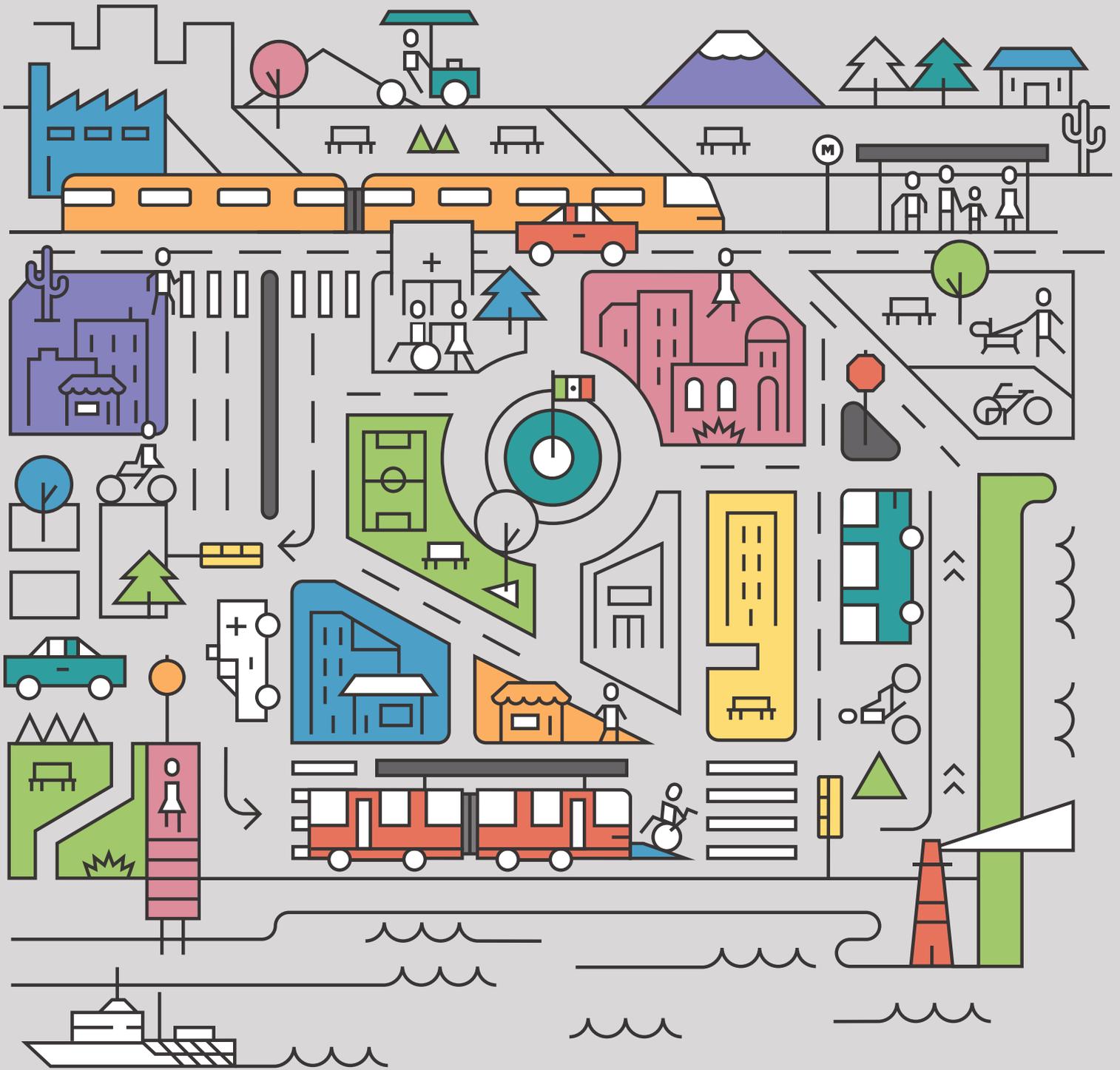
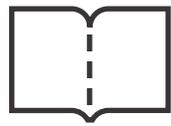




Manual de calles

Diseño vial para ciudades mexicanas





Manual de calles

Diseño vial para
ciudades mexicanas

DESARROLLO TERRITORIAL

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROARIO,
TERRITORIAL Y URBANO



Banco Interamericano de Desarrollo

División de Transporte

Amado Crotte Alvarado
Especialista de Transporte en México

Carina Arvizu Machado
Consultora

Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas

Coordinadora Editorial SEDATU
Mariana Orozco Camacho
Directora de Infraestructura Urbana Básica

Coordinadora de contenidos SEDATU
Kennia Lizeth Aguirre Benitez
Asesora en Movilidad Urbana Sustentable y la Nueva Agenda del Espacio Público

Enrique Adame Llamas
Asesor en Movilidad Urbana Sustentable y la Nueva Agenda de Espacio Público

Contenidos: Verónica Ortiz, Bernardo Baranda, Gonzalo Peón, Sonia Medina, Brenda Gaspar, Gerardo Escalona, Diego Ferreyra, Emilio Becerril, Yazmin Viramontes (ITDP); Alberto Marín, Sinaí López, Mónica Castañeda, Arie Geurts (Idom); Xavier Treviño, Alejandra Leal, Patricio Ruiz (Céntrico). **Corrección:** María José Pérez . **Diseño:** Luis Gómez Theriot

Agradecimientos:

Agencia de Gestión Urbana (AGU) de la CDMX
Asociación Mexicana de Institutos Municipales de Planeación (AMIMP)
Asociación Mexicana de Autoridades de Movilidad (AMAM)
Asociación Nacional de Estudiantes de Diseño, Urbanismo y Planeación (ANEDUP)
Agencia Alemana de Cooperación Técnica; Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
Arq. Celia Facio Salazar
Arq. Janet Jiménez S., Can Lah S.C.
Arq. Javier Ariel Hidalgo Ponce
Arq. Jesús Sánchez Romero
Arq. María Elena Martínez Carranza
Arq. Perla. E. Castañeda Archundia
Arquitectura & Urbanismo Sustentable
Asociación Mexicana de Transporte y Movilidad (AMTM)
Asociación Nacional De Ingeniería Urbana A.C.
Autoridad del Espacio Público (AEP) de la CDMX
Autotrafic S.A. de C.V.
Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.(BANOBRAS)
Banco Mundial
Cámara Mexicana de la Industria y la Construcción (CMIC)
Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI)
Casa de la Ciudad, Fundación Alfredo Haro Helú; Oaxaca
Céntrico
CAMINA, Centro de Estudios de Movilidad Peatonal A.C.
Colegio de Urbanistas de México
Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de la Secretaría de Energía (SENER)
Dip. Jonadab Martínez García, Comisión Especial de Movilidad de la Cámara de Diputados; LXIII Legislatura
Dr. Arnoldo Matus Kramer
Dr. Gustavo Madrid Vázquez, eeTestudio
Dr. Daniel Escotto Sánchez
Dr. Hernán Villarreal Rodríguez
Dirección de Movilidad y Transporte del Municipio de Zapopan, Jalisco
Dirección de Resiliencia de la CDMX
Dirección de Seguridad y Gráficos de 3M
Dirección de Sustentabilidad Urbana de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Distrito TEC Monterrey
Embajada de Francia en México
Embajada de los Países Bajos en México
Embajada del Reino Unido en México
Embajada de Suecia en México
Fáctico
Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México
Federación de Colegios de Arquitectos de la República Mexicana
Grupo de Financiamiento Climático para América Latina y el Caribe (GFLAC)
Iniciativa Climática de México (ICM)
Ing. Sonia Aguilar García González
Instituto de Liderazgo Simone de Beauvoir
Instituto Municipal de Planeación de Aguascalientes
Instituto Municipal de Planeación de Mérida
Instituto Municipal de Planeación de Monterrey
Instituto Municipal de Planeación de Puebla
Instituto Municipal de Planeación de Tijuana
Instituto Metropolitano de Planeación (IMEPLAN) del Área Metropolitana de Guadalajara
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores (ITESM), Campus Monterrey y Campus Puebla
Lic. Héctor Zamarrón De León
Local & Global Ideas S.C. (L&GI)
Lugares Públicos A.C.
Luisa Perezbarbosa, MovAC
Michael King
Miguel Ríos Núñez
Mtra. Dhyana Shanti Quintanar Solares
Mtra. Taide Buenfill Garza
Mtro. Adán Domínguez Sánchez
Mtro. Moisés López Cantú
Parques de México, A.C.
Programa Ciudades y Espacios Públicos Seguros para Mujeres y Niñas en México ONU-Mujeres
Reacciona por la vida A.C.
Red Nacional de Ciclismo Urbano (BICIREU)
Secretaría de Desarrollo sustentable del Estado de Nuevo León
Sen. Jesús Casillas Romero, Comisión Especial de Movilidad de la Cámara de Senadores; LXIII Legislatura
Secretaría Infraestructura, Movilidad y Transportes del Estado de Puebla
Secretaría de Movilidad (SEMOVI) de la CDMX
Secretaría de Obras Públicas del Estado de Yucatán
Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) de la CDMX
Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (STCONAPRA)
Steer Davies Gleave, México
Subsecretaría de Infraestructura de la SCT
Subsecretaría de Innovación y Desarrollo Turístico de la Secretaría de Turismo (SECTUR)
Taller 13
Urb. Dennisse Larracilla Razo
Urb. Salvador Herrera Montes
World Resources Institute (WRI) México

Y a todas y todos quienes participaron en el proceso de elaboración del Manual de calles

Prólogo

Tienes frente a ti un ejemplar del Manual de Calles. El primer documento en México que contiene los ejes rectores para construir calles más humanas que integren las necesidades urbanas, basándose en los criterios de inclusión, resiliencia, seguridad y sustentabilidad.

Esto representa un esfuerzo conjunto en colaboración con autoridades municipales, estatales, sociedad civil, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo con una visión común: construir calles para que la ciudadanía ejerza su derecho a la ciudad.

Paso a paso, diseñamos y construimos mejores calles mexicanas. En el Gobierno de México estamos comprometidos con el territorio; trabajamos por atender las necesidades de movilidad de la población mexicana y apostamos por generar condiciones para una adecuada jerarquía de movilidad que priorice al peatón y al último, al automóvil.

Una ciudad donde niñas, niños y adolescentes puedan caminar con seguridad, será una ciudad segura para la población en general; por ello nos enfocamos en generar políticas públicas inclusivas. Con esto concuerdan los funcionarios públicos, ingenieros, urbanistas y ciudadanos que estuvieron involucrados en la creación de este documento así como las investigaciones científicas y experiencias locales e internacionales en las cuales se sustenta el manual.

Agradezco el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo por el apoyo técnico otorgado en este proceso. Este manual permitirá mejorar la calidad de los proyectos viales y pasar de un diseño enfocado en el tránsito de automóviles a un diseño que prioriza la eficiencia para el tránsito libre de personas. Con la correcta aplicación de este manual se mejorarán las calles que ya existen, y las que están por construirse se diseñarán con objetivos más claros y con una visión técnica que contiene los conocimientos multidisciplinarios de expertos.

Por ciudades justas y calles más humanas, seguras e incluyentes, seguimos trabajando.

Mtro. Román Meyer Falcón

Secretario de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano

A. Introducción general	10
A1. Cómo leer y utilizar el manual	12
A2. Fundamentos y principios	16
A3. Proceso de construcción colaborativa para la elaboración del Manual	18
B. Etapas de un proyecto	20
B1. Conceptualización	24
B2. Diagnóstico	25
B2.1 Delimitación del ámbito de estudio	25
B2.2 Recopilación de información existente	26
B2.3 Levantamiento e información en campo	28
B2.4 Mapeo de actores	33
B3. Planeación	38
B3.1 Visión	39
B3.2 Planteamiento de alternativas	39
B3.3 Análisis multicriterio	40
B3.4 Anteproyecto	40
B4. Diseño	42
B4.1 Estudios preliminares	42
B4.2 Proyecto ejecutivo	43
B4.3 Presupuesto y programación de obra	44
B4.4 Estudios complementarios	44
B5. Implementación	45
B5.1 Pre-construcción	46
B5.2 Construcción	47
B5.3 Post-construcción	49
B6. Monitoreo y evaluación	50
B6.1 Monitoreo ciudadano	51
B6.2 Lecciones aprendidas	52

C. Proceso de diseño de una vía urbana	52
C1. Contextualización de la calle: traza urbana y red vial	56
C2. Definición de la visión para la calle	58
C2.1 Principios de diseño vial urbano	58
C2.2 Criterios de diseño vial urbano	59
C2.3 Jerarquía de la movilidad	62
C3. Definición de la vocación de las vías urbanas	63
C3.1 Función, forma y uso de las vías urbanas	64
C3.2 Componentes de la sección de una vía urbana	68
C3.3 Tipología de calles	74
C4. Planteamiento de alternativas, análisis y justificación de la alternativa seleccionada	94
C4.1 Planteamiento de alternativas	94
C4.2. Evaluación y análisis de alternativas	99
C4.3. Justificación de la alternativa seleccionada	103
C5. Desarrollo de anteproyecto y proyecto ejecutivo	104
C5.1 Anteproyecto	104
C5.2 Proyecto ejecutivo	111
C6. Lineamientos de diseño	120
C6.1 Peatones	121
C6.2 Ciclistas	132
C6.3 Usuarios de vehículos motorizados	147
C6.4 Estrategias de rediseño y gestión de la demanda	158
C6.5 Estacionamiento	180
C6.6 Señalización y dispositivos de control de tránsito	185
C6.7 Infraestructura verde y subterránea	270
C6.8 Pavimentos	279
C6.9 Vegetación y mobiliario urbano	285
D. Herramientas para procesos participativos en proyectos de diseño vial	296
D1. Herramientas para procesos participativos	302
D1.1 Herramientas de escucha y valoración	302
D1.2 Herramientas de involucramiento	309
E. Urbanismo táctico	318
Glosario	326
Referencias	331
Anexos	336





-
- ¿Por qué el diseño vial es clave para hacer mejores ciudades?
 - ¿Qué principios rigen la visión propuesta por este Manual?
 - ¿Cómo y para qué se elaboró esta guía de diseño vial?
 - ¿Cómo utilizar el Manual?

A. Introducción general

Imagen. CDMX, ITDP, 2016



El “Manual de calles: diseño vial para ciudades mexicanas” fue elaborado por la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID); es el referente oficial que la administración pública federal ofrece a aquellos interesados en los criterios de diseño de una calle y la gestión de proyectos viales en zonas urbanas. Su apropiación por parte de funcionarios públicos, ingenieros, urbanistas y ciudadanos permitirá mejorar la calidad de los proyectos viales, y pasar de un diseño enfocado en el tránsito de automóviles a un diseño que prioriza la eficiencia para transportar personas y mercancías.

Las calles son la base de cualquier sistema de movilidad urbana, así como pilares para el desarrollo económico de las ciudades. Por ello, el manual incluye modelos que facilitan la comprensión de la vocación de cada calle, considerando tanto su función de tránsito, como de lugar de interacciones y otras actividades humanas. En ese sentido, este Manual busca que las personas responsables de un proyecto de calle o red de calles orienten su diseño hacia el uso real del espacio o que, de manera consciente, propongan un cambio positivo a dicha orientación para promover ciudades más seguras, resilientes, inclusivas y sustentables.

El impacto de una intervención y, por lo tanto, la capacidad de hacer más eficientes los flujos de personas y mercancías de una calle o red vial depende de la correcta elección de los lineamientos y referentes de diseño contenidos en el manual. Por eso, el contenido del documento se sustenta en investigaciones científicas y experiencias locales e internacionales, por lo tanto, su impacto es medible tanto en términos económicos como sociales; es decir, se puede calcular, modelar y evaluar. Esta guía también ofrece herramientas para llevar a cabo dichas mediciones y sustentar diseños geométricos de una sección vial o intersección.

Un proyecto vial de alta calidad hace más eficaz el tránsito de personas y mercancías, y atiende a un contexto social y necesidades particulares de los usuarios de la calle.

El proceso asociado a su implementación debe considerar dichas necesidades, lo cual depende en gran medida del involucramiento de la ciudadanía en las distintas fases del proyecto. El manual ofrece una serie de estrategias de participación ciudadana que pueden contribuir a mejorar el diseño, al facilitar la atención a las necesidades de los usuarios de la calle, mientras se contribuye a la aceptación del proyecto.

Finalmente, en conclusión, el “Manual de calles: diseño vial para ciudades mexicanas” tiene como objetivo principal establecer lineamientos técnicos y parámetros de diseño que faciliten el desarrollo de proyectos viales de alta calidad, seguros, inclusivos y sostenibles; que impulsen la resiliencia de las ciudades mexicanas e incrementen la accesibilidad de todas las personas usuarias de las calles. Sin embargo, este documento no es el único referente para proyectos de desarrollo vial a ser consultado por las personas responsables de tareas de esta naturaleza. Por lo tanto, se recomienda considerarlo en conjunto con normas, guías, lineamientos y manuales nacionales, estatales y municipales vigentes. Se recomienda también consultar referentes de buenas prácticas mexicanas e internacionales y bibliografía específica de temáticas como seguridad vial, sostenibilidad ambiental, participación y consulta ciudadana, y desarrollo urbano. Al respecto, y como complemento, en el texto del presente manual, se hacen recomendaciones bibliográficas para profundizar en dichos temas indisociables del diseño vial.

A1. Cómo leer y utilizar el manual

En esta guía se concentran parámetros, referentes y recomendaciones para el desarrollo completo del ciclo de vida de proyectos de infraestructura vial urbana, con énfasis en el diseño.

Una lectura general del manual permite al lector:

- Entender el proceso de planeación, diseño y construcción de las calles, así como los principios y paradigmas que guían las decisiones.
- Utilizar los lineamientos técnicos adecuados de diseño vial.
- Aplicar herramientas y estrategias de participación pública, así como de piloteo de proyectos (urbanismo táctico).

Imagen. CDMX, ITDP, 2016



Como todo documento de referencia, el manual consta de los siguientes bloques temáticos:



Bloque A: Introducción y principios generales.

Este apartado busca facilitar la comprensión y uso del manual. En él se comparten sus principios-guía y su fundamento jurídico, y se describe su proceso de elaboración.



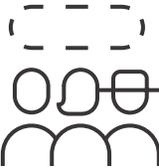
Bloque B: Etapas de gestión del proyecto.

Este apartado describe las etapas de desarrollo del proyecto de una calle: idea o conceptualización, diagnóstico, planeación, diseño, construcción, y evaluación y monitoreo. Además, se proporcionan los elementos necesarios para la gestión adecuada de cada una de ellas.



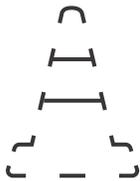
Bloque C: Proceso de diseño de una vía urbana.

Este apartado explica las claves para un diseño adecuado de la calle de manera secuencial, considerando su uso actual, los requerimientos de los usuarios y los parámetros de diseño. El bloque C expone los elementos de diseño geométrico, señalamientos, pavimentos, paisaje, gestión de agua pluvial y mobiliario requeridos para una calle, bajo el enfoque y premisas expuestas en el primer bloque, y las etapas descritas en el Bloque B.



Bloque D: Herramientas de participación pública.

Este apartado presenta una selección de metodologías para la generación de procesos participativos y de comunicación, las cuales permiten generar insumos que sirven de base en el proceso de diseño de una calle. El uso de procesos participativos es indispensable para el éxito de los proyectos urbanos, ya que el diseño de calles debe responder a los requerimientos y necesidades de los usuarios finales de la vía: la comunidad.



Bloque E: Urbanismo táctico.

Este apartado proporciona los lineamientos para llevar a cabo proyectos piloto o intervenciones temporales en campo para conocer su impacto en los diferentes usuarios de la vía. También permite conocer si las acciones de reparto del espacio en una calle son factibles y si generan ventajas para peatones, ciclistas y automovilistas.

El manual puede ser utilizado por tomadores de decisiones, servidores públicos o ciudadanos para comprender, considerar y aplicar los principios y etapas de un proyecto de diseño vial descritos en los bloques A y B; en el bloque C un compendio exhaustivo y detallado de lineamientos y recomendaciones técnicas para la geometría y reparto del espacio de la calle. Finalmente, en los bloques D y E, contar con recomendaciones de uso de las herramientas de participación comunitaria o de pilotaje de proyectos.

Así, el manual pretende reunir el conocimiento y experiencias generadas en las ciudades mexicanas para replicarlas en todo el país, y ser una herramienta favorable para ejercer de manera concreta nuestro derecho a la ciudad.

Es importante señalar que los contenidos del documento se presentan en bloques independientes bajo una visión integral del proceso de diseño vial de inicio a fin. Sin embargo, puede utilizarse de distintas maneras como dirigirse directamente al bloque que se requiera en función de la problemática concreta a solucionar o el tipo de proyecto a diseñar, o seguir el proceso completo.

A2. Fundamentos y principios

Lograr asentamientos humanos en donde todas las personas puedan gozar de igualdad de derechos y oportunidades debería de ser la visión de cualquier ciudad del mundo. Este manual pretende ser una guía nacional para facilitarle a la sociedad mexicana herramientas para alcanzar dicho propósito, así como el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible al año 2030 (ODS)³ y de los compromisos asumidos en La Nueva Agenda Urbana (NAU)⁴.

Para reducir los choques y atropellamientos, una de las principales causas de decesos en México y el mundo, se requiere de un enfoque innovador que establezca procedimientos de diseño vial y de gestión de los proyectos. La seguridad vial ha ido incorporándose en las agendas internacionales⁵ de una manera reformada que coloca al diseño vial como un elemento clave en la prevención de accidentes, y difiere de una aproximación tradicional en la que los usuarios cargan con la responsabilidad de sus lesiones y daños. Este manual resalta la importancia que tiene en la reducción de la siniestralidad vial, los cambios de comportamiento de los usuarios en las calles, y tiene

como compromiso, promover diseño de redes viales en las que los hechos de tránsito no representen muertes o heridas de gravedad.

Bajo la adopción de este ángulo, los actores clave para contribuir al impulso de las agendas globales⁶ y locales son los gobiernos locales. Esto es posible no sólo a través de calles más seguras sino también mediante la promoción de prácticas que facilitan la reducción de la contaminación del aire y la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI), así como el aumento de la actividad física en la población, entre otros beneficios para la sociedad.

En línea con dichas agendas internacionales y con lo establecido en la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTyDU), en particular en su Capítulo “De la movilidad” y el Artículo 9 de esta Ley, otorgan a la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) facultades necesarias para incluir en este manual las siguientes premisas:

- La adopción de enfoques de desarrollo urbano y territorial sostenibles, integrados e incluyentes que tomen en cuenta a todas las personas sin distinción de edad, género, estrato social o alguna discapacidad, mediante la aplicación de políticas y formulación de estrategias específicas.
- La reorientación en la manera de planificar, donde el desarrollo urbano y territorial sostenible es indispensable para alcanzar sociedades más equitativas y accesibles.
- El reconocimiento de la función rectora de los gobiernos nacionales, según proceda, en la definición y aplicación de políticas urbanas inclusivas y eficaces.

3. En particular de lo establecido en los objetivos 3 y 11: ODS 3 - Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Meta 3.6 Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo. ODS 11 - Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Meta 11.2 - Para 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.

4. La Nueva Agenda Urbana (NAU) fue aprobada por representantes de los estados que integran la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la conferencia Hábitat III celebrada en Quito en octubre de 2016. Recoge una serie de ideales, principios y estrategias de acción necesarios para tener ciudades seguras, inclusivas, sostenibles y resilientes en un nuevo contexto en el que se cuenta con más población urbana que rural.

5. Además de los ODS y la NAU cabe hacer referencia al “Decenio de Acción por la Seguridad Vial 2011-2020” http://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/es/

6. Tales como la “Convención Marco sobre Cambio Climático (París, Francia; 2015) y el “Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Sendai, Japón; 2015); entre otros.



A3. Proceso de construcción colaborativa para la elaboración del manual

La redacción de este instrumento consideró un amplio proceso de construcción del conocimiento. Su metodología promueve la generación de entornos que permitan el desarrollo de ideas de diseño funcionales y su mejora continua. Para ello, el contenido fue puesto a prueba en talleres de construcción colaborativa en seis grandes fases:

1. Investigación bibliográfica de diversos documentos nacionales e internacionales

Se llevó a cabo una ardua búsqueda e identificación de documentos técnicos, así como normatividad nacional e internacional de diseño y gestión de proyectos de infraestructura vial y urbana.

2. Posicionamiento y diálogo con la ciudadanía

Desde el comienzo de la elaboración de este manual, las redes sociales digitales se han utilizado como el principal canal de comunicación con la ciudadanía. Se ha generado el intercambio de opiniones y contraste de ideas como manera de enriquecer los contenidos del manual. Además, se han recogido sugerencias y, sobre todo, se ha mantenido una interlocución directa y constante con los ciudadanos.

Temas como la inclusión social, el diseño de las calles para las personas con discapacidad, la perspectiva de género, la seguridad vial y la sostenibilidad fueron constantes que se atendieron en los procesos de construcción colaborativa. En este sentido, las redes sociales se han utilizado también para difundir todas las actividades derivadas de dicho proceso de socialización.

3. Análisis de campo en seis ciudades de nuestro país

Debido a la riqueza y diversidad socio-territorial que existe en México, la calle se usa y concibe de distintas maneras dependiendo de la ciudad o región en la que se aborden los proyectos, así como los distintos actores involucrados. En respuesta a ello, se realizó un intensivo trabajo en campo en seis ciudades mexicanas: Mérida, Oaxaca, Tijuana, Monterrey, Aguascalientes y Puebla. En el proceso, se elaboraron

mapas de actores, entrevistas, grupos de enfoque y encuestas; este proceso promovió la participación de funcionarios, expertos, y miembros de la sociedad civil organizada y del sector privado, y ayudaron a identificar lo siguiente:

- Problemáticas comunes en el desarrollo de los proyectos con una perspectiva multi-actor.
- Rasgos comunes y diferencias en la percepción y sensibilidad hacia la calle.

4. Involucramiento de gobiernos locales y dependencias federales relacionadas con la materia, e intercambio de experiencias entre expertos internacionales y actores locales

Se llevaron a cabo encuentros con los actores nacionales que diseñan, financian, gestionan e implementan proyectos de calles. En uno de ellos, se contó con la presencia del experto internacional Michael King, que impartió el taller “Construyendo juntos el manual de diseño vial urbano”; se contó con la participación de actores clave de diferentes órdenes de gobierno y sectores de la sociedad. Además, con el objetivo de impulsar el proceso de construcción en la agenda pública y sumar a actores que no se tenían identificados en el mapeo de actores, se realizó la intervención de urbanismo táctico en uno de los puntos más peligrosos del país: la esquina de Av. Copilco y Av. Universidad en la Ciudad de México.

5. Análisis de casos

Además del análisis de experiencias internacionales, se analizaron dos casos mexicanos emblemáticos, ya sea por el éxito de sus resultados o por las lecciones que pueden aportar en cuanto a su diseño y procesos de implementación: las calles Eduardo Molina en la Ciudad de México y Melchor Ocampo en Monterrey, Nuevo León. La implementación y desarrollo de estos proyectos generaron un valioso conjunto de buenas y malas prácticas que sirven de precedente para la implementación exitosa de proyectos futuros. Estas experiencias son muy enriquecedoras para que se difundan y puedan ser implementadas en el desarrollo de otros proyectos.

En ambos casos se identificaron:

- Retos o barreras potenciales para la implementación de proyectos de calles.
- Puntos de apoyo y herramientas para el éxito de este tipo de proyectos.
- Tipo de información y mensajes utilizados por funcionarios, ciudadanos y otros actores involucrados en proyectos con éxito y sistematización de lecciones aprendidas.

Desde el punto de vista técnico sin duda son interesantes, pero donde cobran verdadero valor es en la gestión integral del proyecto. Todas las lecciones han servido de base para la formulación del presente manual.

Imagen. Distrito Tec, 2017

6. Mesas de expertos

La estructura y contenido de este manual se ha discutido con especialistas en diferentes ámbitos o disciplinas con el fin de poder incluir sus recomendaciones. Durante su elaboración, se realizaron ocho mesas temáticas sectoriales de expertos en las que se recogieron ideas y sugerencias sobre las siguientes materias:

- Diseño del espacio público
- Perspectiva de género
- Accesibilidad y diseño universal
- Movilidad activa
- Transporte público
- Financiamiento
- Resiliencia y sostenibilidad
- Ciudadanía

Una de las principales conclusiones que se extrae de este arduo trabajo de construcción del conocimiento es que, desde el diseño de las calles, se pueden transformar las ciudades. Como ciudadanos, académicos, empresarios, técnicos, funcionarios y políticos es fundamental que se preste especial atención al diseño del espacio público.

Este trabajo representa un ejercicio de consenso técnico y ciudadano sobre cómo se deben atender los proyectos de nuestras calles y sobre cómo se debe “armar el rompecabezas” para conseguir espacios inclusivos y sustentables, que sean la base de ciudades más humanas, seguras, inclusivas, sostenibles y resilientes.





B.

-
- ¿Cuál es el reto a resolver de una calle?
 - ¿Cómo se lleva a cabo un proyecto de diseño vial?
 - ¿Cómo tomar en cuenta a todos los usuarios?
 - ¿Qué herramientas de participación ciudadana se pueden utilizar?

Etapas de un proyecto

B. Etapas de un proyecto

Imagen. Camina, ITDP, 2016



En este apartado se describe el proceso de desarrollo de un proyecto vial urbano y se hace referencia a los bloques temáticos del manual que se relacionan con las etapas del mismo. El documento identifica seis fases, las explica y establece recomendaciones para cada una de ellas. Las etapas se presentan de manera secuencial, desde su idea o conceptualización inicial, hasta la construcción y operación del proyecto. La extensión de los contenidos asociados a cada una de estas etapas es variable dentro del bloque B, ya que algunos de ellos se complementan con los contenidos de los otros bloques del manual y, por lo tanto, no es necesario su desarrollo detallado.

Las etapas de un proyecto de desarrollo de infraestructura vial urbana son las siguientes:



Conceptualización: La idea o conceptualización del proyecto de una calle surge de la identificación de necesidades o requerimientos de distintos usuarios de la vía, los cuales pueden ser descubiertos empíricamente o surgir de procesos de planeación integral de la movilidad y el desarrollo urbano. Ambas opciones pueden estar relacionadas con el cambio de paradigma de diseño vial que reconoce este manual. Es muy importante que el proyecto sea resultado de un riguroso estudio técnico de la movilidad y del territorio en la ciudad y se alinee con el mismo. Además, la conceptualización del proyecto no debe ser formulada sin una base técnica sólida.



Diagnóstico: Una vez identificado y justificado técnicamente el proyecto, se debe analizar el funcionamiento y uso real de una calle. En esta etapa es necesario delimitar el área de intervención, y recabar datos en campo y de estudios previos que contengan información sobre el funcionamiento de esa calle en el sistema de movilidad de toda la ciudad. La obtención de datos e información existente permitirá generar un diagnóstico de detalle en el que se muestren los principales problemas de la calle en las diferentes escalas de planeación.



Planeación: El proyecto de modificación, renovación o creación de una calle debe considerar su función en la red vial de una ciudad, el uso que tiene como espacio público, y la visión y líneas estratégicas que desde los instrumentos de planeación se destinen para ella. En la visión, junto con el diagnóstico previamente formulado, se presentan las alternativas o propuestas de solución. La alternativa con mejor valoración será la que se implemente y, con base en ella, se debe desarrollar un anteproyecto conceptual.



Diseño: Una vez definido el diseño a nivel conceptual se debe elaborar el proyecto ejecutivo en un proceso secuencial de profundización técnica. Se recomienda construir una estrategia de gestión social del proyecto que permita adelantarse a las situaciones de respuesta por parte de ciudadanos y otras instituciones, y asignar responsables y acciones para llevar el proyecto hacia su implementación.



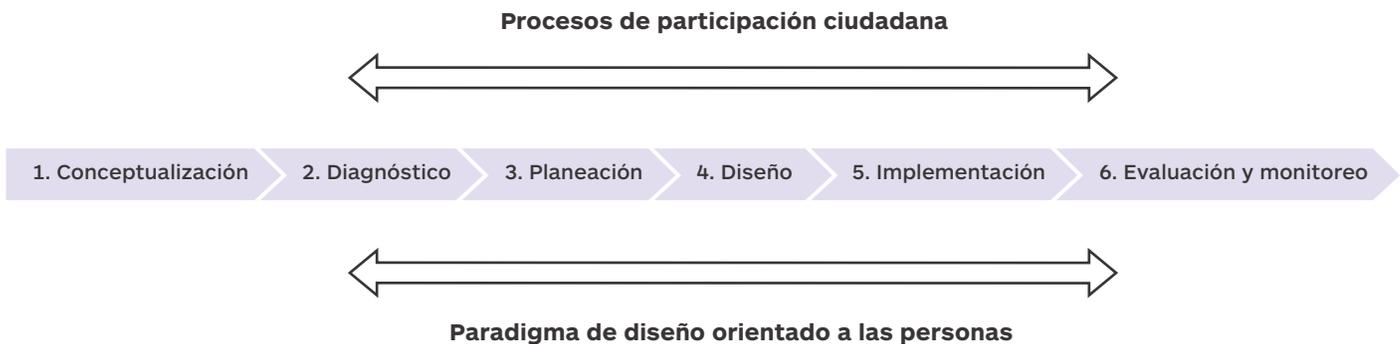
Implementación: Con el proyecto ejecutivo es posible pasar a la etapa de construcción, la cual cuenta con diferentes fases. En este punto se incluye desde la revisión del proyecto ejecutivo hasta la supervisión pasando por las fases de permisos y trámites y en su caso, la adjudicación de la obra. En el proceso de implementación se recomienda incluir las estrategias de comunicación, socialización y participación con la comunidad.



Evaluación y monitoreo: Una vez construido el proyecto, es fundamental medir el impacto de la intervención. La medición se realiza por medio de indicadores previamente definidos cuya progresión podrá ser comparada con las metas establecidas en las fases previas.

Como se muestra en la figura 1, las etapas tienen un orden lógico y, en paralelo, se deben llevar a cabo procesos participativos. El cambio de paradigma de diseño que propone este manual también se refleja en todas las etapas, desde la conceptualización y el diagnóstico hasta la evaluación. Aunque éste es el proceso ideal para el desarrollo de los proyectos, no siempre se llevan a cabo cada una de las etapas. Por lo general, los recursos limitados y plazos estrechos impiden un proceso de planeación, diseño e implementación ideales, pero siempre se debe buscar maximizar los recursos económicos y el tiempo para lograr proyectos eficaces.

Figura 1. Etapas del proyecto



B1. Conceptualización

Frecuentemente, las calles son diseñadas sin considerar la complejidad del contexto y la traza urbana, provocando que los proyectos implementados no mejoren significativamente las condiciones generales de movilidad y espacio público. El objetivo de esta sección es proveer a los responsables del diseño de una calle los elementos para conceptualizar adecuadamente un proyecto que atienda las necesidades de los distintos usuarios de la vía.

El primer paso a dar en cualquier proyecto exitoso de diseño vial en zonas urbanas es asegurarse de tener una concepción adecuada de la calle y la movilidad; todo proyecto nace a partir de un problema o necesidad⁷. La conceptualización de un proyecto se hace de dos formas:

Conceptualización por tendencia:

Se realizan proyecciones a futuro corto o medio sobre características del territorio, población, economía y número de viajes por modo de transporte, combinadas con la visión estratégica que se tiene para una ciudad o zona metropolitana. Esta conceptualización es el resultado de planes y programas de desarrollo, y planes de movilidad urbana sustentable. En estos documentos se obtiene un diagnóstico y se diseñan los planes de acción regidos por la definición previa de las políticas públicas

o visión que se tiene por parte de las autoridades. Se recomienda consultar planes y programas municipales de desarrollo⁸ y el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS)⁹.

Conceptualización por resolución de problemáticas:

Se atiende un conflicto en particular, como falta de seguridad vial o añadir espacio para un tipo de actor en la calle. Estos factores suelen ser muy directos y resultan en el objetivo de resolver o mitigar dicha problemática. Se debe identificar el problema por medio del conocimiento de una determinada zona, del reconocimiento en campo o de demandas sociales de la comunidad afectada.

Identificar el rol y relevancia que cada uno de los dos procesos tiene en el origen del proyecto, es relevante para el responsable, pues tendrá implicaciones sobre los objetivos, tiempos de trabajo, y estrategias de socialización y participación ciudadana. Una vez comprendida la problemática general y la orientación del proyecto en función de la realidad territorial o de sus particularidades, se deben identificar los objetivos de la intervención. Éstos pueden orientarse a mejorar las condiciones de accesibilidad, seguridad vial y eficiencia, entre otras.

Compartir información y experiencias sobre casos exitosos de rediseños viales con actores que se hayan enfrentado a estos procesos permite vincular los principios de las agendas globales y locales con la gestión local, y aterrizar conceptos como “movilidad urbana sustentable”, “accesibilidad con diseño universal”, “calles completas” o “zonas 30” en casos concretos. Este es el único camino para que funcionarios de gobierno, técnicos y ciudadanos adopten estándares e indicadores en línea con el paradigma de movilidad urbana sustentable.

Finalmente, resulta de gran importancia definir adecuadamente el alcance del proyecto de una calle. Éste debe incluir el tiempo y los recursos con los que se cuenta para el proyecto, y determinará la ambición con la que se conceptualice. Por ejemplo, si al inicio de un proyecto se entiende que hay tiempo suficiente pero recursos limitados, el enfoque puede basarse en la observación a profundidad de las actividades en la zona, para realizar intervenciones muy puntuales y de alto impacto en el diseño de la calle. Estos procesos quedan ampliamente explicados en la sección C de este manual.



B2. Diagnóstico

En esta etapa se lleva a cabo la obtención de información y análisis sobre la calle y su contexto, lo cual sirve para tomar decisiones durante la fase de formulación del proyecto. Durante esta etapa, es probable que la conceptualización del proyecto cambie; esto es una buena señal si los cambios en el proyecto responden a las necesidades observadas. La información que se obtiene durante el diagnóstico es cuantitativa y técnica, pero también debe reflejar el contexto social y, de ser posible, el político.

B2.1 Delimitación del ámbito de estudio

Delimitar el área de influencia para un proyecto de diseño vial es de gran importancia durante la conceptualización de un proyecto; conocer el polígono de acción permite hacer una caracterización más precisa del impacto de la propuesta de intervención. De este modo se pueden conocer situaciones como problemas de accesibilidad, tipo de usuarios, horarios de máxima afluencia, focos rojos de seguridad, entre otros, anticiparse a ellos y contemplarlos en la planeación inicial del proyecto para darle solución a través del diseño.

La funcionalidad de una calle está directamente relacionada con su uso e inserción en el resto de la trama vial urbana. Dependiendo de la función de la calle en la trama urbana y de la magnitud de impacto del proyecto, el

tamaño del ámbito de estudio puede ser mayor o menor. Se recomienda que en los casos en los que se cuenta con una calle que tiene función de dar servicio al sistema de movilidad primario (red arterial o metropolitana) se busque generar un polígono de estudio de dimensiones elevadas para considerar el impacto sobre el sistema de movilidad global de la ciudad.

A medida que el impacto de la propuesta disminuya o se realice sobre un entorno más local, el área de estudio puede ser mucho más reducida. A largo plazo, la definición del área de estudio también permitirá planear las siguientes etapas, para ampliar dicho polígono o conectarlo con otras áreas de la ciudad.

7. Joham, Carmen, Mike Metcalfe, and Saras Sastrowardoyo. "Project conceptualization using pragmatic methods". *International Journal of Project Management* 27-8: 787-794.

8. El capítulo séptimo de la LGAHOTYDU establece que estos planes deben señalar "las acciones específicas necesarias para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población". Establece también la necesidad de promover la elaboración de planes parciales que serán regulados por la legislación estatal y podrán integrar dentro de los mismos la movilidad. En estos documentos se debe plasmar la correlación entre lo planteado para el desarrollo urbano y las soluciones de movilidad, por lo que deben formular la propuesta y tipología de las calles que darán servicio a la zona urbana sobre la que se trabaja.

9. El PIMUS es el documento de política pública en el que, por medio del análisis de datos de movilidad recopilados en campo y en gabinete, se formula un diagnóstico de movilidad, se define una estrategia a partir de la visión que se propone para las ciudades, y se formula el conjunto de acciones estratégicas, proyectos concretos, metas, e indicadores de medición para conseguir tener un modelo de movilidad urbana sustentable (MUS). Es en este documento donde se identifica la necesidad de intervenir en calles y donde se fijan proyectos concretos atendiendo a la lógica sistémica de la movilidad en las zonas urbanas. Para más información sobre cómo elaborar los Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable consultar la publicación de ITDP: "Planes Integrales de Movilidad. Lineamientos para una movilidad Urbana Sustentable" en <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Planes-integrales-de-movilidad-lineamientos.pdf>.

Se recomienda también revisar el "Anexo 1: Guía de presentación y evaluación de proyectos de infraestructura de transporte masivo" del Programa de Transporte Masivo (PROTRAM) del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN).

B2.2 Recopilación de información existente

El responsable del proyecto deberá decidir qué tipo de información se recopilará, y el nivel de detalle con que se recolectará con base en la situación particular de su ciudad y la disponibilidad de información, siendo deseable recopilar la mayor cantidad de información disponible para el área de influencia directa del proyecto, y menor cantidad para el área de influencia indirecta en función de la dinámica de cada calle. La recopilación de datos permitirá entender las características sociales de las distintas zonas que conforman el ámbito de estudio. Es preciso que se recopile toda la información actualizada disponible de las fuentes oficiales y de referencia del país; las más relevantes son:

Tabla 1. Fuentes de información disponibles

Fuentes de información	Datos o información disponible
1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	<ul style="list-style-type: none"> – Cartografía de ciudades mexicanas en escala 1/50.000. – Censo poblacional (población, población económicamente activa, PIB, renta, entre otros). – Parque vehicular. – Estadísticas de transporte de los principales sistemas de transporte del país. – Accidentes de tránsito terrestre.
2. Directorio Estadístico Nacional de Unidades económicas de INEGI (DENUE)	<ul style="list-style-type: none"> – Geolocalización del empleo y número de empleados hasta empresas con más de 250 empleados.
3. Consejo Nacional de Población (CONAPO)	<ul style="list-style-type: none"> – Población. – Previsiones de crecimiento poblacional.
4. Programas de desarrollo municipales (generales y parciales) y entidades de gobierno a nivel estatal o municipal	<ul style="list-style-type: none"> – Análisis y representación georreferenciada en GIS de programa y planes vigentes para la zona de estudio. – Representación gráfica y georreferenciada de los usos de suelo. – Geolocalización de espacios públicos y obras relevantes. – Ubicación de predios subutilizados o predios baldíos. – Catastro urbano. – Geolocalización de las áreas de crecimiento urbano.
5. Google Earth	<ul style="list-style-type: none"> – Fotografía satelital.



Imagen. Distrito Tec, 2017

INEGI y otras fuentes disponen de la información digitalizada en microdatos georreferenciados, por lo que es factible y se recomienda recopilar la información obtenida en sistemas de información geográficas (SIG). Es importante que toda la información se trate a nivel de áreas geoestadísticas básicas (AGEB)¹⁰, independientemente de la zonificación que se emplee para la realización del proyecto.

Además de esta información, en esta etapa es recomendable recopilar todos los estudios previos realizados sobre movilidad y desarrollo urbano en el ámbito de estudio o en la propia ciudad. Estos estudios contienen datos valiosos para el proyecto y para la formulación de hipótesis en la etapa de diseño del proyecto.

10. Mínima unidad territorial considerada por INEGI.

B2.3 Levantamiento de Información en campo

En el proyecto de una calle, los trabajos de campo son clave para la conceptualización del mismo y para la obtención de insumos. En esta fase se recomienda realizar un trabajo de campo específico sobre movilidad, inventario vial, inventario de zonas de estacionamiento legal e ilegal, identificación de usos de suelo y predios subutilizados o baldíos, e inventario de zonas o edificios patrimoniales.

Movilidad

Los trabajos de campo deben permitir caracterizar la oferta (sección, infraestructura, servicios de transporte) y demanda (flujo de peatones, ciclistas, unidades de transporte público, vehículos de carga y automóviles) de la calle; el objetivo es contar con una visión completa del funcionamiento de la calle que funja como la base para generar modelos de transporte¹¹. Estos modelos permiten realizar un análisis preciso de la situación actual y, sobre todo, simular escenarios futuros con las distintas alternativas de solución. De este modo se estará en condiciones de adelantar el impacto de cada propuesta y tener la opción de comparar parámetros objetivos.

Los trabajos de campo necesarios para hacer una buena caracterización de la situación actual a nivel de calle se pueden elegir con base en el tipo, tiempo y presupuesto del proyecto. Se recomienda hacer una selección entre los trabajos de campo incluidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de movilidad

Trabajo de campo	Objetivo	Metodología
1. Aforos automáticos	<ul style="list-style-type: none"> Identificar máxima demanda y sus horarios, tanto en día laboral como en fin de semana. A partir de este ejercicio se define el resto del trabajo de campo que permite profundizar en la información: aforos manuales direccionales, encuestas OD, entre otros. 	<ul style="list-style-type: none"> El equipo se coloca 24 horas siete días a la semana. Se obtiene la serie de tráfico por la composición del tipología de vehículos y usuarios de la vía.
2. Aforos manuales direccionales	<ul style="list-style-type: none"> Generar la información que permita determinar la necesidad de incluir regulación para una intersección. Servir de base para la realización del calibrado y validado del modelo de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> Conteo del movimiento de los vehículos y usuarios de la vía en una intersección. Se representan gráficamente todos los movimientos sobre plantillas y se realizan en los períodos pico identificados.
3. Encuestas Origen Destino a usuarios de la calle	<ul style="list-style-type: none"> Tener información sobre los patrones de movilidad y perfil del usuario de la calle. Identificar el tráfico de paso o de largo recorrido y poder diferenciarlo del tráfico local. Permite predecir el impacto de reducción de capacidad vial sobre el tráfico de largo recorrido. 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensionamiento de una muestra sobre los datos aforados y realizar una encuesta <i>ad-hoc</i> encaminada a conocer los patrones de movilidad y perfil de los usuarios.

Trabajo de campo	Objetivo	Metodología
4. Conteo de longitud de colas	<ul style="list-style-type: none"> — Disponer de una variable de validación del modelo de microsimulación que se realice sobre las intersecciones. 	<ul style="list-style-type: none"> — Medición visual de las colas que se generan en cada uno de los brazos de las intersecciones. Este trabajo normalmente se hace en simultáneo a los aforos direccionales.
5. Aforos a peatones	<ul style="list-style-type: none"> — Disponer de los datos del flujo de peatones en una sección de la calle y poder extraer indicadores clave sobre el uso de la calle (porcentaje de mujeres, de niños, personas con movilidad limitada, entre otros). 	<ul style="list-style-type: none"> — Conteo de peatones que pasan por una sección distinguiendo edad y género.
6. Aforos a ciclistas	<ul style="list-style-type: none"> — Disponer de datos que permitan identificar el comportamiento de ciclistas y la necesidad de adaptación de la infraestructura vial para estos usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> — Conteo de ciclistas que pasan por una sección distinguiendo edad, género y tipo de bicicleta.
7. Inventario de estacionamiento	<ul style="list-style-type: none"> — Conocer el espacio reservado para el estacionamiento y estimar el porcentaje de vehículos estacionados ilegalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> — Conteo de plazas en superficie. — Ubicación y conteo de plazas en predios privados.
8. Tiempos de recorrido en vehículo privado, peatones y bicicletas	<ul style="list-style-type: none"> — Identificar problemas de regulación semafórica para cualquiera de los modos de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> — Mediciones de los tiempos de recorrido con cada modo de transporte a lo largo de todo el día para un itinerario predeterminado.

11. Los modelos de transporte son herramientas matemáticas que permiten simular la situación actual y futura de la movilidad en un corredor o zona geográfica. Los modelos pueden ser macroscópicos, mesoscópicos o microscópicos en función de la escala con la que se aborde el estudio. Para estudiar una o un conjunto de intersecciones se emplean los modelos microscópicos o microsimulaciones, para modelos en escala urbana de ciudad o zona geográfica amplia se emplean los modelos macroscópicos y para situaciones intermedias los mesoscópicos. Existe un abundante número de paquetes de software que permiten realizar estos modelos de manera automatizada. Para conocer a fondo el proceso de modelación se recomienda consultar "Modelling Transport" de Ortúzar y Willumsen

Inventario vial

El inventario vial se hace para levantar las características básicas de la sección, geometría y estado de una calle en un plano, así como la ubicación de mobiliario, infraestructura, arbolado o cualquier otra característica del espacio que se requiere para el anteproyecto. Estos elementos se levantarán de manera precisa durante el proceso de creación del proyecto ejecutivo pero se requieren en esta etapa a fin de dimensionar adecuadamente el estado actual de la calle y detectar los elementos clave para la comparación entre opciones.

El levantamiento en campo debe contener los siguientes elementos:

- Sección transversal (sección de banqueta, sección del espacio de estacionamiento y arroyo vehicular) y de la planta geométrica.
- Ubicación de mobiliario urbano, tapas de pozos de registro, rampas de acceso a predios, rampas peatonales, semáforos y señalización vertical.
- Número, sección y tipo de carriles de circulación, en su caso carril de estacionamiento, camellón central o algún otro elemento que opere como isla peatonal, así como ubicación de cruces peatonales.
- En caso de que existan semáforos, las fases y ciclo semafórico tanto para peatones como para vehículos, debiendo contener cada fase la información de la vía que tiene prioridad y los segundos que dura.
- Rutas de transporte público colectivo que circulan en el polígono de estudio, y las paradas de dichas rutas

Esta información se muestra finalmente sobre elevaciones o planos en planta que permiten identificar la calidad de la oferta para todos los usuarios de la calle. Del mismo modo, se puede usar como insumo para conocer el nivel de obstáculos y la franja de desplazamiento real de una banqueta, o la dimensión exacta del ancho de los carriles de circulación.

