraje a favor del flujo de ciclistas se considera más peligroso que el viraje en contra del flujo de ciclistas. Esto, debido a que el conductor que vira está enfrentado tráfico en contra y, por lo tanto, tiene visibilidad del ciclista que proviene en ese mismo sentido, no así del que viene en su misma dirección.

Con lo anterior en consideración, se construye la siguiente escala que muestra los grados de riesgo asociados a cada tipo de cruce.

Figura 1: Principales conflictos en intersecciones semaforizadas según escala de peligrosidad.



Por su parte, en el caso de las *intersecciones de prioridad*, los movimientos que generan problemas de interacción con los movimientos directos de los ciclistas son todos aquellos que atraviesan el eje[1] donde se ubicará la ciclovía, tanto los directos como los virajes.

En este caso, para distinguir entre distintos grados de peligrosidad se identifican dos conjuntos de conflictos:

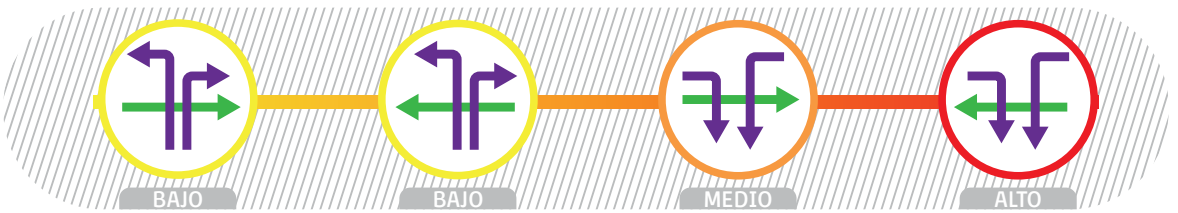
- Aquellos derivados de los movimientos de ingreso a la vía principal, donde se emplazará la ciclovía, desde la vía secundaria.

- Aquellos derivados de los movimientos de egreso hacia la vía secundaria, desde la vía principal donde se emplazará la ciclovía.

Para la elaboración de la escala, se asume que los movimientos del primer conjunto son menos peligrosos que los del segundo conjunto, debido a que los primeros se realizan desde una velocidad cercana a cero. Además, en ambos casos, los movimientos que enfrentan a ciclistas que se desplazan en contra del sentido del desplazamiento vehicular del eje, se conciben como una situación más peligrosa que aquellos movimientos que enfrentan a ciclistas en el mismo sentido de circulación del eje.

De esta manera, la escala de peligrosidad propuesta es la siguiente (Figura 2):

Figura 2: Principales conflictos en intersecciones de prioridad según escala de peligrosidad.



[1] El único caso que interesa en este caso es aquel en que el eje donde se ubica la ciclovía es el eje prioritario o principal, pues en el caso contrario, es decir, de una ciclovía proyectada por una vía secundaria, no existen conflictos, ya que el ciclista deberá parar o ceder el paso en todas las esquinas.

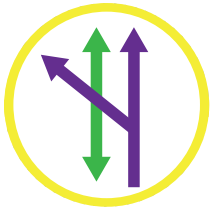
Finalmente, los *puntos críticos* son aquellos en los que existen trayectorias directas de dos o más usuarios de la vía que se entrecruzan.

Si bien esta es una situación que no debería ocurrir nunca, se debe tener presente que un proyecto de ciclovía se inserta en un perfil con una configuración física y operacional dada, en donde coexisten diversos factores que actúan como condición de borde para las decisiones de emplazamiento. Esto obliga, algunas veces, a enfrentar puntos específicos en los cuales se da la situación mencionada anteriormente, es decir, dos o más trayectorias que se intersectan sin que exista una distinción clara respecto a quien tiene la prioridad de paso.

En términos generales existen dos clases de puntos críticos:

a. Derivados de condiciones físicas pre-existentes: un ejemplo de estos son intersecciones tipo puntas de diamante, en que el flujo directo de vehículos motorizados se cruza con el directo de ciclistas en uno o ambos sentidos dependiendo de la configuración de la ciclovía. Se propone considerar este tipo de intersecciones en un nivel medio de peligrosidad.

Figura 3: Punto crítico por condiciones físicas pre-existentes.



b. Derivados de un cambio de emplazamiento de la ciclovía: que una ciclovía modifique su perfil y emplazamiento genera una serie de situaciones de conflicto consideradas de alto nivel de peligro. A continuación se muestran tres posibles configuraciones de cambios de emplazamiento de ciclovías:

Figura 4: Punto crítico por cambios de emplazamiento y perfil.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para poder evaluar el desempeño de cada configuración, unidireccional o bidireccional, se calcula un índice de peligrosidad (IP), tanto para las intersecciones semaforizadas como las de prioridad, que se construye de la siguiente manera:

1. Para cada intersección se identifican los movimientos (virajes) que entran en conflicto con la circulación de ciclistas.

2. A cada movimiento en conflicto se le asigna un puntaje en relación a las escalas de peligrosidad señaladas en la Figura 1: **Alto: 3 puntos, Medio: 2 puntos, Bajo: 1 punto.**

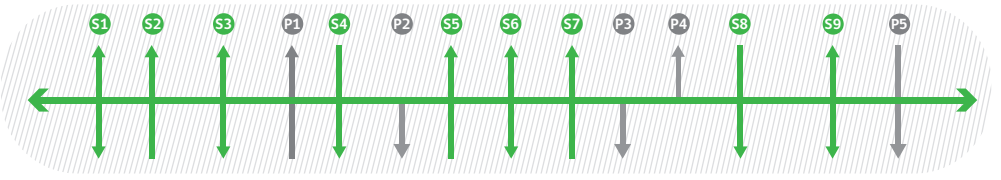
3. **La suma de estos puntajes**, para cada intersección y a nivel global, corresponde al **índice de peligrosidad**. A mayor puntaje es mayor el nivel de peligro.

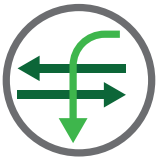
El caso de los puntos críticos es distinto. Por una parte porque no suelen estar presentes en gran número y porque, además, muchas veces son resultado de las demás decisiones de emplazamiento que se tomen. Por lo tanto, más que contabilizar los puntos críticos la idea es intentar evitarlos, y si esto no es factible, proponer alternativas de solución, las que generalmente están asociadas a proyectos de semaforización de distinto nivel dependiendo de la complejidad y los volúmenes de tráfico involucrados: cambios de programación, definición de nuevas fases, instalación de semáforo nuevo.

Ejemplo de aplicación

Tomemos el caso de un proyecto de ciclovía que se desarrolla sobre un eje con circulación bidireccional, que enfrenta 14 intersecciones: 9 semaforizadas y 5 de prioridad. De las 9 intersecciones semaforizadas, 2 corresponden a cruces con calles bidireccionales y 7 a cruces con calles unidireccionales. En el caso de las 5 intersecciones de prioridad, todas son unidireccionales (Figura 5).

Figura 5: Representación esquemática de un eje vial y sus intersecciones





Para el caso del ejemplo, además, están permitidos todos los giros con oposición.

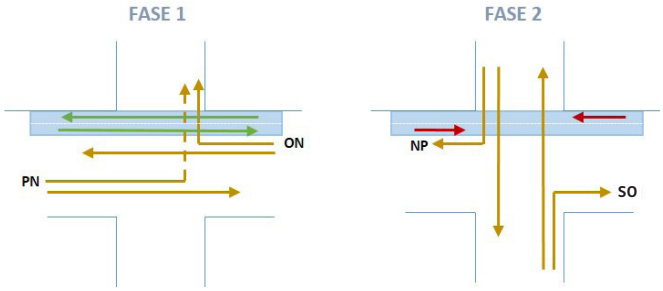
1. Análisis intersecciones semaforizadas

PASO 1: Identificación de movimientos

Ejemplo de cálculo por intersección. Ocupemos como ejemplo la Intersección S2 en una configuración de ciclovía bidireccional por el norte (Figura 6).

La intersección opera con dos fases. En la primera se observan dos movimientos de viraje que entran en conflicto con el movimiento directo de ciclos: ON y PN. En la fase 2, en cambio, ningún viraje entra en conflicto, puesto que los ciclos se encuentran detenidos.