Imagen. Arbolado urbano, Martín Manuel Balam Perera , 2017



Inventario de usos de suelo

Si la escala de la intervención es reducida, es conveniente realizar un levantamiento de usos de suelo en los paramentos de fachada y en el espacio público. Se recomienda que se identifiquen en un plano todos usos y los accesos existentes, tanto vehiculares como peatonales. Mapear los usos del suelo permite detectar las necesidades de diseño y operación de los vecinos y comerciantes de la zona; por ejemplo, actividades de carga y descarga, o acceso de clientes y empleados.

Cada uso de suelo presenta diferentes necesidades:

- **Comercio.** Tiene requerimientos de logística para la carga y descarga de mercancías, y para el acceso de clientes. En función de la escala y el tipo del comercio, se derivan distintos requisitos para las banquetas, el estacionamiento y las áreas de carga.
- **Servicios.** Al igual que el comercio, requiere una fuerte logística de mercancías como insumos para servicios, y acceso a clientes; además, el factor de acceso de empleados es más relevante. El uso de banquetas y espacios públicos puede variar en función del giro del establecimiento.
- **Equipamientos.** Son importantes puntos de atracción de viajes, por lo que requieren de espacio de acumulación de personas y servicios en banquetas. Ubicar estos puntos es clave para el tratamiento del espacio peatonal en su entorno inmediato.
- **Vivienda.** Tiene necesidades de acceso puntual desde espacios adecuadamente planeados. En estos casos, resulta muy importante considerar los intereses y motivaciones de la comunidad.
- **Predios baldíos o subutilizados.** Se debe registrar el uso actual si es que existe. Como previsión de lo que puede pasar en la calle, es conveniente revisar el Programa de Desarrollo Urbano para verificar el uso al que se destinará. No obstante, se debe tener en cuenta que el uso futuro podrá modificarse o condicionarse a partir de la intervención en la calle.

Este levantamiento se debe correlacionar con el levantamiento de puntos de acceso a cada uno de los predios de la calle. Esto permite dos situaciones: tener un indicador claro de permeabilidad de las fachadas, es decir, de la interacción entre los usos de suelo y la calle; y contar con una base para hacer un tratamiento de diseño específico para cada acceso en función de los requerimientos. Por ejemplo, un colegio requiere de espacio para la espera de los padres de familia, por lo que es necesario un espacio peatonal amplio en el acceso principal; en el caso de una cafetería, se puede precisar el espacio para una terraza; un hospital requiere espacio de espera para pacientes, entre otros. El conocimiento de los bordes o fachadas de la calle es esencial para hacer un proyecto lo más ajustado posible a las necesidades de todos los usuarios de la calle.

Inventario de estacionamientos

El estacionamiento en vía pública juega un papel determinante en la operación de una calle. Es importante que en esta etapa del proyecto se identifiquen los espacios de estacionamiento y sus características de uso:

- Espacios legales en la vía pública: ocupados, vacíos y apartados.
- Automóviles estacionados en la vía pública: en banqueta, en lugar prohibido en arroyo vial y en doble fila.
- Rotación de los cajones legales: se define como el número de vehículos que usan un mismo espacio en un tiempo determinado.
- Estimación del tiempo de búsqueda de estacionamiento: existen dos metodologías, usar un automóvil real para buscar un lugar legal vacío o medir cuánto tiempo permanece libre un lugar.

En una calle con alta actividad comercial o de servicios, los espacios de estacionamiento rotan con mayor frecuencia que en áreas residenciales y, si hay una baja aplicación de la ley, se suelen estacionar en banquetas o doble fila. En una calle residencial la situación es diferente dado que la rotación es baja, pero la demanda es diferenciada entre el día y la noche, y el uso de la banqueta como estacionamiento en la noche puede ser muy demandado.

También es preciso ubicar y conocer la oferta y demanda del estacionamiento público (mediante cobro de tarifa) y privado (acceso privado a residentes o empleados), ya que incide en la oferta y demanda, y sobre todo atrae vehículos todos los días; la atracción de vehículos incide en el funcionamiento de las calles.

Conocer su operación ayuda a predecir afluencias de vehículos privados y potenciales conflictos en los accesos. Para ello, es importante conocer:

- El número y ubicación de estacionamientos públicos y privados.
- Capacidad y ocupación de los estacionamientos.
- Rotación de los lugares.
- En su caso, tarifa.

- **Viento.** La velocidad del aire constituye un parámetro muy valioso, pues se puede aprovechar para refrescar o calentar el ambiente, aunque también puede generar flujos indeseados de aire. La conjunción de la temperatura, humedad y ventilación resulta esencial, puesto que son capaces de provocar diferentes sensaciones térmicas en los usuarios. En caso de que se dé un movimiento en el aire, éste puede disminuir la temperatura en aproximadamente 1°C por cada 0,3 m/s, hasta temperaturas exteriores de 34°C. El estudio detallado de los flujos de aire permitirá identificar las estrategias más óptimas para evitar situaciones de discomfort. A modo de ejemplo, se pueden definir barreras naturales mediante vegetación en áreas suburbanas de vivienda tipo unifamiliar; al aumentar en 10% el área cubierta por árboles, la velocidad del viento puede reducirse del 10 al 20%¹³.
- **Asoleamiento.** Se debe analizar el comportamiento del movimiento del sol sobre una determinada calle, los puntos de sombra y los horarios, para poder establecer estrategias acordes de ubicación de banquetas principales, ubicación de ciclovías y previsión de vegetación para generar barreras naturales de sombra.

B2.4 Mapeo de actores

Permite identificar actores que deben ser considerados en el proceso de diseño e implementación del proyecto, así como la percepción que tienen los usuarios de la calle sobre el área a intervenir. A medida que exista claridad respecto a la percepción de la ciudadanía y los actores sobre la movilidad urbana sustentable o del proyecto a ejecutar, más sencillo será planear las estrategias de comunicación, de gestión con actores y de participación. Para ello, se recomienda utilizar herramientas de participación; en el Bloque D de este manual se incluye una selección de este tipo de herramientas, así como lineamientos para su utilización.

Análisis

La información recabada debe ser revisada, analizada y filtrada con el fin de contar con datos de calidad. Es fundamental que exista una centralización en la recopilación de datos y que, en la medida de lo posible, se ubiquen en una misma plataforma GIS. Esto permite realizar un análisis cruzado de diferentes variables territoriales para identificar problemas, y la revisión inmediata y visual de todo el trabajo desarrollado.

Además, un correcto análisis de datos facilita la creación de una estrategia de participación efectiva que contribuya a la implementación del proyecto, y permita sumar a los actores correspondientes en el proceso de implementación del proyecto de diseño vial y la propia intervención.

12. Marcó et. al., 2003; Sosa y Siem, 2004.

13. Heisler 1989 (9)

Adicionalmente, se recomienda el uso de indicadores de funcionamiento de una calle que apoyen a la identificación de los problemas. La siguiente tabla contiene algunos ejemplos de indicadores y su utilidad:

Tabla 3. Indicadores de diagnóstico

Geometría de la calle en planta y sección transversal		
Trabajo de campo o análisis de la información	Indicadores	Diagnóstico (ejemplos de posibles resultados)
1. Inventario físico (medición de las dimensiones de la calle)	<ul style="list-style-type: none"> – Carril de transporte público exclusivo (sí/no) – Número de carriles para tráfico rodado – Presencia de infraestructura ciclista (sí/no) – Ancho del carril de transporte público (m) – Ancho del carril de circulación (m) – Ancho de ciclocarril o ciclovía (m) – Ancho de banqueta (m) – Porcentaje de espacio peatonal frente a espacio total (%) – Estacionamiento en algún lado de la calle (sí/no) – Ancho de la franja de estacionamiento (m) – Radios de giro en intersecciones (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – Espacio destinado para el vehículo privado – Inexistencia o poco espacio para modos no motorizados, o para el transporte público

Operación de la calle (movilidad)		
Trabajo de campo o análisis de la información	Indicadores	Diagnóstico (ejemplos de posibles resultados)
1. Aforos automáticos	<ul style="list-style-type: none"> — Carril de transporte público exclusivo (sí/no) — Tránsito diario promedio anual: nivel de tráfico que se da en un día promedio en la sección donde se ha aforado — Tránsito en hora de máxima demanda: número de vehículos registrados en la hora pico — Porcentaje de vehículos pesados: número de este tipo de vehículos / número total de vehículos (%) — Estacionalidad: diferencia del número de vehículos en periodo promedio laboral frente al número de vehículos registrados en época estival 	<ul style="list-style-type: none"> — Determinación de períodos pico para la realización de aforos direccionales y cálculo de la regulación semafórica — Identificación de la vocación del tipo de calle (industrial, urbana) — Cuantificación de volumen de vehículos de carga como parámetro clave para el dimensionamiento del firme.
2. Aforos manuales direccionales	<ul style="list-style-type: none"> — Número de vehículos que realizan cada uno de los movimientos 	<ul style="list-style-type: none"> — Fundamentales para la realización del cálculo de fases en una intersección regulada
3. Encuestas Origen Destino a usuarios de la calle	<ul style="list-style-type: none"> — Orígenes y destinos de los flujos — Porcentaje de tráfico de paso frente al tráfico de penetración 	<ul style="list-style-type: none"> — Cuantificación del tráfico de paso en una calle (tráfico que puede ser no deseado) — Conocimiento del patrón de movilidad del usuario de la calle
4. Conteo de longitud de colas	<ul style="list-style-type: none"> — Longitud promedio de las colas en cada brazo de la intersección 	<ul style="list-style-type: none"> — Calibración de los modelos de transporte en microsimulación

Operación de la calle (movilidad)		
Trabajo de campo o análisis de la información	Indicadores	Diagnóstico (ejemplos de posibles resultados)
5. Aforos a peatones	<ul style="list-style-type: none"> – Flujo de peatones en valores absolutos – Flujo de peatones en hora de máxima demanda – Porcentaje de mujeres (%) – Porcentaje de niños (%) – Porcentaje de personas con discapacidad (%) – Conteo de personas sentadas en el mobiliario de la calle por oferta total de espacio 	<ul style="list-style-type: none"> – Cuantificación del uso peatonal de la calle – Estimación de las condiciones de seguridad en una calle – Medición de la calidad del diseño universal (cuantas más personas con más discapacidad mejor diseño) – Medición de éxito de la calle como lugar de estancia
6. Aforos a ciclistas	<ul style="list-style-type: none"> – Número total de ciclistas en una sección – Porcentaje por tipo de bicicleta (montaña, paseo, etc.) (%) – Porcentaje de bicicletas de carga (%) – Porcentaje de mujeres (%) – Porcentaje de niños ciclistas (%) – Porcentaje de bicicletas en contrasentido (%) – Porcentaje de bicicletas sobre la banqueta (%) 	<ul style="list-style-type: none"> – Medida del uso por parte de ciclistas de una calle (cuantos más ciclistas, mejor funciona el proyecto) – Tipo de la infraestructura vial (cuantas más bicicletas de montaña, peor estado de conservación del firme) – Identificación de requerimientos especiales (cuántas más bicicletas de carga) – Medición de problemas funcionales en la red ciclista (bicicletas en contrasentido indican que el par vial para la bicicleta está alejado y hay problema en la red) – Medición de inseguridad para el ciclista (cuantas más bicicletas en banqueta, más claro es el problema) – Indicador de falta de infraestructura (alto número de bicicletas sin infraestructura segregada)

Operación de la calle (movilidad)		
Trabajo de campo o análisis de la información	Indicadores	Diagnóstico (ejemplos de posibles resultados)
7. Tiempos de recorrido en vehículo privado	<ul style="list-style-type: none"> – Tiempo de recorrido en la calle – Porcentaje de tiempo detenido (%) – Velocidad promedio vehicular en el tramo (km/h) 	<ul style="list-style-type: none"> – Tiempo promedio de automóviles detenidos es mayor a 5 minutos en horarios de máxima demanda
8. Tiempos de recorrido sobre itinerarios peatonales	<ul style="list-style-type: none"> – Tiempo de recorrido en la calle por parte de un peatón (segundos, minutos) – Porcentaje de tiempo detenido (%) – Velocidad promedio peatonal en el tramo (km/h) – Medición de cruces peatonales (m) 	<ul style="list-style-type: none"> – Mal funcionamiento de la regulación semafórica – Inexistencia de fase verde para los peatones – Problemas con el cruce peatonal (mala regulación, corta fase verde para el peatón, vueltas a la derecha, entre otros.)
9. Levantamiento de regulación semafórica	<ul style="list-style-type: none"> – Existencia de fase verde para cruce peatonal (sí/no) – Tiempo de fase verde para cada uno de los movimientos en una intersección (segundos) 	<ul style="list-style-type: none"> – Cálculo del ajuste del periodo verde para el automóvil – Análisis del tiempo de espera de los peatones hasta el verde
10. Hechos de tránsito	<ul style="list-style-type: none"> – Número y tipo de hechos de tránsito acontecidos – Número de usuarios lesionados y/o fallecidos 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificación de puntos conflictivos por diseño erróneo

Aspectos sociales y uso de suelo		
Trabajo de campo o análisis de la información	Indicadores	Diagnóstico (ejemplos de posibles resultados)
1. Comercios presentes en la calle	<ul style="list-style-type: none"> – Número de comercio – Número de terrazas en la calle 	<ul style="list-style-type: none"> – Indicador de actividad económica en la zona
2. Permeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> – Número de accesos a las fachadas (número) 	<ul style="list-style-type: none"> – Indicador de fachadas ciegas
3. Encuestas de percepción al usuario	Percepción sobre: <ul style="list-style-type: none"> – Seguridad – Confort del espacio público – Problemas con los cruces peatonales – Perspectiva de género – Accesibilidad – Diseño universal 	<ul style="list-style-type: none"> – Percepción general que puede ser evaluada en todas las fases del proyecto



B3. Planeación

A partir del diagnóstico, el proyecto entra en una etapa de planeación. La metodología común en proyectos de diseño vial es incluir el diagnóstico en esta etapa. Sin embargo, para fines del presente manual la etapa de planeación consiste en tres partes: visión de la calle, planteamiento de alternativas y matriz multicriterio. El objetivo de esta etapa es generar un anteproyecto conceptual usando como insumos la información y el análisis realizado.

B3.1 Visión

Es necesario entender que el éxito de la conceptualización final de un proyecto de diseño vial depende de cumplir el objetivo general de todo sistema de movilidad urbana: mover personas y bienes de manera eficiente y sustentable.

Bajo este objetivo general deben fijarse los demás objetivos específicos que se exploraron preliminarmente en la conceptualización del proyecto para que planteen una solución directa a los problemas identificados. A su vez, estos objetivos deben traducirse en lineamientos concretos para el diseño que se realizará en la siguiente fase.

En la etapa de visión es necesario plasmar los objetivos y acompañarlos de metas cuantificables. De este modo, se genera desde un inicio, un proyecto conceptualizado como solución a un problema de una comunidad sobre bases técnicas sólidas; además, se generan los instrumentos para definir los lineamientos de diseño y el conjunto de metas e indicadores que podrán determinar el éxito del proyecto.

Las metas pueden ser de tres tipos:

1. **Geométricas:** referentes a elementos físicos en la calle.
2. **Operativas:** referentes al espacio y tiempo que se proporciona a cada actor en la calle y los procesos logísticos detrás.
3. **Sociales y de uso de suelo:** referentes a mediciones cuantitativas de la experiencia de uso entre los habitantes y usuarios del polígono.

Si el objetivo del proyecto es fomentar la movilidad no motorizada, se puede fijar como meta que el porcentaje de viajes que se realiza a pie o en bicicleta se incremente, que se contabilicen más peatones (metas operativas), que aumente el número de metros cuadrados de banquetas (como meta geométrica) y la percepción de seguridad (meta social). Del mismo modo, si se pretende generar un entorno atractivo y seguro, la presencia de mujeres y niños en el espacio público será el indicador adecuado.

Se recomienda que la determinación de metas sea realista y que se fijen horizontes temporales no muy elevados. Por ejemplo, una meta de incremento del porcentaje de viajes en bicicletas a cinco años es razonable.

Contar con un diagnóstico sustentado le facilitará al tomador de decisión y al responsable del proyecto el impulso y la implementación de un proyecto de diseño vial urbano. Las posibilidades de éxito y de contribuir a la construcción de ciudades más seguras, inclusivas, sostenibles y resilientes serán más altas si se siguen los pasos mencionados. Durante esta etapa, se plasma la visión y estrategia surgida de la conceptualización y el diagnóstico.

El trabajo debe partir de considerar los criterios de diseño generales que soportan todo proyecto de calle: inclusión, seguridad, sostenibilidad y resiliencia, entre otros. Esta etapa puede resumirse en el siguiente proceso:

Figura 2. Proceso de definición del anteproyecto



B3.2 Planteamiento de alternativas

Tomando estos criterios y los problemas principales identificados en la fase de diagnóstico como base, se debe generar la propuesta de alternativas de solución. El proyecto de calle puede tener varias alternativas de solución con diferentes escalas de intervención en función de las capacidades de ejecución y objetivos del proyecto.

Las alternativas pueden ser planteadas mediante el diseño conceptual, es decir, tomando en cuenta la función y forma de la calle de una manera simple pero clara. El diseño debe presentar la propuesta en planta y secciones transversales, mostrando el cumplimiento de los objetivos y la solución de la problemática identificada en fases anteriores. En el diseño conceptual se puede mostrar el crecimiento en banquetas, la inclusión de una ciclovía o ciclocarril, la disminución de espacio para el automóvil, la posibilidad de eliminar o dejar la línea de estacionamiento, entre otros.

No es necesario incluir detalles de diseño, pero sí los elementos suficientes que permitan prever el impacto que puede tener en función de la magnitud del estudio. En esta fase es conveniente el desarrollo de herramientas complejas de modelación; en función del ámbito de estudio considerado, se debe realizar una macro o micro simulación, o se puede trabajar en un proceso iterativo en el que los resultados de un modelo retroalimenten los del otro. A través de estos modelos matemáticos se puede simular el comportamiento con cada una de las alternativas y cuantificar el impacto sobre la calle o la ciudad (en el bloque C se profundiza sobre el tema).

Durante el proceso de planteamiento de alternativas se recomienda que se lleven a cabo estrategias de participación pública; una selección de éstas se presenta en el bloque D. Del trabajo con la comunidad es posible obtener un factor clave para el proyecto: la valoración ciudadana de las alternativas de proyecto. A partir de este proceso se pueden realizar ajustes del diseño de cada una de las alternativas. Es importante mostrar a la ciudadanía la solidez técnica de la propuesta y cómo se da respuesta a los problemas identificados en el diagnóstico.

B3.3 Análisis multicriterio

El método del análisis multicriterio tiene como base la asignación de un peso relativo para cada uno de los factores identificados en un proyecto (capacidad vial, metros cuadrados de banquetas, metros o anchura de ciclovía, costo de inversión, entre otros). De la evaluación objetiva de cada una de las alternativas se obtiene un valor que las puntúa de forma relativa a las restantes. Es muy importante que, desde la dirección del proyecto, se definan los factores a considerar y el número de variables a introducir para la ponderación de cada una de ellas. Finalmente, se presenta una estructura matricial con el análisis de criterios o factores que serán considerados.

- Capacidad y velocidad de tránsito admisible
- Inclusión de transporte no motorizado: aumento de superficie peatonal
- Seguridad vial
- Facilidades para movilidad de peatones
- Permeabilidad e interacción con vías colindantes
- Capacidad de sistema de transporte público
- Integración con el medio urbano
- Integración modal
- Costos de inversión, operación y mantenimiento del proyecto
- Impacto al medio ambiente
- Beneficios y costos sociales del proyecto

Por último, se debe considerar la valoración ciudadana de cada una de las alternativas; este factor es decisivo para que el proyecto pueda ser implementado. Una vez valorados los aspectos descritos, se genera una matriz de evaluación a partir de la cual se emite la recomendación sobre la alternativa que se considere más adecuada.

B3.4 Anteproyecto

El anteproyecto es el desarrollo del diseño conceptual en un nivel de detalle técnico mayor que permite realizar una mejor estimación de plazo y presupuesto. Tradicionalmente, el anteproyecto es el elemento clave en la fase de toma de decisiones de inversión, pues permite evaluar si el nivel de recursos disponible puede pagar la inversión final considerada.

La necesidad de proveer mayor precisión en las estimaciones hace que el anteproyecto se haga en una escala mayor que el diseño conceptual sin terminar de definir detalle ni acabados. Se recomienda que en el anteproyecto de la calle se trabaje en una escala de levantamiento topográfico, por ejemplo, se puede hacer una propuesta de dimensionamiento del drenaje general (un plano general con cálculos previos de diámetro de tubería) y una previsión aproximada del presupuesto, sin llegar al sembrado de detalle o especificaciones técnicas para ductos o coladeras. Es decir, a nivel conceptual, se define la manera en la que se estructuran las obras subterráneas o aéreas como alcantarillado, y suministro de agua, gas y electricidad (tanto de baja tensión como de media tensión y, a menudo, también de alta tensión), teléfono y otras redes de telecomunicaciones, por mencionar algunos.

El anteproyecto debe presentar una propuesta de procesos constructivos y plazos asociados a los mismos. Del mismo modo, en el anteproyecto se identifican los riesgos técnicos o detalles que deben ser resueltos con especial atención en la fase de proyecto ejecutivo. Es conveniente que en esta fase se haga un levantamiento topográfico y una campaña básica de trabajos de campo geotécnico; estos estudios básicos, en conjunto con aquellos realizados en las etapas anteriores, permiten realizar el proyecto.



Imagen. Xalapa, BID, 2014



B4. Diseño

El proceso de diseño se concentra en la elaboración de un proyecto ejecutivo. El proyecto ejecutivo es el conjunto de planos, especificaciones, normas y procedimientos indispensables para la construcción del proyecto de calle como fue inicialmente concebido. El nivel de detalle que se precisa en el proyecto es máximo y el proceso de elaboración del proyecto ejecutivo incluye trabajo de campo y numerosos apartados.

Normalmente, el proyecto debe ser autorizado por la autoridad del territorio en el que se va a implementar, pero en todos los casos es necesario identificar qué otras dependencias pueden tener injerencia sobre el mismo. Es importante que, antes de arrancar el desarrollo del proyecto, el gestor y el proyectista identifiquen a los actores.

Se recomienda que el proyecto sea desarrollado con completo conocimiento de todas las autoridades involucradas. Por ello, se debe generar un calendario de reuniones que permita recopilar los requerimientos de cada organismo y, posteriormente, comunicar el avance del proyecto y la justificación técnica de las soluciones aportadas. El proceso de reporte de avances a los principales actores permite incluir comentarios y sugerencias y, finalmente, minimizar los tiempos de revisión y aprobación del proyecto.

Es importante que el responsable del proyecto identifique claramente a las autoridades clave en el desarrollo del proyecto y que no se generen grupos de trabajo demasiado grandes.

Normalmente convocar a todas las autoridades involucradas es difícil y resulta en reuniones poco operativas.

Contenido del proyecto

El contenido del proyecto puede variar en función de su magnitud y los alcances del mismo deben ser estimados por el responsable. Por ejemplo, cuando existe una operación de mejora y ampliación de banquetas, el contenido del proyecto puede ser la definición geométrica de la banqueta, el proyecto de pavimentos, el estudio de drenaje, la reposición de coladeras y las mediciones y presupuesto. Si el proyecto incluye la reconstrucción o mejora integral de una calle, es preciso realizar un proyecto completo.

El proyecto ejecutivo generalmente está integrado por: memoria, cálculos, planos, especificaciones, mediciones y presupuesto. Estos documentos se componen de los siguientes apartados; estudios preliminares, proyecto ejecutivo, presupuesto y programa de obra y, estudios complementarios. Estos apartados se explican a continuación.

B4.1 Estudios preliminares

Previo a la elaboración del proyecto ejecutivo se requieren estudios preliminares. Si bien en la etapa de planeación se llevan a cabo levantamientos e inventarios, su función es dirigida a definir conceptualmente el proyecto. Una vez definido el diseño a nivel conceptual, los estudios preliminares requieren un nivel más preciso en la definición de aspectos geométricos, condiciones del subsuelo y aspectos paisajísticos relevantes, según se indica a continuación:

Levantamiento topográfico. El levantamiento topográfico es el estudio que se realiza para conocer las características geométricas del suelo. A la vez que éste se realiza, se pueden levantar otras características como la presencia de mobiliario urbano, postes y señalamiento. El estudio topográfico se compone de análisis de planimetría y altimetría, la altimetría brinda información de la diferencia de niveles y las pendientes resultantes de las superficies, expresándolas gráficamente como secciones referenciadas a un plano de corte vertical. La planimetría muestra los contornos que definen a las superficies, generalmente proyectados al plano horizontal.

Levantamiento de obras inducidas. Este levantamiento tiene por objeto identificar las redes enterradas o aéreas que pueden ser interferidas por el proyecto de calle. Normalmente, en México no se cuenta con información centralizada de servicios urbanos existentes y, frecuentemente, las propias empresas proveedoras del servicio no disponen de la misma. Teniendo en cuenta que las obras inducidas son el esqueleto del proyecto, es fundamental que toda la información que se recopile en campo se contraste con la información existente. Si se van a realizar excavaciones profundas, es necesario complementar la información con un trabajo de levantamiento geofísico para identificar redes enterradas.

Estudio de mecánica de suelos y geotecnia. El estudio de mecánica de suelos tiene como finalidad la caracterización completa del sustrato bajo el que se asienta la calle, para poder realizar un proyecto que funcione en óptimas condiciones. Cuando se tengan que realizar excavaciones o cimentaciones profundas, es necesario realizar sondeos; si son proyectos más sencillos, pueden servir ensayos encaminados a evaluar la capacidad portante del terreno.

Censo del arbolado presente en la calle. Previo a la realización del proyecto, es necesario hacer un levantamiento preciso de todas las especies presentes en el corredor. Esto servirá como insumo para el proyecto de paisaje público y potencialmente puede influir sobre el proyecto mismo.

B4.2 Proyecto ejecutivo

El proyecto es el conjunto de planos y especificaciones técnicas que indican las características de la obra. Es decir, se desarrolla el proyecto de construcción a nivel de detalle considerando medidas reales derivadas de estudios específicos. El proyecto puede incluir los siguientes productos:

Proyecto geométrico. El objetivo del proyecto geométrico es la definición exacta de formas y dimensiones de los elementos en superficie de la calle. El trazo se debe desarrollar en programa informático. El trazo en planta se define por sus puntos singulares de rectas, curvas de transición y círculos. En el trazo en alzado se definen las cotas de la rasante y puntos característicos, rampas, pendientes, y acuerdos verticales con sus vértices, flechas y tangencias de entrada y salida. En el proyecto de trazo se incluyen las dimensiones de banquetas y carriles específicos para transporte público, áreas de carga y descarga, e infraestructura ciclista.

Proyecto de drenaje. La buena conservación del pavimento depende en gran medida del sistema de drenaje. Del estudio previo realizado en la fase de anteproyecto se toman los datos esenciales y se dimensionan todos los elementos clave del drenaje: diámetro de ductos, ubicación de coladeras, entre otros. Las coladeras deben colocarse en las bajantes de agua para evitar que el agua escurra hacia un mismo punto. En este proyecto se considera, además, la posibilidad de implementar sistemas de captación de aguas pluviales como una medida para recargar el manto acuífero. Estas medidas, además de ser ambientalmente adecuadas, permiten reducir la inversión de drenaje en el proyecto y ser menos vulnerables a la presencia de basuras en la red.

Proyecto de pavimentos y firmes. De acuerdo a los datos obtenidos en la mecánica de suelos y las cargas de tráfico derivadas del estudio de la composición del tránsito, se dimensiona el paquete de firmes. En el caso del pavimento peatonal, se debe realizar una propuesta de diseño de firme adecuado.

Proyecto de obras inducidas. En determinados proyectos pueden existir interferencias con redes existentes. Dependiendo de los alcances en cada proyecto, se pueden proponer actuaciones específicas de desvío o renovación completa de los servicios urbanos afectados. Como redes más representativas se encuentran: sistema eléctrico de distribución, cableado de telecomunicaciones, red de agua potable, red de drenaje de aguas negras, red pluvial y, si aplica, ductos de gas.

Proyecto de paisaje. Se desarrolla considerando el proyecto geométrico y el espacio proporcionado para las zonas a reforestar o los árboles que se deben conservar en una calle. Es importante que todas las ciudades dispongan de la paleta vegetal elaborada que permita definir qué especies pueden ser utilizadas como parte del proyecto. Además, se deben considerar las peculiaridades climáticas de cada una de las regiones para la propuesta de arbolado y vegetación.

Proyecto de mobiliario urbano. Dependiendo de las necesidades de los usuarios de la calle detectados en las fases previas, en el proyecto ejecutivo se debe determinar el tipo de mobiliario con las especificaciones y con el proyecto de detalle tanto en la ubicación del mismo como el detalle constructivo de puesta en obra.

Proyecto de estructuras. En caso de requerirse para puentes y túneles, se debe realizar el proyecto de estructuras considerando las normas de aplicación en México.

Proyecto de iluminación de la calle. La estimación de luminarias necesarias para el alumbrado de la vialidad debe calcularse según las normas mexicanas NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización). Se recomienda el empleo de las normas para el cálculo pero es preciso considerar el tipo de luminarias más adecuadas para la movilidad de todos los modos de transporte.

B4.3 Presupuesto y programación de obra

Proyecto de drenaje

Programación de obra. Para la gestión del ciclo de vida completo de un proyecto de calle, es fundamental definir un plan detallado de actividades tanto para la fase de proyecto como de obra y post-construcción. Se deben incluir los hitos fundamentales de arranque, tiempos para cada actividad y posibles interferencias que impacten en los plazos, como la gestión y trámite de los permisos necesarios. Es en la fase de implementación de la construcción donde el plan general de obra (PGO) cobra mayor importancia, y precisa de seguimiento y actualización continua.

Desvíos provisionales

A partir de la programación de obra, se debe preparar el proyecto de desvíos provisionales en fase de obra. Dependiendo de las fases, se pueden habilitar tramos alternativos para permitir el paso de todos los usuarios de la calle.

Control de calidad

Durante todo el proyecto, se debe velar por el control de la calidad de la información generada. Como actividades principales relacionadas con el control de calidad, se encuentran: control documental, revisión y confirmación de la normativa de aplicación, homogeneización y definición de estilos de formatos, coordinación de juntas periódicas de seguimiento, y definición de matriz de riesgos asociada al proyecto, entre otras.

Mediciones y presupuesto

Una vez desarrollados todos los capítulos del proyecto, se debe medir cada una de las unidades que compone la obra y cotizar los precios asociados para generar el presupuesto.

Memoria del proyecto

Una vez terminado el proyecto, es necesario realizar una memoria como resumen del proceso de elaboración y del contenido mismo del proyecto ejecutivo.

B4.4 Estudios complementarios

Estudio de Impacto Ambiental.

Dependiendo del tipo de proyecto, se requerirá presentar alguna modalidad de Estudio de Impacto Ambiental previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente si es un proyecto en zona federal o, en su caso, en cada regulación estatal. El estudio a presentar debe cumplir con los requisitos legales, los cuales pueden variar pero coinciden en que se deben medir y evaluar los impactos en el ambiente de la construcción y operación del proyecto, así como las medidas para compensar y mitigar sus efectos negativos.

Análisis costo-beneficio.

Es el instrumento a través del cual el gobierno federal evalúa los impactos socioeconómicos netos de un proyecto; el objetivo es evaluar si la inversión es redituable en términos sociales. Para ello, se deben contar los beneficios del proyecto; la metodología vigente se centra en medir los ahorros en los costos generalizados de viaje. Aunque actualmente sólo se considera el ahorro financiero de los usuarios de la infraestructura sumado a los ahorros en tiempo monetizado, es altamente recomendable incluir los ahorros sociales por reducción de emisiones contaminantes, Emisiones de Efecto Invernadero, accidentes, ruido, y efectos en la salud como estrés y obesidad (Litman, 2016)¹⁴.

14. Litman, T. 2016, Transportation Cost and Benefit Analysis I y II. Vancouver: VTPI

Sinergia a través de proyectos de Movilidad Urbana Sustentable (MUS) de menor escala

Optar por varios proyectos MUS de menor alcance hace que esta visión permee más en el discurso público y, por consiguiente, en la agenda política de la ciudad. Este cambio de visión también involucra que el impacto sea mayor y la respuesta sea gradualmente más positiva por parte de la ciudadanía. Las personas responsables del proyecto pueden apoyarse de la tabla de indicadores de sinergia que se encuentran en la Tabla 3 de esta sección.

La importancia del lugar

La división política del área donde se implementará un proyecto es un factor a tomar en cuenta. Para entender su importancia, se debe tener claro que la movilidad se encuentra siempre delimitada por un área geográfica que es el polígono en el que la población lleva a cabo sus actividades, y que no siempre pertenece a un solo municipio o estado. El conjunto de lugares geopolíticos que abarque un proyecto nuevo planteará un marco legal, el cual puede ir desde normativas de diseño hasta situaciones de migración o xenofobia. Al diseñar el proyecto MUS, es recomendable considerar el área de trabajo y cuántos marcos legales y sociales será necesario considerar. Una situación similar puede pasar en ciudades con alto valor histórico y cultural, donde el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) tiene una fuerte influencia en los planes de desarrollo urbano. En casos como estos, es necesario sumar representantes de esta institución a las mesas de trabajo para lograr calles acordes con el Nuevo Paradigma de Movilidad que respeten la calidad de patrimonio con la que cuentan.



B5. Implementación

La quinta fase del ciclo del proyecto ocurre durante la intervención del proyecto de diseño vial (la construcción se define como el desarrollo material del proyecto ejecutivo incluyendo la compra de insumos y logística del proceso), y también contempla la respuesta obtenida por ciudadanos y otras instituciones. En esta etapa existe un riesgo alto de contratiempos e imprevistos. Por lo tanto, la persona responsable del proyecto o de esta fase del mismo tendrá que tomar la mayor cantidad de decisiones rápidas y solucionar las contingencias.

Para ello, se recomienda definir una gerencia de proyecto que pueda acompañar y hacer una gestión integral del proceso desde la etapa de pre-construcción hasta la operación. Esta gerencia puede ser completamente realizada con medios propios de la autoridad o subcontratando alguna empresa que apoye, idealmente una involucrada previamente en el diseño del proyecto, aunque debe tener capacidad para supervisión de obra.

B5.1 Pre-construcción

Una vez finalizado aprobado el proyecto ejecutivo por el organismo competente, se requiere la aprobación de los recursos que financiarán el proyecto, para que se pueda dar inicio a la etapa de pre-construcción. Fundamentalmente, en esta fase se desarrollan los trabajos relacionados con la planeación de tareas de construcción y la selección de la estrategia más adecuada para realizar la obra.

Los responsables de la pre-construcción serán profesionales seleccionados por las personas responsables del proyecto, tras un proceso de concurso previo, con conocimiento y experiencia técnica, financiera, económica, contractual, ambiental y social en proyectos similares, evaluados bajo una metodología adecuada¹⁵.

Las actividades más relevantes de la etapa de pre-construcción se describen a continuación:

Revisión de la documentación de proyecto ejecutivo

Se debe realizar el análisis técnico documental de toda la información aportada en la etapa anterior, teniendo en cuenta tanto los aspectos urbanos como la infraestructura que conforma la actuación global. Además, se debe verificar la volumetría y el estudio de costos aportado en el catálogo de conceptos. Esta fase debe confirmar que la documentación técnica del proyecto ejecutivo, entregada por el equipo de diseño, esté completa y sea lo suficientemente clara para dar inicio al proceso de asignación y ejecución de obra.

Calendarización

Por parte del equipo de pre-construcción, se debe desarrollar una estrategia de calendarización y de seguimiento de tareas para todo el equipo de trabajo, con el fin de optimizar los tiempos de ejecución y hacer partícipe a todos los involucrados. De esta forma, se logrará que el proyecto se lleve a cabo con la mayor fluidez posible, evitando retrabajos indeseables.

Control presupuestal

El control del presupuesto paramétrico sirve como punto de partida del presupuesto detallado para llevar a cabo la construcción. Para ello, se debe definir un presupuesto objetivo, dejando una partida excepcional para imprevistos, presupuesto que deberá controlarse en todo el proceso de construcción o renovación de la calle. El control de costos, tiempo y calidad es el más importante para una de gestión de construcción y trabajos de obra adecuados.

Adjudicación de la obra¹⁶

La ejecución del proyecto puede hacerla directamente la administración pública a través del área facultada o puede adjudicarse a una empresa privada especializada. En el caso de obras que rebasan cierto tamaño, es posible subcontratar partes de la obra, a pesar incluso de que sea la administración pública la que ejecute el resto de la obra. Estas decisiones se deben tomar considerando las restricciones que impone la regulación local, la capacidad técnica y financiera de los gobiernos, y la existencia de ofertas privadas que cumplan con los requisitos técnicos y de capacidad financiera. También es posible para fines de eficiencia, dividir la obra en fases, y asignar responsables de la obra diferentes.

Por ello, como hito de inicio, y preferiblemente antes de iniciar la fase de pre construcción, se debe analizar la complejidad del proyecto, ubicación y esquema de financiamiento, para

evitar que se generen atrasos en el proceso de adjudicación.

Es absolutamente necesario cumplir con todas las formalidades del procedimiento, además de garantizar que la ejecución del proyecto la obtiene quien tiene una mejor propuesta técnica y económica. Una vez se notifica al contratista que ha sido seleccionado, esta actividad incluye la solicitud del contratista a un Banco comercial, de las garantías o fianzas del contrato, usualmente dos: garantía de oferta y garantía de calidad de obras. Las garantías deben ser presentadas y aprobadas por el contratante, como requisito para la firma del contrato. El costo social y económico de proyectos mal adjudicados es muy alto, y todos los esfuerzos públicos deben ir dirigidos a evitarlos.

El proceso de adjudicación de proyectos federales se establece en la ley correspondiente, pero para proyectos estatales y municipales esto puede cambiar en función de las disposiciones de las leyes locales. En función del monto del proyecto, el proceso de adjudicación puede ser directa, por invitación restringida o por licitación abierta. Es absolutamente necesario cumplir con todas las formalidades del procedimiento, además de garantizar que la ejecución del proyecto la obtiene quien tiene una mejor propuesta técnica y económica. El costo social de proyectos mal adjudicados es muy alto y todos los esfuerzos públicos deben ir dirigidos a evitarlos.

Ingeniería de valor

Durante toda esta fase y las posteriores, siempre que se considere oportuno se realiza la ingeniería de valor asociada a aspectos concretos del proyecto, con el objetivo de optimizar y eficientar el proceso constructivo. Se deben revisar a detalle los conceptos, especificaciones y criterios constructivos sugeridos por parte del equipo de ingenieros y proyectistas, para poder establecer su impacto en el costo y tiempo de ejecución.

Con la ingeniería de valor, se pueden recomendar sustitutos para conceptos específicos, por parte de cualquier agente involucrado en el proceso, con el objetivo de mejorar el impacto en tiempo, costo y desempeño de determinados conceptos. La consecuencia lógica de un buen proceso de pre-construcción es una concienciación del alcance general del proyecto por parte de todos los involucrados, así como una racionalización de tiempo y costos finales de obra.

B5.2 Construcción

En esta fase se materializa la obra de la calle, incluyendo todos los conceptos definidos en el proyecto y la retroalimentación de la ingeniería de valor realizada en la fase de pre-construcción. Es importante establecer que independientemente de si la obra la ejecuta directamente la administración pública o a través de una empresa privada, para fines de este manual, los controles del proceso de construcción y post-construcción deben hacerse de igual manera, es un error común suponer que los organismos públicos no deben pasar por los controles que sí se exigen a las empresas privadas. Por ello, para fines de este manual cuando este se refiera a empresas constructoras, también se referirá a la administración pública ejecutora de obra.

Los agentes más importantes involucrados de forma directa en la fase de construcción son el promotor del proyecto, generalmente el representante del organismo o dependencia pública responsable del proyecto; la empresa/profesionistas encargados de la gerencia del proyecto que inició los trabajos desde la etapa de pre-construcción; la/s empresa/s constructoras responsables de la ejecución material de los trabajos, y los supervisores o interventores del proyecto sean estos una firma privada de ingeniería con la experiencia y organización necesaria asegurar la calidad de las obras, o un grupo de la administración pública que tenga las capacidades de asegurar el control técnico y financiero para ejecutar las obras en tiempo y forma.

Dentro de las actividades principales a considerar en toda fase de construcción, y en concreto aplicada para proyectos de calles, destacan las siguientes:

Definición de la estrategia de gestión y calidad

Como hito de inicio de la fase de construcción, el gerente del proyecto debe desarrollar una metodología *ad hoc* para el proyecto que incluya todos los aspectos relacionados con la gestión y calidad de la obra. Dependiendo del tipo de proyecto, se deben asumir distintas estrategias que incluyan de forma general las siguientes actividades:

- Matriz de responsabilidades
- Identificación de hitos críticos
- Programación de juntas de seguimiento
- Programa de erogación
- Metodología de revisión de trabajos
- Redacción del plan de calidad
- Diseño de un plan de seguridad
- Elaboración de un plan logístico
- Compilación del plan general de obra
- Matriz de riesgos y programa de contingencias
- Estrategia de archivo y control documental
- Alcances y requerimientos para los planos taller

Se debe detallar cada una de las tareas indicadas, especificando sobre qué agente recae la responsabilidad del desarrollo y puesta en marcha de las mismas.

Gestión de permisos

La gestión de permisos, dependiendo del alcance del proyecto y el impacto del mismo, debe incluir diferentes agentes revisores y validadores de los trabajos. El gerente del proyecto, como representante del promotor, puede atender las reuniones necesarias para el trámite de permisos y licencias necesarias. Es fundamental identificar, para cada caso concreto, cuáles son las principales autoridades de injerencia sobre el proyecto.

Redacción del contrato final

Con la selección de la empresa o empresas contratistas, se redacta el contrato final para la formalización de los trabajos. En esta fase se compila toda la documentación requerida para el registro del proyecto, tanto a nivel técnico, humano, económico, financiero y legal.

Se pueden realizar juntas específicas concretas para aclarar aspectos del proyecto, como los sistemas seleccionados, las tipologías constructivas, los tipos de materiales, entre otros. En estas juntas deben participar los diseñadores del proyecto junto con el gerente del proyecto, empresas contratistas y el representante de la dependencia promotora.

El contrato final debe incluir el catálogo de conceptos, actualizado por la empresa contratista (si aplica) con respecto al original del proyecto ejecutivo, incluyendo las cuantificaciones totales de obra con precios asignados según la estrategia definida por el gerente y el promotor del proyecto.

Por último, en el contrato se pueden incluir aspectos relacionados con la ingeniería de valor que supongan ventajas para eficientar el proceso de construcción.

15. Basada en criterios desarrollados por PMI® o similar.

16. En varios países de la región, la adjudicación del proyecto, se considera como una etapa previa de la pre construcción, siendo la pre construcción considerada contractualmente como la primera actividad del contratista dentro del contrato de obras

Planificación y programación de las obras

Se debe establecer un plan general de obra (PGO), a definir por el gerente del proyecto y validar por la/s empresa/s contratistas. Se recomienda, como buena práctica, que el contratista o diferentes contratistas elaboren sus programas parciales de trabajo según las necesidades identificadas, de forma que el gerente de proyecto lo integre y aterrice de forma consensuada dentro del PGO. El promotor del proyecto deberá estar continuamente informado de los avances y posibles variaciones que surjan al mismo.

El plan de obra debe determinar la secuencia más idónea de las etapas de construcción, destacando los hitos de arranque y fechas críticas, así como los tiempos críticos de ejecución, validación y revisión (pruebas, laboratorios, entre otros).

Se deben prever las partidas que presenten tiempos largos de entrega o de fabricación cercana al tiempo previsto de instalación, para evitar contratiempos y retrasos. De igual forma, se debe incluir la programación de la adquisición de insumos materiales por parte del equipo de trabajo, para validación del agente promotor del proyecto.

El PGO se debe mantener actualizado puntualmente, a través de juntas de trabajo, en función de los tiempos totales de proyecto y bajo el criterio del gerente del proyecto.

Construcción

Dos requerimientos previos hay para el inicio de los trabajos de construcción:

- Contar con todos los permisos, dictámenes, vistos buenos, autorizaciones y demás instrumentos de control emitidos por las autoridades competentes. Es común en obras implementadas directamente por la administración comenzar la obra sin los permisos necesarios, lo cual es un error.
- Haber definido el PGO, acordados los planes logísticos, programa de erogaciones y plan de seguridad y salud, y los planos de taller o *as-built*¹⁷ revisados y aprobados por parte de gerente y el promotor del proyecto.

Como fase previa y siguiendo los lineamientos establecidos en el PGO, se debe realizar la adquisición de materiales y equipos, priorizando aquellos que puedan presentar impacto en los tiempos de instalación.

La coordinación de los diferentes trabajos de construcción es tarea del gerente del proyecto y el promotor del proyecto. Se debe seguir de forma constante el progreso de la obra, actualizando puntualmente el PGO e informando al promotor. En caso de suceder, de ser indicado así en el contrato de obra previamente firmado, el gerente del proyecto puede ser el agente designado para resolver las discrepancias o conflictos entre las áreas de trabajo de los diferentes contratistas. En cualquier caso, conforme a la ley, el contrato de obra debe

definir todas las instancias para atención y resolución de conflictos durante la ejecución.

Durante esta fase, también se realizan todas las muestras de laboratorio y pruebas de materiales necesarias para poder garantizar la calidad de los trabajos.

Desde un punto de vista económico, se debe prestar especial atención a la gestión del costo de la obra, manteniendo un control exhaustivo y continuo de las cantidades contratadas contra los avances de obra, así como posibles precios contradictorios, con base en el programa de erogaciones acordado al inicio de esta etapa. En la fase de construcción se deben realizar todas las juntas de coordinación y seguimiento necesarias, para garantizar el control de los plazos, costo y calidad de la obra.

Una vez finalizado los trabajos, se procede a la liquidación de los contratos de obra, emisión de los reportes finales de proyecto, revisión de la vigencia de los aspectos normativos y compilación de las licencias y permisos, recopilación de la documentación técnica y administrativa, activación de garantías de obra usualmente vigentes por 12 meses después que se terminan las obras, labores de desmantelamiento de las oficinas temporales de obra (si aplica), y análisis final de precios presentados por el contratista para la liberación de las posibles órdenes de cambio que existieran durante los trabajos.

Socialización en fase de obra

Desde el punto de vista social y ciudadano, se recomienda mantener una comunicación constante con los usuarios y habitantes del polígono de acción. El área de comunicación social o su equivalente es clave en esta etapa, pues se encarga de socializar el proyecto y dar respuesta a las dudas e inquietudes de la ciudadanía. Se recomienda que la institución acompañe el proyecto al menos desde la fase de recolección de información de campo, explicando a los beneficiarios las actividades de obra que se realizarán, las posibles molestias ocasionadas por las obras, y los beneficios que traerá el proyecto, y que cuente con estrategias de acción para diversas situaciones; en el Bloque D de este manual se encuentran herramientas útiles para el desarrollo de dichas estrategias.

También es recomendable establecer una campaña de comunicación hacia la ciudadanía para difundir la intención y beneficios esperados de los proyectos a implementar, lo cual es de suma importancia para evitar conflictos. Se ha encontrado que los proyectos de calle donde no se toma en cuenta la comunicación social suelen ser concluidos tras muchos conflictos. Esto se puede lograr mediante diversas estrategias, como los medios de comunicación masivos, o estrategias de socialización y participación ciudadana (bloque D).

Es recomendable que se instale un comité vecinal que vigile el desarrollo de la implementación del proyecto, así como la instalación de espacios seguros y accesibles durante la ejecución de trabajos de obra, a través del señalamiento de obra correspondiente.



Imagen. Xalapa, BID, 2014

B5.3 Post-construcción

La post-construcción supone la fase final de los trabajos de proyecto y obra de calle. En esta etapa se realizan las labores finales de cierre y comisionado de sistemas pendientes.

Se debe llevar a cabo una revisión detallada por parte del gerente y/o el promotor del proyecto. En dicha revisión se identifican los posibles desperfectos, asignando responsables y medidas de mitigación, con tiempos definidos para su total reparación. En caso de que existan fallas, se deben coordinar los trabajos de reparación, mediante un nuevo sistema de control y seguimiento y la designación de un nuevo gerente de proyecto.

Una vez validados todos los trabajos de obra, se debe generar un manual final que incluya el registro, el total de la documentación *as-built* (planos de taller, cálculos, entre otros.), garantías, manuales de mantenimiento y/o funcionamiento si aplica, documentación legal, permisos y licencias, así como un listado completo con las personas de contacto con dirección y teléfono de los contratistas, subcontratistas, y suministradores de los materiales. El gerente es responsable de la revisión de la información aportada.

17. Los planos *as-built* son los planos que entrega el gerente del proyecto cuando finaliza la obra. En ellos está la información de los diseños, especificaciones y elementos que se construyeron al término del proyecto, con las modificaciones que surgieron durante la obra.



B6. Monitoreo y evaluación

Una vez realizados los trabajos de construcción y puesta en operación del proyecto, en esta etapa se deben realizar su monitoreo y evaluación. El equipo de trabajo, conformado por el promotor del proyecto, el gestor del proyecto y el responsable de la construcción son los encargados de recopilar toda la información cualitativa y cuantitativa a tiempo real, la cual será contrastada con la prevista antes de la intervención. La información a recopilar también incluye las evaluaciones intermedias o de avance periódica que se debieron realizar durante la ejecución de las obras. Si se alcanzaron los objetivos desarrollados durante la primera etapa de conceptualización (los cuales son operados a manera de criterios en el análisis de datos), se puede concluir que el proyecto fue un éxito.



Imagen. Xalapa, BID, 2014

Se recomienda que la recopilación de la información tenga como base la metodología y criterios identificados en las etapas iniciales de conceptualización, y análisis de datos y contexto. En este sentido, los agentes involucrados pueden referirse a la sección correspondiente para buscar herramientas de utilidad.

La etapa de monitoreo y evaluación permite realizar una gestión integral de la información que permita medir la evolución de indicadores asociados a los objetivos, y contrastar los resultados previos y posteriores a la intervención. De este modo, se pueden obtener conclusiones que sirvan de ajustes, optimización, y mejoras para futuros proyectos y planes de movilidad. Es altamente recomendable que el equipo de trabajo realice estas tareas finales de interpretación de resultados y emisión de conclusiones finales, así como la redacción de lecciones aprendidas.

B6.1 Monitoreo ciudadano

Como principio de actuación, las autoridades tienen el deber de rendir cuentas a la ciudadanía para la que trabajan. De igual modo, la ciudadanía debería exigir la realización de proyectos que respondan a sus necesidades, con información detallada y participando en la vigilancia y desarrollo de los mismos.

Para que la ciudadanía pueda abordar un correcto monitoreo y seguimiento de las acciones gubernamentales, se comparten las siguientes buenas prácticas:

- **Observatorio ciudadano:** existen numerosos casos de éxito de ciudades que han instaurado organismos ciudadanos que se encargan de observar y monitorear los avances de los proyectos promovidos por las autoridades. Un observatorio ciudadano es una institución mediante la cual los ciudadanos pueden estar en contacto directo con las autoridades e involucrarse activamente en las decisiones para la ciudad; las plataformas de observatorios pueden ser físicas (espacio/local con punto de atención e información en la ciudad) o digitales (a través de plataformas web e involucrando redes sociales para la recepción de comentarios y análisis de la información).
- **Bases de datos abiertas:** se recomienda que los resultados adquiridos durante todo el proyecto sean puestas a disposición del público general. Esta apertura de información permite realizar estudios y propuestas posteriores.

B6.2 Lecciones aprendidas

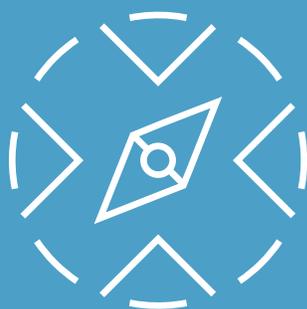
Como se indicó con anterioridad, durante el ciclo de vida de un proyecto de calle se pueden presentar errores en cualquiera de las fases y eventualidades que se recomienda sean documentadas para futuros proyectos. Se recomienda que el conocimiento adquirido durante estas situaciones sea sistematizado y aplicado en situaciones futuras, para mejorar la gestión y el proceso constructivo. La metodología de lecciones aprendidas, de forma general, consiste en cuatro actividades clave: identificación, documentación, diseminación y reuso.

Durante la etapa de identificación, los agentes principales deben analizar la causalidad entre una acción tomada por la gestión del proyecto-obra y un resultado concreto obtenido, principalmente no deseado. Algunos ejemplos pueden ser: “no se socializó el proyecto con los vecinos y hubo oposición organizada a la implementación de la ciclovía”; “el análisis de datos y contexto no contempló la infraestructura subterránea, por lo que los costos de construcción se elevaron”.

La documentación de la lección debe contener las palabras clave para búsquedas futuras: qué fue lo que pasó, qué acciones del equipo gestor fueron adoptadas, cómo se enfrentó el problema, cómo se afectó el costo, tiempo o alcance, y qué se recomienda hacer en un futuro. A pesar de ser estrategia de monitoreo y evaluación, se recomienda que la identificación y documentación de lecciones aprendidas se lleve a cabo tan pronto como ocurra la eventualidad, sin importar la etapa del proyecto.

En un futuro proyecto, las lecciones aprendidas se podrán difundir para que los nuevos gestores del proyecto apliquen las estrategias sugeridas y efficienten el proceso. La manera de comunicar varía con cada administración, desde un buen sistema de indexación hasta documentos para los gestores.

Si las lecciones son correctamente documentadas y difundidas, pueden ser utilizadas. Si la recomendación fue útil o si se tuvo que adaptar, se debe agregar una nota aclaratoria al final. Se aconseja documentar lecciones aprendidas no sólo para eventualidades negativas, pues las positivas también añaden conocimiento.



Proceso de diseño de una vía urbana

C.

¿Qué tipos de calles existen?
¿Cómo identificar la vocación de una vía urbana?
¿Qué principios rigen el diseño vial?

C. Proceso de diseño de una vía urbana

Imagen. Guadalajara, ITDP, 2016



Éste es el bloque central del Manual de calles: diseño vial para ciudades mexicanas. En él se detalla el proceso que se debe seguir para diseñar una vía urbana y se presenta una serie de referentes que las personas responsables de un proyecto vial pueden utilizar para que sus diseños permitan flujos eficientes de personas y mercancías. Al transformar cada calle, estos lineamientos también contribuyen a incrementar la seguridad, tanto vial como ciudadana, fomentar la inclusión e impulsan la sustentabilidad y resiliencia de las ciudades en su conjunto.

Los contenidos del bloque se presentan en una secuencia lógica útil para el proceso de diseño vial. Así, el primer apartado (C1) permite entender la calle en su contexto: la traza urbana y la red vial existentes; el segundo apartado (C2) presenta una serie de principios que facilitan la definición de una visión para la calle; en el apartado C3 se presenta una tipología de calles y una serie de esquemas que permiten entender la vocación de la vía a intervenir a través de su forma, función y uso; en el apartado C4 se presenta una metodología para identificar las mejores soluciones de diseño para la vía; mientras que en el apartado C5 se explica cómo desarrollar un anteproyecto y un proyecto ejecutivo; y en el último apartado del bloque (C6) se presentan los lineamientos técnicos de diseño de manera que respondan a los diferentes usuarios de la vía. Los pasos del bloque C hacen referencia al proceso de diseño vial que propone el manual, mismos que se resumen a continuación:

Contextualización de las calles: traza urbana y red vial. Las calles forman la traza urbana, la forma, función y uso de las mismas guarda una estrecha relación con la ubicación geográfica que éstas tienen o con la utilización que se le da a las mismas en función de la visión de los tomadores de decisiones. En un primer momento es conveniente identificar el lugar de la calle en la traza urbana y cómo facilita la movilidad urbana eficiente de todos los modos de transporte.

Definición de la visión para la calle. Según la vocación actual de la calle, se debe definir la aspiración que se busca para la vía a intervenir bajo principios y criterios que nos llevarán a un diseño vial de calidad. Esto implica, en muchos casos, la necesidad de cambiar la función, forma y uso de una calle; por lo cual requiere de un diseño o rediseño vial que genere una nueva vocación o la implementación de soluciones que tome en cuenta a todos los usuarios de la vía según la jerarquía de la movilidad.

Definición de la vocación de las vías urbanas. La vocación de una vía urbana es el resultado de la relación entre la función, forma y uso de la calle y puede ser establecida o modificada de acuerdo con la visión estratégica que se tenga para la ciudad y sobre la propia calle. Las vías urbanas tienen una doble función: movilidad y habitabilidad. La forma se define según el tipo de vía a intervenir: primaria, secundaria y terciaria, que en su conjunto forman la red vial; y el uso se establece según la ocupación del espacio otorgado para los diferentes usuarios: peatones, ciclistas, usuarios del transporte público, vehículos de emergencia, usuarios del transporte de carga y vehículos particulares, como motocicletas y automóviles. Además, es importante considerar los componentes de una vía y las tipologías de calles establecidas para dar un equilibrio a la relación de la forma, función y uso de una vía.

Creación y evaluación de alternativas. Para plantear las distintas soluciones de diseño a la problemática, se debe tomar en cuenta el presupuesto que se le destinará a la obra y el tiempo disponible para su ejecución, esto definirá el alcance del proyecto. Según el alcance, se propondrán diversos escenarios de diseño o rediseño que consideren el tramo de la vía a intervenir (incluyendo las intersecciones y las instalaciones subterráneas); así como la distribución o redistribución de la vía. Es necesario evaluar las diferentes soluciones planteadas para determinar el diseño o rediseño de la vía a realizar. Para ello se toma en cuenta 1) el alcance definido y 2) el análisis multicriterio de alternativas de solución basado en los criterios y principios de diseño.

Desarrollo de anteproyecto y proyecto ejecutivo. La selección de la alternativa más adecuada al proyecto genera una propuesta de sección geométrica y diseño en planta que debe ser afinada en forma de anteproyecto. En este punto, con este nivel de detalle, se estará en condiciones de tener un diseño más preciso y se podrá hacer una estimación más acotada del monto de inversión. El desarrollo del anteproyecto es una de las etapas necesarias para contar con el proyecto ejecutivo. En este documento se proporciona el conjunto de planos, especificaciones técnicas, detalles constructivos y procedimientos que se han de seguir para llevar a cabo lo propuesto.

Lineamientos de diseño basados en los usuarios. Una vez ponderadas las alternativas se selecciona la solución de diseño o rediseño de la vía que mejor se adecuó al alcance que se tiene contemplado y que considere la nueva vocación de la calle o las soluciones que tomen en cuenta las características y necesidades de todos los usuarios de la vía.

C1. Contextualización de la calle: traza urbana y red vial

En el proceso de diseño o rediseño de una calle, es importante tener clara la relación que tiene la calle a intervenir con las otras vías de la ciudad, así como con los demás elementos urbanos, tales como las zonas habitacionales y equipamiento. La calle forma parte de un sistema complejo, la forma de este sistema condiciona el funcionamiento cotidiano de una ciudad y tiene efectos directos en aspectos tales como su conectividad, movilidad y habitabilidad, entre otros.

Existen distintos tipos de trazas urbanas, las más comunes en las ciudades mexicanas son las de tipo plato roto, la ortogonal y la anular, aunque también es posible encontrar ciudades con una traza lineal o aquellas que responden a la llegada del ferrocarril, en donde las cuadras tomaron origen en los cruces de las vías férreas. Las ciudades pueden tener uno, o más tipos de morfologías; la mayoría de las ciudades tienen más de un tipo de traza urbana.

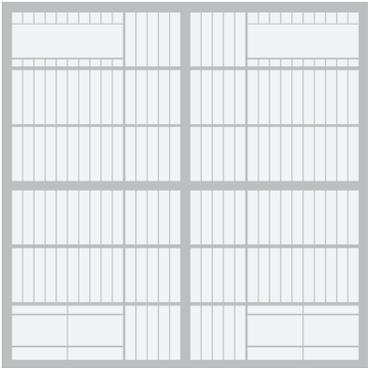
Resulta necesario resaltar que, dentro de la red vial de una ciudad, existen las redes viales peatonal, ciclista, y de transporte público, cada una satisface distintas necesidades, dependiendo el modo de transporte que se elija. La existencia de una red vial no tiene que impedir la existencia de otra, al contrario, el ideal es que convivan y funcionen todas al mismo tiempo. Tal es el caso de por ejemplo la ciudad de Amsterdam, en Los Países Bajos. Una red de calles adecuadamente diseñadas permite la convivencia de todos los modos de transporte y movilidad eficiente.

Imagen. Amsterdam, Open Streets Maps.



Imagen 5. SEMOVI, 2016

Tabla 4. Tipos más comunes de traza urbana en las ciudades mexicanas

PLATO ROTO	RETICULAR	ANULAR
<p>Esta traza urbana es la más irregular y primitiva de las tres formas a describir. Responde a un desarrollo urbano que se dio más rápido que el proceso de planificación, así como a los modos de transporte más utilizados en el momento de su conformación: peatonal y de tracción animal.</p> <p>La traza en plato roto presenta calles con secciones estrechas que favorecen la reducción de velocidad y la creación de redes de espacios públicos que fomentan los modos de transporte no motorizados.</p>  <p>Traza de plato roto, Ciudad de Guanajuato.</p>	<p>En la traza urbana reticular predomina el trazado de las calles en líneas rectas, atravesadas perpendicularmente por otras vías, a distancias regulares que cruzan también de modo perpendicular y generan una cuadrícula. Es común encontrar esta traza en ciudades con herencia colonial.</p> <p>La traza reticular presenta secciones amplias que favorecen el desarrollo de velocidades altas y obliga a adoptar numerosas medidas para la pacificación del tránsito.</p>  <p>Traza ortogonal, Ciudad Nezahualcóyotl.</p>	<p>Esta traza está organizada en torno a un punto, ya sea el centro de la ciudad u otras áreas consideradas importantes. El resultado es que alrededor de este punto se concentran vías importantes formando anillos que facilitan la conexión de la ciudad.</p> <p>Busca mejorar la comunicación entre el centro y la periferia de la ciudad. Es necesario tener en cuenta que este tipo de trazas suelen generar vías urbanas rápidas, sin cruces a nivel que se convierten en “barreras urbanas” que dividen barrios y colonias.</p>  <p>Traza anular, Ciudad de Aguascalientes.</p>

Las trazas urbanas difícilmente pueden modificarse, por lo que es importante conocerlas para organizar la red vial de una ciudad de acuerdo a las distintas vocaciones viales que se hayan generado o que se pretenden propiciar.

La capacidad que tenga la traza urbana para generar viajes urbanos eficientes dependerá de la forma en cómo está organizada su red vial. Esta última aloja en su interior y conecta entre sí, al conjunto de equipamientos, bienes y servicios que forman la propia ciudad, y permite el desplazamiento y conectividad entre las diferentes centralidades o polos de desarrollo (producción, vivienda, educación, recreación, servicios, entre otros).

C2. Definición de la visión para la calle

Una vez que se tiene claro el lugar que ocupa la calle a diseñar o rediseñar dentro de la traza urbana y su red vial, es necesario establecer el conjunto de valores que orientarán las acciones a realizar, es decir los principios de diseño vial urbano, así como las pautas que facilitarán el discernimiento del equipo encargado de realizar los trazos y tomar decisiones. Cada principio genera una serie de criterios que ayudarán a definir cuándo un proyecto está diseñado para propiciar la eficiencia de los viajes urbanos y cuándo no.

C2.1 Principios de diseño vial urbano

Independientemente del tipo de calle a intervenir, los principios a tomar en cuenta para redefinir la vocación de una calle o modificar su forma, función y uso, deben basarse en el objetivo de mover eficientemente personas y mercancías. Al mismo tiempo, en el manual se consideran 4 principios de diseño, que por un lado influyen en la eficiencia de flujos de personas y mercancías y por otro contribuyen a mejorar las condiciones ambientales y sociales de las ciudades. Estos principios son inclusión, seguridad, sustentabilidad y resiliencia; y se explican a continuación:

Inclusión

Las calles deben ser diseñadas para que cualquier persona pueda hacer uso de la misma en igualdad de condiciones. Esto se logra a través del reparto equitativo del espacio, en especial de los usuarios más vulnerables, es decir de los peatones, ciclistas y usuarios del transporte público. A la vez considerar un enfoque de diseño universal para facilitar la movilidad y accesibilidad de toda la población, y no segregativo o exclusivo para las personas con discapacidad. También promover espacios atractivos que generen seguridad e interacción social entre todos los usuarios, con un enfoque que priorice el uso de la calle por parte de niños y mujeres.

Seguridad

Las vías seguras tienen un doble componente. Por un lado, son aquellas donde todos los usuarios, especialmente los más vulnerables, cuentan con un entorno que es tolerante al error humano. Es decir, si alguien comete alguna equivocación al transitar, la probabilidad de que resulte en una lesión o muerte, es baja (seguridad vial). Por otro lado, son un espacio atractivo y activo que aumenta la afluencia de personas, de manera que se consigue la generación de

espacios de convivencia en donde se reduce la posibilidad de que se den delitos y violencia (seguridad pública). De este modo, realizar un proyecto de calle segura implica identificar riesgos potenciales y mediante el diseño, promover conductas adecuadas al entorno urbano, principalmente relacionadas con la velocidad, pero también generar un proyecto funcional y estético que permita aumentar la actividad en la calle.

Sustentabilidad

Las vías sustentables generan entornos para promover la movilidad del peatón, en bicicleta, o el uso del transporte público, y así disminuir el uso excesivo del automóvil. Buscan la reducción del ruido, la mejora en la calidad del aire y la generación de microclimas. Además, estas calles: (1) crean un espacio competitivo y atractivo para soportar la actividad económica, (2) integran los sistemas naturales en todas las escalas, es decir los procesos y materiales naturales, en especial el ciclo del agua y; (3) respetan el patrimonio existente. El proyecto de una calle sustentable implica redistribuir el espacio vial de la manera más adecuada para la vocación definida para la calle, donde además se promueva la mezcla de usos de suelo y la densificación de la ciudad, entre otros factores.

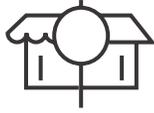
Resiliencia

Aquellas vías urbanas en las que su diseño le permite a la autoridad recuperar la operatividad de la calle después de sufrir eventos catastróficos en el menor tiempo y con el menor costo posible para la sociedad así como para el medio ambiente, y maximicen la capacidad de movilidad para evacuaciones y atención de emergencia, son resilientes. Una calle resiliente cuenta con materiales duraderos, diseños viales flexibles y multimodales, espacios para vegetación y sistemas de drenaje eficientes que usen la capacidad de absorción de los suelos.

Principios que rigen el diseño de calles



Calles incluyentes



Calles seguras



Calles sustentables



Calles resilientes

Los mismos principios que se buscan para un modelo de ciudad son en esencia los propuestos para el diseño de sus calles. Siguiendo estos principios al diseñar o rediseñar una calle, será posible impulsar otros cambios en las ciudades, pues las propuestas conceptualizadas bajo estos preceptos generan una transformación urbana paulatina. Un proyecto de diseño o rediseño sin principios será un proyecto sin sustento, sin ningún tipo de objetivo urbano.

Fomentar el seguimiento de estos cuatro principios al diseñar una calle es una tarea realmente importante. Se debe promover la aplicación de dichos valores hasta en los más pequeños detalles de la calle. Es la única forma de implementar proyectos con una visión integral que faciliten la movilidad eficiente de los habitantes de una ciudad.

C2.2 Criterios de diseño vial urbano

Además de una aspiración basada en principios sólidos, el éxito de una calle como proyecto urbano depende de la implementación de criterios de diseño o rediseño que respondan a los principios propuestos y permita la formulación de estrategias transversales.

Los criterios de diseño no van solos. Retomar cada uno de los cuatro valores propuestos con acciones congruentes a lo estipulado es uno de los elementos clave en la consecución de diseños o rediseños de calidad.

Criterio de diseño vial urbano, como definición, se comprende como aquellas reglas que se aplican para la toma de decisión, de manejo de situaciones y formas de pensar al estar realizando un proyecto de calle.

Se ponen a consideración doce criterios que responden al conjunto de valores previamente establecidos; tres por cada principio. Seguirlos permite construir una base sólida sobre la cual descansan las decisiones de diseño y facilitan el consenso con otros actores ante juicios de valor y opiniones.

Imagen. CDMX, ITDP, 2016





Imagen. Guadalajara, ITDP, 2016

Inclusión

1. Perspectiva de género: Las calles deben tener las condiciones adecuadas para que exista igualdad de género, es decir, elementos urbanos que garanticen que cualquier usuario, preferentemente las niñas y mujeres, pueden acceder, ocupar y usar el espacio público en plenitud de condiciones. Es recomendable que en el proceso de diseño se incluya la participación de mujeres para garantizar que sus necesidades estén reflejadas y resueltas de la manera más eficiente posible.

Ejemplos: Iluminación peatonal, señalamientos horizontales, esquinas accesibles para carritos y la implementación de rutas seguras al transporte público

2. Diseño universal: El proyecto debe garantizar que las circulaciones, materiales, geometrías, señalamientos y elementos complementarios sean diseñados para su usabilidad para el mayor tipo de personas, incluidas las personas con discapacidad, personas con movilidad limitada, con limitación cognitiva, de género, identidad o edad, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado.

Ejemplos: Banquetas o cruces peatonales con rutas continuas sin escalones, pavimento podo-táctil, señalamientos verticales, semáforos audibles, sistemas de orientación intuitivos, información a través de más de dos sentidos, entre otros.

3. Prioridad a usuarios vulnerables de la vía: Factores externos como la velocidad, circulación cercana a vehículos motorizados y ausencia de infraestructura de calidad, hacen más vulnerables a ciertos usuarios, como peatones y ciclistas. A lo largo de la calle se deben incorporar elementos que garanticen su seguridad.

Ejemplos: Cruces a nivel acordes con las líneas de deseo peatonal y ciclista, garantizando tiempos cortos de espera y tiempos suficientes de cruce; infraestructura segregada y elementos de confinamiento como bolardos, respeto a preferencias de paso, garantía de nivel de servicio en superficie, circulación libre de obstáculos, así como espacios iluminados.



Imagen. CDMX, ITDP, 2016

Seguridad

4. Diversidad de usos: Promover a través de reglamentos y normativas una equilibrada combinación entre usos residenciales y no residenciales dentro de la misma cuadra o cuerdas adyacentes. Los desarrollos mixtos y las plantas bajas activas permiten generar una calle atractiva y dinámica a lo largo del día. Contar con más ojos en la calle genera entornos más seguros.

Ejemplos: Fachadas activas con comercios, oficinas y servicios cercanos a las viviendas.

5. Legibilidad: La uniformidad en el diseño y el orden que éste proporciona debe permitir que la calle sea entendida con facilidad por los usuarios de las calles. El diseño debe además ordenar los flujos de los mismos para fomentar una sana convivencia.

Ejemplos: Infraestructura continua como ciclovías de principio a fin en una sección, acompañada de señalamientos horizontales y verticales que facilitan el desplazamiento de todos los usuarios de la vía de manera clara.

6. Participación social: Desde la etapa de diagnóstico y diseño conceptual hasta los detalles arquitectónicos y la implementación, se debe incorporar a los residentes y usuarios de la calle a fin de que se garantice que sus preocupaciones, visión y requerimientos se incorporen adecuadamente al proyecto, para maximizar su nivel de apropiación.

Ejemplos: Mecanismos de participación ciudadana mencionados en el capítulo D de este manual.

Sustentabilidad

7. Conectividad: La calle debe formar parte de una red que conecte de manera eficiente orígenes y destinos mediante la transferencia directa entre modos de transporte. En ese sentido las rutas peatonales deben ser cortas, directas y variadas.

Ejemplos: Las cuadras cortas y edificaciones permeables permiten maximizar la conectividad de peatones y ciclistas.

8. Flexibilidad: La flexibilidad es la capacidad del diseño para adaptarse a cambios en los requerimientos de su funcionamiento. Se deben evaluar los proyectos en su ciclo completo para establecer su costo y beneficio, y tener un diseño flexible genera entre otros beneficios, facilitar adecuaciones futuras a un bajo costo

Ejemplo: Anchos de carriles flexibles desde el principio que respeten normas originales así como medidas que permitan la implementación de carriles confinados no pensados en el diseño original. Diseños a nivel de calle sin barreras permanentes, como muros de contención y pasos a desnivel.

9. Prioridad a la Movilidad Urbana Sustentable (MUS): Las geometrías, operación, materiales y elementos complementarios deben reforzar la pirámide de prioridad basada en los principios de diseño de calles, la vulnerabilidad y los beneficios sociales y ambientales. Incluso en proyectos enfocados en un tipo de usuario, se deben abrir a opciones para las demás.

Ejemplo: Diseños a nivel de calle con velocidad reducida que claramente tienen una vocación peatonal y ciclista.



Imagen. Guadalajara, ITDP, 2016

Resiliencia

10. Calidad: La calle debe contar con materiales de larga duración, buen diseño y acabados, así como mantenimiento adecuado para ser funcional, atractiva estéticamente y permanecer en el tiempo.

Ejemplos: Asfalto que soporte el peso de transporte público y de carga, pintura especial para rodamiento en cebras peatonales, bolardos bien cimentados y resistentes a los posibles impactos, materiales reflejantes en mobiliario urbano, entre otros.

11. Permeabilidad: La calle no debe ser una barrera urbana, todo lo contrario, debe permitir el desplazamiento libre de peatones, ciclistas y otros usuarios de la vía, incluidos vehículos de emergencia. Deben considerarse elementos que contribuyan a esta vocación.

Ejemplos: Cuadras pequeñas, carriles confinados para transporte que, en eventos inesperados como desastres naturales, terrorismo e incendios y otros, pueden utilizarse para vehículos de emergencia, calles de prioridad ciclista y bolardos retráctiles, entre otros.

12. Tratamiento de condiciones climáticas: El proyecto debe incorporar un diseño que permita la recolección e infiltración de agua pluvial y su reutilización en la medida que el suelo y el contexto hídrico de la ciudad lo requiera. Un buen diseño que promueve la movilidad activa y el uso de transporte público es un aliado en la construcción de ciudades bajas en carbono.

Ejemplos: Una paleta vegetal que proteja de altas temperaturas y regule microclimas además de servir de cobijo para peatones, ciclistas y animales.



Imagen. CDMX, ITDP, 2016

Tabla 5. Relación entre Principios y Criterios de Diseño Vial Urbano

Principio	Criterio
Inclusión	Perspectiva de género, diseño universal, prioridad a usuarios vulnerables de la vía
Seguridad	Diversidad de uso, legibilidad, participación social
Sustentabilidad	Conectividad: prioridad para la MUS, flexibilidad
Resiliencia	Calidad, permeabilidad, tratamiento condiciones climáticas: (agua, sequías)

Los criterios de diseño son lineamientos que deben ser respetados para alcanzar el objetivo de mover eficientemente personas y mercancías por las vías urbanas bajo una visión integral. Nos permiten cuestionar y tomar decisiones basadas en argumentos sólidos, buscando dar congruencia al proyecto y promover la inclusión.

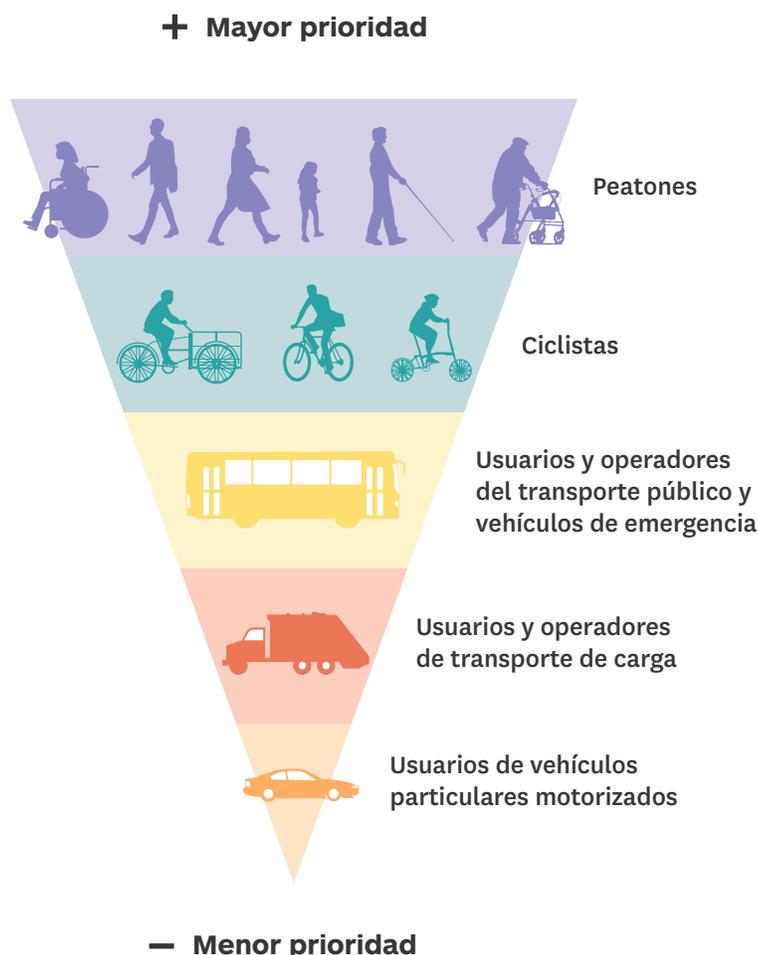
C2.3 Jerarquía de la Movilidad

Para propiciar una visión integral de la calle a intervenir, además de los principios y criterios de diseño vial urbano, es necesario tener en cuenta la jerarquía de la movilidad. Esta clasificación establece las prioridades en la movilidad urbana diaria. Es decir, plantea quién es más vulnerable, quién es menos eficiente y quién es más costoso a la hora de transportarse.

Las participaciones modales de las ciudades también son importantes para establecer dicha jerarquía. En el país en general, la mayor parte de los viajes, tanto laborales como escolares se realizan de manera peatonal y en transporte público.¹⁸ A pesar de ello, son todavía pocas las calles con banquetas amplias o carriles exclusivos de transporte colectivo, y es muy común que las calles se diseñen con una alta prioridad para los vehículos particulares.

La jerarquía de la movilidad es una clasificación que facilita determinar el modo de transportarse que tendrá prioridad en el diseño de la calle (al ser más deseable) y cómo se dará la interacción con los otros modos menos deseables. Bajo esta clasificación todas las personas pueden realizar sus viajes en condiciones inclusivas, de seguridad, sustentabilidad y resiliencia; se debe otorgar prioridad a los peatones y conductores de vehículos no motorizados para propiciar un uso más eficiente e incluyente del espacio vial.

Ilustración 1. Pirámide de la movilidad



18. ITDP México. Invertir Para Movernos (2017). Disponible en: <http://invertirparamovernos.itdp.mx/#/>

C3. Definición de la vocación de las vías urbanas

Una vez que se cuenta con una visión para la calle a intervenir, es necesario tener claro que todas las calles tienen su razón de ser, algo que las hizo aparecer y adoptar su configuración en determinado territorio.

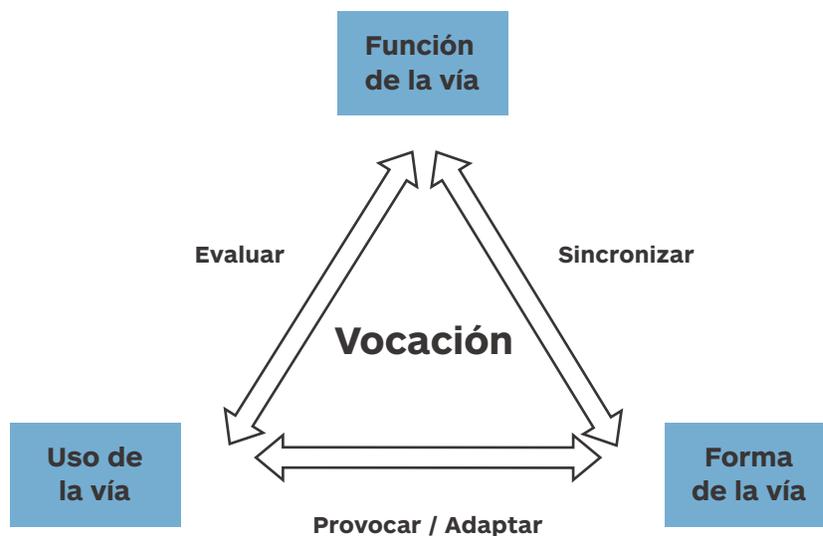
Las personas y vehículos que transitan las calles y desarrollan actividades, tanto en sus espacios peatonales, el arroyo vial y en los predios aledaños, las hacen únicas. Con base en dichas actividades, cada vía urbana tiene una función, forma y uso diferente; la relación balanceada entre estos tres componentes conforma lo que se denomina como vocación.

Como se ha mencionado, la forma en que se construyen nuestras urbes determina las necesidades de movilidad y cómo éstas pueden ser satisfechas, por lo que es necesario que se planee la ciudad y su movilidad de manera conjunta. En muchas ocasiones los planteamientos realizados a través de instrumentos de planeación no responden a las actividades que se desarrollan de manera orgánica en las ciudades y en sus vías. Si estos planteamientos no consideran ciertos factores sociales, económicos, e incluso fenómenos naturales, los planes pueden afectarse.

Por lo anterior es importante construir mecanismos que permitan modificar dichos instrumentos de planeación sin perder la visión que se ha construido para la ciudad en el mediano y largo plazo, así como tomar en cuenta que el diseño o rediseño que se plantea para una vialidad debe ser congruente con el uso orgánico que le da la sociedad a sus urbes y espacios públicos; así como realizar modificaciones basadas en los valores y criterios que le brinden integralidad.

Para estar en condiciones de proponer un diseño o rediseño que responda al dinamismo de la planeación y vida urbana, es necesario entender la vocación de las vías urbanas y comprender de qué manera se da la relación entre la función, la forma y su uso.

Figura 3. Balance entre función, forma y uso



C3.1 Función, forma y uso de las vías urbanas

Función

Los criterios de capacidad y velocidad de flujo han guiado durante muchas décadas la planeación y el diseño de nuestras calles, al asumir que su única función es la del tránsito de automóviles, olvidando de que quienes se desplazan son las personas y las mercancías y que existen otros medios de transporte más allá del automóvil privado.

Esto se ha sustentado bajo el modelo tradicional de nivel de servicio vehicular usado en México, directamente extrapolado del Highway Capacity Manual de la Transportation Research Board (TRB, 2000) cuya primera edición es de 1950 y que fue traducido en los años 60's en México. Esta traducción se ha utilizado por los ingenieros viales con la visión de movilizar el tránsito de automóviles bajo un enfoque carretero, que considera características en las calles que pierden de vista el traslado de las personas y la habitabilidad del espacio público. Este ángulo ha llevado a que la planeación de la movilidad y la del desarrollo urbano se opongan en múltiples ocasiones, además de inducir el tránsito motorizado y con ello generar altos costos sociales ocasionados por los tiempos de traslado, hechos de tránsito¹⁹ y emisiones contaminantes generadas por el uso excesivo del automóvil en las ciudades mexicanas.

A partir de 1940, en muchas ciudades del país se dio lugar a la construcción de calles destinadas exclusivamente al tránsito vehicular, reduciendo los espacios públicos como plazas y parques para la recreación, el descanso o consumo cultural de la sociedad. Esta visión (de capacidad y velocidad de flujo) fue sobreponiendo el tránsito vehicular y supeditando las condiciones de habitabilidad, confort y seguridad tanto pública como vial. Sin embargo, en la actualidad se entiende que las calles tienen dos funciones: movilidad y habitabilidad.

La función de movilidad, la cual podríamos referir a la ingeniería vial, continúa relacionada con la capacidad de la vía. De ahí que una de las formas de diferenciar las vías sea de acuerdo con su flujo vehicular y velocidad. Y redefine a la visión de tránsito para incorporar la movilidad, tanto activa, es decir, peatonal y en bicicleta como en transporte público y de mercancías, que se hace en las calles. Hablar de movilidad y no de tránsito implica un cambio de paradigma que hay que tomar en cuenta: prevé el traslado eficiente de personas y de mercancías, y no exclusivamente de vehículos.

Tabla 6. Funciones de la Vía

Función	Indicador
Movilidad	Mayor capacidad vial, mayor velocidad
Habitabilidad	Mayor acceso a bienes, servicios y actividades estacionarias, menor velocidad

Fuente: Adaptación de ITDP, 2014

Por otro lado, la función de habitabilidad surge de la necesidad de evaluar la eficiencia de una calle más allá de principios clásicos de la ingeniería de tránsito, es decir con criterios que tomen en cuenta características y efectos sociales, geográficos y morfológicos, que pueden (y deben) ser congruentes con el aprovechamiento orgánico que le da la sociedad y los planteamientos realizados en los instrumentos de planeación urbana. Dicha función se ha tomado en cuenta por los diseñadores urbanos al plantear en sus soluciones la escala humana, así como el carácter social y público de las vías.

19. Para fines de este manual "hecho de tránsito" y " accidente de tránsito" son sinónimos, siempre que el concepto de accidente que se use implique que sea prevenible, es decir que use la definición de accidente prevista en la Ley General de Salud: hecho súbito que ocasione daños a la salud, y que se produzca por la concurrencia de condiciones potencialmente prevenibles. Se usa hecho de tránsito para remarcar que debe ser prevenible, considerando que la definición común de accidente es diferente a la de la Ley, es un suceso eventual, y por lo tanto no necesariamente prevenible.

La calle se considera un espacio conector, un lugar de descanso, punto de reunión y de intercambio. Funciona como un factor clave en la conexión y el desarrollo de las actividades urbanas, encuentros sociales cotidianos y eventos especiales. El valor de la calle como lugar público reside en su capacidad de convertirse en un punto de actividad que concentra vida pública.²⁰

Espacios de un alto nivel en su función de habitabilidad coinciden con un uso intensivo del espacio público, lugares de reunión y concentración: entornos de escuelas, hospitales, mercados, usos comerciales, oficinas, centros de barrio o de ciudad y plazas. Por lo anterior, las calles que cruzan estos lugares necesitan reflejar y resolver este uso en su diseño y su operación. El estatus de lugar de las calles no se define sin antes estudiar la zona y consultar con la comunidad y sus residentes.

Espacios de un alto nivel en su función de movilidad, generalmente son calles que permiten un volumen vehicular considerable. El diseño de estas vías, propicia también velocidades más ágiles, ya que canalizan los movimientos de larga distancia para la conexión y distribución de los usuarios de la calle que atraviesan la ciudad, en algunas ocasiones sin detenerse, o bien para distribuir los viajes a otras vías.

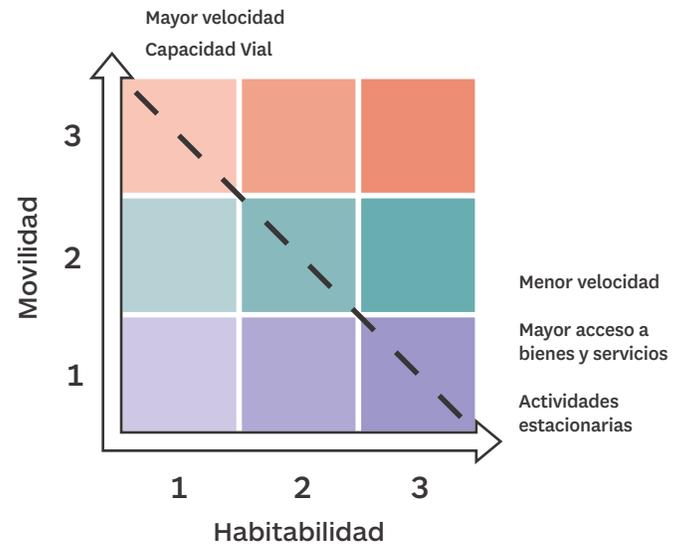
Entonces, a mayor flujo (vehículos por hora) y mayor velocidad (km por hora), la función de la vía se enfoca en la movilidad, mientras que, a mayor acceso de bienes y servicios, y actividades estacionarias²¹ la función se enfoca en la habitabilidad.

Para cubrir las necesidades de los ciudadanos de desplazarse y propiciar la eficiencia de viajes, así como de incentivar la economía, la construcción de tejido social y el disfrute del espacio público, las calles deben cumplir con las dos funciones planteadas en distintos niveles. Reconocerlas en el diseño, y hacerlas compatibles entre sí, es la mejor forma de potenciar la calle y el entorno urbano en el que se encuentra.

Este enfoque multidisciplinario, ayuda a resolver la complejidad en la gestión de los conflictos sociales que surgen de intereses diferentes y actores distintos vinculados con la calle.

Por ello, se recomienda incluir a los involucrados en las distintas etapas de gestión de una calle de manera que se garantice no solo un mejor diseño, sino que es la mejor manera de legitimar un proyecto al beneficiar a todos los usuarios de

Ilustración 2. Función de una vía urbana: Movilidad y Habitabilidad.



Fuente: Adaptado de (Transport for London, 2013)

la vía.

A mayor capacidad vial, mayor velocidad y menor el acceso a bienes y servicios, y las actividades estacionarias que se realicen. En ese caso, el nivel de la función de movilidad de una calle será alto (3); mientras menor sea su capacidad vial y mayores las posibilidades que brinda para tener acceso a bienes y servicios, el nivel de dicha función será medio (2), y cuando se pueda tener mayor acceso a bienes y servicios y realizar más actividades estacionarias, este nivel será bajo (1).

En cambio existen calles con menor velocidad, que propician una menor capacidad vial y un mayor acceso a bienes y servicios y de actividades estacionarias, entendiendo que su nivel de función de habitabilidad es alto (3), mientras menores sean las posibilidades que brinda para tener acceso a bienes y servicios el nivel de dicha función será medio (2); y cuando las posibilidades de acceder a bienes, servicios y el número de actividades estacionarias se reduzca notoriamente dará lugar a un nivel bajo (1).

Es necesario señalar que habrá distintos niveles de función de movilidad (1-2-3) y de función de habitabilidad (1-2-3) que dependen de cómo la vía responde adecuadamente con la forma y uso que tenga, para dar lugar a la vocación de la calle.

20. Para fines de este manual, vida pública se define como la movilidad no motorizada y actividades distintas a la movilidad que se realizan en el espacio público. Un indicador usado en los estudios sobre vida pública mide las actividades estacionarias tanto en volumen como en calidad, contando el volumen de personas paradas o sentadas en la calle (Gehl Institute, 2016).

21. Para fines de este manual se entienden actividades estacionarias las que se realizan en el espacio público sin ser de tránsito o circulación.

Forma

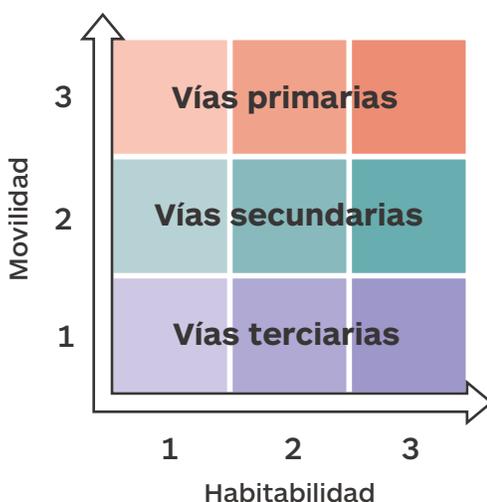
Una vez teniendo en cuenta que las vías urbanas tienen dos funciones: movilidad y habitabilidad, y distintos niveles de dichas funciones, es necesario identificar cuál es la forma de la calle a intervenir para continuar con el proceso de diseño o rediseño vial, es decir, el espacio que ocupa la calle a intervenir en la red vial de una ciudad.

Las vías no funcionan por sí solas, y junto a otros elementos conforman un sistema urbano. La calle que se desee diseñar o rediseñar debe responder al nivel de función de movilidad o habitabilidad que tenga, y al uso que se le da. Más adelante se explica de qué manera se configura el rango que ocupa la calle dentro de un sistema vial.

La forma de una calle se categoriza a través de la jerarquía vial. En México, esta jerarquía se usa cotidianamente en la planeación vial y urbana (SCT, 2016; Sedesol, 2001) que divide la forma de las calles en tres categorías: vías primarias, vías secundarias o colectoras y vías terciarias.

- **Vías primarias.** Son vías de alta capacidad que permiten el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado, entre las distintas áreas de la ciudad.
- **Vías secundarias** (también llamadas colectoras). Son vías cuya función es conectar las vías locales con las primarias. Aunque tienen generalmente una sección más reducida que las calles primarias, son las calles principales dentro de los barrios y colonias por su capacidad vial, pero presentan una dinámica distinta al tener mayor movimiento de vueltas, estacionamiento, así como carga y descarga de mercancías.
- **Vías terciarias.** Con un carácter estrictamente local, su función primordial es brindar acceso a los predios dentro de los barrios y las colonias. Facilitan el tránsito entre la red primaria y colectoras. Los volúmenes, velocidades y capacidad vial son los más reducidos dentro de la red vial y generalmente las intersecciones no se están semaforizadas.

Ilustración 3. Relación entre la función (Movilidad - Habitabilidad) y forma de una vía urbana: Vías primarias, secundarias y terciarias



Fuente: Adaptado de Transport for London, 2015

Así, dependiendo de la relación de la forma con el nivel de función de las vías, se debe plantear su diseño y/o rediseño. Sin embargo, para definir estos últimos, es necesario conocer el tercer elemento en la relación que da lugar a la vocación de una calle: el uso.

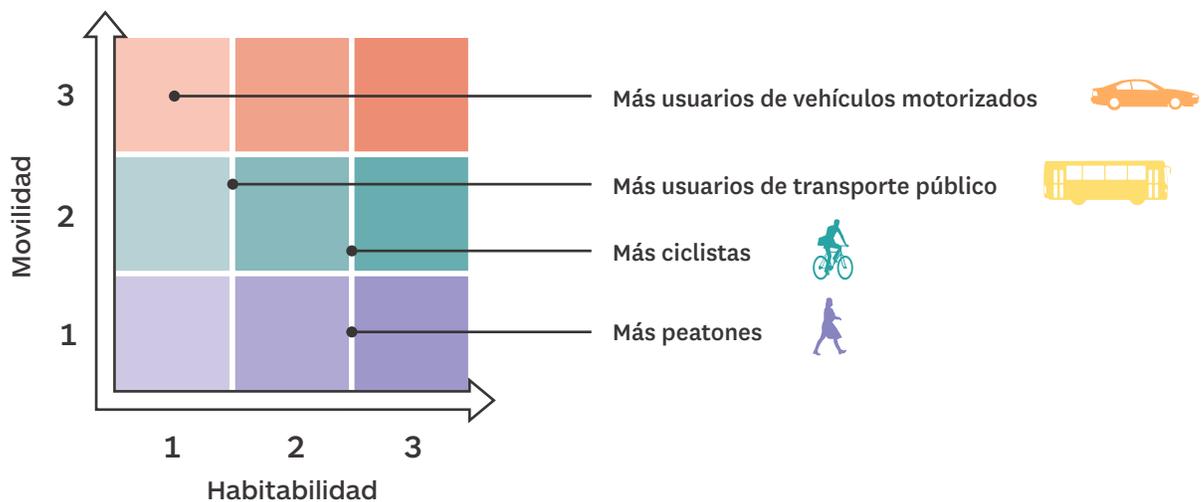
Uso

Al entender que son las personas y las mercancías las que requieren trasladarse eficientemente a través de distintos tipos de vías urbanas y no los vehículos motorizados, este enfoque cambia. El uso de una vía de calidad debe tomar en cuenta las necesidades de quienes la transitan: los usuarios. Es decir, se le llama uso a la utilización prioritaria que se le da a la calle en relación a su nivel de función, de movilidad o habitabilidad, así como a la forma de la vía.

Las calles tienen más de un usuario y el nivel de vulnerabilidad de cada uno, así como el impacto social que generan es distinto según el modo de transporte elegido. Las calles son espacios públicos cada vez más demandados por los diferentes habitantes de las ciudades. Para reducir el impacto y propiciar escenarios de bienestar, es de vital importancia fomentar un uso que satisfaga de manera equilibrada las necesidades de los diferentes usuarios de la calle.

Para otorgarle un uso más equilibrado a las vías urbanas, y tomar en cuenta la vulnerabilidad y los impactos de cada usuario, es necesario retomar las funciones y la forma de la vía. La función de habitabilidad para los usuarios más vulnerables: peatones, ciclistas y usuarios del transporte público, es inversamente proporcional a la función de movilidad (velocidad y capacidad vial).

Ilustración 4. Relación entre la función (Movilidad- Habitabilidad), forma (Vías primarias, secundarias y terciarias); y uso de una vía urbana (usuarios)



Fuente: Adaptado de Transport for London, 2015

La forma, en una vía local que tiene un alto nivel de habitabilidad debe considerar un mayor número de usuarios, y un bajo nivel en su función de movilidad, al tener menor capacidad vial y velocidad. Mientras que en una vía primaria el nivel de su función de habitabilidad para los mismos usuarios se reduce, se incrementa el nivel de su función de movilidad en beneficio de la velocidad y la capacidad de usuarios de vehículos motorizados y transporte público de desplazarse. Es necesario tener en cuenta que el uso del espacio público tiene que ver también con el suelo circundante, no sólo con las características lineales de las calles (Gehl Institute, 2016).

C3.2 Componentes de la sección de una vía urbana

Una vez definida la visión que se busca para la calle a intervenir, su vocación actual, y en su caso la nueva vocación que se le dará con la propuesta de diseño o rediseño, es necesario comprender de qué manera está conformada cualquier vialidad, es decir cuáles son los componentes físicos y de operación que conforman la calle. Resulta necesario que dichos componentes de la vía se ajusten a su vocación, y sean congruentes entre sí.

La calle se conforma por las banquetetas y el arroyo vial. La banqueteta se define como el área pavimentada delimitada por las edificaciones y el arroyo vial, que garantiza la circulación adecuada de peatones. Mientras que, el arroyo vial se define como la franja delimitada por las guarniciones de las banquetetas, en la cual se permite la circulación de los vehículos.

Así mismo, las vías urbanas se conforman por diferentes tramos a lo largo de ella. Cada tramo tiene un empleo distinto y requiere parámetros de diseño diferentes. Pero también cada tipo de calle requiere un tratamiento especial.

En ocasiones la sección de la calle puede ser compartida entre peatones y vehículos a baja velocidad, es decir, una plataforma al mismo nivel transversal y longitudinalmente, donde la distinción entre espacio peatonal y vehicular se hace por medio de bolardos o de mobiliario urbano. Se recomienda que solo se implemente en calles de un carril de circulación o con secciones de máximo 12m de ancho.