Figura 6: Representación de movimientos en intersección S2 en 2 fases de semáforo, caso ciclovía bidireccional norte



Se repite el mismo procedimiento para el resto de las intersecciones y configuraciones, y se obtiene una tabla como la siguiente:

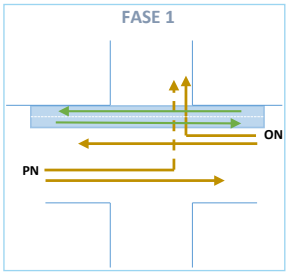
Tabla 1: Movimientos (virajes) en conflicto

Intersección	Bidireccional costado sur	Bidireccional costado norte	Unidireccional ambos costados
S1	OS-PS		OS-PS
S2		ON-PN	ON-PN
S3	OS-PS	ON-PN	OS-PS-ON-PN
S4	OS-PS		OS-PS
S5		ON-PN	ON-PN
S6	OS-PS		OS-PS
S7		ON-PN	ON-PN
S8	OS-PS		OS-PS
S9	OS-PS	ON-PN	OS-PS-ON-PN

La fila remarcada representa la situación ejemplificada.

PASO 2: Asignación de puntaje. Alto: 3 puntos, Medio: 2 puntos, Bajo: 1 punto

Figura 7: Representación de virajes en conflicto y su puntuación por peligrosidad, caso ciclovía bidireccional norte.



ON
2 Conflictos de peligrosidad baja: 2 puntos (1+1)

PN
2 Conflictos de peligrosidad media y alta: 5 puntos(2+3)

Total
7 Puntos

Utilizando el mismo ejemplo anterior se muestra que el movimiento ON está relacionado con dos conflictos, ambos de peligrosidad baja, de acuerdo a la Figura 1, por lo que le corresponde un puntaje de 2 puntos.

Por su parte el movimiento PN también se relaciona con dos conflictos, pero en este caso uno de ellos es medio y el otro alto, de acuerdo a la Figura 1, otorgándole a este movimiento un total de 5 puntos.

Así, el puntaje total para esta intersección y configuración de emplazamiento es de 7 puntos.

Al igual que en el paso anterior se repite este procedimiento para todas las intersecciones y configuraciones, obteniéndose una tabla, ver ejemplo en la Tabla 2.

Tabla 2: Índice de peligrosidad (IP)

Intersección	Bidireccional costado sur	Bidireccional costado norte	Unidireccional ambos costados	Total
S1	7		3	10
S2		7	3	10
S3	7	7	6	20
S4	7		3	10
S5		7	3	10
S6	7		3	10
S7		7	3	10
S8	7		3	10
S9	7	7	6	20
TOTAL	42	35	33	

PASO 3: Suma de puntajes

Al sumar los puntajes de la tabla anterior se puede apreciar, en primer lugar, que las intersecciones más peligrosas con la S3 y S9, resultado esperable ya que son cruces con vías bidireccionales donde ocurren todos los movimientos.

En segundo lugar, es posible advertir que la configuración menos peligrosa es la *Unidireccional a ambos costados*, debido a que su índice de peligrosidad global es de 33, aunque levemente por debajo de la configuración *Bidireccional norte (35 puntos)*.

Este tipo de análisis permite, además, la posibilidad de evaluar configuraciones combinadas, como por ejemplo una ciclovía Unidireccional a ambos costados entre S1 y S5, con IP 18, y Bidireccional norte entre S6 y S9, con IP de 14, estimados de acuerdo a los valores de la tabla 2.

En este caso, el índice de peligrosidad final sería de 32, que es levemente inferior al IP de la ciclovía unidireccional a ambos costados: 33 puntos. Por este resultado podría ser una tentación para realizar un cambio de configuración, sin embargo, al hacer esto se genera un nuevo punto de conflicto que si no se resuelve de manera adecuada puede terminar siendo más peligroso que lo que se quiere evitar.

Estos resultados permiten, también, además identificar posibles medidas de gestión que podrían disminuir el grado de peligrosidad de una intersección, eliminando virajes o generando fases exclusivas para ello. De esta manera, si en el ejemplo anterior, se suprimen todos los virajes en oposición en las intersecciones S3 y S9 se llega a un resultado distinto al anterior (Tabla 3).

Lo interesante de este resultado no es sólo que se produce un empate entre dos configuraciones, sino que además los índices globales disminuyen para los tres casos. Esto significa que independiente de la decisión final que se tome la eliminación de este viraje genera escenarios más seguros de circulación.

Tabla 3: Índice de peligrosidad (IP) sin virajes con oposición

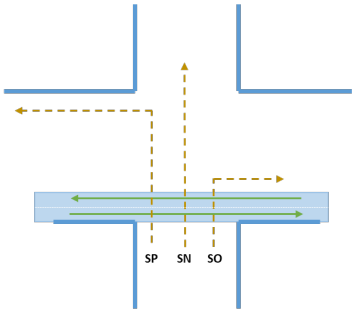
Intersección	Bidireccional costado sur	Bidireccional costado norte	Unidireccional ambos costados	Total
S1	7		3	10
S2		7	3	10
S3	2	2	2	6
S4	7		3	10
S5		7	3	10
S6	7		3	10
S7		7	3	10
S8	7		3	10
S9	2	2	2	6
TOTAL	32	25	25	

2. Análisis intersecciones de prioridad

PASO 1: En cada intersección, se identifican la cantidad de movimientos que entran en conflicto con la circulación de ciclistas

Ejemplo: Ocupemos como ejemplo la Intersección P1 en una configuración de ciclovía bidireccional por el sur:

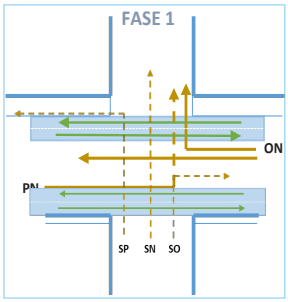
Figura 8: Representación de intersección P1 y movimientos en conflicto, caso ciclovía bidireccional Sur.



En este caso hay tres movimientos que entran en conflicto: SP, SN y SO. Se repite el mismo procedimiento para el resto de las intersecciones y configuraciones, y se obtiene una tabla como la siguiente:

PASO 2: A cada movimiento en conflicto se le asigna un puntaje en relación a las escalas de peligrosidad señaladas en la Figura 1: Alto: 3 puntos, Medio: 2 puntos, Bajo: 1 punto

Figura 9: Representación de intersección P1, movimientos en conflicto y puntaje según peligrosidad, caso ciclovía bidireccional Sur.



SP
2 Conflictos, uno de peligrosidad baja y uno media: 3 puntos (1+2)

SN
2 Conflictos, uno de peligrosidad baja y uno media: 3 puntos(1+2)

SO
2 Conflictos, uno de peligrosidad baja y uno media: 3 puntos(1+2)

Total: 7 Puntos

Tabla 4: Movimientos (virajes) en conflicto

Intersección	Bidireccional costado sur	Bidireccional costado norte	Unidireccional ambos costados
P1	SP-SN-SO	SN-PN-ON	SP-SN-SO-PN-ON
P2	OS-PS		OS-PS
P3	OS-PS		OS-PS
P4		PN-ON	PN-ON
P5	NS-PS-OS	NS-NP-NO	NS-PS-OS-NP-NO

Se repite el mismo procedimiento para el resto de las intersecciones y se obtiene un cuadro como la Tabla 4.

PASO 3: Suma de puntajes

Al igual que en caso anterior, se puede apreciar que las intersecciones más peligrosas son las P1 y P5, resultado esperable ya que son cruces con vías bidireccionales donde ocurren todos los movimientos.

También es posible advertir que la configuración menos peligrosa es nuevamente la *Unidireccional a ambos costados*, con un índice de peligrosidad global de 26, levemente por debajo de la configuración *Bidireccional norte* con 27. En este caso podría ser indiferente elegir cualquier de estas dos alternativas, pero en ningún caso debería recomendarse la alternativa Bidireccional Sur.

En este caso también es posible realizar análisis de alternativas mixtas y el efecto de algunas medidas de gestión de tránsito que podrían disminuir la peligrosidad, generalmente prohibición de ciertos virajes.