Ilustración 5. Componentes de la calle en superficie y subterráneos

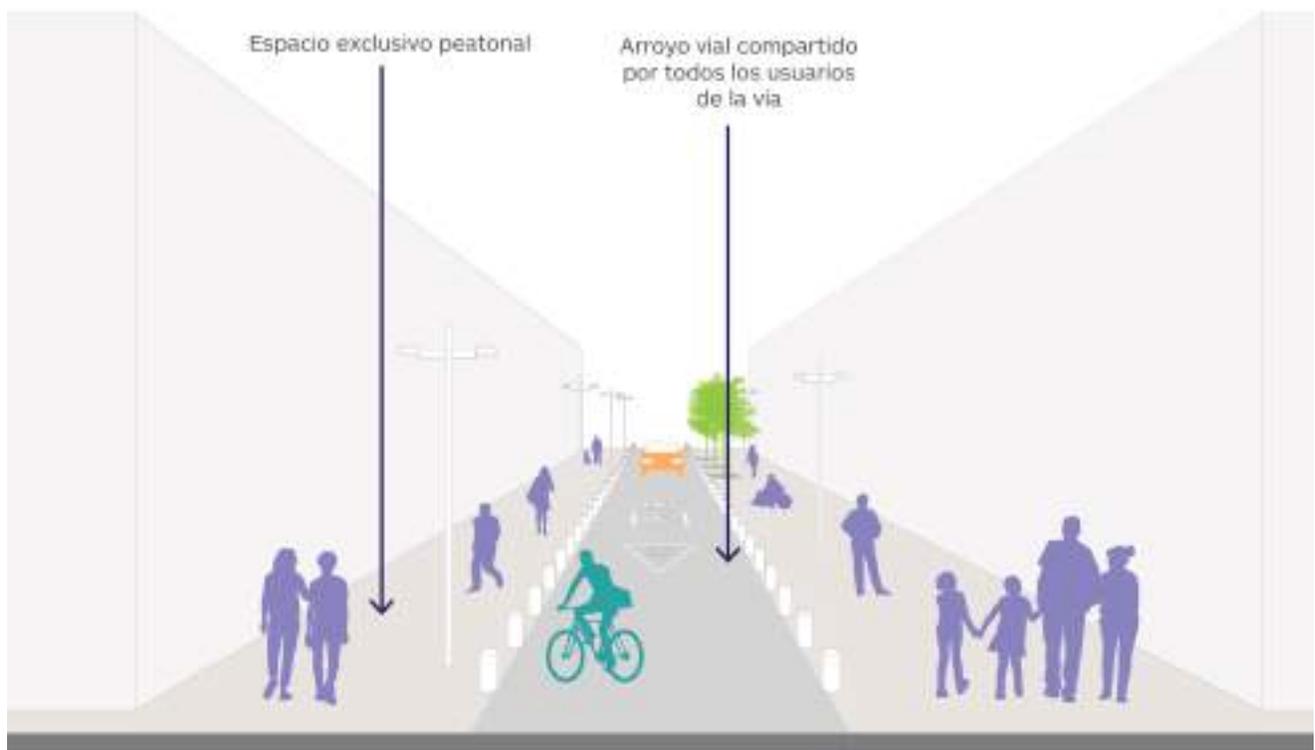


Según la vocación de cada calle, se pueden encontrar dos tipos de componentes físicos:

1. **Componentes en superficie**, que son elementos de sección de calle para cada usuario: peatones, ciclistas, usuarios del transporte público, de vehículos de emergencia y usuarios de vehículos motorizados de carga y particulares.
2. **Componentes subterráneos**, en el subsuelo se incluyen las redes para los servicios urbanos de las ciudades. En la sección 6.7 y 6.8 de este capítulo, se encuentran las especificaciones con respecto a los componentes físicos subterráneos. El soterramiento de las redes de servicios urbanos es una demanda de diversos actores, ya sea por las necesidades técnicas de las propias instalaciones o por el impacto que éstas generan sobre el entorno urbano. Es necesario tomar en cuenta que por cuestiones presupuestarias se recomienda priorizar este tipo de instalaciones en calles emblemáticas y centros históricos de las ciudades.

Además de los componentes en la superficie de la calle se cuentan con los elementos de operación de la calle: estacionamiento en la vía pública, pacificación del tránsito y tratamiento de intersecciones. En la sección 6.4 y 6.5 de este capítulo se encuentran las especificaciones de estos elementos. Esta sección se enfoca en el rediseño de los componentes físicos que están en la superficie para facilitar su comprensión se explican en relación con los distintos tipo de usuarios y tipología de la calle.

Ilustración 6. Plataforma única



C3.2.1 Banqueta

El espacio delimitado de la banqueta (también conocida como vereda o andén) se puede ordenar en franjas longitudinales que permiten localizar los componentes que se encuentran en ella. Esto es importante para tener claro el acomodo de la vegetación, mobiliario urbano e instalaciones colocadas sobre la banqueta y cuidar que no se interrumpa el trayecto peatonal sobre la misma. Para fines de este manual los camellones se incluyen en este apartado por ser un refugio peatonal al cruzar la calle, sin embargo, van situados en el espacio del arroyo vial. Además de funcionar como área de estar para que no se invada la de circulación.

Ilustración 7. Franjas longitudinales de la banqueta

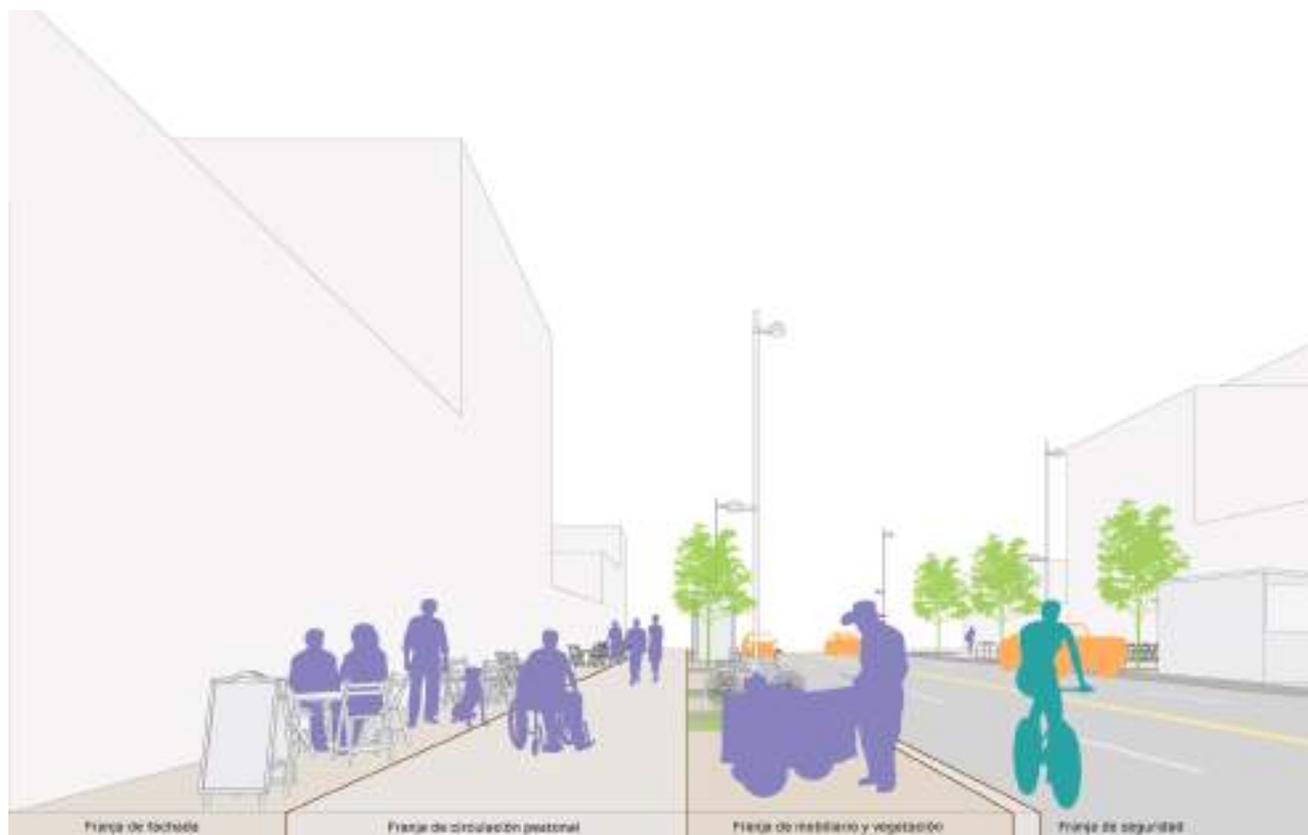


Tabla 7. Componentes longitudinales de la banqueta

Franjas	Áreas específicas
<p>Franja de fachada. Espacio de interacción entre las fachadas de las edificaciones y el espacio de circulación peatonal. Esta franja se reserva para el acceso a los predios, para realizar actividades vinculadas al uso de suelo de la edificación (escaparates, enseres, terrazas, entre otros), además de funcionar como área de estar para que no se invada la de circulación.</p>	<p>Área de acceso a predios. Espacio que se requiere para que las fachadas sean funcionales, en especial para ajustar la altura de la banqueta a la de la fachada, para el funcionamiento de puertas y ventanas, y la colocación de plantas y macetas adosadas.</p> <p>Área de enseres. Espacio destinado a mesas y sillas vinculados con la operación de un establecimiento mercantil dedicado generalmente a restaurante, fonda o comercio vecinal.</p>
<p>Franja de circulación peatonal. Espacio dedicado al paso de peatones comprendido entre las franjas de edificación, de mobiliario y vegetación.</p>	<p>Área de circulación peatonal. Este espacio debe dejarse libre completamente. En el caso de haber sido la banqueta objeto de ampliación, es posible que en medio de la franja de circulación peatonal existan árboles, postes o algún mobiliario que no se pudo mover.</p>
<p>Franja de mobiliario y vegetación. Espacio destinado al acomodo del mobiliario urbano y vegetación (postes para el alumbrado público, señalamientos verticales, dispositivos de control de tránsito, entre otros).</p>	<p>Área verde. Destinado a mantener el suelo sin pavimento para que vivan árboles y plantas, y para la absorción de agua pluvial.</p> <p>Área de mobiliario. Destinado al funcionamiento de actividades relacionadas con el mobiliario, como las paradas de transporte público, el uso de teléfonos públicos, las bancas o los botes de basura.</p> <p>Áreas de infraestructura. Destinado a colocar postes para el alumbrado, cables de electricidad, teléfono, internet, señalamientos verticales, entre otros.</p>
<p>Franja de seguridad. Es el elemento constructivo o de dispositivos de control del tránsito que contiene a la banqueta y la separa del arroyo vehicular.</p>	<p>Guarnición o franja de bolardos. Es el elemento constructivo o de dispositivos de control del tránsito que contiene a la banqueta y la separa del arroyo vehicular.</p>
<p>Franja separadora. Espacio que separa los sentidos de circulación en una vía, delimitado con una guarnición. Las franjas separadoras que no tengan guarnición se considerarán señalamiento horizontal en el arroyo vial.</p>	<p>Área verde en camellón. También es la zona de resguardo para peatones, puede ser transitable por los peatones o puede servir como espacio recreativo, estético o de recarga de agua pluvial.</p> <p>Isla o refugio. Espacio que permite acortar la distancia de cruce para los peatones y canalizar de mejor manera el tránsito.</p>

C3.2.2 Arroyo vial

Tanto el arroyo vial como la banqueta consisten en franjas con funciones y usos diferentes. En el arroyo vial estas franjas se denominan carriles. Los carriles se definen como las franjas longitudinales delimitadas por marcas, y con anchura suficiente para la circulación de vehículos (SCT, 2016). Están diseñados para que los vehículos motorizados de más de dos ruedas sólo puedan circular en ellos en fila. Bicicletas y motocicletas en principio podrían circular compartiendo el carril entre ellas y con vehículos, pero esto depende de la regulación de cada entidad federativa, o en su caso el municipio.

Tabla 8. Componentes longitudinales del arroyo vial

Componentes	Clasificación de componentes
<p>Carriles de circulación general. Carril destinado a la circulación de vehículos.</p> <p>Se encontrarán las especificaciones técnicas en la sección 6.3 de este capítulo.</p>	<p>Carril de circulación. Carril destinado a la circulación de todos.</p>
	<p>Carril de acumulación. Carril destinado para el resguardo de vehículos que requieren realizar un giro a la izquierda o derecha sobre una vía.</p>
	<p>Acotamiento. Espacio contiguo a los carriles vehiculares no destinado al uso de vehículos mas que en circunstancias excepcionales. Se presenta sobre todo en las zonas suburbanas por urbanizarse con oportunidad de convertirse en banquetas.</p>
<p>Carriles de circulación ciclista exclusiva. Carriles destinados de manera exclusiva al tránsito de bicicletas (ITDP, 2011; CdMx, 2016).</p> <p>Se encontrarán las especificaciones técnicas en la sección 6.2 de este capítulo.</p>	<p>Ciclovías unidireccionales. Carriles exclusivos y confinados para bicicletas al lado derecho de la vía y en el mismo sentido que la circulación vehicular.</p>
	<p>Ciclovías bidireccionales. Carriles exclusivos y confinados para bicicletas en ambos sentidos.</p>
	<p>Ciclocarriles. Carriles exclusivos para bicicletas señalizados con pintura o dispositivos para el control del tránsito muy ligeros.</p>
<p>Carriles para transporte público. Carriles destinados a la circulación exclusiva o preferente de vehículos de transporte público (NACTO, 2015).</p> <p>Se encontrarán las especificaciones técnicas en la sección 6.3.3 de este capítulo.</p>	<p>Carril exclusivo en extrema derecha. Carriles exclusivos para autobuses con grados distintos de separación, permitiendo en ellos el ascenso y descenso de pasajeros, o para la carga y descarga de mercancías en horarios determinados.</p>
	<p>Carril exclusivo central o en la extrema izquierda. Carriles exclusivos generalmente confinados para autobuses. Permiten un alto nivel de servicio del transporte público en especial en calles con alta congestión.</p>
	<p>Carril exclusivo de transporte público compartido con bicicletas. Carriles exclusivos para autobuses y bicicletas, al lado derecho de la vía y en el mismo sentido, espacio que comparten ambos vehículos.</p>
<p>Franja de estacionamiento. Espacio destinado a la detención temporal de vehículos o ampliación puntual de banqueta para uso de servicios.</p> <p>Se encontrarán las especificaciones técnicas en la sección 6 de este capítulo.</p>	<p>Área de estacionamiento general. Espacio destinado al estacionamiento de vehículos. Pueden ser estacionamiento en batería o en cordón (Ver sección 5. Señalamiento). El estacionamiento puede ser gratuito o tener una tarifa por su uso.</p>
	<p>Área de servicios especiales. Espacio destinado a la detención temporal de vehículos particulares, sitios de taxis, y para el ascenso y descenso de pasajeros. Pueden ser vehículos particulares, de transporte público o transporte privado, así como cicloestaciones.</p>
	<p>Área de carga y descarga. Espacio destinado a la carga y descarga de mercancías, en horarios determinados.</p>

C3.2.3 Componentes de la superficie por tipo de usuario

Durante el diseño y rediseño de la calle, se requieren tomar decisiones con respecto a los componentes que utiliza cada usuario sobre la vía. El uso de espacios que constituyen de la vía depende de la tipología de calle que se elija intervenir. Identificarlos permitirá incluir a todos los usuarios y dar respuesta específica a los principios y criterios de diseño vial urbano antes mencionados. La siguiente tabla enumera las posibilidades de elección de los componentes de la vía con respecto a cada tipo de usuario.

Estos componentes constituyen la totalidad de la sección transversal de la superficie de una calle de paramento a paramento. El reparto o la distribución del espacio vial, dependerá de la vocación de la calle que se busque alcanzar. Es necesario considerar que la calle se compone de diferentes tramos a lo largo de ella. Cada tramo tiene un empleo y requiere parámetros de diseño diferentes. Pero también cada tipo de calle requiere un tratamiento especial.

Ilustración 8. Componentes de la superficie por tipo de usuario

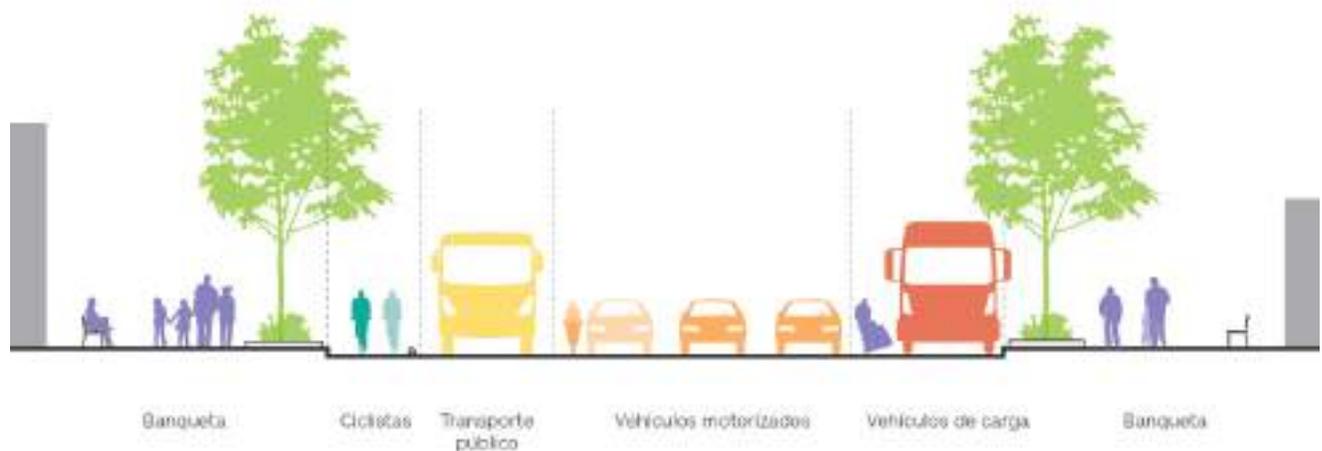


Tabla 9. Componentes por tipo de usuario

Usuarios	Componentes de la vía	Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	Vehículos particulares	Carriles de circulación genl. con un ancho de 3 m máx.	
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m		Carriles de circulación genl. con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m		Carriles de circulación general en una Zona 30	
	Plataforma única		No aplica	
	Camellón o faja separadora	Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
Carril de circulación general	Entre carril vehicular y ciclovía			
Carril compartido ciclista	En ambos lados de la vía			
Ciclocarril	De manera orgánica			
Ciclovía por cordón de estacionamiento	No aplica			
Ciclistas	Ciclovía por confinamiento	Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	
	Carril bus-bici		En vías transversales	
	Transporte público	Carril de circulación general	No aplica	
		Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía
		Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía		En el extremo izquierdo de la vía
Carril exclusivo en contraflujo		No aplica		
No aplica				

C3.3 Tipología de calles

Hasta este momento, la visión de la calle a diseñar debe estar sustentada por el conocimiento de la vocación actual de la calle según su función, forma y uso; así como de los elementos que la conforman. En este apartado se propone una categorización de nueve tipos de calles que resultan del proceso de conciliación entre la forma, los niveles de función y uso de las vías mexicanas y los límites de velocidad que propiciarán calles inclusivas, seguras, sustentables y resilientes.

Resulta necesario implementar estrategias de diseño y operación vial que tomen en cuenta la inevitabilidad de los errores humanos al transitar por las vías urbanas. La tipología propuesta pretende facilitar la generación de redes viales seguras y que propicien el cumplimiento de la ley, para garantizar la proyección de la vida e integridad física de las personas, así como la distribución equitativa del espacio público. El diseño vial puede evitar comportamientos de conducción riesgosos, además de contribuir a diversificar el uso de las calles, convirtiéndolas en lugares para estar y no solo para transitar.

Principio de seguridad vial

Estipular velocidades máximas en las vías urbanas es imprescindible para promover una seguridad vial entre los usuarios pues conforme aumentan las velocidades a las que transita una persona, su capacidad de procesar la información de su entorno se reduce. En términos visuales, el campo de la visión periférica es menor en una persona cuanto más rápido viaja.

A su vez, la velocidad a la que viajan los automóviles es inversamente proporcional a la probabilidad de sobrevivir a un hecho de tránsito, especialmente los usuarios más vulnerables: peatones o ciclistas. Esto se debe a que no cuentan con la protección de la carrocería y bolsas de aire, por lo que un golpe a más de 30 km/h tiene un potencial mortal que incrementa exponencialmente conforme aumenta la velocidad (DOT Chicago, 2013).

Ilustración 9. Posibilidades de una persona de sobrevivir a distintas velocidades

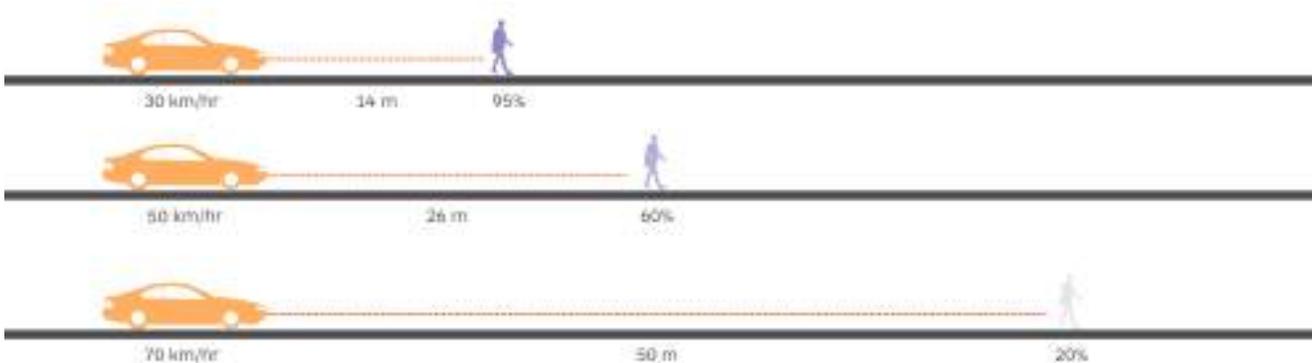
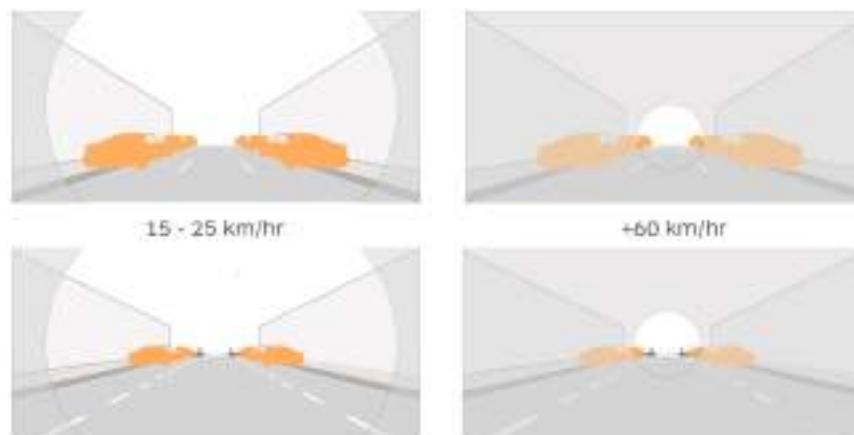


Ilustración 10. Visibilidad

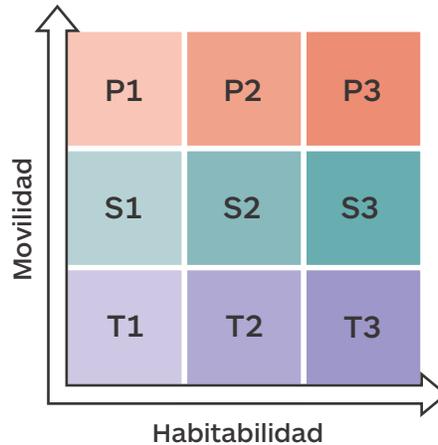


Estos dos hechos sustentan la necesidad de estipular niveles de velocidad de acuerdo con el tipo de vía. Sin embargo, se ha demostrado que los límites de velocidad permiten propiciar un uso incluyente y seguro para todos los usuarios de las calles, en especial en las áreas urbanas centrales, sin alterar el volumen vehicular de las vías. A menores velocidades, mayor seguridad para todos los usuarios de la vía, en particular peatones y ciclistas.

Esquema de tipología de calles

Para explicar los distintos tipos de calles es conveniente usar un esquema que permita entender y comunicar las características de cada una. Se utilizará un código que consiste en una letra y un número. La letra P corresponde a vías primarias, la letra S a vías secundarias y la T a calles terciarias. Lo anterior se refiere a los niveles de la función de movilidad de las calles. Los números 1, 2 y 3 corresponden entonces a los niveles de la función de habitabilidad de la vía.

Ilustración 11. Tipología de calles mexicanas

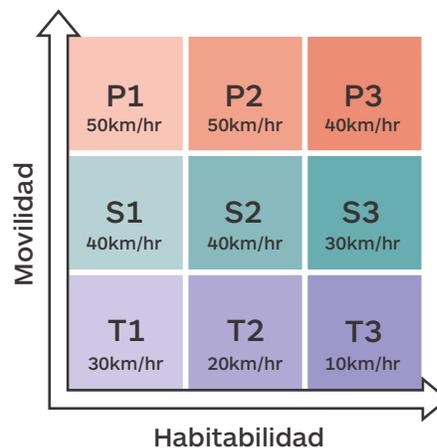


Fuente: Adaptado de Transport for London, 2015

Es necesario recordar que el crecimiento de la mancha urbana, la propuesta de regeneración de una zona, o el deseo de que la calle tenga un nuevo papel en el esquema de movilidad de la ciudad pueden llevar la necesidad de cambiar la forma, función o uso de la vía urbana. Esto implica tomar una de las dos decisiones de diseño: 1. Hacer un cambio en la vocación de la calle o 2. Implementar soluciones que tomen en cuenta a todos los usuarios de la vía conservando la vocación actual de la vía.

A continuación, se muestran los nueve tipos de vías urbanas para los entornos en México. Esta tipología de calles ha sido adaptada de un estudio realizado por *Transport for London*, donde se caracterizan las calles dentro de la ciudad dependiendo de su vocación conformada por la función, forma y uso de las vías. Esquematizar cada tramo de calle con respecto a estos tipos ayuda a entender con más precisión el espacio vial y las estrategias que se pueden realizar para el rediseño de las calles.

Ilustración 12. Velocidad para cada tipo de vía



Fuente: Adaptado de Transport for London, 2015

P1 Primarias con nivel de habitabilidad 1

Descripción

Son vías primarias de circulación continua, generalmente de acceso controlado. Por ejemplo, los accesos a ciudades, libramientos, calzadas, viaductos y vías en áreas sin urbanizar. Por lo que actualmente se consideran barreras urbanas artificiales pues fracturan la dinámica urbana de las zonas donde se construyen y una vez implementadas, regularmente requieren de tratamientos que no priorizan a los usuarios más vulnerables como la construcción de puentes peatonales para cruzarlas.

Las vías tipo P1 normalmente tienen doble sentido de circulación y están compuestas por más de tres carriles en cada cuerpo, en ellas predomina la función de movilidad sobre la de habitabilidad. Algunas de las P1 se han visto rebasadas por el cambio en los usos de suelo y el aumento de la habitabilidad, lo cual ha ocasionado que más personas transiten por este tipo de calles y se requiere una adaptación en la velocidad y en la configuración de la calle en las que actualmente se propician velocidades de hasta 80 km/h, incluso estipulándose en los reglamentos de tránsito. Sin embargo, al circular a esta velocidad se presenta un 95 % de posibilidad morir en un hecho de tránsito, por lo que el MCM recomienda evitar el diseño de estas vías.

Velocidad máxima recomendada

50 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

Antes que implementar vías de circulación continua o acceso controlado en las zonas urbanas, este manual recomienda alternativamente, implementar otras estrategias que permiten hacer más eficiente la circulación de una vía en términos de operación como priorizar el transporte público, una vez establecido que la función de la movilidad debe centrarse en las personas y no en el número de vehículos en circulación.

Si aun así se desea implementar una vía P1, en el diseño debe considerarse el tratamiento especial a nivel de calle para los usuarios vulnerables: peatones y ciclistas, y en los tramos en donde se encuentre la mínima presencia de vivienda.

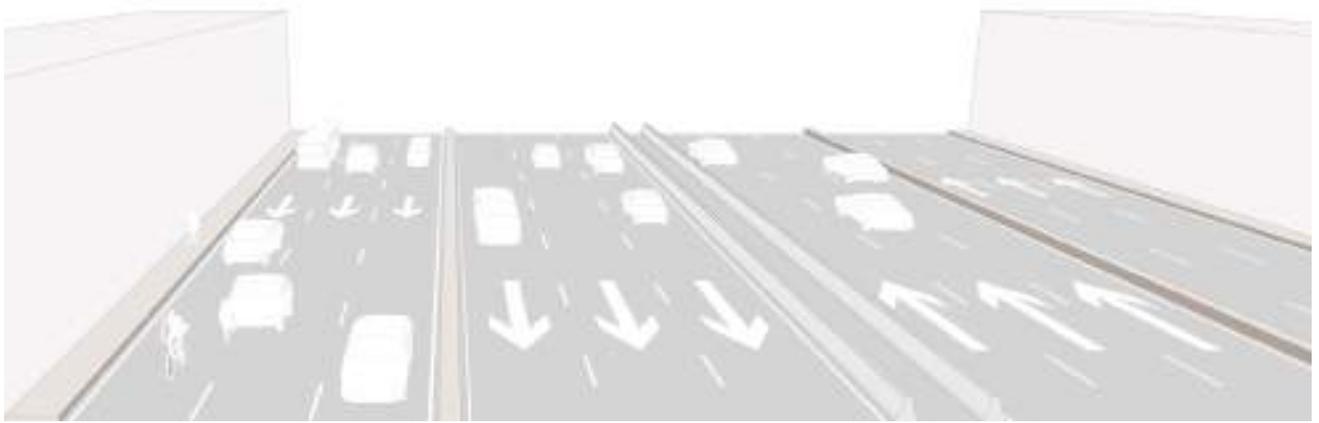
Es importante resaltar que los carriles centrales de estas vías difícilmente pueden ser rediseñados para que cuenten con mayor habitabilidad pero es posible modificar el comportamiento de los vehículos con dispositivos de control de tránsito u otras políticas complementarias como son las fotomultas. En ese sentido, el rediseño en estas vías debe encaminarse a las vías laterales, proporcionando facilidades de desplazamiento a peatones, ciclistas y usuarios del transporte público.

P1. Elección de componentes de la vía

Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	✓
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	
Ciclistas	Carril de circulación general	
	Carril compartido ciclista	
	Ciclocarril	
	Ciclovia por cordón de estacionamiento	
	Ciclovia por confinamiento	✓
	Carril bus-bici²²	✓
Transporte público	Carril de circulación general²³	✓
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	
Vehículos particulares	Carriles de circulación gral. con un ancho de 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovia	
	En ambos lados de la vía	
	De manera orgánica	
	No aplica	✓
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	
	En vías transversales	
	No aplica	✓
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	

Ilustración 13. Primarias con nivel de habitabilidad 1 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



22. Cuando las restricciones de espacio no permitan un carril exclusivo para bicicletas.

23. Cuando sea posible implementar una ciclovía.

P2 Primarias con nivel de habitabilidad 2

Descripción

Son vías primarias que atraviesan subcentros urbanos, las cuales facilitan la conectividad de las distintas zonas de la ciudad, presentan cruces semaforizados. Por ejemplo, los ejes viales.

Las P2 generalmente son de doble sentido aunque en algunos casos se ha optado en convertirlas a un solo sentido. Cuando son bidireccionales generalmente tienen un camellón central y llegan a tener más de tres carriles de circulación por cada cuerpo. Cuando son unidireccionales llegan a tener más de cuatro carriles, por lo cual no se recomienda convertir las bidireccionales en unidireccionales pues se corre el riesgo de generar demanda inducida y aumentar el tránsito de vehículos particulares, además, el estacionamiento está restringido.

En ellas también predomina la función de movilidad sobre la de habitabilidad pero se tiene un mayor nivel de habitabilidad que en las P1, al presentar cruces.

Velocidad máxima recomendada

50 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

Cuando se desee implementar una P2, es deseable tomar en cuenta la estrategia de Calle Completa²⁴, en la que se otorga un espacio para todos los usuarios de las vías. Se deben considerar los cruces a nivel de calle, excluyendo los puentes peatonales de este diseño, ya que priorizan la circulación de los automóviles sobre la de los peatones, especialmente usuarios vulnerables, como adultos mayores y personas con alguna discapacidad motriz, entre otros.

Al conectar las zonas de la ciudad, las P2 son normalmente elegidas para la circulación del transporte público y de carga, pero también son elegidas para la circulación ciclista, por lo que se debe rediseñar priorizando a los usuarios vulnerables y poniendo mucha atención en el tratamiento de las intersecciones que suelen ser demasiado amplias. Adicionalmente, se recomienda aprovechar la ampliación de la banqueta para colocar vegetación.

P2. Elección de componentes de la vía

Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	✓
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	
Ciclistas	Carril de circulación general	
	Carril compartido ciclista	
	Ciclocarril	
	Ciclovia por cordón de estacionamiento	
	Ciclovia por confinamiento²⁵	✓
	Carril bus-bici²⁶	✓
Transporte público	Carril de circulación general	
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carriles exclusivo en el extremo izq. de la vía²⁷	✓
	Carril exclusivo en contraflujo²⁸	✓
	No aplica	
Vehículos particulares	Carril de circulación con ancho de 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovia	
	En ambos lados de la vía	
	De manera orgánica	
	No aplica	✓
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	
	En vías transversales	✓
	No aplica	
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía²⁹	✓
	No aplica	

Ilustración 14. Primarias con nivel de habitabilidad 2 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



24. Para más información, consultar la Guía de Calles Completas en: <http://ceci.itdp.mx>

25. Si se implementara el carril de transporte público exclusivo en el extremo izquierdo de la vía.

26. En vías bidireccionales con transporte público de mediana demanda.

27. En vías bidireccionales con transporte público de alta demanda.

28. En vías unidireccionales con transporte público de mediana demanda.

29. Cuando se implemente un carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía.

P3 Primarias con nivel de habitabilidad 3

Descripción

Son vías primarias claves para la movilidad de la ciudad con cruces semaforizados y que concentran los orígenes y destinos generadores del mayor porcentaje de viajes de la ciudad. Por ejemplo, las avenidas principales y bulevares que funcionan como la columna vertebral de la ciudad.

Las P3 tienen doble sentido separados normalmente por camellones y pueden tener hasta tres carriles de circulación por sentido o tres cuerpos de dos carriles separados por camellones en el caso de los bulevares, tienen banquetas amplias. En ellas predomina la función de movilidad aunque existe mayor presencia de acceso a comercios y servicios y actividades estacionarias.

Velocidad máxima recomendada

50 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

En este tipo de vías también es deseable que se considere la estrategia de Calle Completa, asignando carriles exclusivos al transporte público que generalmente tiene mucha demanda, al igual que a la infraestructura ciclista. Las banquetas requieren ser amplias para mantener el nivel de servicio considerando el alto flujo peatonal concentrado por los puntos atractores de viaje y por las estaciones de transporte público.

Aunque los reglamentos de tránsito prohíben el estacionamiento en las vías primarias, en vías como esta suele llevarse de manera irregular, lo cual resulta en un espacio subutilizado que puede aprovecharse para promover el acceso de más personas mediante la redistribución del espacio para peatones, ciclistas y usuarios del transporte público. Sin embargo, esto requiere proveer de áreas de ascenso y descenso de pasajeros sobre la vía, así como áreas para la carga y descarga de mercancías en las calles transversales a la vía.

P3. Elección de componentes de la vía

Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	✓
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	
Ciclistas	Carril de circulación general	
	Carril compartido ciclista	
	Ciclocarril	
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	
	Ciclovía por confinamiento³⁰	✓
	Carril bus-bici³¹	✓
Transporte público	Carril de circulación general	
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía³²	✓
	Carril exclusivo en contraflujo³³	✓
	No aplica	
Vehículos particulares	Carriles de circulación con un ancho de 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovía	
	En ambos lados de la vía	
	De manera orgánica	
	No aplica	✓
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	
	En vías transversales	✓
	No aplica	
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía ³⁴	
	No aplica	

Ilustración 15. Primarias con nivel de habitabilidad 3 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



30. Si se implementara el carril de transporte público exclusivo en el extremo izquierdo de la vía.

31. En vías bidireccionales con transporte público de mediana demanda.

32. En vías bidireccionales con transporte público de alta demanda.

33. En vías unidireccionales con transporte público de mediana demanda.

34. Cuando se implemente un carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía.

S1 Secundarias con nivel de habitabilidad 1

Descripción

Son vías secundarias que conectan las calles terciarias con la red primaria de la ciudad, su función es coleccionar flujos por lo que generalmente cada colonia tiene una vía representativa. Presenta en su mayoría cruces semaforizados. Por ejemplo, avenidas con industrias, oficinas, bodegas, fábricas y grandes áreas comerciales combinadas con usos residenciales.

Las S1 tienen doble sentido separados por camellones generalmente con dos carriles de circulación por cada cuerpo; cuando son unidireccionales presentan hasta cuatro carriles, tres de circulación efectiva más un carril de estacionamiento además, de contar con su par vial. En ellas predomina la función de movilidad sobre la de habitabilidad.

Velocidad máxima recomendada

40 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

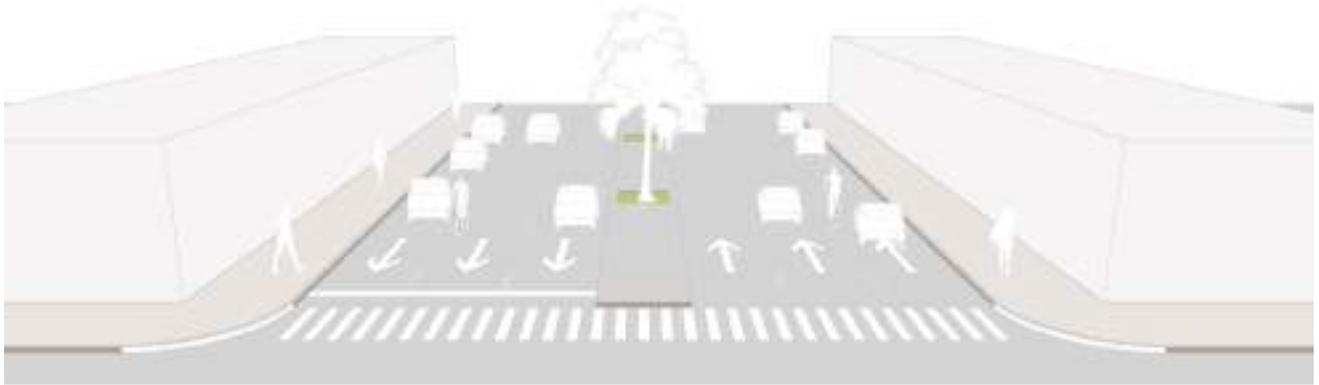
Como son vías colectoras con velocidades altas se recomienda que la infraestructura ciclista se utilice el carril de estacionamiento para implementar ciclovías por cordón de estacionamiento contemplando el espacio de la zona neutral para la apertura de puertas vehiculares. Suelen tener rutas de transporte público en carriles generales de circulación vehicular por lo que hay que considerar el ascenso y descenso de pasajeros, así como la implementación de áreas de carga y descarga.

S1. Elección de componentes de la vía

Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	✓
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	✓
Ciclistas	Carril de circulación general	
	Carril compartido ciclista	
	Ciclocarril	
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	✓
	Ciclovía por confinamiento	
	Carril bus-bici	
Transporte público	Carril de circulación general³⁵	✓
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	
Vehículos particulares	Carriles de circulación con un ancho de 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovía	✓
	En ambos lados de la vía	
	De manera orgánica	
	No aplica	
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	✓
	En vías transversales	
	No aplica	
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	

Ilustración 16. Secundarias con nivel de habitabilidad 1 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



35. Cuando se implemente una ciclovía por cordón de estacionamiento.

S2 Secundarias con nivel de habitabilidad 2

Descripción

Son vías secundarias que conectan las calles locales con las vías primarias, y con algunos de sus cruces semaforizados. Por ejemplo, las avenidas y calles principales con usos de suelo mayormente residenciales.

Las S2 pueden ser de uno o de doble sentido, en el primer caso cuenta con una par vial y en el segundo los sentidos son delimitados mediante marcas en el pavimento. Tienen hasta dos carriles de circulación vehicular efectiva y el estacionamiento es permitido en ambos lados de la vía. Presentan usos residenciales, comerciales, y mixtos en su minoría, todos de baja densidad.

Velocidad máxima recomendada

40 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

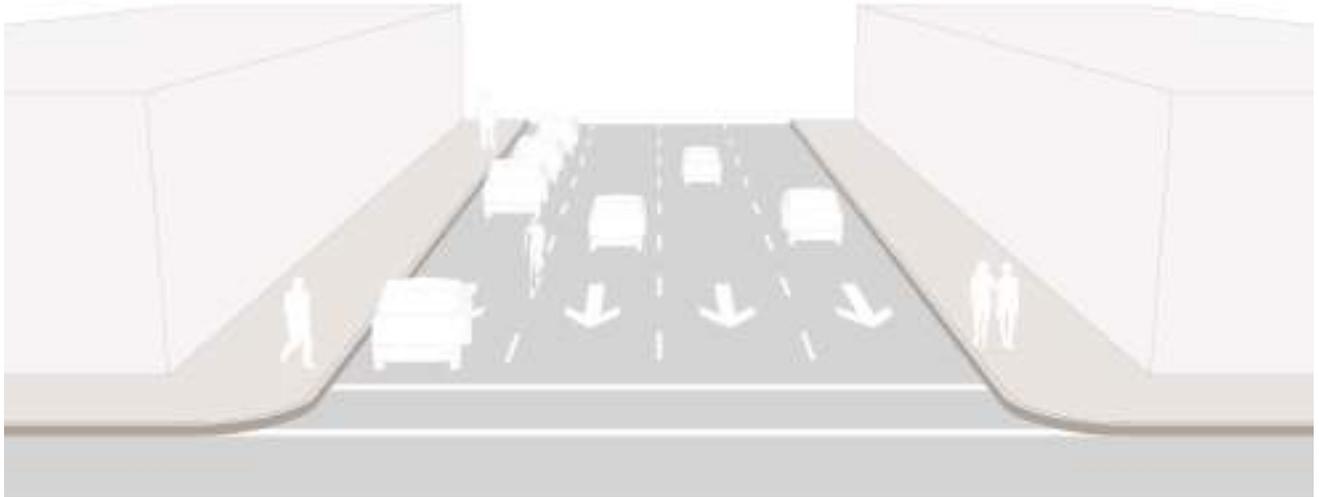
Si se implementaran ciclocarriles se debe tener presente el espacio de la zona neutral para la apertura de puertas vehiculares. Para hacer más seguras las intersecciones, se recomienda implementar extensiones de banquetas (orejas). Suelen tener rutas de transporte público en carriles generales de circulación vehicular por lo que hay que considerar el ascenso y descenso de pasajeros, así como la implementación de áreas de carga y descarga.

S2. Elección de componentes de la vía

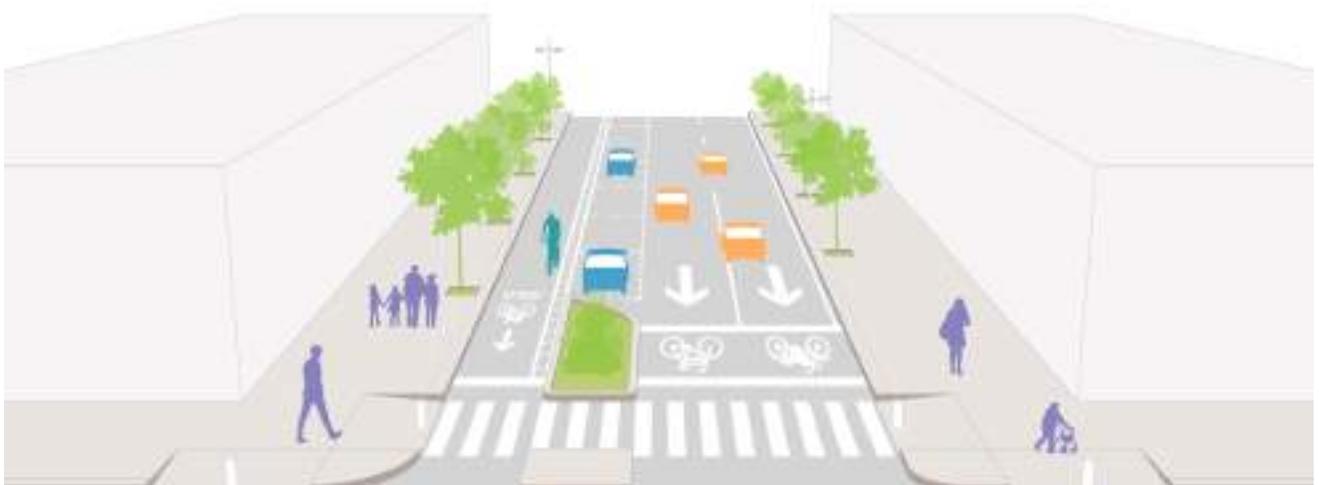
Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	
	Banqueta con ancho de al menos 4 m	✓
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	✓
Ciclistas	Recomendable: Carril de circulación general	
	Carril compartido ciclista	
	Ciclocarril	✓
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	
	Ciclovía por confinamiento	
	Carril bus-bici	
Transporte público	Carril de circulación general	✓
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	
Vehículos particulares	Carriles de circulación con ancho de 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovía	
	En ambos lados de la vía	✓
	De manera orgánica	
	No aplica	
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	✓
	En vías transversales	
	No aplica	
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	

Ilustración 17. Secundarias con nivel de habitabilidad 2 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



S3 Secundarias con nivel de habitabilidad 3

Descripción

Son vías secundarias que mantienen su forma como colectoras pero con un alto uso de la vía como espacio público. Generalmente con cruces semaforizados, como las avenidas y calles principales con usos de suelo mayormente comerciales.

Las S3 son generalmente de doble sentido, delimitados mediante camellones. Tienen hasta dos carriles de circulación vehicular efectiva y el estacionamiento es permitido en ambos lados de la vía, pero a diferencia de las S2, presentan usos comerciales, residenciales y mixtos de mediana y alta densidad.

Velocidad máxima recomendada

30 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

Estas calles demandan mucho espacio para caminar, andar en bicicleta y para usar el transporte público. Por lo que se recomienda ofertar infraestructura y equipamiento peatonal, ciclista y de transporte público. El comercio generalmente es a escala de ciudad y con zonas atractoras de viajes que tienen que preservar su forma de vía colectoras, por lo que se recomienda regular el estacionamiento con parquímetros. De igual manera, se pueden implementar estrategias de pacificación del tránsito como reductores de velocidad, extensiones de banquetas (orejas) y chicanas.

S3. Elección de componentes de la vía

Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	
	Banqueta con ancho de al menos 4 m	✓
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	✓
Ciclistas	Carril de circulación general	✓
	Carril compartido ciclista	✓
	Ciclocarril	
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	
	Ciclovía por confinamiento	
	Carril bus-bici	
Transporte público	Carril de circulación general	✓
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	
Vehículos particulares	Carriles de circulación con ancho de 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación gral en una Zona 30	✓
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovía	
	En ambos lados de la vía	
	De manera orgánica	
	No aplica	
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	✓
	En vías transversales	
	No aplica	
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	

Ilustración 18. Secundarias con nivel de habitabilidad 3 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



T1 Terciarias con nivel de habitabilidad 1

Descripción

Son vías terciarias que dan acceso a los predios. Sus cruces se semaforizan sólo en intersecciones con vías tipo S. Por ejemplo, las calles locales convencionales.

Pueden ser de doble sentido, generalmente tienen cuatro carriles, dos de circulación y dos de estacionamiento. Cuando son unidireccionales regularmente no tienen camellón, son delimitados por marcas en el pavimento.

En ellas se presentan en su mayoría usos residenciales.

Velocidad máxima recomendada

30 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

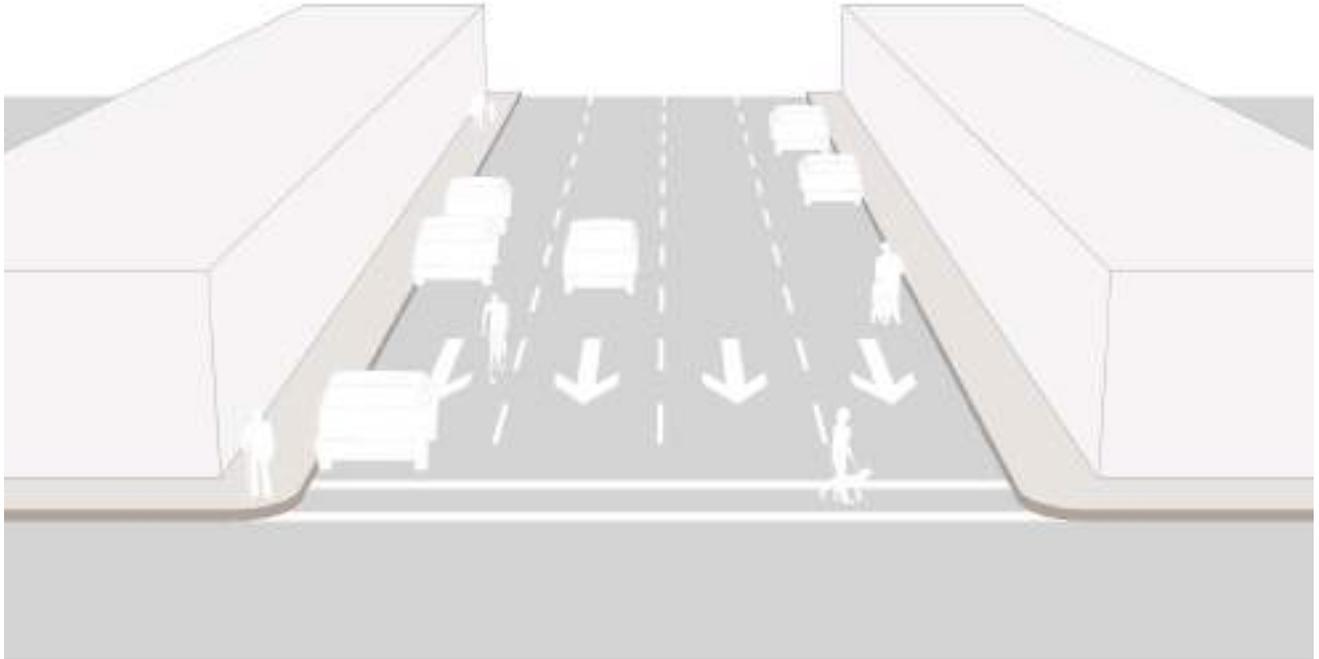
Estas calles configuran un gran porcentaje de la red vial en las ciudades, sirven de acceso a predios en colonias centrales y barrios consolidados donde el flujo peatonal asciende de moderado a alto por lo que demanda el uso de banquetas por parte de negocios y residentes, así como la demanda de estacionamiento. Al mantener una velocidad baja, los ciclistas no requieren de un espacio de circulación segregado. La presencia de estacionamiento se puede aprovechar para diseñar el estacionamiento en batería o a 30°, con un tratamiento de calle en zigzag para asegurarse que se mantenga la velocidad baja.