En cualquier caso, es importante advertir que las escalas de valoración del Índice de Peligrosidad sólo tienen validez de comparación entre cada grupo de intersecciones, es decir, **NO ES válida** una comparación entre una intersección de prioridad y una intersección semaforizada, salvo que se defina una escala de relación entre los conflictos que se dan en un tipo de intersección respecto a los que se dan en el otro.

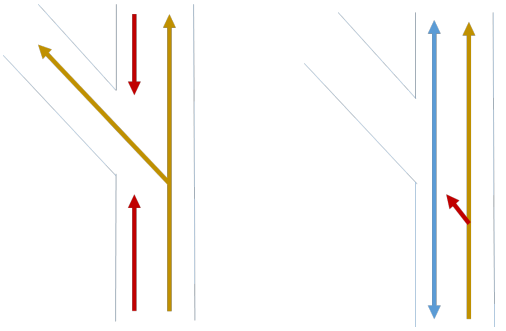
Tabla 5: Índice de Peligrosidad (IP) intersecciones de prioridad

Intersección	Bidireccional costado sur	Bidireccional costado norte	Unidireccional ambos costados	Total
S1	9	9	7	25
S2	9	0	4	13
S3	9	0	4	13
S4	0	9	4	13
S5	9	9	7	25
TOTAL	36	27	26	

3. Análisis de puntos críticos

Tal como se señaló, los puntos críticos debiesen ser siempre evitados. De no ser posible, estos deben ser correctamente abordados. A continuación, se presenta un par de alternativas de solución de un caso particular del punto crítico representado en la Figura 3.

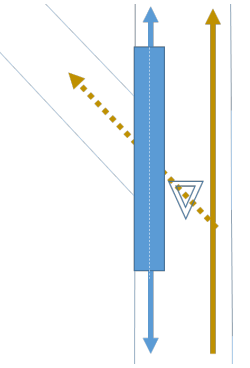
Figura 10: Alternativa 1. Separar a través de fase semafórica.



La idea central de esta alternativa es que los dos movimientos no se encuentren y, por lo tanto, es la solución más segura. Lo anterior se puede lograr modificando los tiempos de la lámpara para los ciclistas, dejando un tiempo protegido de viraje, o generando una fase nueva exclusiva para este movimiento.

La factibilidad de esta solución dependerá de la capacidad de espacio disponible para acumular a los vehículos que esperan acceder a la diagonal, así como de la existencia previa de un semáforo y de la forma en que están actualmente distribuidos los tiempos.

Figura 11: Alternativa 2. Separar a través de señal de prioridad.



Esta alternativa, en la que se prescinde de una solución semafórica, consiste en demarcar y señalizar, de manera explícita, que la preferencia la tiene el movimiento de los ciclistas, con lo que el flujo que accede a la diagonal es tratado de forma similar a un viraje. Para que este tipo de soluciones sea factible, se requiere que el flujo de vehículos que accede a la diagonal sea más bien esporádico y no continuo, de lo contrario se requerirá también espacio de acumulación para este nuevo viraje. Además, se recomienda acompañar este tipo de demarcación con elementos reductores de velocidad para enfatizar aún más la pérdida de preferencia del movimiento que accede a la diagonal.

Ministerio de
Transportes y
Telecomunicaciones
Gobierno de Chile

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Gobierno de Chile

ANEXO B

EJEMPLO DE ALTERNATIVAS DE COMPOSICIÓN Y SUS EFECTOS

Antecedentes para obtener la aprobación operacional

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES

Guía de composición y diseño operacional de ciclovías
Antecedentes para obtener la aprobación operacional

Material elaborado por la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA)
Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Elaboración de contenido: Área Análisis Territorial-SECTRA
Diseño y diagramación: Jessica Ibaceta M.-SECTRA
Composición de perfiles: Streetmix.net

Santiago de Chile 2019
Esta guía complementa el Manual de Cicloinclusividad del MINVU.

CONTENIDO

6 **Ejemplo 1:** Perfil de 11 metros de ancho, bidireccional 6

7 **Ejemplo 2:** Perfil de 11 metros de ancho, unidireccional 7

8 **Ejemplo 3:** Perfil de 13 metros de ancho, bidireccional 8

9 **Ejemplo 4:** Perfil de 20 metros de ancho, unidireccional 9

11 **Ejemplo 5:** Perfil de 20 metros, unidireccional 11

12 **Ejemplo 6:** Perfil de 20 metros, unidireccional 12

13 **Ejemplo 7:** Perfil de 20 metros, unidireccional 13

14 **Ejemplo 8:** Perfil de 20 metros, Bidireccional 14

15 **Ejemplo 9:** Perfil de 20 metros, Bidireccional 15

16 **Ejemplo 10:** Perfil de 20 metros, bidireccional 16

17 **Ejemplo 11:** Perfil de 20 metros, Bidireccional 17

19 **Ejemplo 12:** Perfil de 40 metros, Bidireccional 19

II EJEMPLOS DE PERFILES TIPO[1]

A continuación se presentan ejemplos de distintos tipos de fajas viales y se sugieren posibles formas de incorporar ciclovías dentro de los perfiles existentes, ya sea a través de infraestructura segregada o de esquemas de circulación compartidos. En cada uno de éstos ejemplos se muestra una situación inicial o situación base, y distintas alternativas de composición de perfil, en las que se proponen diversas formas de resolver la circulación de bicicleta y otros ciclos.

En general, para perfiles más ajustados en cuanto al espacio disponible para los distintos usuarios de la vía, se proponen alternativas relacionadas con esquemas compartidos de circulación, los que se recomienda sean reforzados con elementos de calmado de tránsito. Estos perfiles suelen estar más presentes en vías locales o en sectores densos de población, tales como zonas residenciales, o con un alto nivel de actividad comercial y de servicios, tales como sucede con las zonas céntricas de las ciudades.

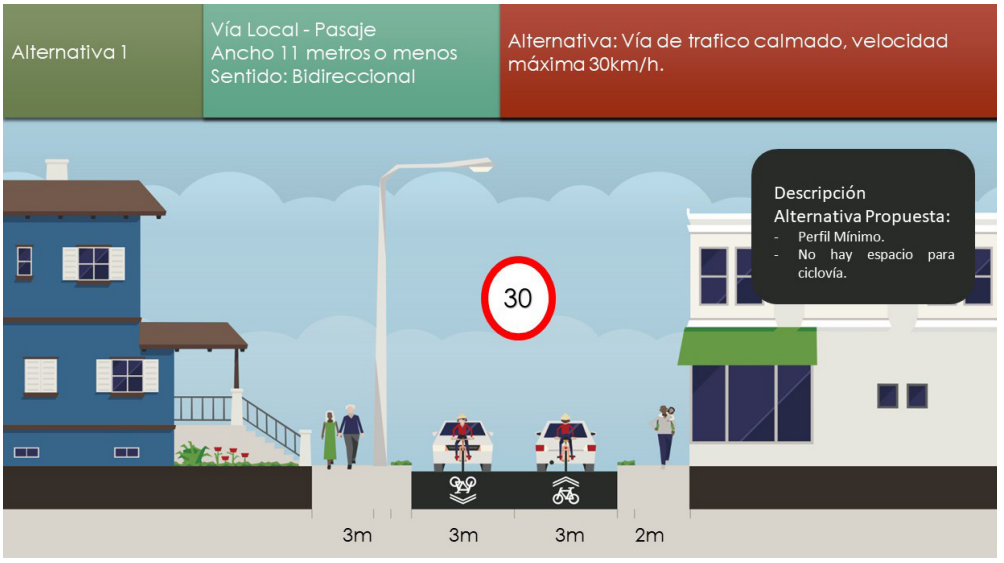
Por su parte los perfiles más anchos suelen estar asociados con vías de carácter más bien troncal y que, por lo general, otorgan conectividad de largo alcance, de carácter intercomunal o metropolitana. Estos perfiles, en general corresponden a ejes con volúmenes altos de viajes y además suelen permitir velocidades más altas, por lo cual la presencia de infraestructura segregada es de vital importancia para los usuarios más vulnerables, lo que al mismo tiempo debe ser acompañado de un tratamiento adecuado de las intersecciones, que es donde se producen la gran mayoría de los accidentes. Esto se profundiza en la propuesta metodológica de análisis que se expone en el anexo A de la presente guía.