T1. Elección de componentes de la vía

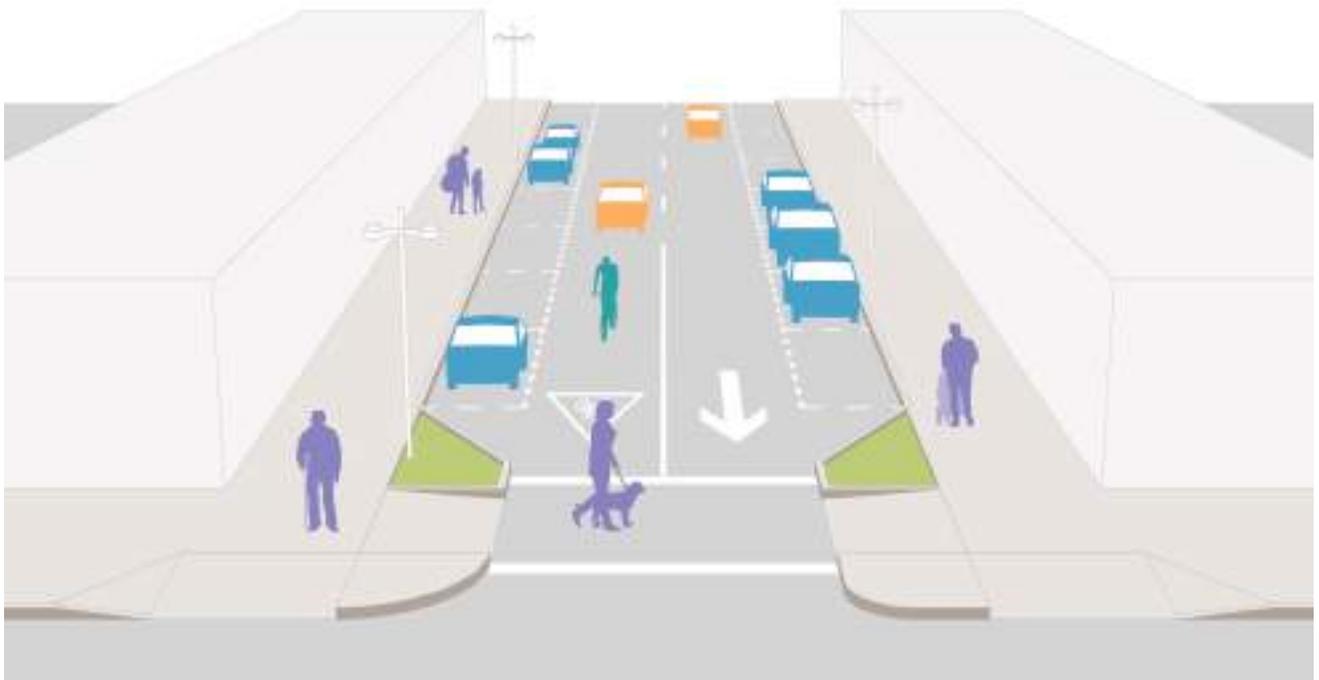
Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	✓
	Plataforma única	
	Camellón o faja separadora	
Ciclistas	Carril de circulación general	✓
	Carril compartido ciclista	✓
	Ciclocarril	
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	
	Ciclovía por confinamiento	
	Carril bus-bici	
Transporte público	Carril de circulación general	
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	✓
Vehículos particulares	Carriles de circulación con un ancho de 3 m máx.	
	Carril de circulación con ancho de 2,50 a 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación general en una Zona 30	✓
	No aplica	
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovía	
	Recomendable: En ambos lados de la vía	
	De manera orgánica	
	No aplica	
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía	✓
	En vías transversales	
	No aplica	
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	

Ilustración 19. Terciarias con nivel de habitabilidad 1 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



T2 Terciarias con nivel de habitabilidad 2

Descripción

Son vías terciarias que dan acceso a los predios de zonas de usos comerciales y mixtos. Sus cruces se semaforizan sólo en intersecciones con vías tipo S. Por ejemplo, las calles compartidas o de prioridad peatonal.

Las T2 son de un sólo sentido, pueden tener más de dos carriles pero no todos son usados para la circulación, pues normalmente el estacionamiento es permitido en ambos lados de la vía. En ellas predomina la función de habitabilidad sobre la de movilidad, pues presenta una densidad de moderada a alta y/o en las que hay usos de suelo mixtos: comerciales y de servicios con usos habitacionales.

Se recomienda que este tratamiento se impeme en algunas calles locales de centros de barrio.

Velocidad máxima recomendada

20 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

Se debe considerar un tratamiento de plataforma única para priorizar a los peatones y ciclistas. En este tipo de vía el vehículo particular debe tratarse como un invitado, por lo que se recomienda reducir los carriles vehiculares para reducir la velocidad. Las intersecciones pueden resolverse con la premisa de uno por uno, exceptuando los cruces con vías secundarias o primarias en caso de presentarse el escenario, los cuales deben semaforizarse.

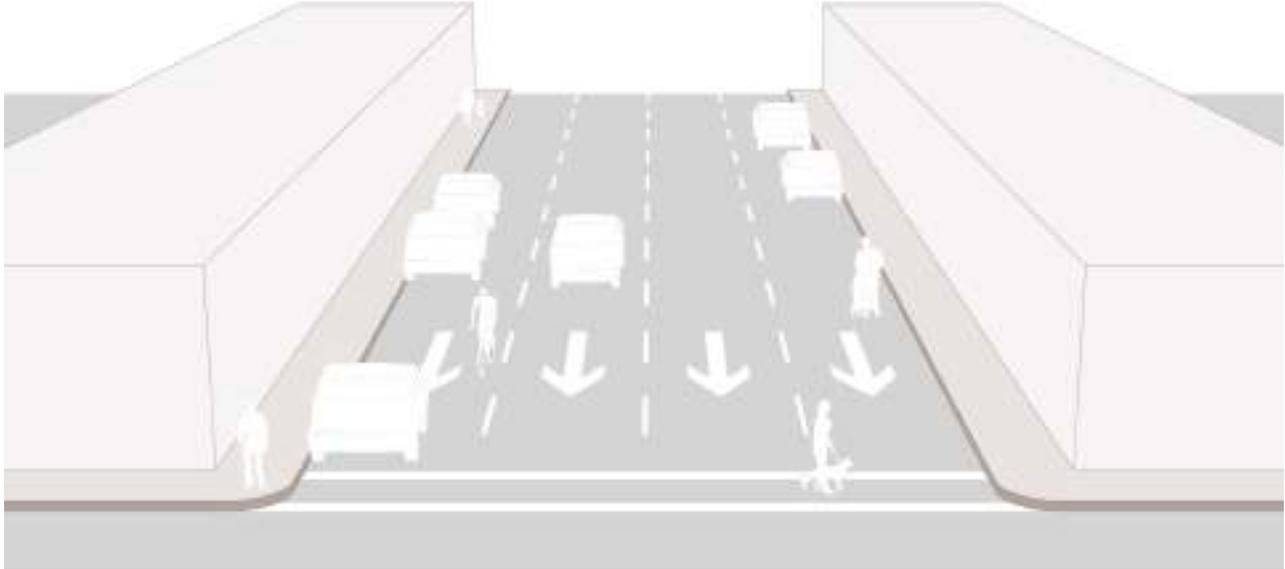
Como estrategia para las calles mayor presencia de comercios, se recomienda que en el espacio de estacionamiento aledaño a la guarnición se coloquen parklets para generar áreas de estancia.

T2. Elección de componentes de la vía

Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	✓
	Camellón o faja separadora	
Ciclistas	Carril de circulación general	
	Carril compartido ciclista	✓
	Ciclocarril	
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	
	Ciclovía por confinamiento	✓
Transporte público	Carril de circulación general	
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	✓
Vehículos particulares	Carriles de circulación con un ancho de 3 m máx.	
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	✓
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
Estacionamiento	No aplica	
	En el extremo derecho de la vía	✓
	Entre carril vehicular y ciclovía	
	En ambos lados de la vía	✓
	De manera orgánica	
Áreas de carga y descarga	No aplica	
	En el extremo derecho de la vía	✓
	En vías transversales	
Áreas de ascenso y descenso	No aplica	
	En el extremo derecho de la vía	✓
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	

Ilustración 20. Terciarias con nivel de habitabilidad 2 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



T3 Terciarias con nivel de habitabilidad 3

Descripción

Son vías terciarias que dan acceso a los predios de zonas en su mayoría de uso residencial pero donde se pueden encontrar usos comerciales y mixtos. Sus cruces se semaforizan en intersecciones con vías tipo S. Por ejemplo, las calles peatonales, callejones, privadas, cerradas y malecones.

Las T3 normalmente son tratadas a nivel de calle, no cuentan con banquetas y restringen la circulación de vehículos particulares o estipulan horarios para los vehículos de servicio. Son las de mayor función de habitabilidad pero sin dejar de tener la de movilidad.

Velocidad máxima recomendada

10 km/hr

Consideraciones de diseño y rediseño

En este tipo de vía, es posible restringir el tránsito general o de los no residentes para fortalecer la identidad social, la seguridad vial y los niveles de servicio peatonales, por lo que la plataforma única con áreas restringidas para vehículos o calles completamente peatonales son una opción. No es necesario colocar señalamiento horizontal que defina los cruces, ya que los peatones pueden cruzar en cualquier espacio y momento.

Se recomienda incluir mobiliario urbano de descanso y vegetación, así como considerar la entrada de los vehículos de servicio y emergencia.

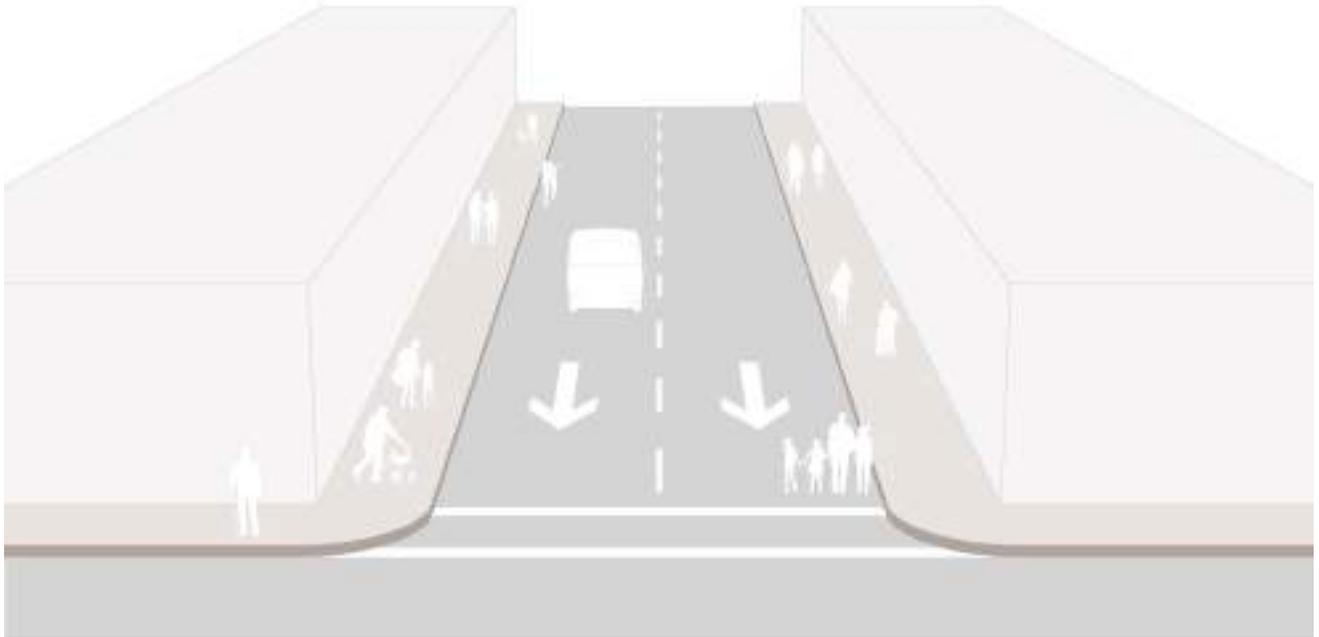
Los ciclistas pueden utilizar estas calles, compartiendo el espacio con los peatones siempre y cuando se desplacen a una velocidad baja y desmonten su vehículo en espacios exclusivamente peatonales.

T3. Elección de componentes de la vía

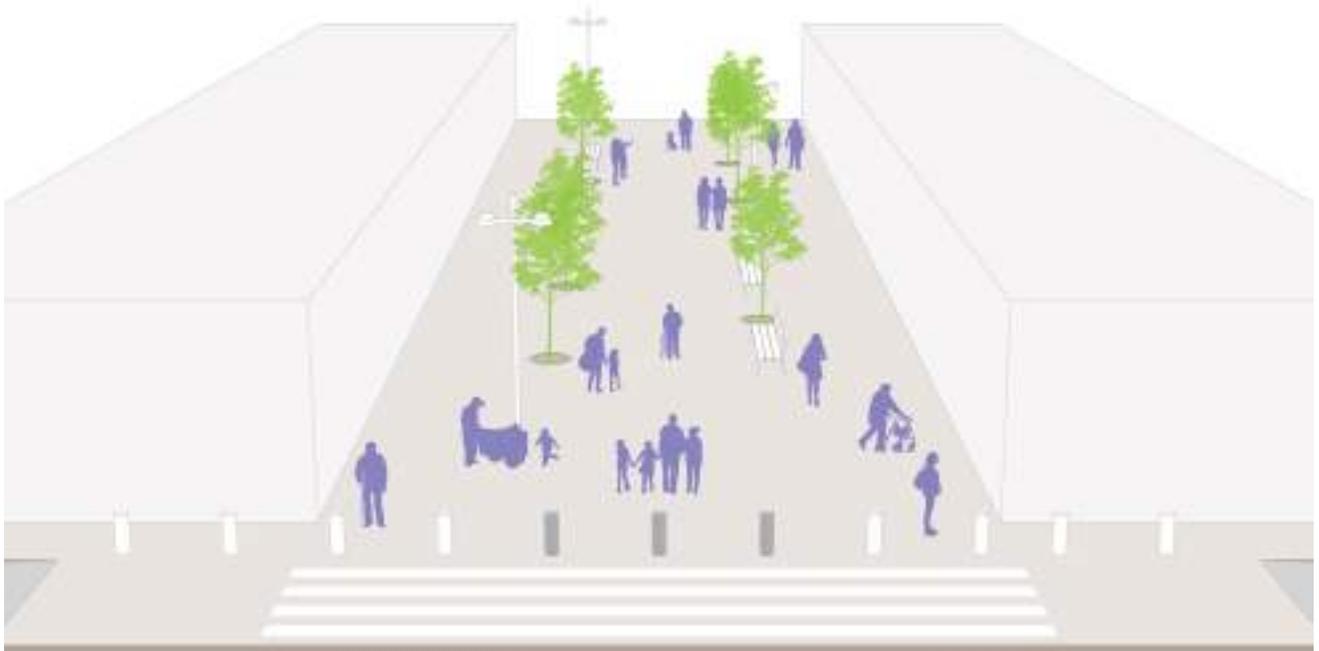
Usuarios	Componentes de la vía	
Peatones	Banqueta con un ancho > 4 m	
	Banqueta con un ancho de al menos 4 m	
	Banqueta con un ancho de 3 a 4 m	
	Plataforma única	✓
	Camellón o faja separadora	
Ciclistas	Carril de circulación general	✓
	Carril compartido ciclista	
	Ciclocarril	
	Ciclovía por cordón de estacionamiento	
	Ciclovía por confinamiento	
	Carril bus-bici	
Transporte público	Carril de circulación general	
	Carril exclusivo en el extremo derecho de la vía	
	Carril exclusivo en el extremo izquierdo de la vía	
	Carril exclusivo en contraflujo	
	No aplica	✓
Vehículos particulares	Carriles de circulación con un ancho de 3 m máx.	
	Carriles de circulación con un ancho de 2,50 a 3 m máx.	
	Carriles de circulación general en una Zona 30	
	No aplica ³⁶	✓
Estacionamiento	En el extremo derecho de la vía	
	Entre carril vehicular y ciclovía	
	En ambos lados de la vía	✓
	De manera orgánica	
	No aplica	
Áreas de carga y descarga	En el extremo derecho de la vía ³⁷	✓
	En vías transversales	
	No aplica ³⁸	✓
Áreas de ascenso y descenso	En el extremo derecho de la vía	
	En el extremo izquierdo de la vía	
	No aplica	✓

Ilustración 21. Terciarias con nivel de habitabilidad 3 actual y recomendaciones

Actual



Recomendaciones



36. Excepcionalmente cuando se establecen horarios o el acceso es exclusivo para residentes.

37. Únicamente deben considerarse en calles peatonales con usos comerciales.

38. No son necesarias en calles con usos residenciales.

C4. Planteamiento de alternativas, análisis y justificación de la alternativa seleccionada

Una vez que se cuenta con una visión para la calle a intervenir, es necesario tener claro que todas las calles tienen su razón de ser, algo que las hizo aparecer y adoptar su configuración en determinado territorio.

Una vez reunida la información, analizados los problemas que tiene una calle, contextualizado el proyecto y definida la visión y vocación que debe tener la misma, como parte del proceso de diseño, se deben plantear alternativas que permitan considerar todas las dimensiones geométricas del proyecto de acuerdo a la tipología de la vía. El proceso de planteamiento de alternativas permite conceptualizar mejor el proyecto y generar todos los escenarios de solución que permitan dar un buen fundamento técnico al proyecto. El proceso de planteamiento de alternativas permite diseñar la mejor solución técnica y considerar el plazo y presupuesto de cada una de las soluciones.

Es importante destacar que en esta fase las alternativas deben tener un desarrollo a nivel conceptual, donde única-

mente se defina la geometría básica de la calle que tenga incidencia sobre la operación de la misma. En ningún caso el planteamiento de alternativas debe incluir el desarrollo del diseño hasta niveles más precisos, de lo contrario el proceso de evaluación de posibles caminos consumirá demasiado tiempo.

Una vez generadas las alternativas de diseño, se procede a analizar y evaluar cada una para identificar factores o indicadores cuantitativos y cualitativos. La comparación de estos aspectos se incluye en una matriz multicriterio que permite comparar las alternativas tanto de manera objetiva como de percepción. Esta matriz es un instrumento que permite facilitar la labor de justificación de la alternativa seleccionada.

C4.1 Planteamiento de alternativas

Para definir la solución a la problemática, es necesario generar diversos diseños conceptuales de diseño o rediseño que consideren la sección transversal y el tramo de la vía a intervenir, es decir, el diseño en planta. Estas alternativas de diseño deben estar alineadas con los principios generales de diseño de las calles y con la vocación previamente definida. De acuerdo con lo anterior, de manera sintética en el planteamiento de alternativas se deben considerar los siguientes aspectos:

a) Sección transversal. De acuerdo a la vocación definida se deben proponer alternativas de sección transversal para la calle. En este punto, si la vocación es la de generar una calle con mayores dimensiones de banquetas porque se ha identificado un gran volumen de peatones y una anchura de banqueta reducida en la fase de diagnóstico, o porque se pretende que la calle cumpla un papel decisivo en una red de espacios públicos, se debe buscar un aumento de sección de banqueta en detrimento de otros modos de transporte.

b) Tramo a intervenir o diseño en planta. Una vez formuladas las alternativas de sección con las diferentes propuestas de configuración del proyecto, se debe proceder a generar el planteamiento de propuestas de diseño para uno de los elementos clave dentro del diseño de calle: las intersecciones.

El planteamiento de propuestas de diseño de las intersecciones debe considerar la jerarquía de las vías que se intersectan y la necesidad de adecuar su uso para dar prioridad a los modos no motorizados. Del mismo modo se debe analizar en planta otros puntos clave en el proceso de diseño como medidas de calmado del tránsito, la configuración de las áreas de estacionamiento, la ubicación de las áreas de carga y descarga y otros elementos como vegetación, alumbrado y mobiliario urbano. En este punto conviene también observar los usos en los paramentos de la calle con el fin de evaluar las posibilidades de colocar enseres por parte de los locales comerciales, contar con accesos a estacionamientos o cualquier otro uso que pueda afectar la operación de la calle.

c) Condicionantes del proyecto. Los principales son plazo y presupuesto, desde un inicio, en la generación de propuesta o alternativas se debe considerar la restricción en plazo y presupuesto. Bajos presupuestos y plazos cortos son una constante en la elaboración de proyectos.

Para la generación de alternativas de diseño es necesario contar con el diagnóstico de la situación actual y la definición de la vocación y visión de la calle. A partir de ahí, se considera el tramo, punto o conjunto de puntos que deben ser proyectados. Una vez definidos, de acuerdo al bloque B, se generan las propuestas de diseño para la sección transversal.

C4.1.2 Definición de la sección transversal

La sección transversal en el diseño o rediseño de un proyecto, se refiere a la representación gráfica de todos los componentes que se encuentran en el ancho de la vía a intervenir dentro de los paramentos de la calle. Se representa como un corte transversal de la calle. A diferencia de la extensión longitudinal, la sección transversal debe definirse con base en la identificación de la vocación actual y la que se pretende lograr.

Aunque en la representación gráfica deba ser completa, en el momento de conceptualizar el proyecto en los términos explicados en el bloque B, se habrá definido el alcance de la intervención, que puede ser un alcance completo para la calle, es decir, la modificación o intervención completa sobre la sección, o bien la solución de aspectos puntuales o parciales sobre la misma como la ampliación de banqueta sobre la franja de estacionamiento.

C4.1.3 Distribución y redistribución de la sección de la calle

Dependiendo de la longitud de la intervención inicialmente contemplada, se debe realizar una tramificación por segmentos homogéneos. Es decir, si la intervención es larga, es normal que se presenten diferentes secciones. Sobre los tramos similares se deben tomar secciones representativas y definir una propuesta para cada uno de ellos; en lugar de manera secuencial, se recomienda seguir con los siguientes pasos:

a) Medir la sección completa existente

La sección transversal de una calle se compone de banquetas, arroyo vehicular, carriles confinados o exclusivos para autobús, infraestructura ciclista, áreas de carga y descarga y franja de estacionamiento. Es necesario realizar una medición a detalle de la sección y los elementos que la componen. La medición debe realizarse con instrumentos topográficos o con cinta de manera manual. Se recomienda hacer siempre la medida en campo y medir varias secciones representativas por tramos en los términos en los que anteriormente se ha detallado. Se recomienda hacer una medición precisa de los elementos de separación en los términos a continuación:

Tabla.10 Medición sección existente

Situación actual (m)								
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Carril vehicular 1	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 2	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 3	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
2.20	0.20	3.30	0.10	3.30	0.10	3.30	0.20	2.20

Total	14.90
--------------	-------

b) Redistribuir el espacio o proponer la distribución de espacio

Una vez definida la sección de la calle de acuerdo con los criterios de diseño generales previamente especificados, realizado el análisis y definido la vocación, se procede a la distribución de los elementos de la sección (en casos de nueva vialidad), o bien la redistribución de la sección (en casos de calles existentes).

Es importante tomar en cuenta la información de capítulos anteriores al redistribuir el espacio vial, así como los lineamientos de diseño con base en los usuarios. Para facilitar esta distribución y la puesta en marcha de todas las ideas que surjan a partir de lo revisado, se sugiere comenzar por la banqueta, después decidir si se implementará infraestructura ciclista, elegir el tipo de carril para el transporte público si es que hubiese, y finalmente los carriles vehiculares. Si se plantea el estudio de carriles de circulación, se estaría condicionando el desarrollo de la propuesta desde el punto de vista de satisfacer exclusivamente los requerimientos de tránsito del usuario del automóvil, ignorando las funciones de movilidad y habitabilidad que tiene la vía.

El dimensionamiento de cada uno de los elementos que configuran la sección obedece a los procedimientos metodológicos establecidos en la sección 6 de este capítulo; con ayuda de la sistematización de medidas y la metodología incluida en la sección 6 de este bloque, se generará el primer escenario de diseño o rediseño óptimo o situación deseable:

Tabla 11. Redistribución deseable de sección

Situación deseable										
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Ciclovía	Raya delimitadora de carril	Confinamiento	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 1	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 2	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
3.10	0.20	2.00	0.10	0.40	0.10	3.00	0.10	2.60	0.20	3.10

Total	14.90
--------------	-------

El planteamiento de alternativas considerará situaciones intermedias o alternativas en la configuración motivadas por los principales problemas o condicionantes identificados en el diagnóstico. Como se ha mencionado, estas decisiones deben tomarse con base en la tipología de calles, contemplando los componentes físicos de la superficie por tipo de usuario y los de operación.

Tabla 12. Escenarios posibles

Escenario 1										
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Ciclovía	Raya delimitadora de carril	Confinamiento	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 1	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 2	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
3.10	0.20	2.00	0.10	0.40	0.10	3.00	0.10	2.60	0.20	3.10

Total	14.90
--------------	-------

Escenario 2										
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Ciclovía	Raya delimitadora de carril	Buffer ciclista para apertura de puertas	Raya delimitadora de carril	Carril de estacionamiento 1	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 1	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
3.50	0.20	2.00	0.10	0.50	0.10	2.20	0.10	2.60	0.20	3.40

Total	14.90
--------------	-------

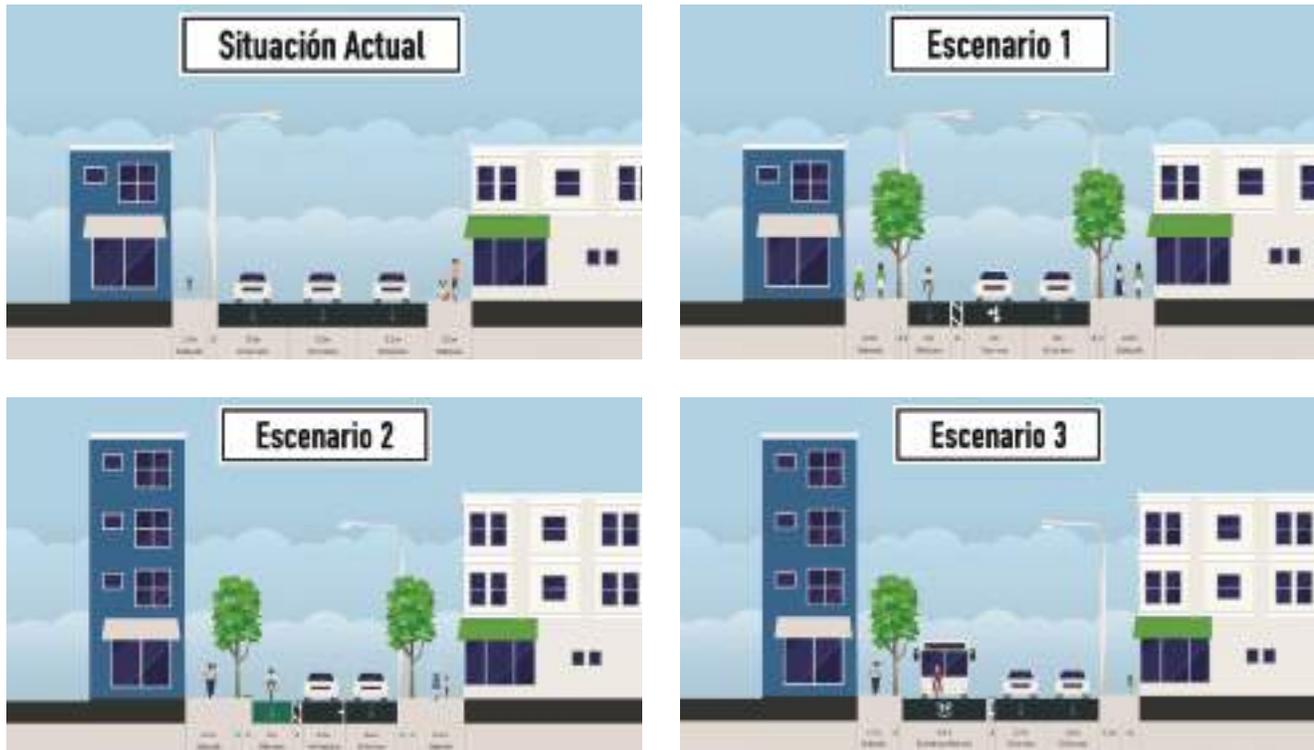
Escenario 3										
Banqueta izquierda	Raya delimitadora de arroyo vial	Carril exclusivo de transporte público compartido con ciclistas	Raya delimitadora de carril	Confinamiento para carril exclusivo de transporte público	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 1	Raya delimitadora de carril	Carril vehicular 2	Raya delimitadora de arroyo vial	Banqueta derecha
2.10	0.20	4.30	0.10	0.40	0.10	2.70	0.10	2.60	0.20	2.10

Total	14.90
--------------	-------

c. Representación gráfica de los escenarios

Se debe generar la representación tanto de la situación actual como de los posibles escenarios. Esto ayuda a evidenciar de una manera más gráfica el aprovechamiento del espacio y a evaluar desde un primer filtro, las opciones generadas. Si no se contara con la experiencia en diseño urbano, especialización en desarrollo urbano, ingeniería o arquitectura, o con el tiempo suficiente para generarlo, se pueden utilizar herramientas digitales de visualización como *Street mix*³⁹.

Ilustración 22. Representación de escenarios posibles



En esta etapa se pueden implementar mecanismos de diseño participativo con los residentes de la zona donde se ubica la vía, así como otros ejercicios de socialización que permitan recabar sus opiniones y recomendaciones a los que se hace referencia en el capítulo D (Herramientas para procesos participativos en proyectos de diseño vial) de este manual.

C4.1.3 Propuesta de alternativas de solución para las intersecciones

En el nivel de planteamiento de alternativas, una vez propuestas las secciones, se deben realizar los encajes en las intersecciones que se presentan con la vialidad. La propuesta de alternativas en planta, para las intersecciones se debe realizar de acuerdo con los lineamientos incluidos en la sección 6.4.2. La definición geométrica de la intersección debe realizarse para cada una de las propuestas de sección transversal. De este modo, se tendrá una definición completa de alternativa (planta y secciones) que permitirá su modelación completa.

39. Streetmix.net es una herramienta en línea para el diseño urbano. Permite a cualquier usuario diseñar y mezclar calles con un amplio rango de componentes como carriles para bicicleta, banquetas y árboles, entre otros.

C4.2. Evaluación y análisis de alternativas

Evaluar los posibles escenarios de la configuración o reconfiguración de una vía urbana, por una parte, ayuda a decidir cuál de ellos es la mejor opción en términos de diseño, costo y tiempo de implementación. Por otro, permite priorizar los criterios técnicos correspondientes a los principios de diseño. Es decir, identificar si el diseño elegido es inclusivo, resiliente, seguro y sustentable. Idealmente, el diseño elegido debe contar con todos los criterios técnicos de diseño. Los lineamientos de diseño contenidos en el siguiente capítulo pueden ayudar a cumplir con este objetivo.

C4.2.1 Análisis de las alternativas

Cada una de las alternativas debe ser descrita desde el punto de vista geométrico. La geometría definida tiene un impacto sobre todos los modos de transporte propuestos y sobre la operación final de la calle. En este punto es conveniente hacer una descripción completa de todas las alternativas; además, se debe considerar el potencial impacto sobre la movilidad general de la ciudad, es decir, si hay impacto sobre la operación de vías contiguas o alternativa, pero también sobre aspectos como la vegetación existente.

Funcionamiento e impacto de las alternativas planteadas

La mejor manera de evaluar el funcionamiento de cada una de las alternativas de diseño planteadas, es emplear modelos matemáticos de transporte. Estos modelos simulan situaciones futuras en las diferentes escalas de planeación. Con la definición geométrica en sección y planta del proyecto propuesto, se está en condiciones de modelar cada una de las alternativas planteadas.

La modelación permite analizar el impacto de las intervenciones o soluciones propuestas en un proyecto de movilidad de manera estática y dinámica. Se suelen analizar a la par las condiciones actuales y contrastar con los resultados de las modificaciones geométricas y de programación semafórica. Esto proporciona datos sobre el impacto positivo o negativo sobre los tiempos de recorrido y espera, resultando en cambios en los niveles de servicio, principalmente. En el modelo también se pueden analizar cambios en las emisiones de los vehículos, provocados por las variables antes dimensionadas.

Mientras que en intersecciones de calles locales una simulación en campo (urbanismo táctico, con aforos sencillos días antes y durante la intervención) puede ser suficiente, en intersecciones y vías con volúmenes moderados y altos, se recomienda que la propuesta de diseño, formulada con base en los lineamientos, metodologías y conceptos anteriormente presentados, sea analizada en una simulación, para un mejor control sobre los resultados, con datos certeros y concretos sobre la eficiencia de la propuesta y las medidas adicionales necesarias para mejorar los niveles de servicio en el resto de la red. La generación de los modelos permite extraer resultados homólogos que pueden ser comparados directamente para cada una de las alternativas.

Los modelos se pueden realizar en dos escalas dependiendo del área de influencia definida en el bloque B del presente Manual:

Macroscópica. Esta escala se emplea para ciudades o zona metropolitana cuando se pretende hacer un análisis del impacto de una propuesta sobre un área amplia de estudio o una reflexión estratégica sobre el sistema de movilidad completo.

Microscópica: Esta escala se emplea para conocer el funcionamiento de una calle y sus intersecciones en detalle. El modelo microscópico permite analizar el impacto local de la propuesta de mejora o creación de una calle y las intersecciones. Existen dos tipos de modelaciones microscópicas que pueden utilizarse de manera combinada:

- **Estática:** estos modelos funcionan con flujos totales para la hora de máxima demanda, permiten hacer un estudio de la capacidad de una intersección y la propuesta de mejora de la regulación semafórica para la misma que puede ser empleada en la modelación dinámica y que permite hacer más sencilla el manejo de la programación semafórica en los modelos dinámicos.
- **Dinámica:** la modelación micro dinámica refleja el comportamiento de una calle o intersección en tiempo real. Permite introducir elementos variables que pueden alterar la programación semafórica (tranvías o autobuses) y permite visualizar de manera directa el impacto de las propuestas sobre una zona. Estos modelos permiten simular la situación real con gran precisión, para lo que consideran los comportamientos de los diferentes usuarios de la calle a partir de complejos modelos matemáticos.

El proceso de modelación es sistemático y similar para las dos escalas de planeación:

- **Toma de datos y análisis de contexto:** determinación de la campaña de trabajos de campo convencional (levantamientos, encuestas y aforos) o toma de datos disponibles por medio de operadoras de teléfono sobre los patrones de movilidad en una zona determinada.
- **Construcción del modelo de oferta:** grafo con atributos de la red (capacidad, velocidad permitida, longitud de las calles, entre otros) en el caso de la macro y grafo detallado en el caso de la micro dinámica.
- **Construcción del modelo de demanda:** matrices OD por sector de demanda (transporte privado, transporte público, transporte de carga, entre otros.) y datos de vehículos que transitan sobre la red y movimientos en las intersecciones en el caso de la micro.
- **Calibración y validación del modelo en el escenario base:** comprobación de que el modelo replica la situación actual mediante la comparación entre resultados obtenidos del modelo y la realidad.
- **Simulación de escenarios futuros:** modelación de las propuestas y proyecciones de movilidad sobre el proyecto propuesto.
- **Obtención de resultados:** resultados homogéneos que pueden ser comparados para cada una de las alternativas propuestas.

Es normal que se emplee un esquema acoplado de modelación entre macro y micro en proyectos de mayor tamaño. En la micro se realizan ajustes sobre la propuesta de intersecciones y se pueden estimar demoras que posteriormente son trasladadas a la macrosimulación. De esta manera, en proyectos complejos se pueden plantear diferentes alternativas para las dos escalas de planeación y comparar los resultados en cada uno de los casos.

Como resultados del modelo se podrá obtener: incrementos de tiempos de recorrido para vehículos privados, aumento de la congestión, longitud de filas en las intersecciones, disminución de tiempos de espera para peatones en intersecciones, ahorros en tiempo para recorridos peatonales y ciclistas, tráfico desviado y principales calles afectadas o aumento de congestión sobre calles contiguas. Todos estos resultados de los modelos permiten realizar una comparación homogénea entre todas las alternativas.

C4.2.3 Matriz multicriterio

Como forma sistemática de comparación de alternativas, se recomienda el empleo de la matriz multicriterio. Mediante el empleo de indicadores cuantitativos y criterios cualitativos alineados con la vocación definida para el proyecto, se podrán comparar todas las alternativas de manera homogénea. La metodología puede considerar la ponderación de cada uno de los indicadores cuantitativos, sin embargo, para hacer más sencilla la comparación de factores y su alineamiento con la vocación definida para la calle, se recomienda utilizar este método como pura comparación simple entre indicadores y criterios cualitativos. De esta manera, con una representación en forma de matriz se podrán comparar indicadores cuantitativos como los siguientes:

Tabla 13. Matriz multicriterio

Tipo	Indicador	Unidad	Comentario
Geometría	Superficie de banquetas	m ²	Dimensión propuesta en cada una de las alternativas. Permiten realizar una comparación homogénea en cuanto a la inclusión de elementos clave y las consideraciones que se deben generar un diseño conceptual adecuado. Estas dimensiones se plantean y obtienen en el diseño conceptual desarrollado en <i>softwares</i> especializados.
	Ancho de banquetas	m	
	Ancho de carriles de circulación	m	
	Carriles de circulación	n°	
	Radios de giro en intersecciones	m	
	Carriles exclusivos para transporte público	si/no	
	Ancho de carril de transporte público	m	
	Infraestructura ciclista	si/no	
	Ancho de cicloavía	m	
	Ancho de ciclocarril	m	
	Ancho de área de movilidad peatonal en banqueta	m	
	Ancho de zona de servicio en banqueta	m	
	Ancho de franja comercial en banqueta	m	
	Disposición de áreas de carga / descarga	si/no	
	Franjas de estacionamiento	si/no	
	Ancho de franja de estacionamiento	m	
Cajones de estacionamiento	n°		
Operación	Velocidad promedio de vehículo privado	km/h	Se obtienen de los modelos matemáticos desarrollados en las escalas de planeación. Es necesario comparar las alternativas, pero también conocer la mejora respecto a la situación previa.
	Velocidad promedio de transporte público	km/h	
	Tiempos de recorrido para peatones en principales itinerarios	Minutos	
	Tiempo de espera en intersecciones para peatones	Segundos	
	Longitud de filas de vehículos en intersecciones	M	
Obra	Afección o bloqueo vehicular previsible a intersecciones contiguas	si/no	De acuerdo a la magnitud de lo propuesto, es necesario estimar desde un inicio el potencial plazo y presupuesto.
	Impacto / congestión de vías alternas	si/no	
	Demoras en vías alternativas	%	
	Afección a vías alternativas	si/no	
	Tiempo de afección a vías alternativas en fase de obra	meses	
	Necesidad de desvíos provisionales	si/no	
	Tiempo de utilización de desvíos provisionales	meses	
	Estimación de plazo de construcción	meses	
	Estimación de presupuesto	Pesos MXN	
Ambientales	Afectación a vegetación existente	si/no	La creciente preocupación por la afección sobre la vegetación existente debe ser considerada en todas las alternativas propuestas.
	Árboles que serán afectados	M	

Todos estos indicadores están directamente relacionados con los principios que debe tener una calle: inclusión, seguridad, sustentabilidad y resiliencia. A modo de ejemplo, el ancho de banquetas es clave para que la calle favorezca los modos más sustentables, esos modos a su vez son los que permiten garantizar la movilidad en una ciudad ante eventos naturales y por tanto permiten tener una ciudad más resiliente. Por último, el fomento de los modos no motorizados atraen más personas y generan mayores condiciones de seguridad e inclusión.

La comparación de cada uno de los indicadores, considerando el enfoque que se ha dado para el proyecto en la definición de la visión para el proyecto, permite definir cual puede ser la mejor alternativa para el proyecto. El análisis de todos los factores en conjunto facilita realizar un análisis a detalle de todas las alternativas.

C4.2.4 Urbanismo táctico y participación ciudadana en el proceso de análisis de alternativas

De acuerdo al alcance del proyecto, se puede complementar el estudio de la alternativa con un ejercicio de urbanismo táctico en los términos en los que se muestra en el bloque E: Urbanismo Táctico, de este manual.

De manera complementaria, se recomienda que en la selección de la alternativas se consideren procesos activos de participación ciudadana para identificar aspectos sociales, económicos o culturales que puedan tener incidencia sobre el proyecto. En ese sentido, se recomienda seguir las propuestas de gestión social y participación presentadas en el bloque D. Herramientas para procesos participativos en proyectos de diseño vial.

C4.3. Justificación de la alternativa seleccionada

Una vez considerados los cuatro criterios de diseño urbano, la definición de la vocación de la calle establecida previamente, y al tomar como base la comparación entre alternativas realizado en el apartado anterior, se está en condiciones de justificar de manera sólida la selección de una alternativa definitiva. En este apartado del proyecto, es conveniente incluir las consideraciones expresadas por la ciudadanía en el proceso participativo y reseñar de qué manera han quedado incluidos sus comentarios.



C5. Anteproyecto y proyecto ejecutivo

El rediseño de una calle implica su concepción en todas sus dimensiones. Después de haber elegido la mejor alternativa mediante la matriz multicriterio recomendada, se elabora un anteproyecto para tener una estimación del costo total de su implementación.

En las ciudades mexicanas, el proceso de documentación de cualquier proyecto (desarrollo de planos con plantas, secciones, isométricos, perspectivas y visualizaciones) se realiza generalmente en *softwares* de dibujo 2D. Por otro lado, existen herramientas de desarrollo de proyectos 3D en BIM (Modelación de edificios con información-BIM por sus siglas en inglés) en los que no se realizan dibujos bidimensionales, sino que el desarrollo del proyecto es un modelo informático tridimensional con múltiples valores asociados a sus elementos. Es decir, en vez de dibujar plantas y secciones por separado, como tradicionalmente se hace en los programas de dibujo, y actualizarlas también de manera independiente, se trabaja con modelos cuyos parámetros se modifican directamente y en automático se actualizan todas sus vistas y representaciones, así como los datos que de éste se pueden obtener, como pesos volumétricos, tiempos de construcción, costos, entre otras variables. Es deseable que, en un futuro cercano, más empresas especializadas en diseño, sus sectores asociados, y las entidades gubernamentales a cargo del diseño de las calles, adopten este tipo de sistemas.

El manual propone que el diseño de la calle parta de la definición geométrica de la sección transversal, la propuesta del nuevo reparto espacial de la sección de calle deberá considerar la lógica de flujos previstos conforme a la tipología objetivo. El dimensionamiento de los elementos que componen la calle en sección transversal debe realizarse considerando todos los usuarios y tomando como punto de partida los principios y criterios de diseño y aplicar el diseño geométrico a las secciones transversales y tramos en planta tipo.

Una vez realizado el anteproyecto y haberse definido los elementos de diseño para propiciar la movilidad eficiente de personas y mercancías, es momento de aplicar dichos elementos en un plano longitudinal a lo largo de toda la calle intervenida, incluyendo las intersecciones al ser los puntos más sensibles de la red para todos los usuarios, y en mayor escala para peatones (niños, niñas y personas con discapacidad y movilidad limitada) y ciclistas. Generando medidas para pacificar el tránsito a través de la inclusión del diseño universal que permita el cruce seguro y accesible para el mayor número de personas posibles; es decir, la elaboración del proyecto ejecutivo.

C5.1 Anteproyecto

El anteproyecto es la fase del proceso de diseño en la que se exponen las características generales de la vía urbana a intervenir, su objetivo es dimensionar la calle con datos que permitan realizar una imagen-objetivo y tener la estimación de los costos de la implementación del proyecto, esto facilita la toma de decisiones en la generación del proyecto ejecutivo.

De igual manera, sirve para iniciar procesos participativos e identificar problemáticas potenciales que puedan atenderse mediante modificaciones en el diseño. Además, permite analizar la factibilidad del proyecto, principalmente en cuanto a disponibilidad de recursos económicos pues al tenerlo es posible iniciar las gestiones correspondientes para solicitar recursos federales y/o locales para su implementación.

La sección 6. Lineamientos de diseño con base en los usuarios, contiene todas las recomendaciones técnicas de diseño para el desarrollo del anteproyecto. Se recomienda seguir la siguiente ruta para su elaboración:

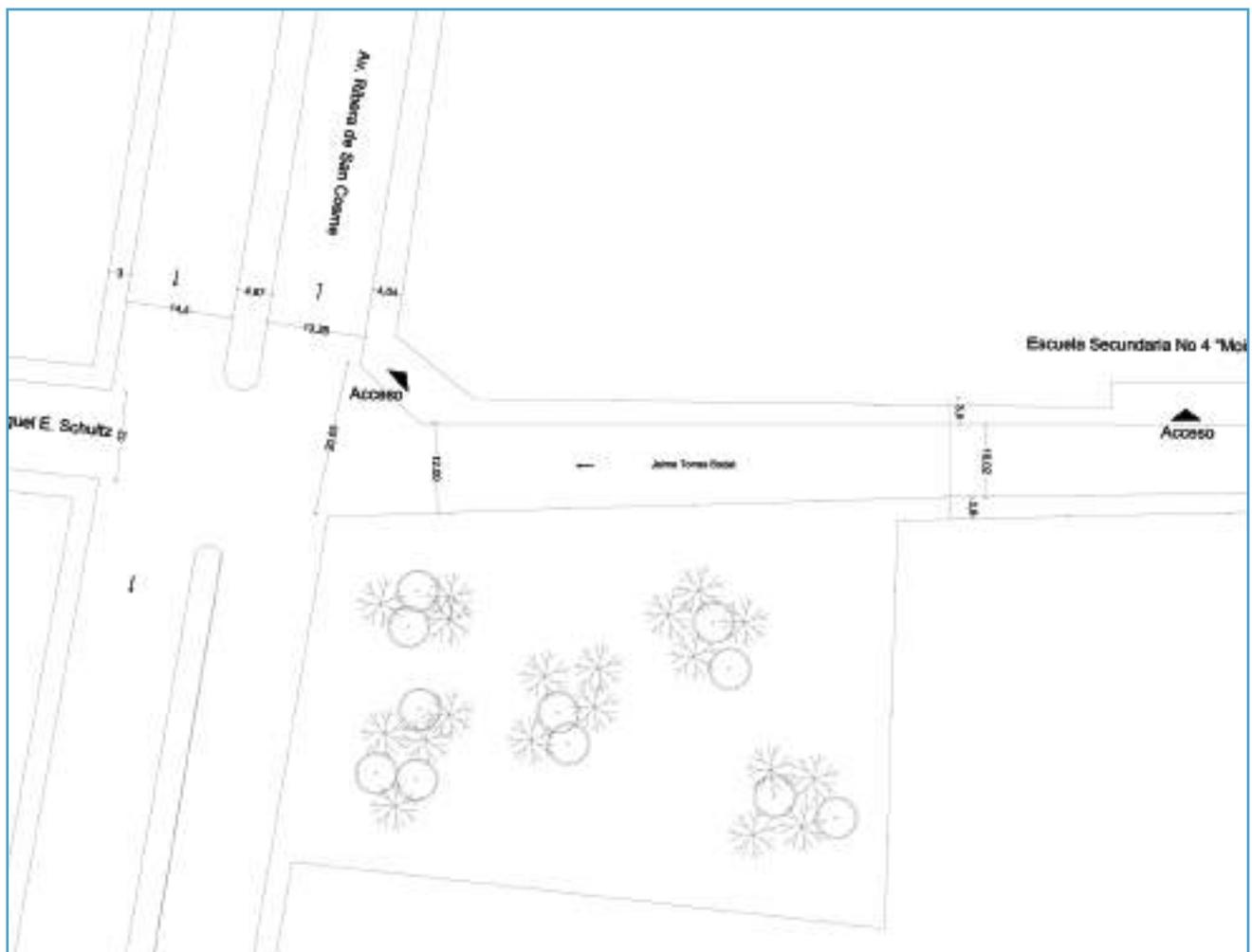
Figura 4. Componentes de un anteproyecto



C5.1.1 Levantamiento en calle

Para realizar el levantamiento en calle, se deben elegir los tramos de la vía sobre los que se desarrollará el anteproyecto, es decir, los segmentos que representen la configuración de la vía urbana a intervenir (Ilustración 15). Sobre estos tramos se realiza el levantamiento que precise los elementos de la vía tanto en la sección transversal como en la extensión longitudinal de cada tramo. Se recomienda que la sección transversal abarque al menos los predios adyacentes de la vía a intervenir y los tramos abarquen al menos una cuadra, contemplando las intersecciones.