1 Elaboración propia mediante el sitio web de código abierto www.streetmix.net.

Ejemplo 1: Perfil de 11 metros de ancho, bidireccional

Figura 1: Situación base

Figura 2: Alternativa única



Ejemplo 2: Perfil de 11 metros de ancho, unidireccional

Figura 3: Situación base

Figura 4: Alternativa 1

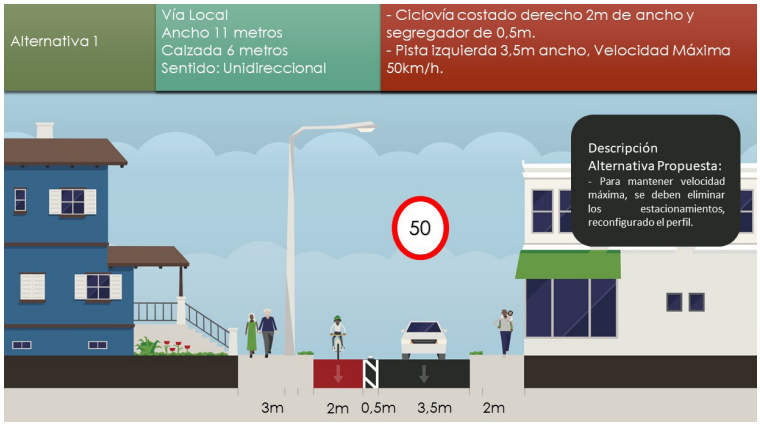
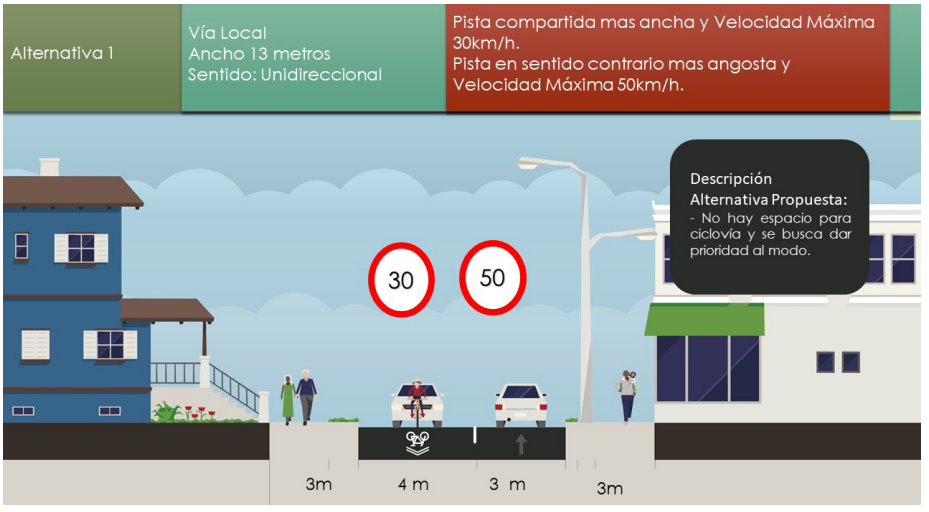


Figura 5: Alternativa 2

Ejemplo 3: Perfil de 13 metros de ancho, bidireccional

Figura 6: Situación Base

Figura 7: Alternativa 1



Ejemplo 4: Perfil de 20 metros de ancho, unidireccional

Figura 8: Situación Base

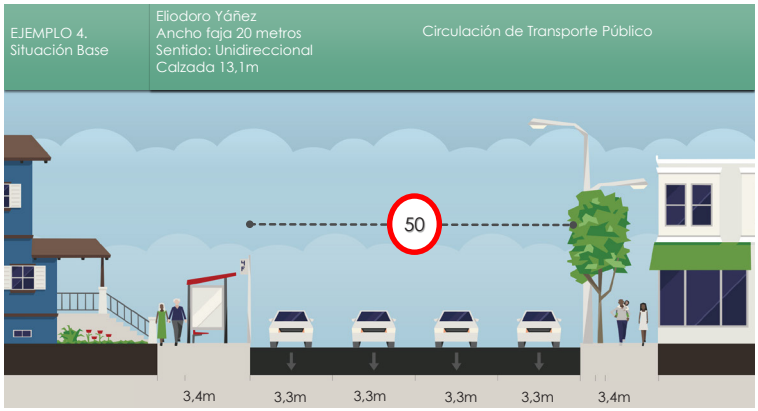


Figura 9: Alternativa 1

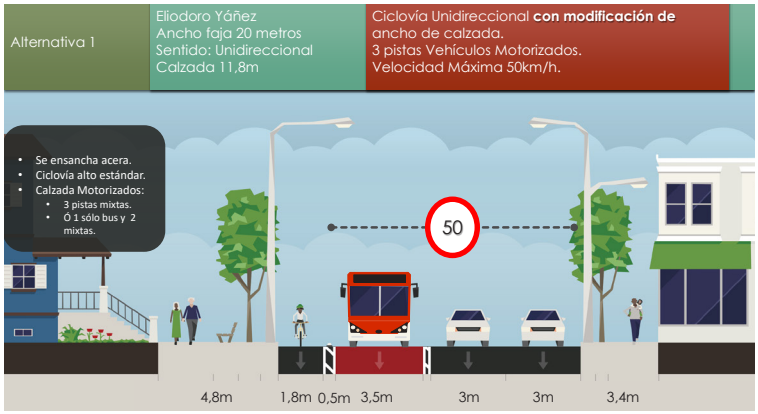


Figura 10: Alternativa 1b, tramo ciclovía por detrás del paradero.