Ilustración 23. Ejemplo de levantamiento en calle



Se puede hacer un levantamiento inicial en calle utilizando herramientas de medición de distancias (Ilustración 24).

Ilustración 24. Instrumentos topográficos

Instrumentos topográficos		
Función	Herramienta	
Topografía	Teodolito electrónico: mide ángulos	 Teodolito
	Estación total: combina medición de distancias y ángulos	
Distancias	Odómetro de rueda: mide conforme uno camina	 Odómetro
	Telémetro: medir distancias con base en un haz de luz láser	
Geoposicionamiento	Google Earth: para una primera medición	 Drone
	GPS topográfico en campo	
	Drones	

Se recomienda tomar las medidas a la mitad de la cuadra y evitar medir en las esquinas, ya que en éstas se pueden encontrar anchos mayores debido a los giros vehiculares. Es muy importante que, en el desarrollo del anteproyecto, además de utilizar previamente herramientas de visualización geográfica, se asista a campo para que el levantamiento sea estricto y lo más cercano a la realidad, para complementar la información obtenida.

Se recomienda también que el levantamiento considere los siguientes elementos:

1. Ancho efectivo de la banqueta contemplando la franja mixta (mobiliario y vegetación).
2. Ancho de los carriles vehiculares, especificando carriles de circulación y de estacionamiento.
3. Fajas separadoras como camellones, isletas, entre otros elementos.

De ser posible, es deseable que se lleve a cabo un levantamiento topográfico para contar con mayor precisión de todos los elementos de la vía a intervenir.

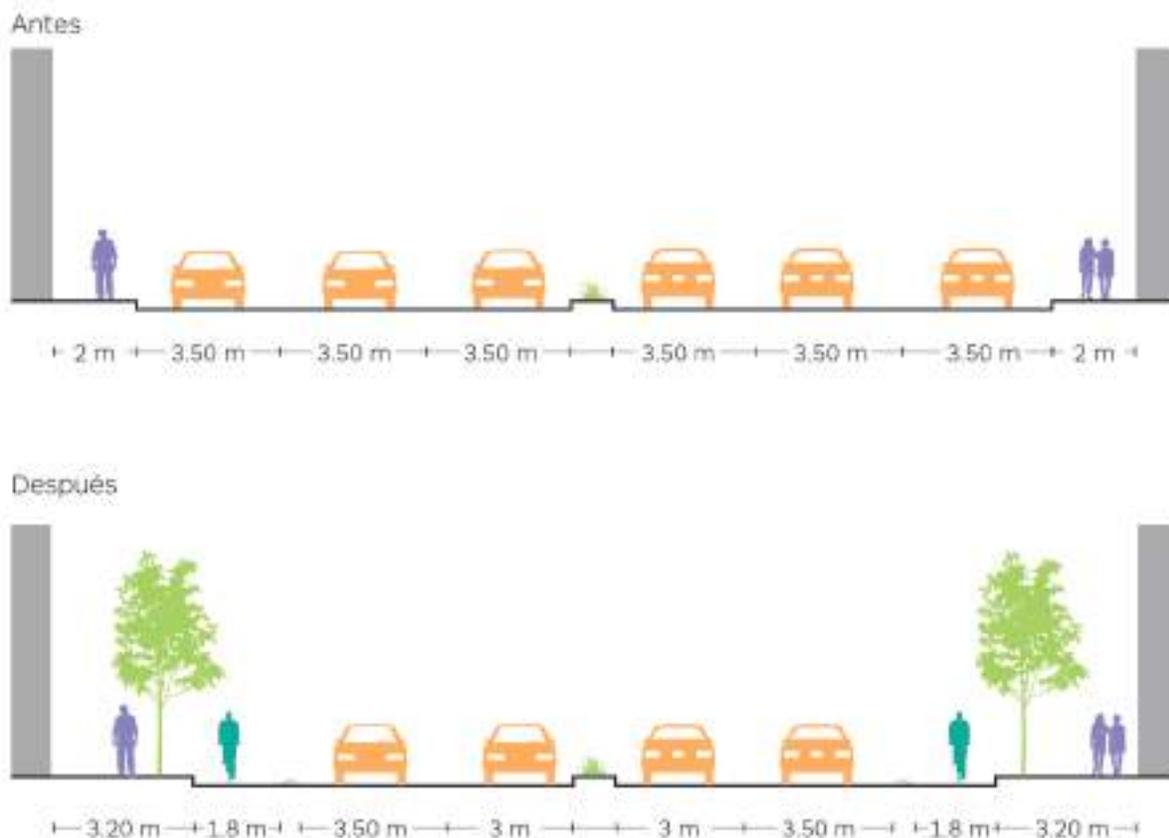
C5.1.2 Diseño geométrico de sección transversal tipo

En esta fase se aplica el diseño conceptual sobre la sección transversal de los tramos elegidos, se recomienda continuar con la sistematización de medidas para analizar en una tabla las secciones de cada cambio que se presente a lo largo de la extensión longitudinal y agruparlas para identificar las secciones más angostas y, proponer una redistribución comenzando con estas últimas. Lo anterior, con el fin de que el resto de las secciones sean alineadas a la redistribución de los puntos más críticos (angostas) en la medida de lo posible para que el diseño sea uniforme a lo largo de toda la extensión longitudinal.

Si la propuesta de distribución o redistribución del espacio vial incluye la eliminación de carriles vehiculares, es necesario utilizar la información de los aforos vehiculares para analizar la capacidad actual de la vía. Se debe también considerar una disminución del flujo vehicular automotor debido al cambio de modo por la oferta de mejores entornos peatonales e infraestructura ciclista, así como mejorar el transporte público. Se recomienda llevar a cabo una modelación de tránsito del impacto que tendría una reducción del número de carriles, de esta forma se evalúa la factibilidad de eliminar carriles de circulación vehicular motorizada.

Posteriormente, se representa en planos las secciones transversales tipo, contemplando la situación actual y la propuesta para facilitar la comprensión de la nueva distribución de la vía.

Ilustración 25. Sección transversal



C5.1.3 Diseño geométrico de tramo en planta tipo

En esta fase se aplica el diseño conceptual sobre los tramos elegidos para representar en planta cómo sería la nueva geometría del proyecto de forma general a lo largo de la vía.

Los planos de los tramos en planta tipo, pueden tomar como base un plano catastral, idealmente que cuente con los paramentos de los predios (limitaciones que permiten identificar dónde termina el predio y empieza la banqueteta). De no contar con éste, se pueden usar imágenes satelitales para obtener el trazo de la calle y los límites de los predios, y por aproximación, las dimensiones de las banquetetas.

El diseño en planta es la propuesta inicial de diseño en proyecto ejecutivo, ya que convierte los tramos tipo conceptuales previamente definidos, en planos completos. Además, incluye una propuesta inicial de señalamiento horizontal y vertical, así como dispositivos de control de tránsito.

Es necesario ubicar el equipamiento actual de la calle (escuelas, mercados, hospitales, entre otros) con el objetivo de diseñar accesos y señalización para todos los usuarios de la vía. Esto permite determinar de acuerdo con la demanda, la existencia de pasos peatonales, paradas de transporte público, áreas de ascenso y descenso de pasajeros, áreas de carga y descarga, cajones de estacionamiento, biciestacionamientos, áreas verdes y áreas de captación de agua pluvial, así como restricciones de velocidad donde se requieran.

Ilustración 26. Ejemplo de plano completo



C5.1.4 Imagen objetivo y modelación del anteproyecto

Con base en la sección y planta tipo, se recomienda generar una imagen objetivo a través de una representación gráfica del diseño con apoyo de fotomontajes o renders para ilustrar la aplicación del diseño o rediseño de la vía. Además, la modelación desarrollada sirve para verificar si el diseño elegido cumple con la visión de la calle a intervenir y proceder con la elaboración del proyecto ejecutivo. Si es así se confirma que se ha diseñado o rediseñado adecuadamente, en caso contrario se podrán realizar ajustes al diseño. Se pueden utilizar herramientas de visualización con software de dibujo 2D o modelos tridimensionales.

Ilustración 27. Ejemplo de modelación



Fuente: CAMINA, ITDP, 2017

C5.1.5 Estimación de costos

Como se mencionó al inicio, el objetivo del anteproyecto es generar una estimación de costos de la implementación del proyecto, por lo que se deberá generar el listado que contenga y describa de manera estimada las cantidades, especificaciones técnicas y precios de materiales y procedimientos necesarios para la construcción del proyecto de diseño o rediseño, con base en los planos de las secciones y tramos tipo (Ilustración 28).

Ilustración 28. Ejemplo de estimación de costos

PRESUPUESTO DE OBRA						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
A	FASEO LERMA					
A1	PAVIMENTACION					
BANQ8CE	Suministro de concreto para banqueta, f'c=250kg/cm2, espesor 10 cm. recepción tendido, nivelado, reglado, y pulido de concreto, (revestimiento 14 cm) previo suministro y colocación de malla 45/1010, incluye: materiales, mano de obra, herramientas y equipo para su correcta aplicación.	M2	5,871.9900	\$208.88	\$1,213,740.27	21.30%
POSTE1	Instalación de Poste de alumbrado cónico metálico, con luminaria tipo colonial, incluye mano de obra, equipo y herramienta para su correcta instalación.	PZA	13,0000	\$1,771.33	\$23,050.89	0.42%
QUAR	Guarnición de 0.35x0.40 m. de concreto f'c=200 KG/CM2, acabado aparente, incluye: cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.	M	1,068.1200	\$248.83	\$265,586.68	3.12%
ACAEXC-01	Carga y acarreo de material producto de excavación en Zanjas, hasta 10 km fuera de la obra, incluye: herramientas, mano de obra, maquinaria, equipo y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M3	138.1700	\$108.95	\$13,065.40	0.16%
BANQ8CE-01	Suministro y aplicación de endurecedor y desmoldante color seleccionado por el cliente, incluye: Modelo de Impresión del concreto Seleccionado por el cliente, materiales, mano de obra, herramientas y equipo para su correcta aplicación.	M2	5,871.9900	\$162.70	\$955,490.31	11.29%
BANQ8CE-02	Cortes de expansión al siguiente día; levado de piso, incluye: aplicación de sellador acrílico brillante, a los 20 días posteriores al colado de la última piedra, materiales, mano de obra, herramientas y equipo para su correcta aplicación.	M2	5,871.9900	\$32.40	\$190,352.68	2.23%
BA-CU-0001	Construcción de suseta con base estabilizada con máximas compactada al 100% PVSIM con material de banco (tipo tepalcate) y cemento portland a razón de 5% del PVSIM de 15 cms de espesor, incluye: Material, mano de obra, equipo, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M	1,068.1200	\$155.76	\$165,799.50	1.95%
BA-CU-0000	Construcción de zanjas adyacentes a la corona del camino para la captación y conducción de las aguas pluviales, de 30cm de ancho por 40cm de profundidad. Incluye: Mano de obra, equipo, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M3	138.1700	\$79.33	\$10,944.83	0.12%
A3	TOTAL PAVIMENTACION				\$3,451,039.86	40.54%

Al elaborar el presupuesto de obra, se deben considerar algunas circunstancias que influyen en la disponibilidad de los recursos financieros:

a. Origen de los recursos.

Idealmente, se debe contar con una partida presupuestaria para implementar proyectos de Movilidad Urbana Sustentable, esto permite una mejor planificación y asegurará la ejecución de los proyectos. Algunas de las fuentes de financiamiento y modelos a partir de los que se puede financiar un proyecto y su alcance son los recursos federales, recursos locales, asociaciones público - privadas o la iniciativa privada, y los bancos de desarrollo, ya sean nacionales o multilaterales.

b. Capacidad institucional.

Tanto para el desarrollo del proyecto ejecutivo como para la ejecución de la obra, se deben considerar las capacidades de la dependencia que lidere el proyecto a implementar y decidir si se contratará la elaboración del proyecto ejecutivo y la obra o si se desarrollan internamente.

C5.1.6 Calendarización

Finalmente, se debe generar un cronograma de actividades que permita visualizar el periodo estimado para la elaboración del proyecto ejecutivo y la ejecución de la obra. A la vez, el periodo planteado está relacionado con otras circunstancias que influyen en la definición del tiempo de implementación:

a. Origen del proyecto.

Idealmente, el proyecto a desarrollarse debe responder a un plan o programa de movilidad o desarrollo urbano, por lo que responde a metas o compromisos gubernamentales, contando con un período específico para su ejecución. Sin embargo, en ocasiones el proyecto es demandado por la sociedad civil o por factores económicos y sociales dinámicos o fenómenos naturales; bajo esas circunstancias el proyecto responde a la urgencia de resolver una problemática y probablemente cuente con un tiempo menor de desarrollo.

b. Gestión de los recursos.

Cualquiera que sea el origen de los recursos, se requiere llevar a cabo un proceso de justificación de la aplicación de éstos. Este proceso varía en tiempo y debe ser considerado dentro del cronograma.



Imagen. ITDP, 2013

C5.2 Proyecto ejecutivo

El proyecto ejecutivo es la fase del proceso de diseño en la que se exponen las características más específicas de la vía urbana a intervenir. Su objetivo es contar con todos los elementos técnicos que permitan ejecutar la obra del proyecto.

Contiene los planos y especificaciones técnicas a nivel de detalle constructivo.

La sección 6. *Lineamientos de diseño con base en los usuarios*, contiene todas las recomendaciones técnicas de diseño para el desarrollo del proyecto ejecutivo. Se recomienda usar la siguiente ruta para su elaboración:

Figura 5. Componentes de un anteproyecto



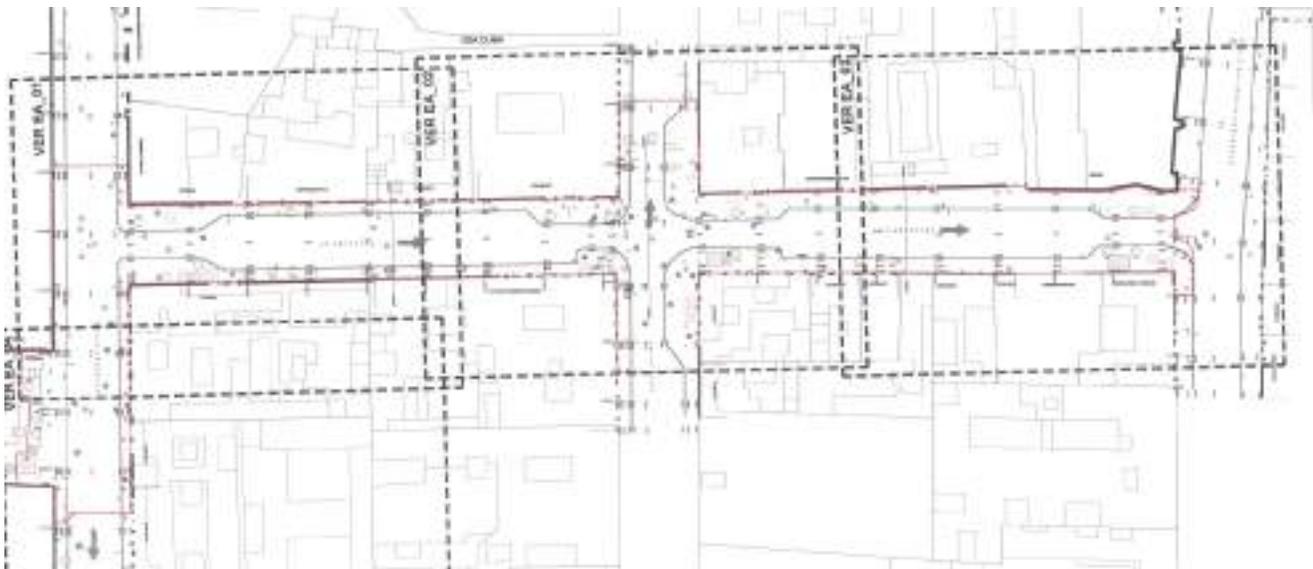
C5.2.1 Proyecto topográfico

Es el inventario físico georreferenciado de los elementos que componen las vías que integran el trazo del proyecto, relevantes para el diseño y cuantificación de los proyectos de infraestructura vial, siendo la base sobre la que se diseña el proyecto que se proponga. El levantamiento topográfico abarca las vías que componen el proyecto y 15 metros de cada una de las vías transversales. Contiene cuadros de construcción, ubicación y categorización de toda la infraestructura requerida.

Se recomienda que el levantamiento considere los siguientes elementos:

1. Anchos de carriles y sentidos de circulación actuales, teniendo en cuenta el señalamiento horizontal existente.
2. Guarniciones y paramentos.
3. Ubicación y dimensiones de rampas de acceso peatonales y vehiculares existentes debidamente diferenciadas, accesos a cocheras o estacionamientos.
4. Postes de alumbrado público, tomas siamesas, cualquier tipo de instalación y mobiliario urbano existente.
5. Ubicación, distribución y alineación de coladeras, pozos de visita, bocas de tormenta, cajas de válvulas y registros de cualquier tipo de instalaciones hidráulicas, así como las pendientes de bombeo por sección de la vía.
6. Ubicación, distribución y alineación de derechos de vía o canalizaciones (eléctrica, gas, fibra óptica, entre otros), incluyendo registros y pozos de visita existentes sobre la superficie de rodamiento.
7. Señalamiento horizontal, señalamiento vertical y dispositivos existentes para el control de tránsito como los semáforos y los dispositivos diversos, incluyendo tipo y posición.
8. Paradas y paraderos de transporte público y sitios de taxi, incluyendo dimensiones de la zona balizada.
9. Ubicación de vegetación existente.
10. Elementos de infraestructura vial como puentes, viaductos, pasos a desnivel, entre otros.

Ilustración 29. Ejemplo de levantamiento topográfico



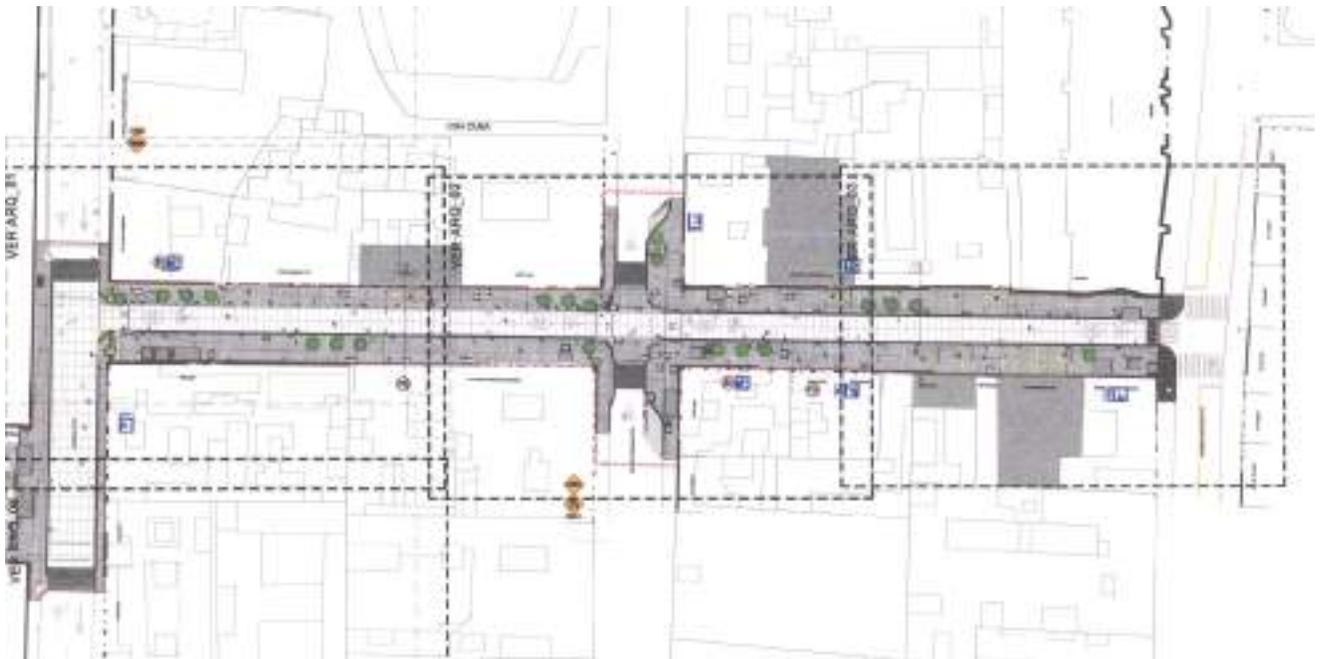
C5.2.2 Proyecto geométrico

Es la representación gráfica de todos los elementos que son colocados en la vía y que hacen posible la implementación del proyecto, este apartado de planos contiene el eje de trazo, los cadenamientos y referencias para la ubicación de los mismos. En el proyecto geométrico se detallan los procedimientos constructivos y las especificaciones de materiales de las intervenciones, específicamente:

1. Aquellas que modifiquen la geometría de la vía, poniendo especial énfasis en intersecciones.
2. La ubicación de elementos de protección de áreas peatonales y ciclistas (elementos de confinamiento, reductores de velocidad, islas de resguardo peatonal).
3. Soluciones en paradas de transporte público, en caso de ser necesario.

Esta sección incluye un larguillo del proyecto completo y contiene la planimetría del mismo, que debe respetarse para cada uno de los siguientes apartados, mismos que son enunciativos, pero no limitativos.

Ilustración 30. Ejemplo de proyecto geométrico



Señalización vertical

Es el apartado de planos en los que se destaca la señalización vertical (señales) que se incluye como parte del proyecto, el cual complementa la señalización horizontal en el control y regulación de los flujos peatonales, ciclistas y vehiculares del trazo del proyecto.

La señalización que se proponga debe cumplir con las disposiciones establecidas por las dependencias encargadas de la movilidad y el tránsito en la ciudad y debe contener:

1. Señales preventivas
 2. Señales restrictivas
 3. Señales informativas
-

Señalización horizontal

Es el apartado de planos en los que se destaca la señalización horizontal (marcas en el pavimento) que se incluye como parte del proyecto, el cual complementa la señalización vertical en el control y regulación de los flujos peatonales, ciclistas y vehiculares del trazo del proyecto.

La señalización que se proponga debe cumplir con las disposiciones establecidas por las dependencias encargadas de la movilidad y el tránsito en la ciudad, debe contener al menos:

1. Cruce peatonal
2. Cruce ciclista
3. Rayas de parada
 - a. Área de espera para bicicletas y motocicletas
 - b. Raya de alto
 - c. Raya de ceda el paso
4. Áreas neutras
5. Rayas divisorias de carril
6. Raya de alto
7. Flechas de sentido de circulación
8. Marca de velocidad máxima permitida
9. Marca de bicicleta en cebrados ciclistas
10. Marca “Sólo bici”
11. Marca de “Prioridad ciclista”
12. Marca de paradas de autobús
13. Marca de “Prioridad bus”

Semaforización

Es el apartado de planos en los que se destacan los semáforos que se incluyen como parte del proyecto para el control y regulación de los flujos peatonales, ciclistas y vehiculares en las intersecciones del proyecto.

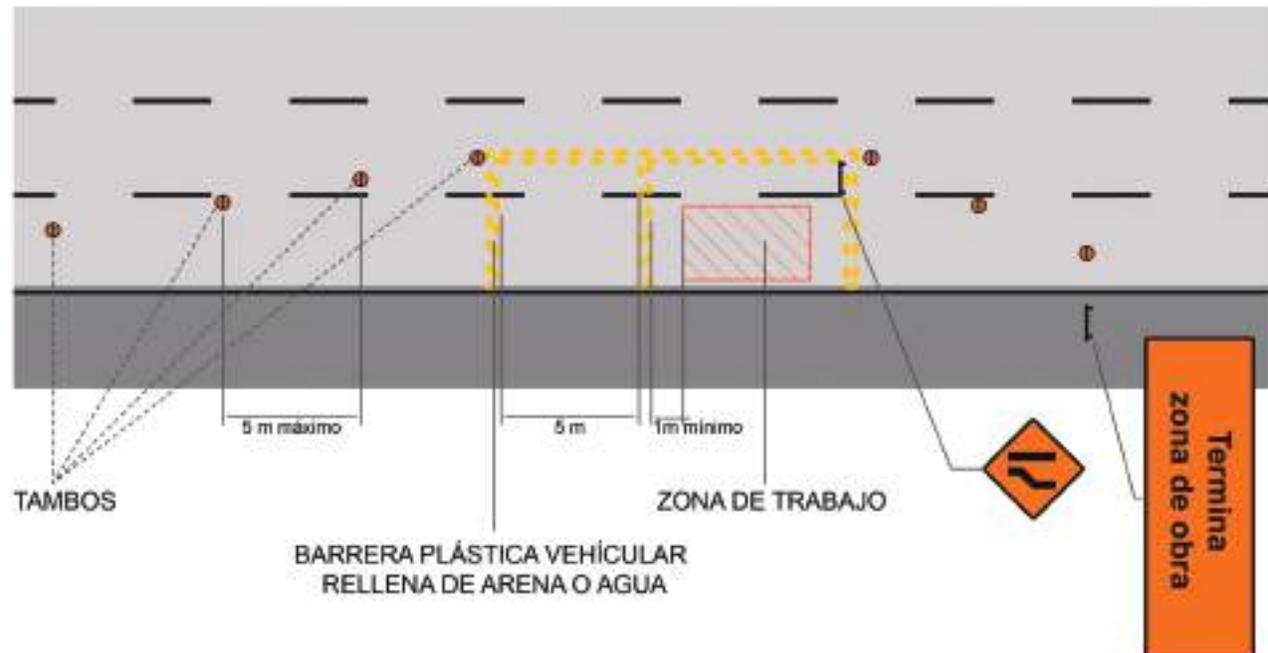
Los equipos y sistemas de conexión a la red de semáforos existente que se propongan deben cumplir con las disposiciones establecidas por las dependencias encargadas de la movilidad y el tránsito en la ciudad y debe contener al menos:

1. Posición y orientación
2. Tipo de semáforo
3. Cantidad de cabezales por equipo
4. Programación

Desvíos de obra

Es el documento (Ilustración 31) en el que se indican los dispositivos, posición y situaciones en las que se utilizarán para resguardar a los peatones, ciclistas y trabajadores en las zonas donde se lleven a cabo trabajos que modifiquen las características y funcionamiento de la vialidad, dando aviso a los conductores de vehículos motorizados sobre la presencia de una zona de obra en vía pública, a fin de que puedan tomar trayectorias seguras. En caso de que la obra implique que los peatones y ciclistas usen el arroyo vehicular, se debe suspender la circulación en uno de los carriles vehiculares de ser necesario, mediante la instalación de dovelas y rampas que garanticen el paso seguro de quienes circulan (UK Department for Transport, 2013).

Ilustración 31. Desvíos de obra



C5.2.3 Programa de obra

Se debe generar el programa de actividades que contemple desde la elaboración del proyecto ejecutivo hasta la fecha en que se entregue la obra culminada. Es importante considerar que una vez que se tiene el proyecto ejecutivo, se requiere un periodo para su revisión y aprobación por las dependencias correspondientes.

C5.2.4 Presupuesto de obra

Es el listado (Ilustración 28) que contiene y describe de manera detallada las cantidades, especificaciones técnicas y precios de todos los materiales y procedimientos necesarios para la construcción del proyecto, de acuerdo con los planos desarrollados en el proyecto ejecutivo.

Se recomienda que el presupuesto considere los siguientes componentes:

1. Preliminares
2. Pavimentos en banquetas y arroyo
3. Alcantarillado
4. Desvíos de obra
5. Dispositivos de control del tránsito
6. Mobiliario
7. Supervisión de obra⁴⁰
8. Otros⁴¹



C5.2.5 Auditoría final del proyecto ejecutivo: indicadores de una calle de alta calidad

Una vez desarrollado el proyecto ejecutivo, para realizar los ajustes finales es conveniente evaluar si la propuesta cumple realmente con los principios y criterios que deben guiar el diseño de una calle. A continuación, se presenta un listado de indicadores para medir en forma cuantitativa y cualitativa el comportamiento de la vía en concordancia con los principios y criterios establecidos. Se propone evaluar cada principio con al menos tres indicadores.

Los resultados guían y respaldan rediseño vial del proyecto y los aspectos de detalle que deben ser cuidados como parte final del proceso. Cuando no se cumpla con lo requerido, se deben realizar las modificaciones necesarias para ajustar la forma, función y uso de la calle a los principios y criterios propuestos. Estos indicadores se basan en diversas fuentes tanto de diseño general como de diseño de calles y vías (UK Department for Transport, 2007; UK CIHT, 2010; NACTO, 2016; Lidwell, Holden, & Butler, 2010; Connell, 1997).

Tabla 14. Indicadores de un diseño vial de calidad y su relación con el principio de diseño vial urbano de inclusión

Principio	Indicadores	Descripción
Inclusión	Se incorporaron criterios de diseño con el fin de atender necesidades e intereses de niñas y mujeres	En el diseño deben incluirse las necesidades de las niñas y mujeres usuarias del espacio público, de manera preferente. Incluso en casos donde el proyecto tenga un interés a nivel ciudad o incluso regional, se deben considerar los requerimientos de las niñas y mujeres que son habitantes adyacentes.
	Se aplicaron principios de diseño universal	El proyecto garantiza que materiales, geometrías, señalamientos y elementos complementarios fueron diseñados para su uso por todo tipo de personas incluidas las personas con discapacidad, distintas condiciones físicas, cognitivas, de género, identidad y edad, sin necesidad de adaptaciones especiales.
	Se respetaron las líneas de deseo de peatones y ciclistas	A lo largo de la calle se deben incorporar los cruces a nivel que se requieran acordes con las líneas de deseo peatonal y ciclista, garantizar tiempos cortos de espera, tiempos suficientes de cruce, respetar preferencias de paso, así como garantizar la calidad de servicio en superficie, obstáculos e iluminación.

40. Se recomienda que este costo equivalga al 2% del costo total del proyecto.

41. En este apartado se pueden incluir los impuestos que se generan cuando los recursos provienen de la federación, por ejemplo, la Retención del 5 al millar.

Tabla 15. Indicadores de un diseño vial de calidad y su relación con el principio de diseño vial urbano de seguridad

Principio	Indicadores	Descripción
Seguridad	Se incluyeron criterios de seguridad pública.	El proyecto propicia el goce de la calle como espacio público, generando comunidad y la apropiación de los residentes para maximizar su nivel de apropiación.
	Se incluyeron criterios de control de velocidad y seguridad vial.	Es necesario que los proyectos cumplan con criterios aplicables a geometrías, materiales, reglas de circulación y preferencia de paso que reduzcan el riesgo de colisiones y atropellamientos graves. Para ello idealmente se necesario aplicar una auditoría de seguridad vial.
	Se incorporaron procesos colaborativos para su diseño.	Desde la etapa de diagnóstico y diseño conceptual hasta los detalles arquitectónicos y la implementación se debe incorporar a los residentes y usuarios de la calle a fin de que se garantice que sus preocupaciones, su visión y requerimientos se incorporen adecuadamente al proyecto.

Tabla 16. Indicadores de un diseño vial de calidad y su relación con el principio de diseño vial urbano de sustentabilidad

Principio	Indicadores	Descripción
Sustentabilidad	El diseño de la calle se ajusta a su función en la red vial y al uso que tiene.	Los parámetros y premisas de diseño de la calle deben considerar el rol de ésta en la red vial de la ciudad (su función de movilidad) y las actividades que realizan los usuarios y vecinos en ella (su función de habitabilidad). El diseño geométrico y operacional de la calle deben ajustarse a estas premisas.
	Se respetó la jerarquía de usuarios encabezado por peatones y ciclistas.	Las geometrías, operación, materiales y elementos complementarios deben reforzar la pirámide de prioridad basado en los principios de diseño de calles, la vulnerabilidad y los beneficios sociales y ambientales. Incluso en proyectos enfocados en un tipo de usuario, se deben abrir opciones para las demás.
	Se promovió la flexibilidad en el diseño.	La flexibilidad genera dos beneficios: propicia adecuaciones futuras a un bajo costo, e incorpora usuarios con diferentes condiciones sin requerir aditamentos o adaptaciones espaciales. Se debe evaluar los proyectos en su ciclo completo para establecer su costo y beneficio. Más caro no es necesariamente mejor.

Tabla 17. Indicadores de un diseño vial de calidad y su relación con el principio de diseño vial urbano de resiliencia

Principio	Indicadores	Descripción
Resiliencia	Se usaron materiales que garantizan calidad, durabilidad y bajo impacto ambiental.	Se debe enfocar los gastos a los elementos del proyecto que más beneficios generen, considerando una evaluación de largo plazo y ciclo completo. Además, se debe prever que el mantenimiento y operación pueda mantener un nivel de servicio adecuado.
	Se reforzó la permeabilidad y conectividad de la zona.	El proyecto cumplió con el objetivo de generar permeabilidad interna (permite la movilidad transversal sobre todo de peatones) y conectividad externa (coadyuva a salir y entrar fácilmente de la zona de interés). Limitar el uso de la zona por tránsito de paso no aporta ni permeabilidad ni conectividad.
	Se previeron criterios ambientales en relación con el agua y el clima.	El proyecto incorporó un adecuado manejo del agua pluvial, permitiendo su absorción en la medida que el suelo y el contexto hídrico de la ciudad lo requiera; árboles urbanos que reduzcan temperaturas y sirvan de cobijo para las personas y animales; y reduzca emisiones a la atmósfera en su operación.

Las decisiones de diseño deben cumplir con estos indicadores generales, y el proyecto evaluado conforme a ellos. Se pueden usar las tablas anteriormente descritas para aplicar una auditoría ex ante y ex post para revisar si tanto el proyecto como la obra cumplen con los principios de diseño recomendados.

C6. Lineamientos de diseño

El presente apartado contiene los lineamientos de diseño con base en los usuarios de la vía, los cuales se recomienda que sean consultados durante el planteamiento de alternativas, así como en la elaboración del anteproyecto y proyecto ejecutivo, explicados en los apartados 4 y 5 de este bloque.

Los lineamientos parten del argumento de que, para priorizar la eficiencia al transportar personas y mercancías, es necesario considerar todos los principios y criterios que han guiado el proceso de diseño y rediseño, considerando los requerimientos de cada usuario. Por lo que este apartado reúne todas las especificaciones técnicas de diseño que se requieren para dar cumplimiento a dichos principios y criterios.

Está desarrollado conforme a la jerarquía de la movilidad e incluye las características, niveles de servicio (NS) y especificaciones de diseño de infraestructura para cada usuario, así como algunas estrategias de rediseño, gestión de la demanda y colocación de estacionamiento. Se incluye el señalamiento vertical y horizontal y dispositivos de control de tránsito, ya que su aplicación impacta en la operación de la vía; las recomendaciones sobre infraestructura verde para diseñar con base en la resiliencia y sustentabilidad, y especificaciones de las redes subterráneas que deben ser consideradas al momento en que se reconfigura una vía urbana. Finalmente, se proponen criterios para la selección de pavimentos, vegetación y mobiliario urbano.



C6.1 Peatones

Un peatón se refiere a cualquier persona, sin importar su edad o condición, que se traslada con su propio cuerpo o que usan ayudas técnicas para desplazarse. Son los usuarios prioritarios de la pirámide de la movilidad, es decir, los que tienen la preferencia en el uso del espacio vial sobre otros usuarios. Por lo que es necesario enfocar las soluciones de diseño vial considerando su vulnerabilidad y reduciendo su tiempo de espera y tránsito para que realicen el menor esfuerzo al transitar por las vías urbanas.

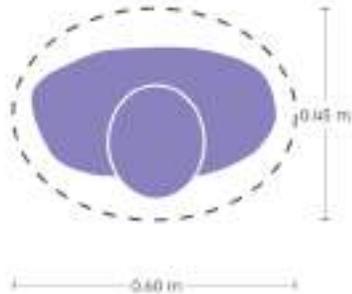
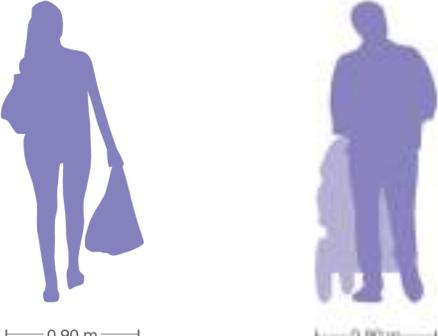
C6.1.1 Características

Algunos peatones tienen necesidades específicas dada su movilidad limitada, como adultos mayores, mujeres en período de gestación, personas de talla baja y niños; y personas con limitaciones permanentes o temporales, incluyendo a las personas con discapacidad. Hay peatones que pueden tener algún tipo de limitación que no es notoria a simple vista, como lo es la discapacidad intelectual, auditiva o malestares internos temporales; por lo tanto, la ciudad debe proveer una infraestructura vial legible y ordenada bajo los principios de diseño universal.

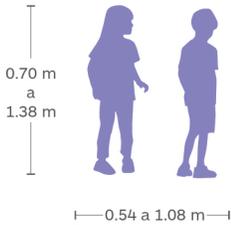
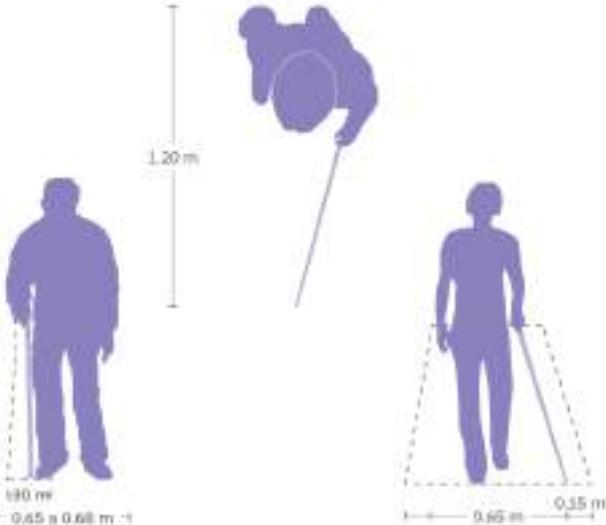
A su vez, pueden llevar bultos consigo en cantidades variables, mantenidos en las manos, atados a la espalda, colocados en la cabeza, balanceados en los hombros, entre otros. También se consideran peatones a las personas que corren, trotan, empujan una carriola y en ciertos casos a personas en bicicleta⁴².

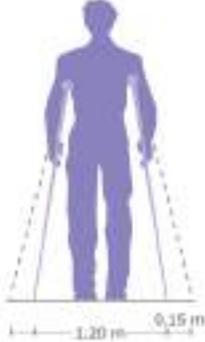
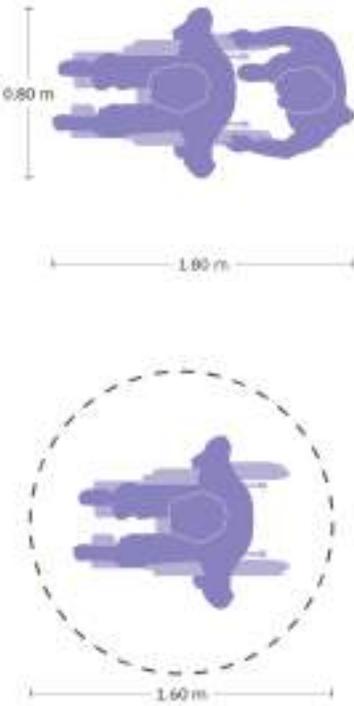
Al diseñar una calle deben tenerse presentes estos elementos, que derivan en distintas medidas antropométricas y requerimientos funcionales. Al diseñar se debe tener en cuenta los diferentes tipos de peatones, los objetivos del diseño propuesto y los espacios que los rodean.

Tabla 18. Medidas antropométricas para peatones

Características de los tipos de peatones	Medidas antropométricas
<p>Adultos</p> <p>El espacio de los adultos en posición estática se puede medir en una elipse corporal en vista de planta de 0.45 por 0.60 m.</p>	
<p>Adultos con carga</p> <p>El espacio ocupado en posición dinámica al desplazarse varía entre un ancho de 0.65 m y 0.90 m.</p> <p>Las dimensiones de una persona con carriola van de 0.80 m a 0.90 m de ancho por 1.50 m a 2.00 m de longitud en posición dinámica.</p>	

42. En algunas regulaciones de tránsito los menores de 12 años en bicicleta son considerados peatones, en otros casos los ciclistas en bicicletas de una rodada pequeña.

Características de los tipos de peatones	Medidas antropométricas
<p>Las dimensiones aproximadas de una persona con una carretilla de mano sin cajón [diablito] oscilan entre 1.50 m y 2.50 m de longitud, dependiendo de la mercancía que transportan.</p>	
<p>Niños 6-12 años y personas de talla baja</p> <p>El espacio que ocupan es de 0.54 m a 1.08 m y su altura oscila entre 0.70 m a 1.38 m. Se deben considerar las habilidades cognitivas y físicas que tienen de acuerdo con su edad. Ver Tabla 10 Características y necesidades de las personas en función de su edad.</p> <p>Para cumplir con un criterio adecuado de visibilidad de las personas de este grupo, se debe diseñar para que puedan ver y ser vistos, sobre todo en lugares en donde pudieran estar más expuestos (cruces peatonales y tramos en torno a escuelas, parques, jardines, hospitales, entre otros). Para ello es preciso eliminar elementos a cierta altura que sean obstáculos (grandes jardineras, macetones, autos estacionados, y elementos de contención muy altos que impidan que otros usuarios los perciban dentro de su campo visual), y de este modo, permitir que los niños y personas de talla baja perciban más claramente los movimientos y la presencia de los demás usuarios.</p>	
<p>Personas con ayudas técnicas</p> <p>Es necesario tomar en cuenta la posición estática (antropometría estática) y en movimiento (antropometría dinámica), utilizando diferentes ayudas técnicas según su tipo de limitación o necesidad.</p> <p>Visual Los peatones con discapacidad visual pueden requerir: bastón blanco o perro guía.</p> <p>Auditiva Las personas con discapacidad auditiva pueden requerir de audífonos.</p>	

Características de los tipos de peatones	Medidas antropométricas
Con andadera	 <p>Diagrama de un peatón con una andadera. La andadera es un dispositivo de metal con cuatro patas que se extienden hacia adelante y hacia atrás. Una línea horizontal indica una medida de 0,60 m entre las patas delanteras.</p>
Con muletas	 <p>Diagrama de un peatón con muletas. Las muletas son bastones que se apoyan en el suelo. Una línea horizontal indica una medida de 1,20 m entre las muletas, y una línea vertical indica una medida de 0,15 m desde el punto de apoyo hasta el suelo.</p>
Con silla de ruedas	 <p>Diagrama de una silla de ruedas. Se muestran dos vistas: una superior y una lateral. La medida superior indica una anchura de 0,80 m y una longitud de 1,00 m. La medida inferior indica una anchura de 1,60 m para el espacio requerido.</p>

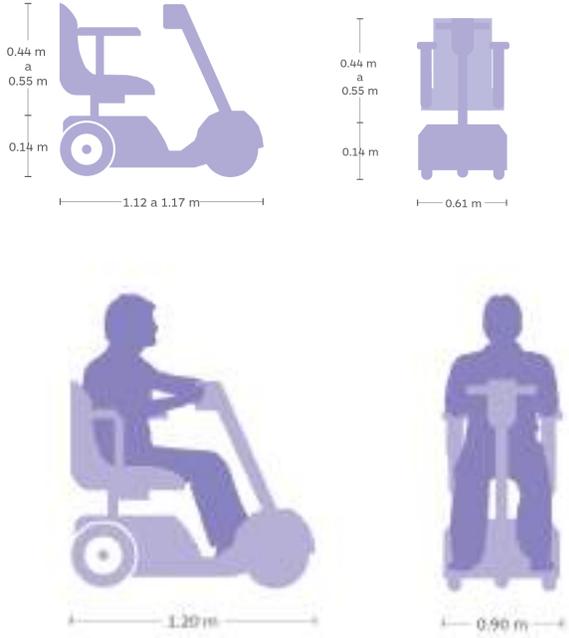
Características de los tipos de peatones	Medidas antropométricas
<p>Con silla de ruedas tipo motorizada (scooter)</p>	 <p>Diagramas que muestran las medidas antropométricas de un scooter motorizado y de una persona sentada en él. Las medidas incluyen alturas de 0.44 m a 0.55 m y 0.14 m, y anchuras de 1.12 a 1.17 m, 0.61 m, 1.20 m y 0.90 m.</p>
<p>Con perro guía</p>	 <p>Diagrama que muestra la medida antropométrica de un peatón con perro guía, con una anchura de 0.76 a 0.90 m.</p>

Tabla 19. Relación de características de peatones con respecto a las necesidades de diseño

Rango de edad	Características de estas personas	Necesidades de diseño
0 a 4 años	<ul style="list-style-type: none"> – Están aprendiendo a caminar – Requieren de supervisión de los padres – Comienza el desarrollo de la visión periférica y la percepción de profundidad 	<ul style="list-style-type: none"> – Diseño universal – Visibilidad en el espacio – Zonas para jugar – Reducción de la velocidad, sobre todo en sus entornos (escuelas, parques, deportivos, entre otros)
5 a 12 años	<ul style="list-style-type: none"> – Aumenta la independencia – Poca percepción de profundidad – Transitan sin precaución pues no comprenden cabalmente el concepto de peligro 	<ul style="list-style-type: none"> – Visibilidad en el espacio – Certeza de los movimientos vehiculares – Estrategias de orientación en la calle – Lugares de descanso – Sistemas de orientación y señalización con marcas legibles
13 a 18 años	<ul style="list-style-type: none"> – Sentido de invulnerabilidad propio de la etapa de crecimiento (adolescencia) – Transitan con poca precaución 	<ul style="list-style-type: none"> – Propuesta de señalización vertical y horizontal en toda la calle – Reducción de la velocidad en sus entornos (escuelas, parques, deportivos, entre otros)
19 a 40 años	<ul style="list-style-type: none"> – Activas, despiertas – Precavidas al ambiente del tráfico 	<ul style="list-style-type: none"> – Visibilidad en el espacio vial – Certeza de los movimientos vehiculares – Reducción de la velocidad
41 a 65 años	<ul style="list-style-type: none"> – Reflejos lentos 	<ul style="list-style-type: none"> – Sistemas de orientación en la calle – Lugares de descanso
66 o más años	<ul style="list-style-type: none"> – Visión y audición reducida conforme aumenta la edad – Velocidad motriz reducida. Sus desplazamientos toman mayor tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> – Diseño universal – Visibilidad en el espacio – Superficies lisas y antiderrapantes – Certeza de movimientos vehiculares – Sistemas de orientación y señalización con marcas legibles – Lugares de descanso – Tiempo suficiente de cruce en intersecciones (ver tabla y apartado siguiente) – Reducción de la velocidad en sus entornos (estancias, hospitales, parques, entre otros) – Suficiente tiempo de cruce – Información audible sobre dónde cruzar y cuánto tiempo queda

43. Creating walkable communities. (1998). [Libro Electrónico] Washington D.C.: Bicycle Federation of America Campaign to Make America Walkable, p.11. Available at: <http://www.bikewalk.org/pdfs/ncbwpubwalkablecomm.pdf> [consultado 8 Apr. 2015].

Fuente: Adaptado de "Creating Walkable Communities", 1998⁴³.

Velocidad de los peatones

La capacidad motriz de las personas determina su velocidad. Una persona joven sin limitaciones de movilidad se desplaza a una velocidad aproximada de 1.5 m/s. Pero no todos transitan a esa velocidad y, en la medida de los rangos de edad, carga, condición, uso de ayudas técnicas, esta velocidad puede reducirse. La Figura 6 (Comparativo de velocidades) muestra las velocidades de los peatones según las características físicas y de la actividad que estén desarrollando en la calle. Se considera que las personas que utilizan apoyos técnicos alcanzan una velocidad entre 0.3m/s a 0.5m/s, por lo cual se tomará esta medida como la velocidad mínima peatonal.

Figura 6. Comparativo de velocidades peatonales



Fuente: Adaptación de NACTO (2016)

C6.1.2 Nivel de servicio peatonal

El nivel de servicio (NS) de una calle es una medida de desempeño que sirve para calificar la calle en términos del flujo a través de un rango cualitativo medido en una escala de la "A" a la "F" donde, desde la perspectiva del usuario en términos de la ocupación del espacio de tránsito, el nivel de servicio "A" representa las condiciones óptimas operacionales de una calle y el nivel "F", las más inadecuadas (SCT, 2016).

En México el análisis de nivel de servicio ha estado centrado exclusivamente en el vehículo motorizado. Las metodologías reconocidas son las desarrolladas en Estados Unidos a través del Highway Capacity Manual (TRB, 2000) denominado HCM a partir de aquí, y que ha ido incorporando poco a poco niveles de servicio multimodal, aunque todavía muy poco detallados y difíciles de cuantificar.

Los niveles de servicio adjudican categorías de A (el más deseable) a F (el menos deseable) en función del espacio disponible para el tránsito y la comodidad dentro del flujo peatonal, usando como indicador el espacio promedio por cada peatón: a mayor número de personas en un mismo lugar, menor espacio promedio y por lo tanto nivel de servicio bajo.

La evaluación en los segmentos de banqueta en cada cuadra generalmente se calcula considerando el flujo peatonal y su velocidad relacionada con el espacio disponible. La aplicación de esta metodología tiene dos sólidas ventajas. La primera es que es fácil de aplicar en virtud de que solo requiere medir una variable, generalmente la de flujo peatonal, a través de aforos. La segunda es que la metodología está probada y es comparable por lo que hay fuentes suficientes para sustentar propuestas y tener ejemplos de implementación. Para fines de este manual se usa la metodología usada en (NYC, 2006; TRB, 2000) en la Tabla 4.