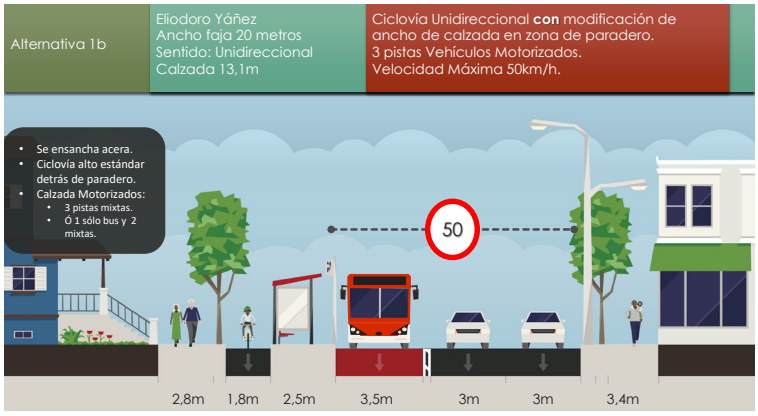


Figura 11: Alternativa 2

Figura 12: Alternativa 2b

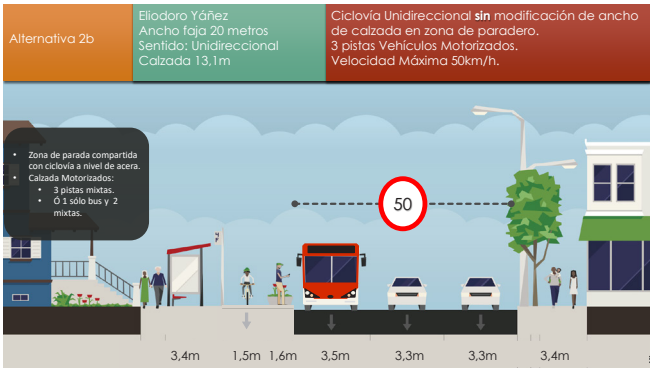


Figura 13: Alternativa 3

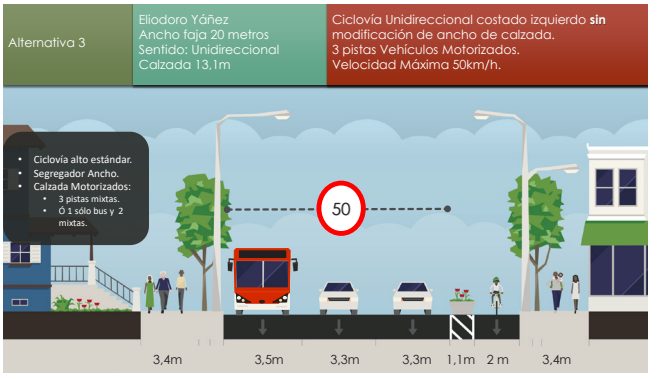
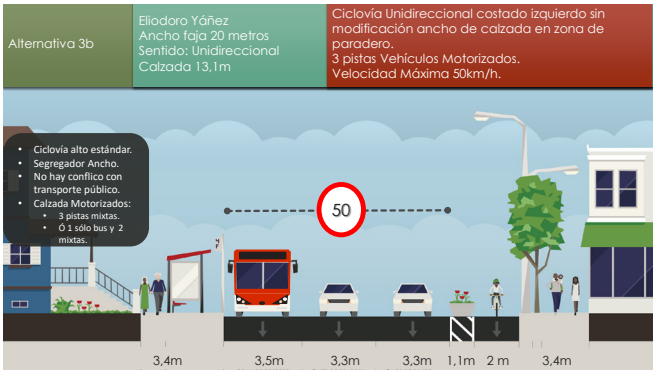


Figura 14: Alternativa 3b



Ejemplo 5: Perfil de 20 metros, unidireccional

Figura 15: Situación Base

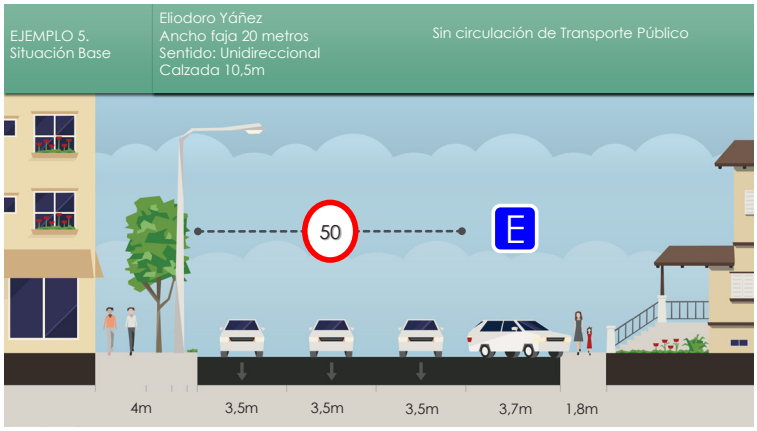


Figura 16: Alternativa 2

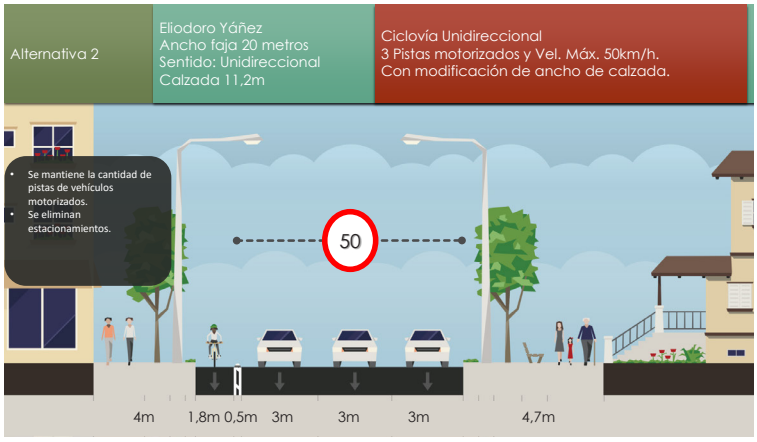
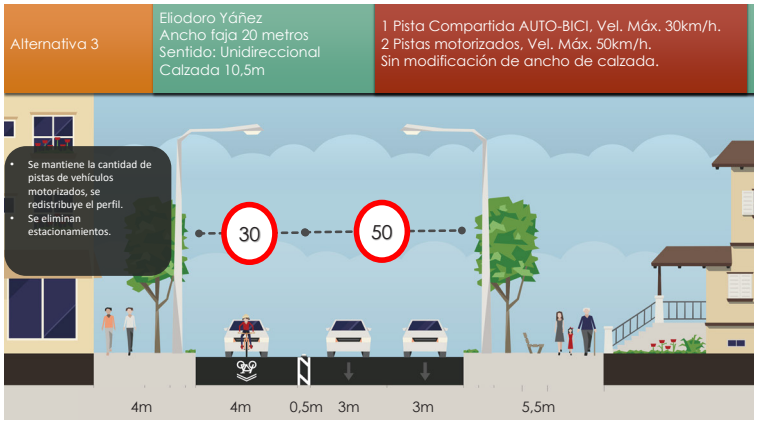


Figura 17: Alternativa 3



Ejemplo 6: Perfil de 20 metros, unidireccional

Figura 18: Situación base

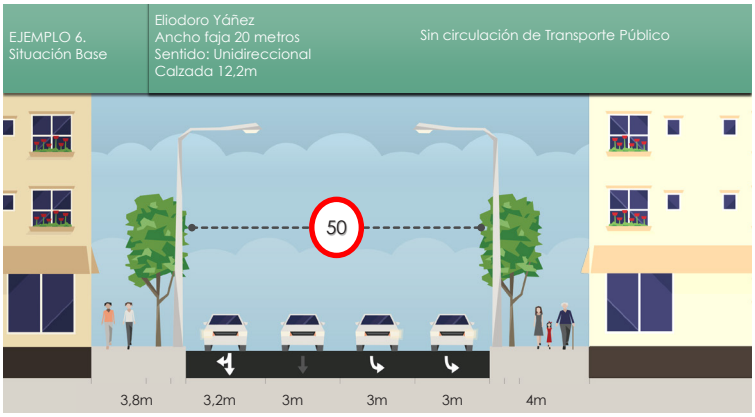


Figura 19: Alternativa 1

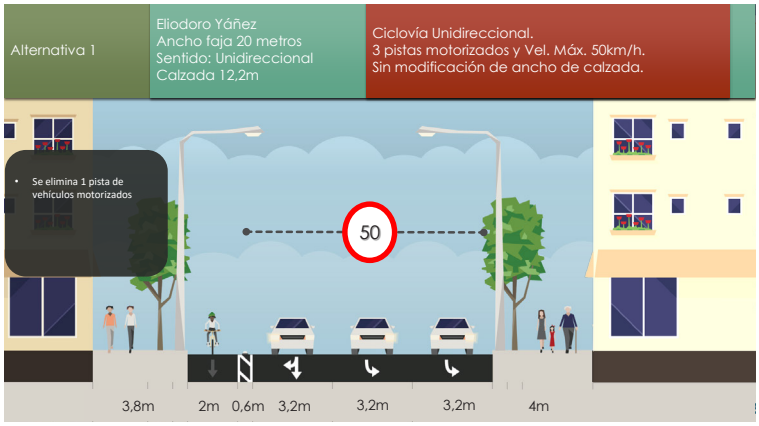
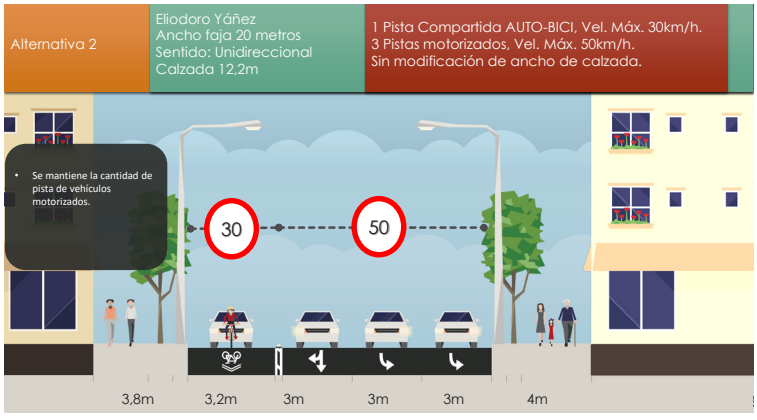


Figura 20: Alternativa 2



Ejemplo 7: Perfil de 20 metros, unidireccional

Figura 21: Situación base

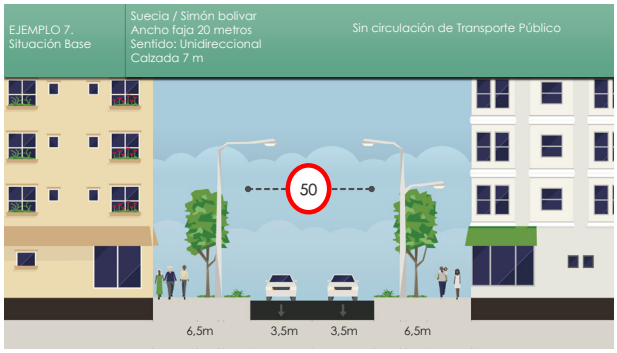


Figura 22: Alternativa 1

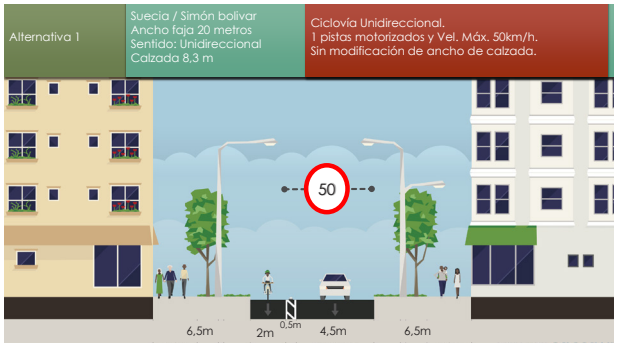


Figura 23: Alternativa 2

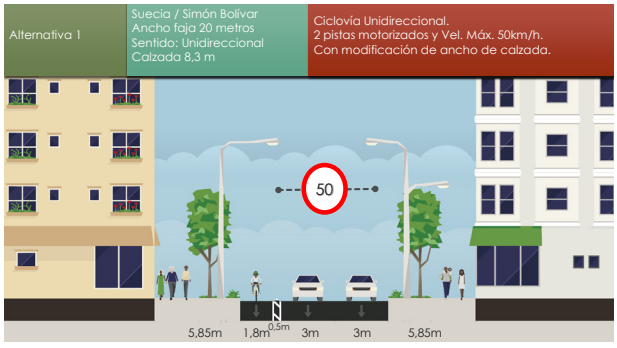
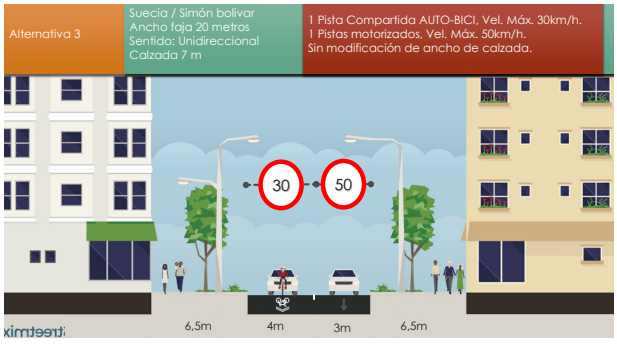


Figura 24: Alternativa 3



Ejemplo 8: Perfil de 20 metros, Bidireccional

Figura 25: Situación base

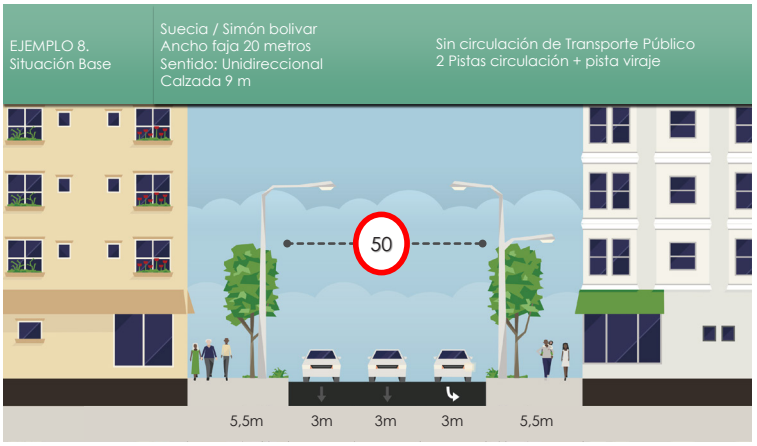


Figura 26: Alternativa 1

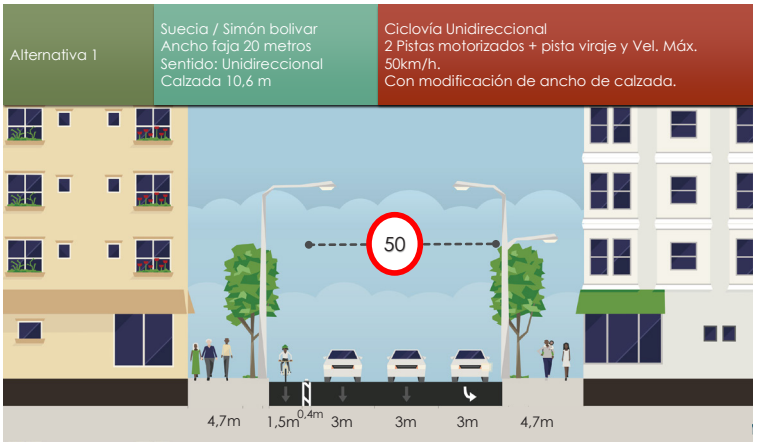
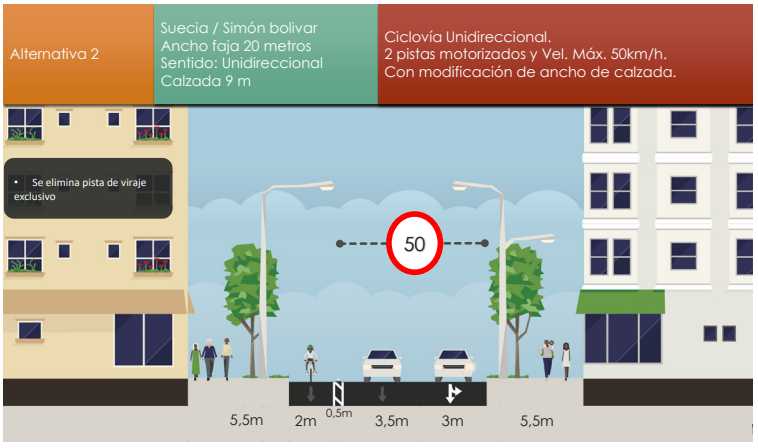