Tabla 20. Nivel de Servicio Peatonal en segmentos

Nivel de servicio peatonal	Espacio m ² /p (metros cuadrados disponibles por peatón)	Flujo peatonal p/ min/m (peatones por minuto por metro de franja peatonal)	Velocidad (m/s)	Descripción
A	³ 5.6	≤ 16	³ 1.30	Los peatones pueden circular en la trayectoria que decidan sin necesidad de modificarla por la presencia de otros peatones. La velocidad en este nivel de servicio es libre y se reducen los conflictos con otros peatones al circular por la banqueta.
B	3.7 - 5.6	16 - 23	1.27 - 1.30	Los peatones pueden definir su velocidad de circulación y su trayectoria al notar la presencia de otros individuos en la banqueta, pueden realizar rebases entre ellos sin problema.
C	2.2 - 3.7	23 - 33	1.22 - 1.27	Espacio suficiente para una velocidad normal de circulación, esquivando otros peatones generalmente en el mismo sentido de circulación.
D	1.4 - 2.2	33 - 49	1.14 - 1.22	La velocidad de circulación está más restringida. Existen mayores conflictos para cruzar y desplazarse en un sentido contrario de circulación.
E	0.75 - 1.4	49 - 75	0.75 - 1.14	La densidad es tan alta que la velocidad de circulación es muy baja. El espacio no es suficiente para poder rebasar a otros peatones que se desplazan a una velocidad más lenta.
F	≤ 0.75	³ 75	£ 0.75	La velocidad de circulación se encuentra muy restringida debido a la alta densidad de peatones. El espacio es tan reducido que constantemente se tiene contacto con otros peatones, cruzar y desplazarse en un sentido contrario de circulación es complejo.

De una manera práctica, el nivel de servicio en banqueta debe ser analizado realizando un conteo de personas en el segmento de banqueta seleccionado por un minuto y realizando una división por el ancho efectivo o ancho de franja peatonal. De este modo se podrá comparar con el indicador de Flujo peatonal p/min/m (peatones por minuto por metro de franja peatonal) incluido en la tabla. Del mismo modo, se recomienda realizar un recorrido por el segmento de banqueta y medir la velocidad del recorrido para compararlo con el indicador de velocidad incluido en la tabla anterior. Con estas dos variables se podrá definir el nivel de servicio actual de la banqueta.

Ilustración 32. Nivel de servicio



Fuente: Adaptado de Roupail et al (1998)

Para el cálculo del nivel de servicio en un nuevo desarrollo, se debe realizar el camino inverso, es decir, calcular el ancho de banqueta (franja peatonal) necesario para dar acomodo a los peatones de un nuevo desarrollo en cualquier escala dentro de la ciudad, implica estimar el volumen de peatones que se van a dar como consecuencia de la inclusión de ese nuevo uso de suelo. Las estimaciones son complejas, pero pueden tomar como insumos el número de empleos, la superficie comercial y la capacidad de los equipamientos privados y públicos que se propongan como parte del desarrollo. Si se estima el volumen de peatones por hora, se podrá estimar por minuto y el planeador debe definir el nivel de servicio que pretende dar a los peatones.

C6.1.3 Infraestructura peatonal

Para definir el ancho de la banqueta, se debe partir de los mínimos recomendados y después determinar la franja peatonal requerida con base en sus niveles de servicio y el tipo de calle del que se trate.

Se recomienda que al diseñar banquetas donde exista alto flujo peatonal se considere una franja peatonal de 3,20 m para que al menos dos personas sobre silla de ruedas puedan transitar paralelamente. Si se está diseñando para un flujo peatonal bajo, de acuerdo con los movimientos más amplios de personas con sillas de ruedas o perros guía, se requiere un espacio libre de 1,80 m para hacer maniobras.

La conceptualización de un nuevo proyecto o de mejora de una calle, debe conservar un ancho mínimo de banqueta, que debe ser la base de la propuesta de ordenamiento del resto de los elementos de la vialidad. Se recomienda que el ancho de banqueta no sea menor a 4,0 m en calles primarias y no menor a 3,30 m en calles secundarias y terciarias (locales).

Ilustración 33. Mínimos recomendados de ancho de banqueta por tipología

4.0m P1	4.0m P2	4.0m P3
3.3m S1	4.0m S2	4.0m S3
3.3m T1	3.3m T2	4.0m T3

Una vez determinada la sección de la franja de circulación peatonal, se definen las demás franjas de banqueta con base en mínimos recomendados establecidos en la Ilustración 33. La franja de fachada se define proporcionalmente en función de la actividad y de la intensidad de ésta, una calle con vocación comercial intensa requerirá de más espacio para funcionar de manera adecuada. La sección mínima de las franjas de mobiliario urbano y vegetación y la de seguridad (guarnición) no deben modificarse mucho, aunque en las calles más anchas se requieren en general más elementos de infraestructura y servicios.

Fuente: Adaptado de Transport for London, 2015

Tabla 21. Secciones mínimas para las franjas de fachada, circulación peatonal, mobiliario urbano, vegetación y seguridad

Ancho de banqueta (m)	Franja de circulación peatonal	Franja de mobiliario urbano (m)	Franja de guarnición (m)	Franja de fachada (m)*
2.55	1.8	0.6	0.15	no aplica
2.85 - 4.60	1.8 - 3.20	0.6-0.8	0.15 - 0.30	0.3
4.60 - 10.00	3.2	1.2 - 3.00	0.15 - 0.40	Variable

*Se recomienda que el ancho de la franja de fachada cuando se coloquen enseres sea de mínimo 1.60 m.

Fuente: Adaptado de (CdMx AEP, 2017)

Altura libre

Los requerimientos para la comodidad y seguridad de peatones y demás usuarios de la calle también requieren alturas libres mínimas. En función del tipo de elemento, se recomiendan las alturas mínimas en la siguiente tabla:

Tabla 22. Alturas mínimas libres

Elementos	Altura libre (m)
Mínimo libre	2.10
Techo en pasos subterráneos	3.00
Señales en banquetas	2.10
Señales en ciclovías y ciclocarriles	2.30
Ramas de árboles	3.00
Balcones, techos en banqueta	2.60

Fuente: Adaptado de UK CIHT. (2010).

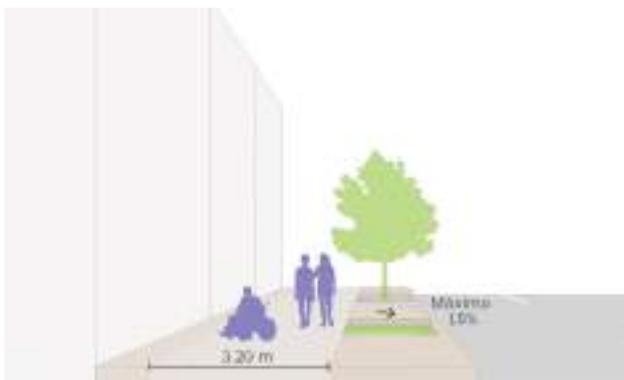
Pendientes transversales en banquetas

Las pendientes transversales son desniveles, idealmente van de la franja de fachada hacia el arroyo vehicular. Esto permite el escurrimiento gradual del agua de lluvia hacia el drenaje, pasando algunas veces por las jardineras, lo que evita escurrimientos hacia las edificaciones y encharcamientos en banquetas. Se recomienda que todas las franjas longitudinales de la banqueta estén al mismo nivel y que se construyan con una pendiente de entre 1% y 2%.

Una pendiente mayor reduce la seguridad y comodidad para transitar, y una menor reduce la capacidad de escurrimiento de la banqueta.

Algunas partes de las banquetas también funcionan como accesos vehiculares desde el arroyo vial hacia las cocheras y viceversa. Para cumplir esta función, el diseño de las banquetas debe contar con alguna de las siguientes estrategias.

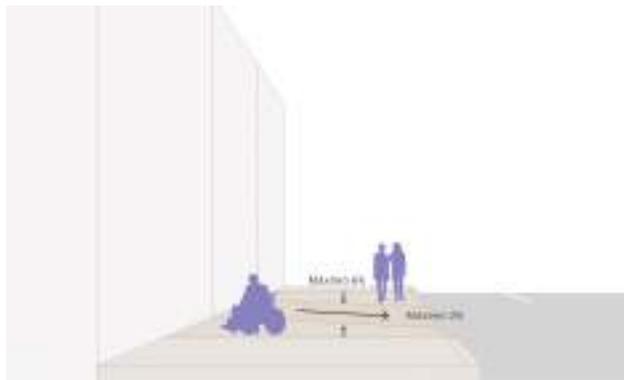
Ilustración 34. Pendientes transversales en banqueta



1. Conservar siempre el nivel en la franja de circulación peatonal, utilizando la franja de mobiliario urbano para extender la rampa desde el arroyo vial hasta el nivel de la banqueta. La rampa de entrada de cochera no debe afectar la franja peatonal.



2. Dejar la franja peatonal libre de no menos de lo recomendado en la ilustración del lado izquierdo y colocar otra rampa pequeña para el acceso a la cochera, en caso de que el predio esté a desnivel. Se puede colocar mobiliario urbano o vegetación en el ancho variable situado en la franja de fachada para resaltar el desnivel próximo a la entrada.

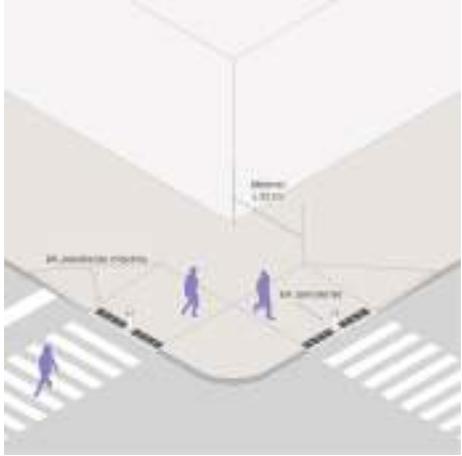
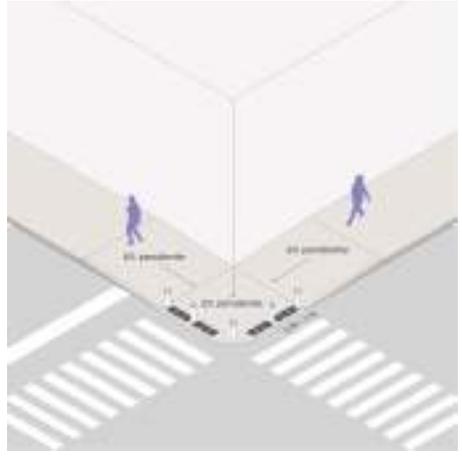


3. En el caso de que el acceso vehicular esté a la altura del arroyo vial, se recomienda elevar el cruce peatonal para que la franja de circulación peatonal no tenga pendiente. Si no es posible, la pendiente no puede ser mayor a 6%.

Rampas

Planos inclinados que ayudan a librar el desnivel entre la banqueta y el arroyo vehicular brindando continuidad en la superficie con una pendiente suave (máximo al 6%). Como con la banqueta, la textura del pavimento debe brindar tracción adecuada aún en condiciones de humedad que propician la seguridad de las personas desplazándose con alguna ayuda técnica. Por su configuración, las rampas pueden ser de distintos tipos como lo muestra la Tabla 27.

Tabla 23. Tipos de rampas en banqueta

Tipo	Descripción / Aplicación	Imagen
<p>Recta</p>	<ul style="list-style-type: none"> — La franja peatonal se proyecta en pendiente. La rampa está contenida por guarniciones con cantos verticales. No se recomienda su uso a menos de que sea imposible instalar una rampa con abanico. 	
<p>Con abanico</p>	<ul style="list-style-type: none"> — La pendiente inicia con dos rampas desde antes de llegar a la esquina, y se convierte en una superficie cónica al intersectarse con la otra pendiente perpendicular. — Se debe considerar un drenaje pluvial adecuado para evitar encharcamientos en el área de espera de la rampa. — Los bolardos que proteger al peatón y se colocan sobre esta rampa, deben colocarse en el punto tangente al centro de la curva del radio de giro. — El pavimento podotáctil para personas con discapacidad visual se debe colocar de forma perpendicular al trayecto del cruce peatonal y no en la línea tangente del radio de giro. 	

Pavimento podo-táctil

El pavimento podo-táctil puede ser de dos tipos: de advertencia y guía de dirección.

El pavimento de advertencia es una franja que se coloca paralela a la guarnición del área de espera sobre la banqueta y antes de cruzar el arroyo vial de forma perpendicular a la trayectoria del paso peatonal.

Una persona con discapacidad visual se guía por la textura y el sonido causado al arrastrar el bastón sobre este pavimento de advertencia; por lo que no se deben colocar en la curva de la esquina antes de cruzar la calle, ya que esto dirigiría a la persona al centro de la intersección vehicular, no a la banqueta del otro lado de la calle.

Una persona con discapacidad visual se orienta a través de la franja de advertencia, la cual le indica la trayectoria a seguir; por lo que no se deben colocar en la curva de la esquina de la banqueta, ya que esto dirigiría a las personas al centro de la intersección vehicular y no a la banqueta opuesta en línea recta.

Para más información sobre el pavimento podo-táctil leer el apartado C.6.6.4 Dispositivos diversos.

Bolardos

Son elementos que impiden la invasión de automóviles al espacio peatonal y protegen al peatón de algún movimiento vehicular no planeado. Se instalan aledaños a la guarnición dentro del área de espera del cruce peatonal o en los bordes del espacio correspondiente a los peatones en las plataformas únicas.

Se recomienda su colocación a una distancia de mínimo el paso de una persona en silla de ruedas o con perro guía y no a más de 2,00 m. Los bolardos deberán estar diseñados con elementos que eleven su visibilidad, bordes redondeados para evitar lesiones graves en caso de golpes y que su composición sea de algún material semirrígido para que en caso de impacto no se desintegre, sino que se flecte, permaneciendo en su lugar y reteniendo al vehículo. Para más información sobre bolardos, leer el apartado C.6.6.4 Dispositivos diversos.

C6.2 Ciclistas

Los ciclistas son parte de los usuarios prioritarios de la pirámide de la movilidad al utilizar vehículos de propulsión humana a pedal, que les permiten alcanzar una velocidad mayor a la de un peatón, pero circulan más lento que un vehículo motorizado. Al diseñar se debe propiciar que convivan de manera segura con peatones y automovilistas, sin poner en riesgo a otros y a ellos mismos; para ello deben ofrecerse rutas directas, cómodas, seguras, atractivas y coherentes.

C6.2.1 Características

Existen diversos vehículos no motorizados como las bicicletas, los triciclos y cuatriciclos (Ver Tabla 23). Es importante especificar que las bicicletas eléctricas serán consideradas como bicicletas, siempre y cuando parte de la propulsión siga siendo a través de pedales y cuando su capacidad de velocidad no supere los 25 km/h, es decir las bicicletas eléctricas de pedaleo asistido, tomando en cuenta a las bicicletas con acelerador eléctrico como motocicletas. Además, cuando una bicicleta la conduce una persona menor de 12 años, ésta no debe estar obligada a circular en el arroyo vial, y podría hacerlo en la banqueta con algunos modos de transporte de baja velocidad, como lo son los patines, patinetas, segways y otros análogos.

La mayor parte de los vehículos ciclistas son inestables debido a diversos factores que afectan a sus usuarios como vientos cruzados, corrientes producidas por los vehículos motorizados específicamente autobuses y camiones, los baches y hoyos en la superficie del camino, entre otros. Pero sobre todo porque para guardar el equilibrio, los ciclistas no circulan en trayectoria completamente recta, sino que el vehículo se balancea ligeramente de un lado a otro. Por esta razón, es importante considerar el espacio necesario para la circulación del ciclista que le permita realizar las maniobras para circular con seguridad y comodidad.

Ilustración 35. Distancias de seguridad de los ciclistas

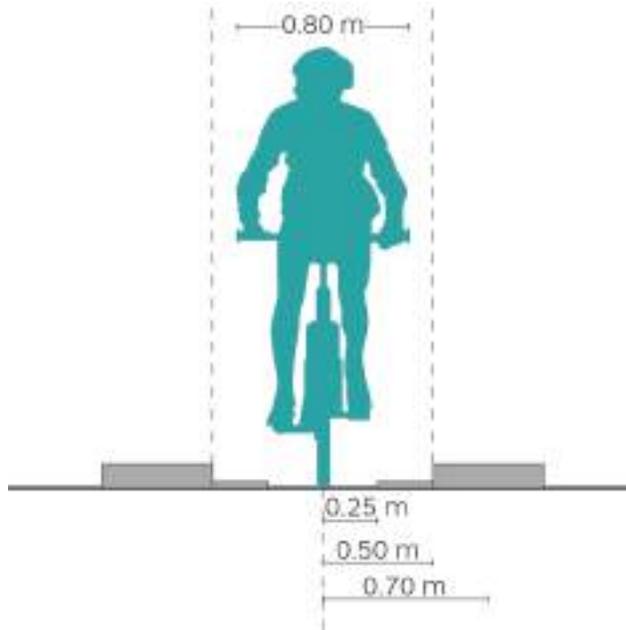


Tabla 24. Distancias de seguridad de los ciclistas

ID	Concepto	Distancia
a	Altura Total	1.70 m
b	Altura de visión	1.60 m
c	Altura de Hombros	1.40 m
d	Altura de Bicicleta	1.20 m
e	Largo de Bicicleta	1.80 m
f	Ancho Dinámico	1.00 m
g	Ancho estático	.80 m

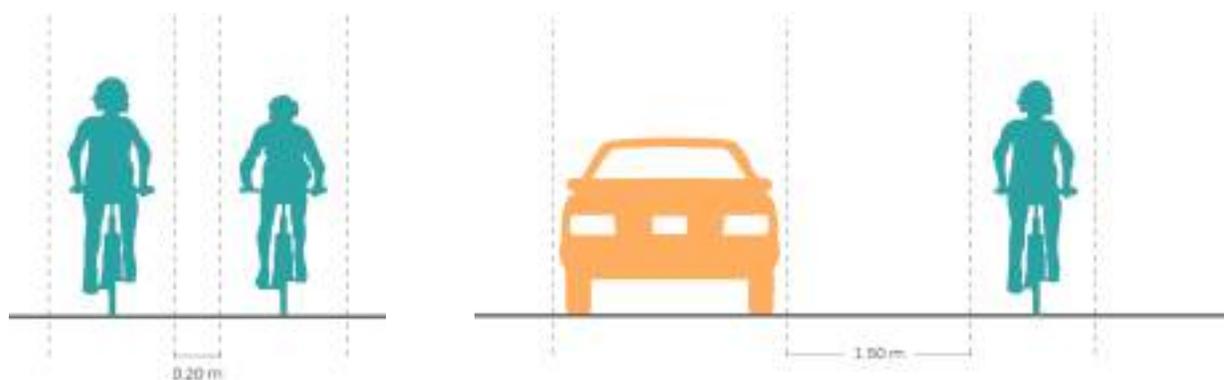
Fuente: Adaptado de (CROW, 2011; ITDP, 2011; CdMx, 2016)

El espacio libre necesario para que un ciclista circule se explica en la Ilustración 35. A fin de generar una sensación de seguridad en el ciclista, los elementos de confinamiento paralelos a la superficie de rodamiento y de altura menor a 0.05m como guarniciones pequeñas, requieren una distancia mínima de 0.25m de la llanta y las guarniciones superiores requieren una distancia de 0.50 m. La distancia mínima respecto a objetos fijos (luminarias, señalización, bolardos, árboles, automóviles, entre otros) es de 0.70m y en relación con bardas es de 1 m. (CROW, 2011)

El espacio de circulación libre para la bicicleta es el resultado de la suma del ancho requerido por la bicicleta y del ciclista en ella, más los márgenes de seguridad producto del zigzagado que dependen de la velocidad y del vehículo (si es de dos o más ruedas), éstos van de 0.80m a 1.10m, dependiendo del tipo de bicicleta.

Además de ofrecer un espacio de circulación libre para la bicicleta, es necesario tomar en cuenta una distancia adicional para permitir el rebase entre ciclistas y de vehículos motorizados a estos últimos. La distancia mínima para el rebase seguro entre ciclistas es de 0.20 m, mientras que para rebase entre automovilistas y ciclistas es de 1.50m (Ilustración 36).

Ilustración 36. Distancias mínimas de rebase a un ciclista



Fuente: Adaptado de (ITDP, 2011; CROW, 2011)

Tabla 25. Distancias mínimas de diseño entre bicicleta y otros vehículos

Segmento de separación	Ancho mínimo
Bicicleta / Guarnición (10-15 cm)	50 cm
Bicicleta / Automóvil estacionado	70 cm
Bicicleta / Bicicleta	20 cm
Bicicleta / Automóvil a máximo 30 km/hr	85 cm
Bicicleta / Automóvil a máximo 30-50 km/hr	1.0 m

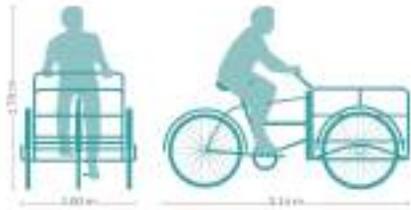
En la Tabla 22 se muestran las distancias mínimas que requiere un usuario de bicicleta respecto a otros vehículos y limitantes de la calle. Se recomienda usar estas distancias como parámetros base en la propuesta de alternativas, el anteproyecto y en el proyecto ejecutivo. Cabe señalar que estas medidas pueden ajustarse en función de la velocidad. Fuentes como *CROW, 1998* tienen detalles sobre cómo ambas variables se relacionan, estas pueden ser consultadas si se requiere para justificar secciones menores.

El diseño e implementación de infraestructura ciclista debe contemplar los diversos tipos de vehículos no motorizados. De acuerdo con su función y dimensiones se engloban en tres categorías: bicicletas convencionales, triciclos, ciclo taxis y bicicletas de carga y remolques.

Fuente: Adaptado de (CROW, 2011; ITDP, 2011; CdMX, 2016a)

Tabla 26. Dimensiones de los vehículos ciclistas

Vehículo	Dimensiones	Largo	Ancho	Radio de giro ⁴⁴
Bicicleta convencional Considera un usuario por vehículo. Incluye las bicicletas urbanas/híbrida, de montaña, de ruta, de turismo, de asistencia eléctrica, cross y bicicletas de renta. Las rodadas ⁴⁵ generalmente son de 24 a 28 pulgadas.		1.80	0.70	8.62
Bicicleta plegable Recomendadas para viajes cortos e intermodales, usan generalmente rodadas 16 a 20.		1.43	0.54	8.10
Bicicleta con remolque Usa bicicletas convencionales. El remolque tiene dos ruedas.		2.98	0.64	9.88

Vehículo	Dimensiones	Largo	Ancho	Radio de giro
<p>Ciclo taxi En el modelo sencillo, carga hasta dos personas en remolque.</p>		2.92	1.28	10.11
<p>Ciclo taxi eléctrico Está diseñado para transportar a más de dos personas cuyo motor asiste en mayores distancias</p>		2.93	1.05	15.00
<p>Triciclo Son diseñados específicamente para transportar bienes.</p>		2.14	1.00	9.39
<p>Bicicleta de carga de plataforma central Diseñada para la carga de mercancías adaptable para llevar niños y animales de compañía con los debidos elementos de seguridad.</p>		2.43	0.57	11.70

Fuente: (ITDP, 2011; CROW, 2011)

44. El radio de giro se define como el radio de la circunferencia definida por la trayectoria de la rueda delantera (la externa cuando hay dos ruedas delanteras), cuando éste efectúa un giro (SCT, 2016). En el caso de la bicicleta está calculado a partir de una velocidad de diseño de 20 km/hr (ITDP, 2011).

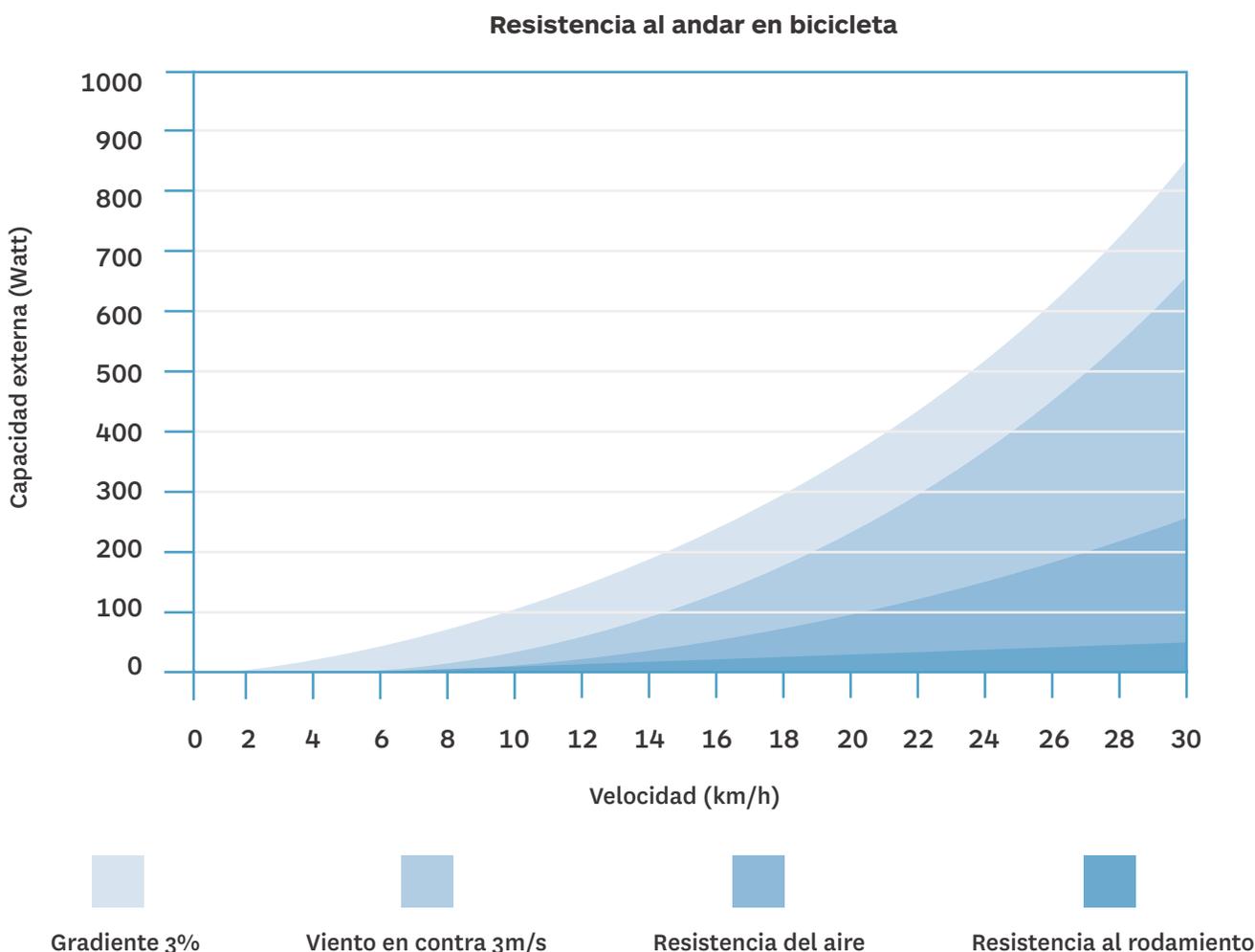
45. La rodada de una bicicleta es el diámetro del rin.

6.2.2 Velocidad y aceleración

La velocidad de un ciclista depende de factores internos y externos a la bicicleta. Entre los factores internos están la potencia que puede imprimir el ciclista, las características de la bicicleta y la carga que se transporte. Estos elementos deben de ser considerados en el diseño, aunque debe buscarse que éste incluya a todos.

Entre los factores externos están la pendiente, la resistencia del aire, la resistencia al rodamiento y el viento en contra. Estos factores pueden reducir o aumentar la velocidad de las bicicletas de manera que deben ser consideradas en el diseño. La siguiente gráfica explica la relación entre velocidad y resistencia. La resistencia al rodamiento y por pendiente dependen poco de la velocidad de la bicicleta por lo que son más importantes para velocidades bajas; en cambio la resistencia del aire y viento sí dependen de la velocidad, por lo que deben tomarse en cuenta para diseños para velocidades más altas.

Gráfica 1. Potencia reducida por resistencia



Fuente: CROW (2011)

La velocidad cruceo promedio de un ciclista se establece en 25 km/hr. Sin embargo, la velocidad puede variar, ya que en la ciudad está entre 15 y 20 km/hr (CROW, 2011), dado que además de los factores ya descritos, los cruces e intersecciones reducen la velocidad promedio.

Tabla 27. Velocidad de diseño ciclista

Tipo de vía	Velocidad de diseño
Carriles exclusivos en ambientes urbanos	25 km/hr
Carriles exclusivos con pendientes 3%-5%	30 km/hr
Vías o carriles en vías con pocos cruces y/o pendientes mayores a 5%	40 km/hr

Fuente: Elaboración propia con base en AASHTO (2012) y CROW (2011)

La aceleración de una bicicleta desde una posición estática se establece en 0.8-1.2 m/s². La desaceleración depende de varios factores y se recomienda usar un rango de entre -1.5 m/s² (cómodo) a unos 2.6 m/s² (frenado de emergencia) (CROW, 2011).

C6.2.3 Nivel de servicio ciclista

Para México se propone usar una metodología adaptada del Cycling Level of Service (CLOS) de Transport for London (Transport for London, 2014), una herramienta de auditoría diseñada para evaluar la calidad de factores que propician mayores viajes ciclistas en calles existentes (y a diseñar) con un puntaje final de 100 puntos. El HCM tiene elaborado también un nivel de servicio ciclista (Bicycling Level of Service - BLOS) bajo el mismo criterio que el peatonal: por segmentos y por intersecciones (TRB, 2000).

En la tabla 8 se propone una serie de indicadores adaptados del CLOS que permite evaluar elementos de diseño que favorecen la circulación de este tipo de usuarios y permite evaluar incluso calles sin infraestructura ciclista.

Tabla 28. Indicadores para favorecer la circulación ciclista

Área	Indicador general	Indicador particular	Pts	
Seguridad	Riesgo de colisión	No hay riesgo de colisión de lado en intersecciones	6	
		No hay riesgo de colisión frontal o por detrás	6	
		No hay riesgo de colisión con puertas o actividad en banqueta	6	
		Otros vehículos respetan la preferencia de paso y no desobedecen señales	2	
	Percepción de seguridad	Existe separación de tránsito pesado	Velocidad del tránsito	2
		Baja velocidad del tránsito donde ciclistas no circulan separados		6
		Bajo volumen del tránsito donde ciclistas no circulan separados		6
	Seguridad pública	Hay bajo riesgo y baja percepción de crimen		6
		Hay suficiente iluminación		2
		No existen zonas aisladas		2
El diseño vial no reduce la actividad en la calle			2	
Continuidad	Tiempo de recorrido	Se puede mantener la velocidad en los cruces	2	
		No se pierde mucho tiempo en intersecciones	2	
	Valor del tiempo	De ciclistas comparado con el uso del automóvil (bajo condiciones meteorológicas normales)	2	
	Trayectorias directas	Se sigue la ruta más directa	2	
Coherencia	Conexiones	Facilidad para acceder o salir de la ruta de manera segura y fácil	2	
		Densidad de infraestructura ciclista	2	
	Sistema de orientación	Los señalamientos son adecuados	2	
Confort	Calidad de la superficie	No hay defectos de la calle: rejas, alcantarillas, grietas	6	
	Material en la superficie	No hay material de construcción, piedras, basura en el pavimento	2	
	Ancho efectivo sin conflicto	Existe espacio suficiente para compartir el carril	6	
		Volumen y velocidad bajos para controlar el carril	2	
	Pendiente	No hay pendientes de más de 100m de largo	2	
	Desvíos	No hay cuellos de botella causados por desvíos	2	
	Cruces a desnivel	No hay desvíos verticales	2	

Área	Indicador general	Indicador particular	Pts
Atractivo	Impacto en peatones	Evaluación del nivel de confort peatonal	2
	Infraestructura verde	Materiales sustentables en el diseño, arbolado y recuperación de agua pluvial	2
	Calidad del aire	Concentraciones bajas de PM10 y NOX	2
	Ruido	Niveles bajos de ruido	2
	Desorden de calle	Existencia de señalamiento para reforzar el diseño	2
	Estacionamientos	Acceso a biciestacionamientos seguros en calle y fuera de calle	2
Adaptabilidad	Integración con transporte público	Transiciones suaves entre modos de transporte o continuidad de las rutas ciclistas en centros de transferencia	2
	Flexibilidad	Factibilidad de que se amplíe la ruta	2
	Dimensionamiento	La ruta cubre la demanda calculada y además está diseñada para cubrir la demanda futura	2

Fuente: Adaptado de Transport for London, 2014.

El nivel de servicio CloS establece puntuaciones diferenciadas para llegar a un indicador para cada calle. Para mayor profundidad, revisar los London Cycling Design Standards (Transport for London, 2014).

C6.2.4 Infraestructura ciclista

Una vez elegida la vocación y ubicación de la vía que se quiere diseñar o rediseñar, se toma una decisión sobre el tipo de infraestructura ciclista más adecuada. Ésta dependerá de la velocidad de operación actual o proyectada de la calle y el volumen vehicular diario que circula en ella. Altas velocidades con volúmenes altos requieren un alto nivel de confinamiento de la bicicleta del tránsito vehicular, de manera contraria, bajas velocidades y volúmenes vehiculares permiten la circulación compartida. Además, altas velocidades están generalmente relacionadas con un alto número de vehículos pesados y con pocos peatones, lo cual dificulta y hace más riesgoso la circulación ciclista sin infraestructura vial exclusiva.

Para fines de este manual, y de acuerdo con las normas y recomendaciones técnicas existentes (Ver CROW, 2011 y CdMx, 2016) que resume adecuadamente muchas de las mejores prácticas existentes, se plantean cinco tipos de infraestructura ciclista en función de su nivel de separación o integración con el tránsito vehicular: ciclo vía, ciclocarril, carril bus-bici, carril de prioridad ciclista o prioritario y carril compartido. Existen otras opciones de infraestructura ciclista exclusiva para la bicicleta en calles o senderos, o compartidas con peatones.

Para tomar decisiones sobre los niveles de integración de las calles, la siguiente tabla vincula los tipos de calle con las distintas medidas de diseño vial para bicicletas. Para cada tipo de calle, de acuerdo con la velocidad máxima definida anteriormente y el nivel de volumen vehicular (alto para las primarias, medio para secundarias y bajo para las terciarias), se le asignan categorías de infraestructura ciclista recomendadas:

Ilustración 37. Tipos y secciones de Infraestructura ciclista en función de la tipología de calle

P1 Alto volumen Alta velocidad (50k/h) Ciclovía - - -	P2 Alto volumen Alta velocidad (50k/h) Ciclovía - Carril bus-bici - -	P3 Alto volumen Med velocidad (40k/h) Ciclovía - Carril bus-bici - Carril compartido
S1 Med volumen Alta velocidad (40k/h) Ciclovía - Carril bus-bici - -	S2 Med volumen Med velocidad (40k/h) Ciclovía Ciclocarril Carril bus-bici - Carril compartido	S3 Med volumen Baja velocidad (30k/h) Carril compartido Carril prioritario Carril bus-bici Ciclocarril Ciclovía
T1 Bajo volumen Med velocidad (30k/h) - Ciclocarril Carril bus-bici - Carril compartido	T2 Bajo volumen Baja velocidad (20k/h) - Ciclocarril Carril bus-bici Carril prioritario Carril compartido	T3 Bajo volumen Baja velocidad (10k/h) - - - Carril prioritario Carril compartido

Fuente: Adaptado de CROW (2011) y CdMx (2016)

Tabla 29. Tipos y secciones de Infraestructura ciclista en función de la tipología de calle

Tipo de infraestructura ciclista	Ancho de carril recomendado (m)	Velocidad de operación vehicular (km/h)	Volumen vehicular de la calle (veh-sentido/día)
Carril compartido ciclista	3.90 – 4.30	20-40	< 4,000
Carril prioritario ciclista	<3.00	20-30	< 4,000
Ciclocarril	1.50	30-40	Irrelevante
Carril exclusivo para transporte público y bicicletas (carril bus-bici)	4.10-5.00 m	< 50 (buses)	< 20 buses / hr
Ciclovía	2.00	>30	Irrelevante
Calles peatonales compartidas con ciclistas	—	10	—

Fuente: Adaptado de (ITDP, 2011; CdMx, 2016a)

Carril compartido ciclista

Las dimensiones del carril facilitan o dificultan la movilidad en bicicleta, generan reglas para la circulación y el rebase seguro. Un carril suficientemente amplio permite que el rebase al ciclista se realice de manera segura dentro del mismo carril, mientras que uno suficientemente angosto obliga al vehículo que rebasa a cambiarse de carril, para evitar cualquier riesgo.

Con excepción de las vías de acceso controlado, en todos los carriles compartidos ciclista está permitida la circulación de vehículos no motorizados. Dado que los carriles vehiculares deben tener un ancho suficiente para los vehículos automotores que van de 1.8 m hasta 2.6 m en los casos de buses y tractocamiones.

El carril compartido ciclista se define como el que está ubicado en la extrema derecha del área de circulación vehicular, con un ancho suficiente para permitir que ciclistas y conductores de vehículos motorizados compartan el espacio de forma segura.

Es decir, en este caso la bicicleta circula en el mismo carril que los automóviles que la rebasan (o viceversa), esto permite potenciar la capacidad vial de la calle. La bicicleta debe circular así cuando la velocidad del flujo vehicular sea compatible, es decir a menos de 40 km/hr, para eso el carril debe tener una sección suficiente, la cual depende del tipo de vehículo que circula ahí. Las siguientes ilustraciones muestran cómo ampliar el tamaño del carril mejora la calidad de viaje y seguridad del ciclista y aumenta el nivel de servicio ciclista.

Ilustración 38. Carril compartido ciclista

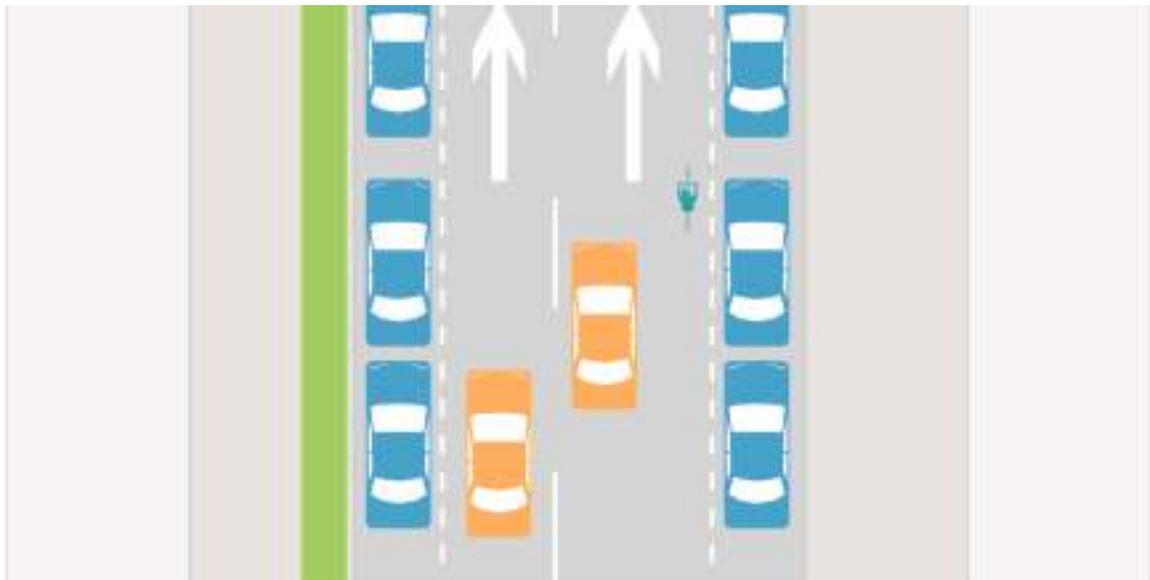
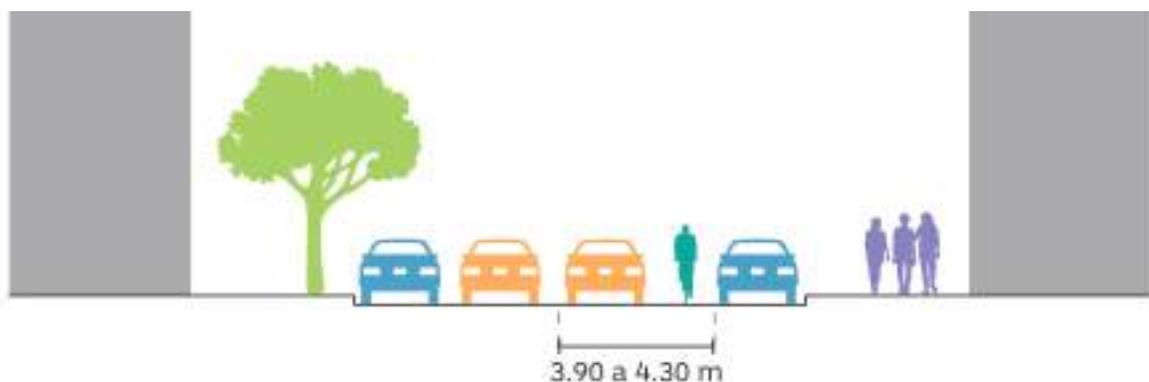


Ilustración 39. Sección de carril compartido ciclista



Usando las distancias mínimas establecidas en la Tabla 29 y considerando el tipo de vehículo que circule en ese carril se establece que para que un carril sea compartido ciclista debe tener al menos 3.9 m de ancho. Si el carril tiene más de 4.30 hay un riesgo de que pueda ser usado por dos autos compactos en especial en situación de congestión o de espera en un cruce semaforizado. Además, carriles más anchos pueden generar una velocidad muy alta de operación.

Carril prioritario ciclista

Cuando un carril derecho no puede tener una sección de al menos 3.9 se recomienda evitar las secciones mayores a 3.0 m y menores a 3.9 m en los que el conductor de un vehículo automotor puede percibir seguro el rebase, cuando no lo es. Carriles menores de 3.0 m obligan a que, para rebasar al ciclista, los demás vehículos deberán cambiar de carril. Un carril prioritario ciclista se define como un carril ubicado en la extrema derecha del área de circulación vehicular, con un ancho máximo para requerir que conductores de vehículos motorizados cambien de carril cuando rebasen a un ciclista (Carreón, Treviño, & Martínez, 2011).

En este caso la bicicleta circula en el centro del carril, esto permite que el ciclista tenga una mejor visibilidad al frente y se ubique en la zona de máxima atención de los demás conductores. Esta configuración es segura cuando la velocidad del flujo vehicular sea compatible, es decir menor a 30 km/hr. También es recomendable cuando existan coches estacionados, alcantarillas, residuos o charcos a la derecha del carril, lo cual resulta peligroso para el ciclista y es recomendable que circule al centro. En la siguiente ilustración se explica la reducción de carril derecho para facilitar que el ciclista pueda circular al centro.

Ilustración 40. Carril prioritario ciclista.

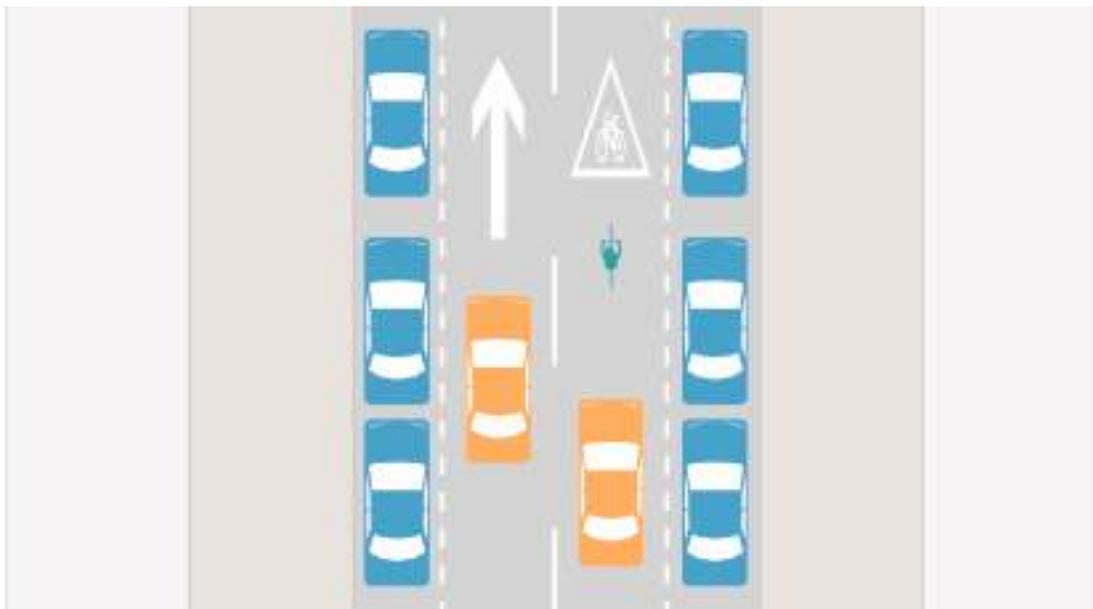
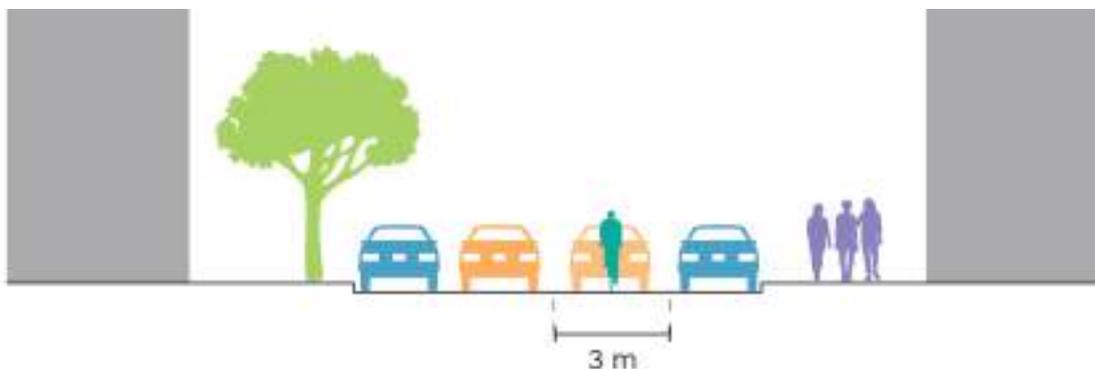


Ilustración 41. Sección de carril prioritario ciclista con estacionamiento del lado derecho.



Los 3 m máximos permiten la circulación incluso del más grande de los vehículos (2.6 m). Pero también el carril puede tener menos sección, dependiendo del tipo de vehículo que se espera circule. En calles con tránsito solo de vehículos ligeros la sección puede reducirse hasta incluso 2.4 m.

Carril exclusivo para transporte público y bicicletas (Carril bus-bici)

El carril bus-bici es un carril exclusivo para transporte público y bicicletas, con un ancho adecuado para que conductores de autobuses y ciclistas compartan el carril de manera segura. Los vehículos pueden ser de combustión de diesel, gasolina, gas natural o eléctricos, incluso a través de catenarias (en el caso de los trolebuses), pero no deben tener rieles para su rodamiento.

El carril debe tener un ancho de 4.1 m a 5.0 m y confinarse para proveer de seguridad a los ciclistas. Se recomienda implementarlos en corredores de baja frecuencia (los intervalos de paso deben ser idealmente mayores a 3 minutos) y baja velocidad (de máximo 50 km/hr), en donde además la operación de autobuses sea controlada por un ente público central y/o que los conductores no operen bajo el modelo hombre-camión⁴⁶. Por ello no se recomienda diseñar carriles compartidos con transporte público concesionado, los intervalos de paso del transporte público deben ser idealmente mayores a 3 minutos. El confinamiento para carriles bus-bici puede ser el mismo que para carriles exclusivos para transporte público en virtud de que el ciclista no circulará en general cerca de ellos.

Es altamente recomendable instalar en los carriles dispositivos denominados coloquialmente cojines, que tienen dos funciones: canalizar a los buses en sus trayectorias adecuadas (a la izquierda cuando circulan, a la derecha cuando se detienen por pasaje) y reducir velocidades a vehículos más pequeños que invaden el carril o bien a los propios buses cuando se salen de su trayectoria ideal y pueden poner en riesgo a los ciclistas.

Reconfigurar una calle para incorporar un carril especial puede no siempre requerir eliminar un carril de circulación general. Es posible reducir la sección de esos carriles incluso a menos de 3 metros considerando que los buses ya no circularán en ellos, sino en el carril exclusivo.