Figura 27: Alternativa 2



Ejemplo 9: Perfil de 20 metros, Bidireccional

Figura 28: Situación base

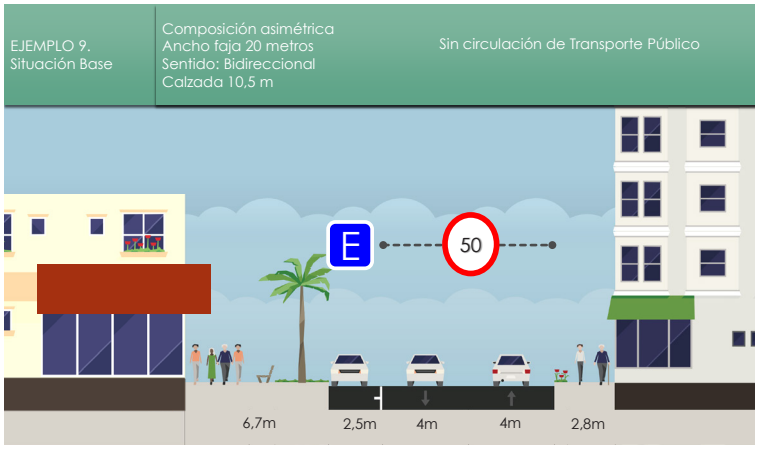


Figura 29: Alternativa 1

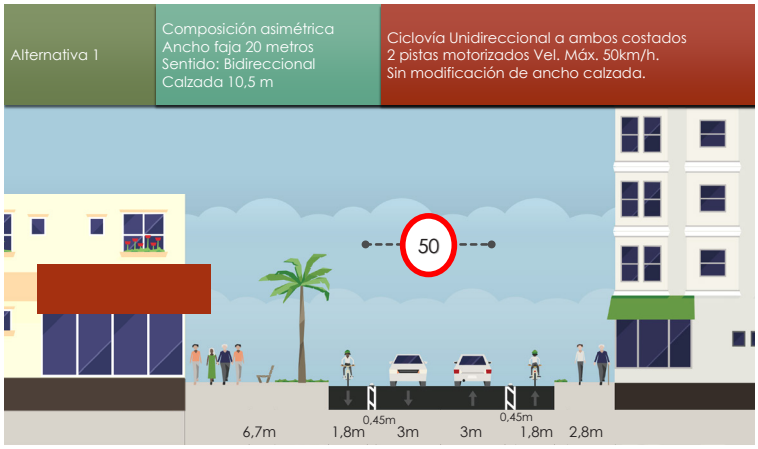
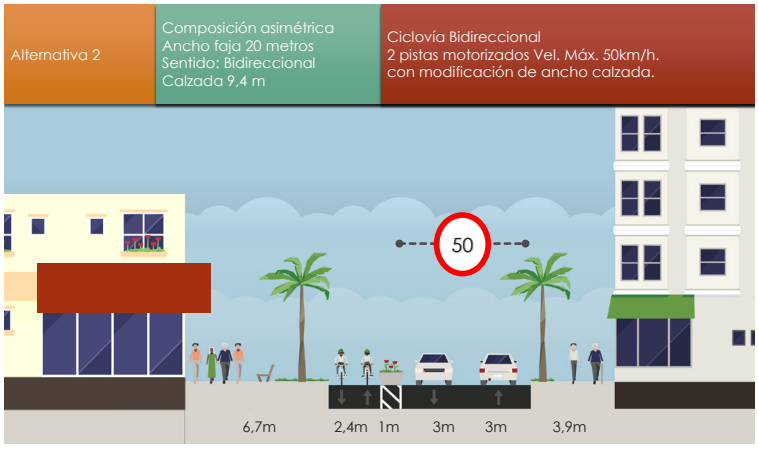


Figura 30: Alternativa 2



Ejemplo 10: Perfil de 20 metros, bidireccional

Figura 25: Situación base

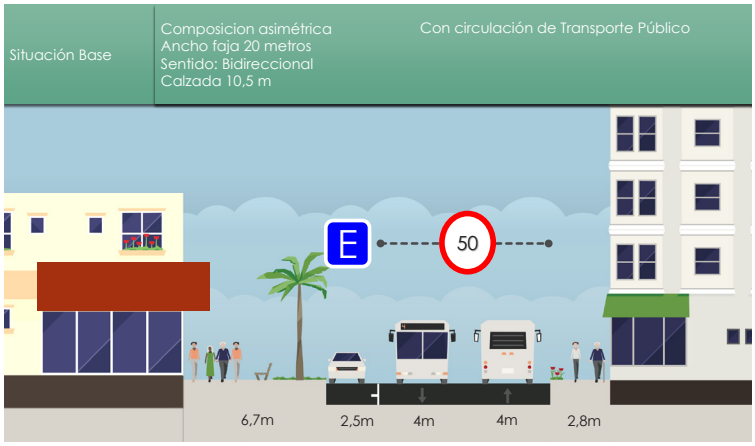


Figura 26: Alternativa 1

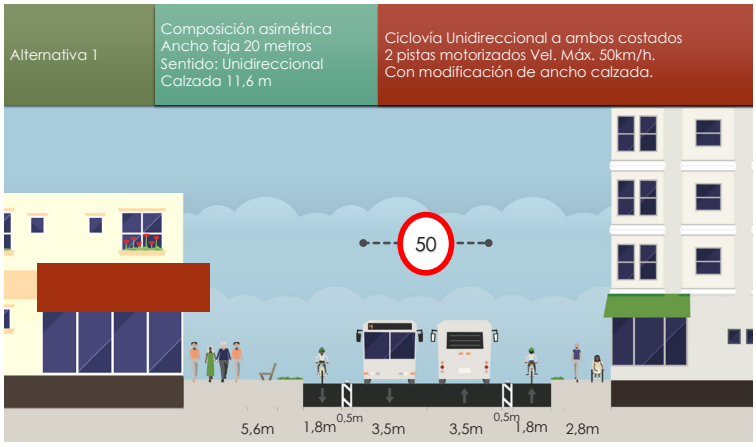
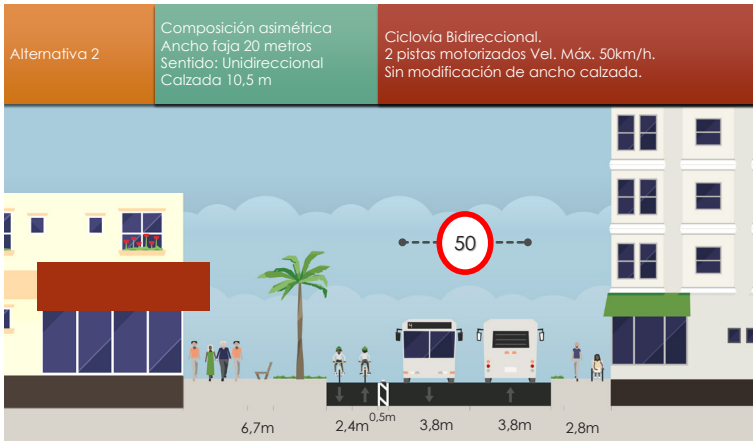


Figura 27: Alternativa 2



Ejemplo 11: Perfil de 20 metros, Bidireccional

Figura 31: Situación base

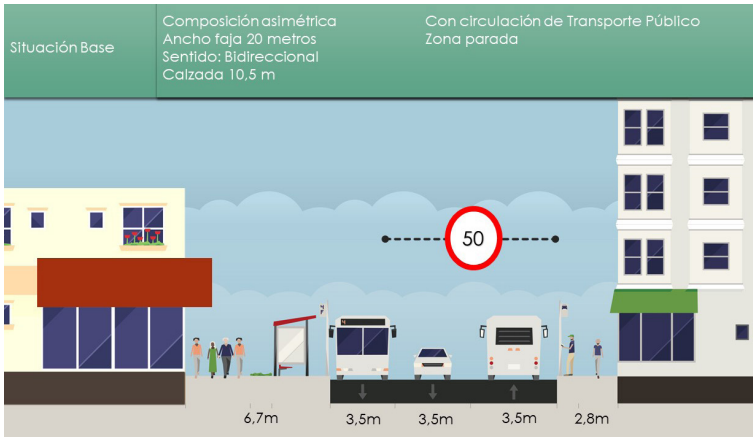


Figura 32: Alternativa 1

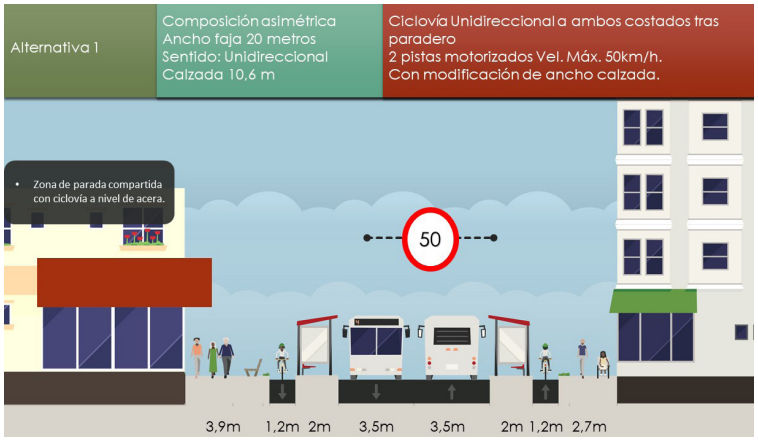


Figura 33: Alternativa 2

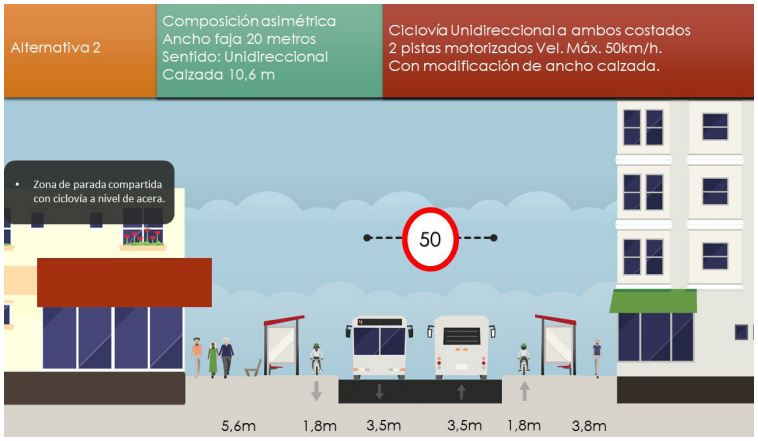


Figura 34: Alternativa 3

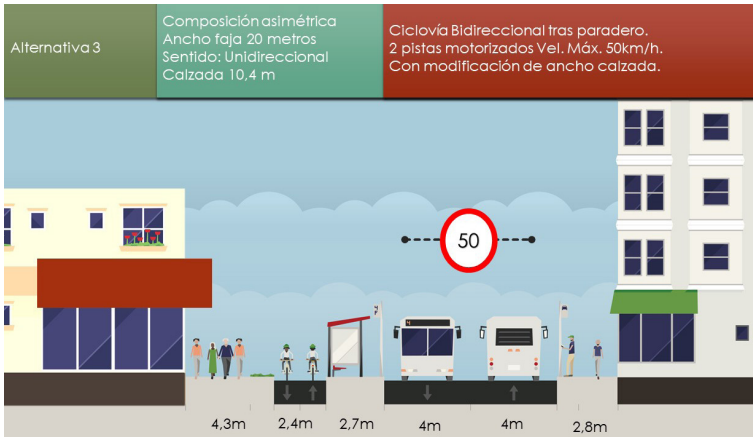


Figura 35: Alternativa 4

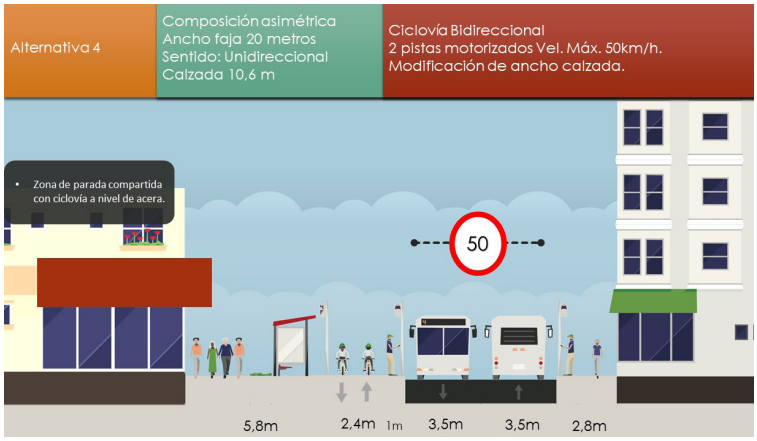
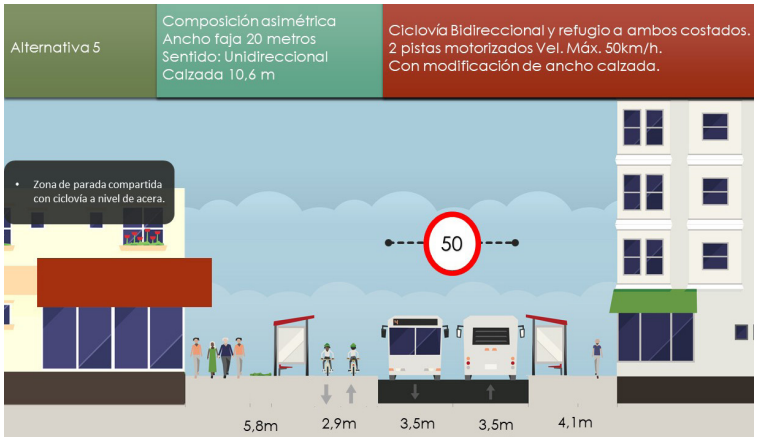


Figura 36: Alternativa 5



Ejemplo 12: Perfil de 40 metros, Bidireccional

Figura 37: Situación base

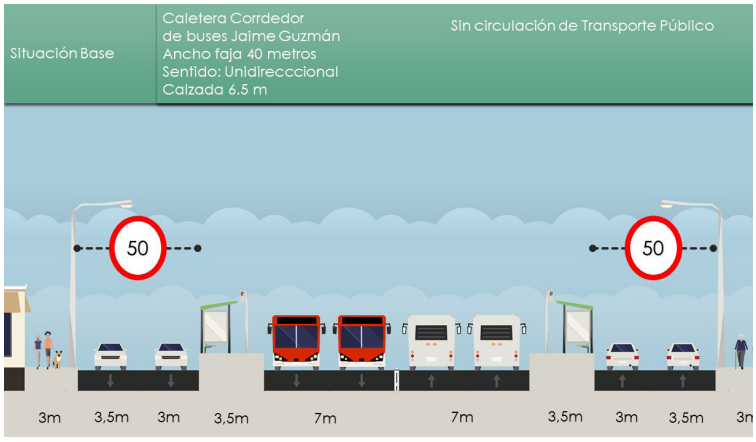


Figura 38: Alternativa 1b

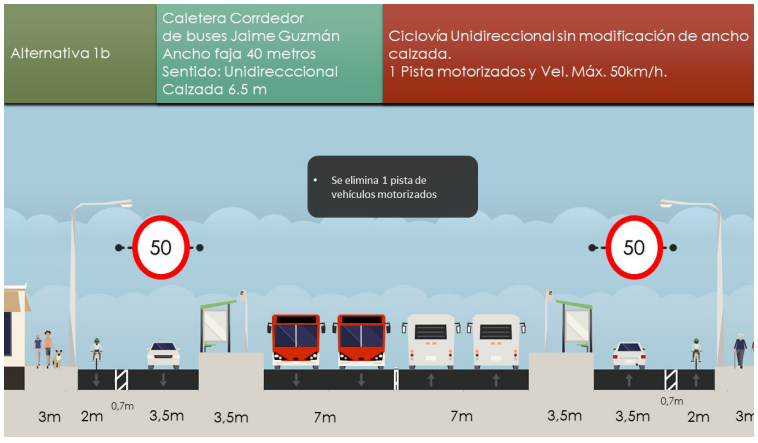
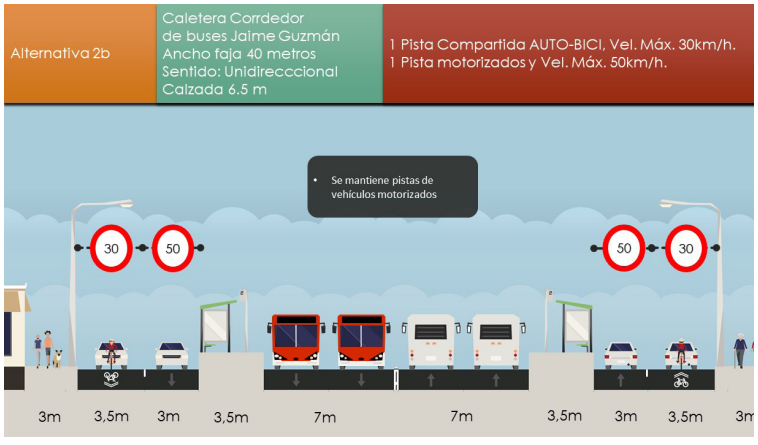


Figura 39: Alternativa 2b



Ministerio de
Transportes y
Telecomunicaciones
Gobierno de Chile