Ilustración 42. Carril bus-bici

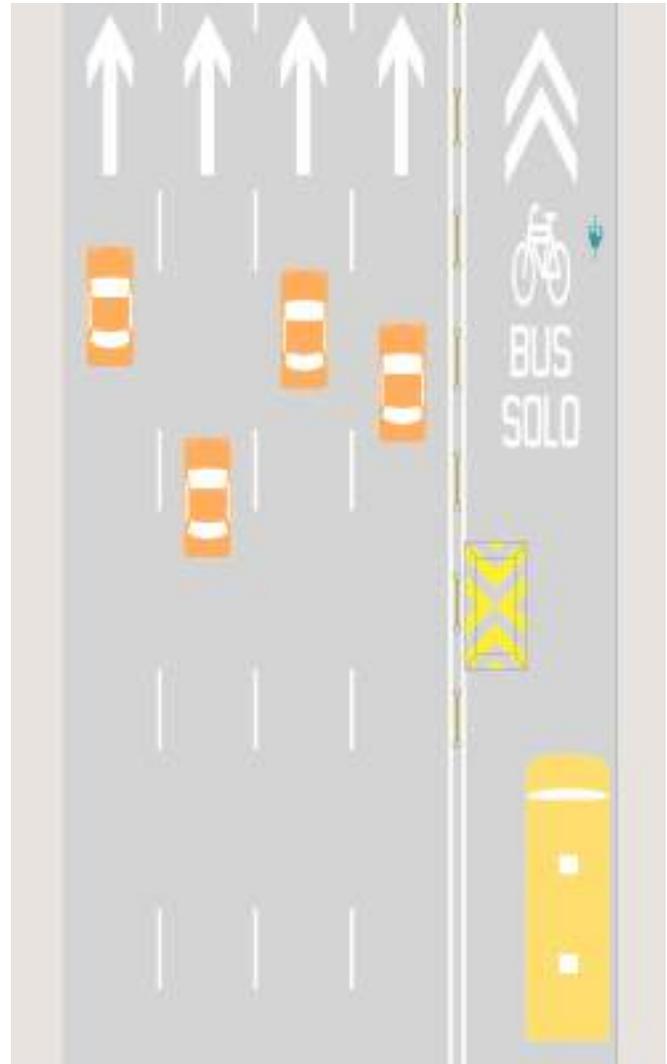


Ilustración 43. Sección de carril bus-bici



46. Que su ingreso no esté relacionado con el número de pasajeros que recoja.

Ciclocarril

Un ciclocarril es un carril exclusivo para la circulación ciclista, delimitado con marcas en el pavimento. Es decir, se trata como un carril más en el arroyo vehicular, con la diferencia que solo puede ser usado por vehículos no motorizados. La sección recomendada es de 1.50 m delimitado por señales horizontales (marcas en el pavimento). Menos de esta sección dificulta el rebase entre bicicletas, aunque es posible cuando el espacio es más reducido.

En el caso de que exista estacionamiento del lado derecho de la vía, se requiere de un espacio de amortiguamiento⁴⁷ de 0.50 m mínimo y un máximo de 0.90 m para que se abran las puertas de los autos sin invadir el espacio de circulación ciclista. La delimitación del carril exclusivamente con pintura se da cuando la calle no tiene sección suficiente para confinar, o cuando está contiguo a un carril de estacionamiento. La sección de ciclocarril + buffer no puede ser mayor de 2.0 m, a fin de reducir el riesgo de circulación de vehículos automotores.

Este esquema es recomendado cuando existe una franja de estacionamiento y no se puede confinar el carril por la falta de espacio y/o por la operación de acceso y salida de autos estacionados. Además, permite empujar hacia la izquierda los carriles de circulación para generar un espacio suficiente para la bicicleta en calles angostas en los que no se pueda reducir un carril.

Ilustración 44. Ciclocarril con estacionamiento del lado derecho

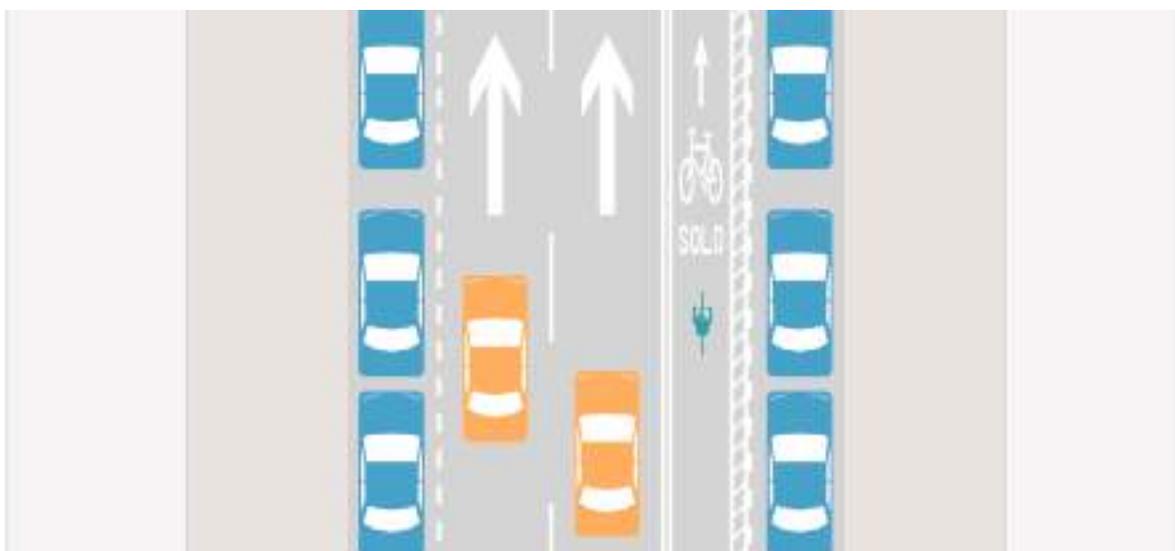


Ilustración 45. Sección de ciclocarril con estacionamiento del lado derecho



47. Área de amortiguamiento o buffer es la distancia de seguridad con puertas de automóviles.

A veces, es posible establecer ciclocarriles en calles sin estacionamiento, pero no es recomendable en general, a menos que las condiciones de exceso de cocheras no permitan instalar elementos de confinamiento, o bien la regulación local no lo permita.

Ilustración 46. Ciclocarril sin estacionamiento contiguo

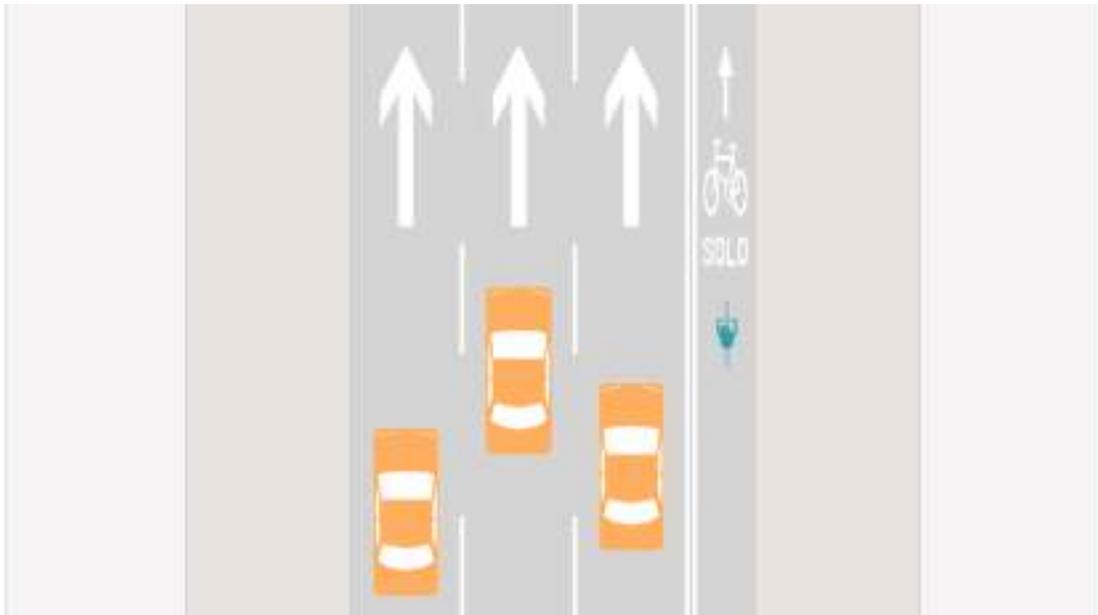
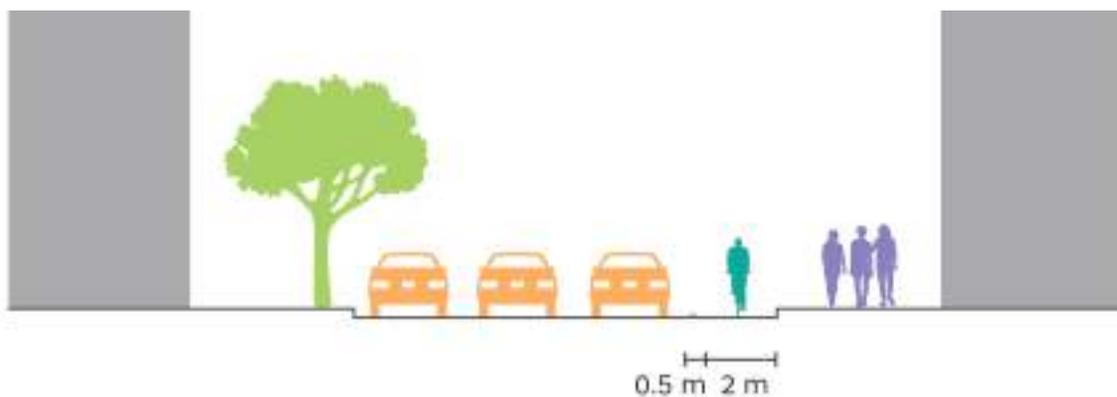


Ilustración 47. Sección de ciclocarril sin estacionamiento contiguo



Ciclovía

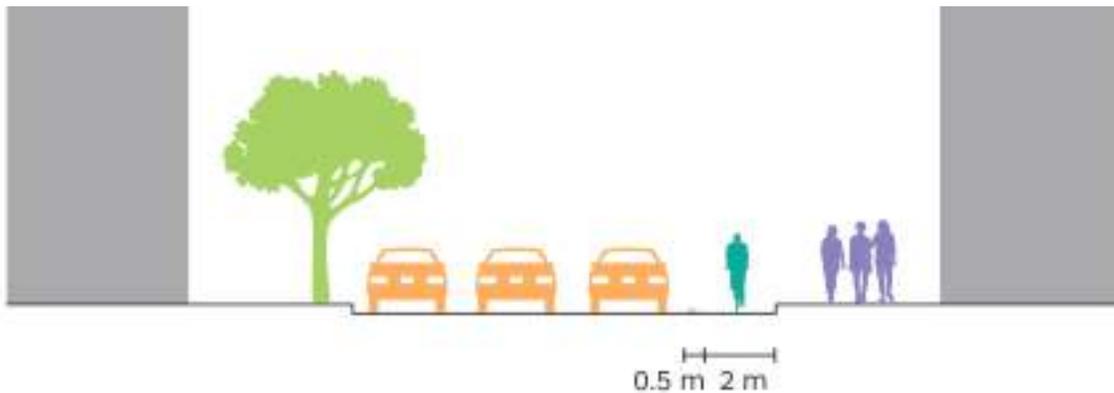
Una ciclovía es un carril de circulación exclusiva para ciclistas, físicamente segregado del tránsito automotor. Puede estar confinado con elementos fijos en el pavimento o semifijos como el carril de estacionamiento. Deben tener un ancho mínimo efectivo de 2 m. En el caso de ciclovías delimitadas por estacionamiento hay que marcar en el pavimento el espacio de amortiguamiento de mínimo 0.50m y un máximo de 0.90m para la apertura de las puertas de los automóviles.

Las ciclovías en calles sin estacionamiento requieren dispositivos especiales, en la sección de señales de este manual se explicarán algunos. Para su diseño e instalación se debe considerar el drenaje del agua pluvial y los requerimientos de seguridad del ciclista como altura del elemento y la posibilidad de poder salir del carril en caso de emergencia.

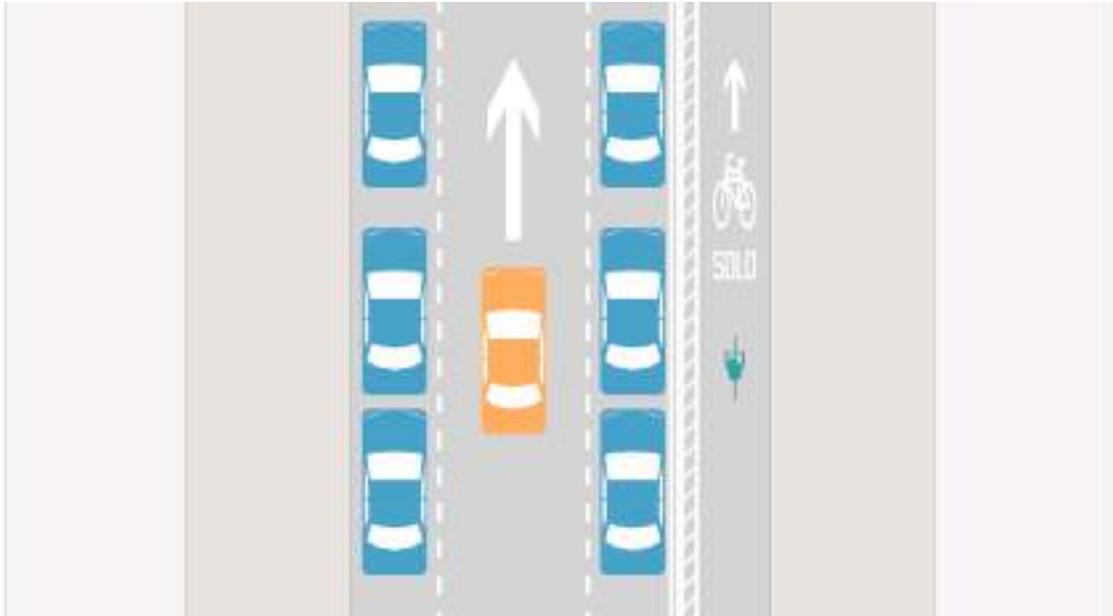
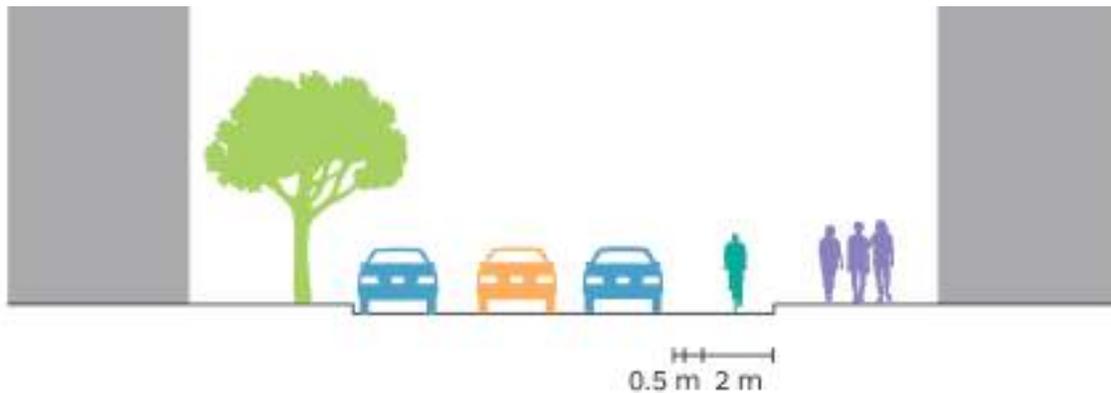
Ilustración 48. Ciclovía



Ilustración 49. Sección de ciclovía



Para calles con estacionamiento, los vehículos estacionados funcionan como elementos de confinamiento. Esta solución es alternativa al ciclocarril, pero requiere mayor espacio, ya que al confinar al ciclista entre autos y guarnición se reduce la posibilidad de escape del ciclista en caso de riesgo (charcos, obstáculos, peatones o perros que se crucen intempestivamente), por lo que se requiere mayor espacio. En estos casos es recomendable que a la sección de 2 metros se adicione un buffer de al menos 0.5 m para la apertura segura de puertas de los vehículos.

Ilustración 50. Ciclovía con estacionamiento del lado izquierdo**Ilustración 51. Sección de ciclovía con estacionamiento del lado izquierdo**

C6.3. Usuarios de vehículos motorizados.

En este apartado nos referimos a cualquier persona autorizada para trasladarse o facilitar el traslado de otras personas y mercancías utilizando un vehículo motorizado. Estos usuarios ocupan el último lugar de la pirámide de la movilidad, y por ende del uso de las calles. Ocupan este nivel en la jerarquía de la movilidad debido a que son los usuarios de las calles que emplean menor esfuerzo en sus traslados y las características de los vehículos que utilizan generan externalidades negativas a la sociedad. Por lo que al diseñar, se debe propiciar que estos usuarios tengan conductas que no pongan en riesgo ni su integridad, ni la del resto de los usuarios de la vía. El diseño vial debe evitar hechos de tránsito donde la gente pueda morir o sea herida en las calles.

C6.3.1 Características

Un vehículo es un medio de transporte terrestre para personas u objetos dotado de llantas para transitar. Para definir un vehículo motorizado se usa el concepto de vehículo automotor, que corresponde a un vehículo dotado de medios de propulsión propios. Estrictamente una motocicleta es un vehículo automotor, sin embargo, existen algunas definiciones que exigen que un vehículo automotor tenga al menos cuatro ruedas, lo cual excluye a las motocicletas y triciclos. En cualquier caso, para fines de este manual, los vehículos motorizados equivalen a los vehículos automotores y por tanto incluyen a las motocicletas. Se usará automóviles para vehículos ligeros de al menos cuatro ruedas.

Vehículos de emergencia

Los vehículos de emergencia son aquellos designados a cubrir labores de auxilio ante eventos inesperados. Dependiendo del tipo de evento que se atienda, los vehículos de emergencia pueden ser: policiales (automóvil de policía de patrulla); sanitarios (ambulancias) y de bomberos. De acuerdo a los tipos de vehículos más utilizados en México se tienen las siguientes características:

Tabla 30. Especificaciones de vehículos de emergencia

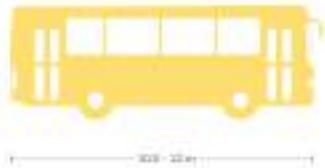
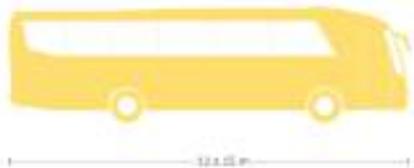
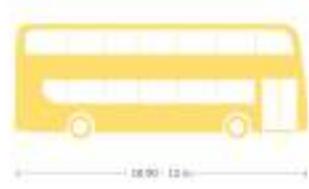
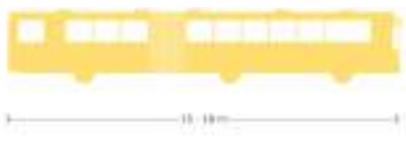
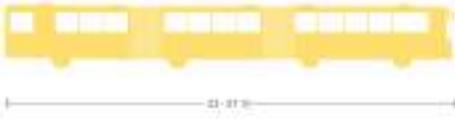
Vehículos de emergencia	Imágenes	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Radio de giro (m)
Policiales (patrulla)		5.0 - 5.8	1.8 - 2.0	1.5 - 1.7	7.3
Sanitarios (ambulancia tipo sprinter de techo alto)		5.0 - 7.0	1.9	2.75	7.48
Camiones de bomberos		9.5	2.5	3.5	10.5

Fuente: Adaptado de información de fabricantes y de AASHTO (2001), WRI (2015), NACTO (2016), SCT (2016) y SCT (2017)

Vehículos de transporte de pasajeros

Los vehículos de transporte de pasajeros se define para efectos de este manual, como los que tienen un peso mayor a 5 toneladas, a fin de no incluir vehículos ligeros. Las especificaciones de los vehículos de transporte de pasajeros se muestran en la Tabla 28:

Tabla 31. Especificaciones de vehículos de transporte de pasajeros

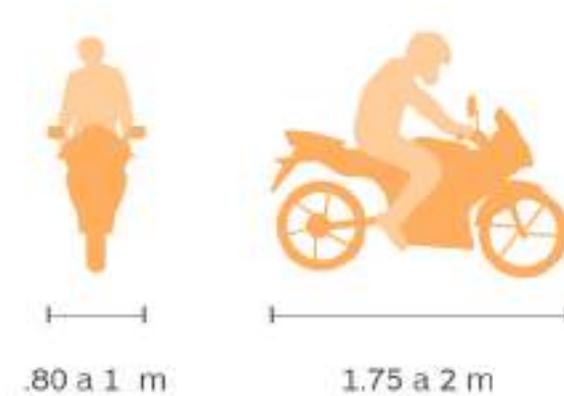
Autobuses	Imágenes	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Radio de giro (m)
Pequeños		8.0 - 10.5	2.5	3.0	11.5
Medianos		10.5 - 12.0	2.55	2.9	12.0
Foráneos		9.5	2.5	3.5	12.0
Doble Piso		10.9 - 12.0	2.55	4.5	12.0
Articulados		15.0 - 18.0	2.6	3.85	13.5
Biarticulados		23.0 - 27.0	2.6	3.85	14.0

Vehículos ligeros

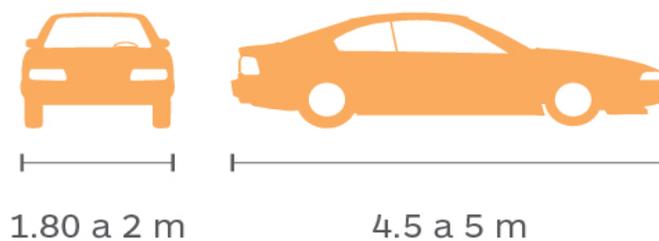
Los vehículos ligeros se definen como aquellos menores a 4 toneladas de peso bruto vehicular⁴⁸, pueden ser motocicletas, automóviles de pasajeros o camionetas ligeras. Las camionetas ligeras se definen como vehículos ligeros para el transporte de más de 10 personas o mercancías. La Tabla 9 establece las especificaciones de dimensiones de estos vehículos.

Ilustración 52. Especificaciones de vehículos ligeros

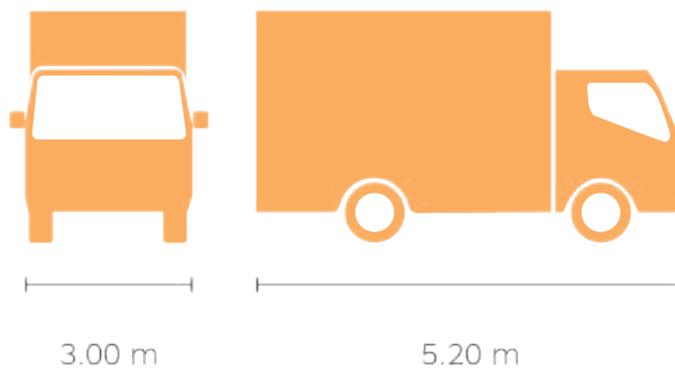
Motocicleta



Vehículo particular



Camión ligero



Fuente: Adaptado de (NACTO, 2017)

Vehículos de carga

Se define a los vehículos de carga como los que tienen peso mayor a 4 toneladas y están destinados al transporte de mercancías. El ancho máximo autorizado para todas las clases de vehículos que transitan es de 2.60 m., sin incluir los espejos retrovisores, elementos de sujeción y demás aditamentos para el aseguramiento de la carga. La altura máxima autorizada para todas las clases de vehículos que transitan en los diferentes tipos de caminos es de 4.25 m. de acuerdo con la NOM-012-SCT-2-2014.

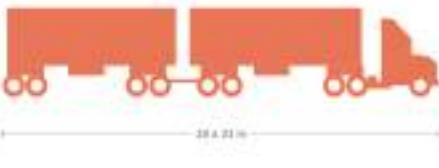
No se recomienda que los vehículos con dimensiones mayores circulen en calles urbanas excepto en vías de acceso controlado. En casos especiales, los vehículos con excesos de dimensiones deben contar con abanderamiento y señalización específica, pero no se suelen tomar en cuenta para el diseño de las calles y vías urbanas.

El transporte de carga, especialmente tráileres o vehículos pesados, deben contemplar medidas de seguridad como bandas laterales de seguridad, cámaras, espejos y sensores para eliminar los puntos ciegos. Estos elementos reducen el riesgo de colisión entre vehículos pesados y peatones y ciclistas, más no lo eliminan por completo.

Por último, se recomienda que el diseño de la vialidad se desarrolle conforme a los volúmenes de demanda de la vía y a la infraestructura existente.

Tabla 32. Especificaciones de vehículos de carga

Vehículo	Imágenes	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Radio de giro (m)
C2 Camión Utilitario	 <p>El principal vehículo utilizado para distribución de mercancías en las ciudades. A pesar de que las empresas han empezado a adoptar vehículos más pequeños para las rutas finales de distribución de la ciudad, son necesarias las regulaciones que limiten el tránsito de estos vehículos.</p>	12.5 - 14.0	2.44	3.63	12.0
C2 - R2 Camión Remolque	Sólo se utilizan como referencia en el diseño de corredores industriales.	28.5 - 31.0		n/d	n/d
T2 - S1 Tractocamión Articulado		18.5 - 23.0	2.59	3.68	13.7

Vehículo	Imágenes	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Radio de giro (m)
C3 - R3 Tractocamión Doblemente Articulado (Tractocamión semirremolque)		31.0	2.59	n/d	18.0
T2 - S1 - R2 Tractocamión Doblemente Articulado (Tractocamión semirremolque)		25.0 - 31.0	2.59	4.10	15.72

Fuente: Adaptado de información de fabricantes y de AASHTO (2001), WRI (2015), NACTO (2016), SCT (2016) y SCT (2017)

Velocidad de vehículos motorizados

La velocidad que un vehículo motorizado puede alcanzar en zona urbana está limitada por los reglamentos de tránsito o las figuras normativas de cada una de las ciudades mexicanas.

C6.3.2 Nivel de servicio vehicular

En el caso vehicular, el NS resulta de la relación directa entre el volumen vehicular en la hora aforada de máxima demanda (HMD)[2] y la capacidad de la calle en un punto. La escala de este valor permite comprender en términos normalizados en qué estado de operación se encuentra una vialidad. En la Tabla 3 se muestran valores de acuerdo con el Highway Capacity Manual, calculado a partir de V (volumen vehicular, vehículos por hora sentido) y; C (capacidad vial, flujo máximo potencial de vehículos).

Tabla 33. Niveles de servicio vehicular

NS	Descripción / Aplicación	V/C[3]
A	Flujo libre; se puede conducir sin obstáculos y Los retrasos en la intersección semaforizada son mínimos.	0.0 - 0.6
B	Operación razonable sin obstáculos; maniobras ligeramente restringidas por la presencia de otros vehículos y los retrasos no representan un problema.	0.6 - 0.7
C	Operación estable con un poco más de restricciones que un nivel de servicio B.	0.7 - 0.8
D	Operación inestable donde los pequeños incrementos en el volumen producen incrementos sustanciales en los retrasos y en la reducción de velocidad.	0.8 - 0.9
E	Operación con retrasos significativos. Aproximación a la intersección y velocidad promedio lenta.	0.9 a 1.0
F	Operación con velocidad extremadamente lenta causada por congestión en la intersección, Retrasos significativos.	> 1.0

Fuente: (TRB, 2000)

El diseño de la calle debe garantizar que los niveles de servicio de peatones, ciclistas y vehículos motorizados sean lo más altos posibles. En caso de que exista contraposición entre modos de movilidad, la decisión debe priorizar la pirámide de movilidad, como se establecen en los lineamientos de diseño contenidos en el presente Manual.

La capacidad en el medio urbano se encuentra fuertemente condicionada por el excesivo volumen vehicular y el funcionamiento de las intersecciones. Una intersección mal regulada reducirá la capacidad vial y generará condiciones de congestión aun cuando disponga de un número elevado de carriles o un bajo flujo vehicular.

Por este motivo, al mismo tiempo que se realizan los análisis de capacidad, se recomienda el empleo de rangos u órdenes de magnitud razonables para la tipología de calles propuestas. Con estos números, como resultado del análisis de estudios de micro simulación, se podrá tener un punto de partida para el número de carriles necesario que permita satisfacer las necesidades de la vía.

Hora de máxima demanda

Al aplicar estos criterios sobre el número total de vehículos equivalentes (PCU por sus siglas en inglés) en hora de máxima demanda se tendrá una estimación adecuada para conceptualizar el proyecto y estimar la necesidad de carriles desde un inicio (Tabla 31).

Tabla 34. Capacidad por tipo de calle

Tipo de calle	Red Vial	Velocidad Km/h	Capacidad (PCU/h/c)
P1	Primaria con escala metropolitana	+ 50	1,600
P2	Primaria	50	1,400
P3	Primaria	50	1,200
S1	Secundaria	40	1,200
S2	Secundaria	40	1,000
S3	Secundaria	30	800
T1	Terciaria	30	600
T2	Terciaria	20	400
T3	Terciaria	10	400

Las propuestas de sección, número de carriles y tiempos semafóricos deben ser probadas en modelos de micro simulación que permitan evaluarlos de manera integral y en relación con los tiempos de espera que se generarán. A partir de los resultados se deberá reformular o implementar la propuesta ajustando los tiempos semafóricos. Vale la pena subrayar que ningún proyecto funcionará de manera óptima sin las modificaciones a estos últimos.

C6.3.3 Vehículos de emergencia

Los vehículos de emergencia circulan sobre los carriles convencionales del arroyo vehicular y no precisan de ningún espacio para poder realizar sus operaciones. Del mismo modo, y como se puede apreciar, los vehículos de emergencia no precisan de dimensiones especiales ni para los carriles ni para los radios de giro en las intersecciones. Finalmente, debido a que son vehículos de uso específico para situaciones de emergencia, no existen normas de operación para los mismo.

C6.3.4 Transporte público

El sistema de transporte público terrestre desarrolla su actividad sobre el arroyo vehicular. Los carriles y la plataforma pueden ser exclusivos o compartidos con otros vehículos en función de las condiciones de congestión, sobre todo cuando ésta puede tener un impacto negativo sobre los usuarios del sistema.

El transporte público en superficie puede tratarse de autobuses, tranvías o metros ligeros. Los factores que afectan la elección de tecnología incluyen costos de inversión (construcción y adquisición de flota), costos operacionales, consideraciones de diseño e implementación, desempeño e impactos económicos, sociales y ambientales.

Para los sistemas antes mencionados, es importante diseñar el tipo de carril adecuado, ya sean exclusivos o compartidos. Los carriles exclusivos se proponen sobre corredores con demanda y congestión elevadas, estos carriles pueden localizarse en el carril de la extrema derecha o en el centro de la calle. La elección de ubicarlos depende de los requerimientos de velocidad y capacidad que se le quiera dar al sistema. Su ubicación al centro reduce los conflictos con los movimientos de vuelta a la derecha y, por lo tanto, eleva la capacidad de servicio. El tenerlos del lado derecho, generalmente se reduce su capacidad, sin embargo, aumenta la accesibilidad al sistema, y se requiere de menor inversión en infraestructura.

En vías más angostas, donde el autobús sea la principal alternativa, se deberá evaluar la necesidad de carriles exclusivos en función de las condiciones de congestión que se dan en la vialidad y la demanda de viajeros que se presenta en ese corredor.

Ancho de carriles

Los tipos de carriles para transporte público se agrupan en confinado y compartido con el resto de los vehículos. Dentro de las vías confinadas, se encuentra el sistema BRT y el carril exclusivo de transporte público compartido con ciclistas, que es el espacio compartido con la bicicleta y un transporte público de baja velocidad y baja frecuencia como el trolebús.

Ambos pueden presentarse en el mismo sentido del flujo de circulación o en sentido opuesto al vehicular, es decir, en contraflujo. El ancho del carril dependerá de la capacidad y de la demanda que se tenga; así como del espacio y las características de la vía. En la siguiente tabla se establecen los anchos mínimos y recomendables a manera de referencia.

Tabla 35. Anchos de carril exclusivo de transporte público

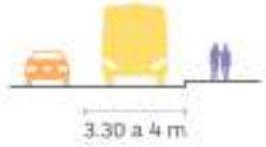
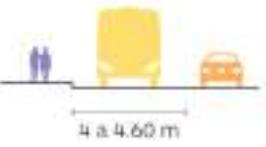
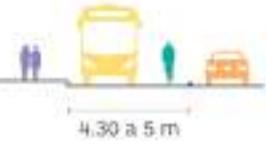
Tipo de carril	Ancho mínimo (metros)	Ancho recomendable (metros)	
Carril de transporte público en el costado derecho de la calle	3.3	4.0	
Carril de transporte público en el costado izquierdo en contraflujo	4.0	4.6	
Carril exclusivo de Transporte Público compartido con ciclistas	4.3	5.0	
Carril de transporte público al centro	3.0	3.5	

Tabla 36. Estaciones de transporte público

Sistemas de alta capacidad	Sistemas de mediana y baja capacidad
<p>Utilizan tanto carriles exclusivos como estaciones en la parte central de la vía, los vehículos pueden ser unidades articuladas o biarticuladas y de piso elevado. Las estaciones constan de una plataforma elevada. El pago y/o la validación de la tarjeta se llevan a cabo en el acceso a la estación, por lo que las estaciones son cerradas y cuentan con torniquetes. Este proceso evita pérdidas de tiempo durante el proceso de abordaje.</p> <p>Dependiendo del número de andenes de la estación (único o doble) se puede presentar puerta a la derecha o a la izquierda. La configuración usada en la gran mayoría de sistemas BRT de México usan un solo andén al centro y puertas izquierdas en los buses.</p> <p>Las estaciones elevadas ayudan a eficientar el sistema en términos de trayecto, pero se recomienda que el acceso a las estaciones sea a nivel de la banqueta, o sobre extensiones de ésta, construidas en la franja de estacionamiento, y evitar accesos elevados.</p> <p>Evitar tener una red con diferentes tipos de estaciones y vehículos. Se recomienda tener una red con el mismo tipos de vehículos: de cama baja o piso bajo, es la más accesible para todo tipo de usuarios.</p> <p>El ancho de la plataforma debe definirse a partir de la demanda, pero en general se recomienda de 5 m, con un mínimo de 3 m en casos de poco espacio.</p> <p>Para detalles respecto a estaciones y el proceso de planeación, diseño, operación y evaluación de sistemas BRT se recomienda consultar la Guía de Planificación BRT en línea: www.brtguide.org (ITDP, 2017)</p>  <p style="text-align: center;">Estación L1 de Macrobus</p>	<p>Estos sistemas se proponen sobre corredores con un menor nivel de demanda que los anteriores. Las unidades tienen capacidad para 60 - 100 pasajeros, dependiendo de sus dimensiones (9-12 metros) y presentan piso bajo o piso elevado, pero cuentan con un sistema llamado arrodillamiento para bajar el nivel del piso y reducir la distancia entre el suelo y el piso del vehículo con ayuda de sistemas de aire.</p> <p>Presentan una sección de 2.0 m para sistemas de mediana capacidad y marquesinas con una sección de 1.60 m en el caso de sistemas de baja capacidad.</p> <p>La instalación de las estaciones debe proveer al menos 2,00 m de franja peatonal. En el caso de que no se disponga de este espacio se recomienda hacer las adecuaciones necesarias en la banqueta para que se mantenga este espacio.</p> <p>Para sistemas de mediana y de baja capacidad se recomienda que las paradas se encuentren con una distancia intermedia que oscile entre los 300 m y los 450 m .</p>  <p style="text-align: center;">Estación L4 de Metrobus</p>

C6.3.6 Vehículos ligeros

El espacio destinado a la circulación general de vehículos debe tener como punto de partida el tipo de calle. Si la calle tiene un nivel 3 en su función de movilidad (P_3 , S_3 o T_3), se recomienda limitar el número de carriles para vehículos motorizados y aumentar el espacio otros modos. Teniendo en cuenta este principio, el número de carriles necesarios para el tránsito de automóviles y motocicletas depende de la función de la calle.

Los carriles de circulación son el espacio para el tránsito de los vehículos, incluido el transporte público y la bicicleta, incluso en el caso de que exista infraestructura exclusiva para los últimos. Los carriles exclusivos hasta ahora no son obligatorios, son un servicio opcional; la restricción es para el resto de los vehículos que no pueden circular en los carriles exclusivos. Es decir, no puede restringirse la circulación de un vehículo como la bicicleta en los carriles generales, a menos que haya razones relacionadas con la seguridad, por ejemplo, en el caso de vías de acceso controlado.

A la hora de planificar es preciso definir y proyectar de acuerdo a la vocación definida y los lineamientos para la movilidad sustentable, pero también y en una escala de planeación metropolitana, es necesario reflexionar sobre la oferta que se proporciona para el desplazamiento en vehículo privado y las consecuencias que eso conlleva. El aumento de oferta de capacidad vial para determinados itinerarios tiene siempre un efecto de captación de nuevos viajes en vehículo ligero. Por ello, en la toma de decisiones, en la mayoría de las ocasiones, conviene generar propuestas de racionalización del espacio para el automóvil.

Ampliaciones de carriles a costa de la reducción de banquetas, segundos pisos y pasos a desnivel, soluciones que se emplean con normalidad en todo el país, tienen un efecto devastador sobre las ciudades. Aumentan a medio y largo plazo el número de desplazamientos en vehículos pesados y esto implica la necesidad de adaptar todo el tejido vial a costa del resto de los modos. El costo económico, ambiental y social de realizar estos proyectos es grande para toda la ciudad.

Estimación del número de carriles

La estimación del número de carriles necesarios para un flujo determinado depende de la relación entre la oferta, demanda y el nivel de servicio que se pretende alcanzar para la movilidad en vehículo privado. La oferta se define como la capacidad de la vialidad (C), variable directamente relacionada con el número de carriles y la fase en verde en caso de existir un semáforo que le proporciona el paso a los vehículos en determinado punto de la vía; la demanda o volumen vehicular en el mismo lapso de tiempo (V). El nivel de servicio NS es una función $NS(V,C)$ de la forma como lo establece la Tabla 4. Así puede calcularse rápidamente qué implicaciones en el nivel de servicio tendría la reducción (o aumento) de un carril vehicular.

Ancho de carriles

Una vez definido el tipo de calle y consecuentemente los límites de velocidad apropiados para ésta, por seguridad y economía debe ordenarse el espacio vial. Se habla del ancho de carriles con relación a la seguridad vial puesto que el espacio disponible para conducir incide de manera directa en la velocidad que adoptarán quienes conducen; un carril más ancho invita a conducir más rápido.

Tabla 37. Tipos de carriles de circulación vehicular

Tipo de carril	Ancho mínimo (m)	Ancho óptimo (m)
Carril de circulación general en vías locales	2,500	3,00
Carril de circulación general en vías primarias y colectoras	2,70	3,00
Carril en la extrema derecha en vías primarias y colectoras	3,90	4,30
Carril de transporte público en el costado izquierdo de vías primarias	3,30	4,00
Carril de transporte público compartido con bicicletas en costado derecho	4,00	4,60
Carril de transporte público compartido con bicicletas en contraflujo	4,30	4,60
Carril de vías de acceso controlado	Calcular de acuerdo al Manual de Trazo Geométrico de la SCT	

Tabla 38. Relación de velocidad y anchos de carril

Tipo	Velocidad Km/hr	Ancho de carril mínimo (m)	Ancho de carril óptimo (m)
P1	50	3.00	3.50
P2	50	2.70	3.00
P3	40	2.60	2.90
S1	40	2.70	3.00
S2	30	2.60	2.90
S3	30	2.50	2.80
T1	30	2.60	2.90
T2	20	2.50	2.80
T3	10	2.50	2.70

Fuente: Adaptado de la definición en la Guía de Infraestructura ciclista de la Ciudad de México y la Instrucción de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid

Figura 7. Proceso de planeación de distribución de mercancías

Una excepción a este planteamiento será el hecho de que el transporte público, los vehículos de carga y de baja velocidad circulen por los carriles laterales en la extrema derecha. Asimismo, la rotación del estacionamiento alejado y los giros propios de este carril, resultan beneficiados por un mayor espacio disponible.

Se habla de economía, puesto que la construcción de carriles incide no solo en el espacio disponible para el resto de los usuarios, sino también va en detrimento del confort térmico de los usuarios y la permeabilidad del suelo. Diseñar mayor espacio para los automóviles tendrá consecuencias negativas en el espacio disponible para el resto de los usuarios, el mobiliario, y la vegetación que pudiera incluirse. En la tabla que a continuación se presenta se muestra un rango de ancho de carril en función del tipo de calle.

La circulación de los vehículos ligeros está directamente regulada por las normas y reglamentos de tránsito de aplicación en cada uno de los municipios y estados. Es preciso adaptar ese marco normativo para que incluyan dimensiones que favorezcan el desarrollo de calles a una escala humana como las que se proponen anteriormente.

C6.3.4 Transporte de carga

El transporte de carga es fundamental para la distribución urbana de mercancías y el funcionamiento de las ciudades. Miles de productos se mueven día a día para satisfacer la demanda de comercios, restaurantes, construcciones, manejo de residuos y otros. El diseño geométrico debe mediar entre los requerimientos espaciales de los vehículos de carga y el diseño de calles a escala de las personas que puedan estar más propensas a una situación de vulnerabilidad. A pesar de que ha habido esfuerzos por parte del sector para adaptar sus vehículos con menores dimensiones al diseño de calles compactas y eficientes, en la mayoría de los casos se utilizan vehículos con las máximas dimensiones y peso permitidos que de acuerdo a la NOM-012-SCT-2-2014 no deben rebasar los 2.60 m de ancho. En ese sentido y como recomendación, para la mejora de la seguridad vial y la congestión, es necesario que cada municipio o estado adapte el marco normativo para limitar el paso de vehículos de mayores dimensiones.

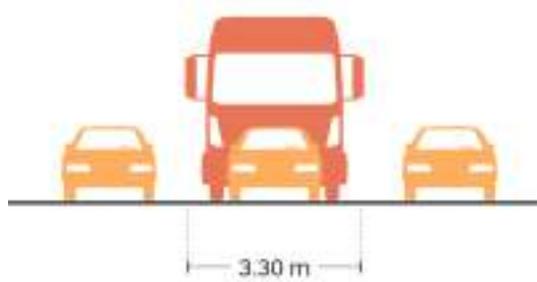
Es importante diseñar tomando en cuenta el impacto que éstos tienen en cuestiones de seguridad vial, emisiones, ruido y operación de las calles y unificar las normativas para el tránsito de estos vehículos en centros urbanos. En términos de diseño y seguridad vial, el control de velocidad, la instalación de dispositivos de protección (barras laterales), y los dimensionamientos adecuados deben contribuir a reducir la accidentalidad que tiene asociada el transporte de carga.

Idealmente, a la par del diseño, las autoridades deben fijar un proceso de planeación de rutas, horarios, centros de distribución, en el que la distribución a zonas centrales se haga en vehículos más pequeños y eficientes.

Ancho de carril

En términos generales, un ancho de carril de 3,30m es suficiente para una conducción cómoda y segura de camiones de carga, por lo que no se recomienda anchos más grandes. A su vez, este espacio permite mayor visibilidad a conductores de todos los vehículos, facilitando el rebase. Se puede usar secciones menores en la medida en que se usen más vehículos pequeños y que la velocidad de operación sea menor, a fin de no disminuir la visibilidad del operador.

Ilustración 53. Ancho de carril para camiones de carga



Fuente. Adaptación de NACTO 2017

Normas de operación de transporte de carga

Como estrategia de diseño de operación, es recomendable limitar los horarios de operación y la ubicación de centros de distribución en puntos estratégicos lejos del centro de la ciudad. Esto evitará largos recorridos de vehículos pesados que afectan negativamente al resto de los usuarios de las calles, degradan con mayor rapidez la infraestructura urbana y el medio ambiente.

En términos normativos, se recomienda que la circulación de los vehículos de carga sea preferentemente en los horarios de menor demanda y fuera de los horarios pico, aunque las necesidades de la logística de carga pueden requerir usarse en esos horarios, considerando además que está por encima del vehículo automotor particular en la jerarquía de movilidad. Lo anterior derivará en menor uso de combustible, menor emisión de ruido y gases contaminantes y menor interacción con usuarios vulnerables. También, su circulación deberá ser a menos de 40 km/h en vías urbanas y por el carril de extrema derecha.

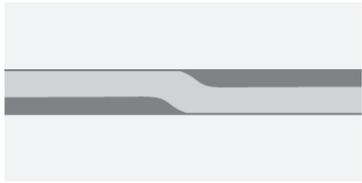
C6.4 Estrategias de rediseño y gestión de la demanda

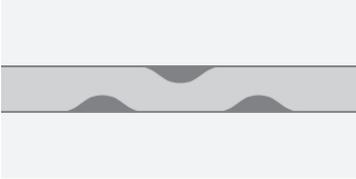
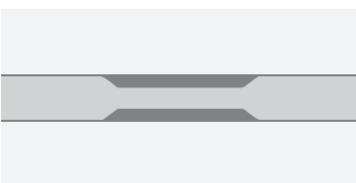
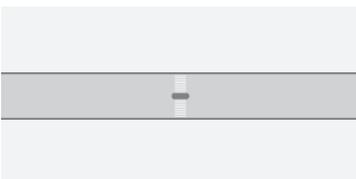
Una vez definida la sección y capacidad vial de una calle, es necesario contener el volumen y la velocidad de los vehículos motorizados, con el objetivo de garantizar eficiencia y seguridad para todos los usuarios de la vía, principalmente los más vulnerables. Para ello es necesario implementar las siguientes estrategias de gestión de la demanda, que buscan reducir los costos sociales y ambientales de la excesiva circulación de vehículos:

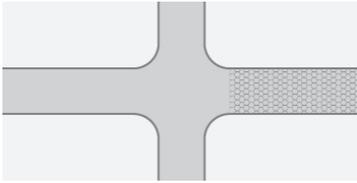
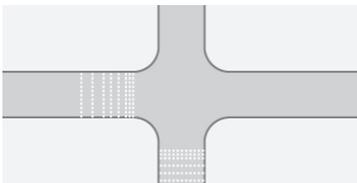
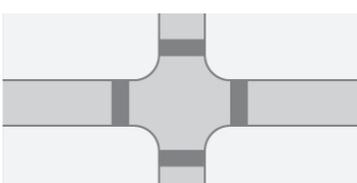
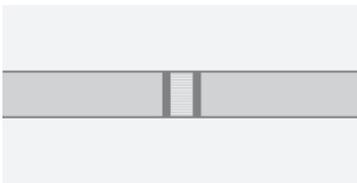
C6.4.1 Pacificación del tránsito

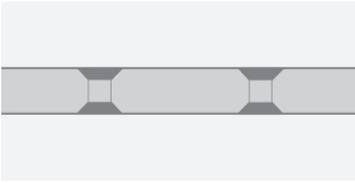
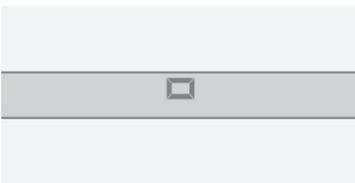
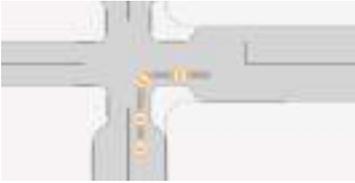
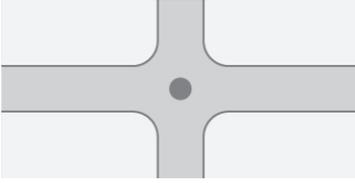
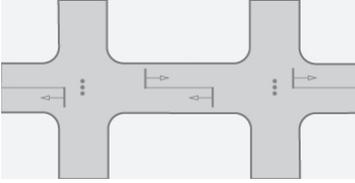
Con base en la Instrucción de la Vía Pública de Madrid (Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid) y la Urban Street Design Guide (NACTO, 2013) a continuación se presenta una síntesis de las técnicas que pueden aplicarse en las calles terciarias (locales). Se pueden utilizar con reservas en vías primarias y secundarias (colectoras). Lo recomendable, en todo caso, es que la implementación de estos recursos técnicos sea parte de estrategias integrales, y no medidas puntuales o para remediar puntos conflictivos aislados. Es decir, las actuaciones serán parte de proyectos que hayan sido resultado del análisis de las problemáticas a escala de barrio, como mínimo.

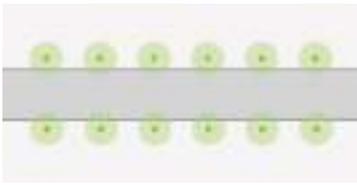
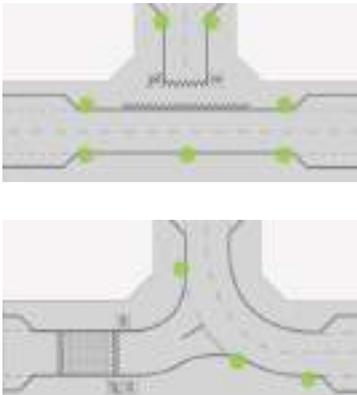
Tabla 39. Síntesis de técnicas para calles terciarias

Tipo	Nombre	Imagen	Descripción	Restricciones
Sobre la traza urbana	Cambios de carril		Se puede realizar con ensanchamientos de banquetas, instalación de mobiliario temporal como parklets, pintura, o alternando las franjas de estacionamiento	Requieren de tramos largos para asegurar la visibilidad de los movimientos. No se aconseja su uso en tramos con más de 500 viajes en HMD.

Tipo	Nombre	Imagen	Descripción	Restricciones
Sobre la traza urbana	Chicanas		Divergencias puntuales que crean irregularidades en las trayectorias rectas.	Requieren de diseño cuidadoso para asegurar la visibilidad y radios de giro adecuados durante los movimientos de giro.
	Desviaciones		Rompe la traza urbana pero permite flujo de ciclistas y peatones.	Puede retrasar significativamente los servicios de emergencia.
Sobre la sección de calle	Estrechamientos		Ayudan a reducir distancias de cruce peatonal. En vías tipo P de doble sentido pueden obligar a negociar y alternar el paso	No se recomiendan para volúmenes por encima de 600 vehículos en HMD. Dificultan la gestión del espacio para quienes transitan en bicicleta.
	Isletas		Ayudan a reducir la distancia de cruce en vías con 2 o más carriles.	Requieren de una longitud mínima de 5.00 m y un ancho de 2.0 m para asegurar el cruce de una persona empujando una silla de ruedas o una carreta.
	Estacionamientos		Reduce la velocidad. Se recomienda valorar la posibilidad de implementar junto con estrategia de parquímetros, para promover la rotación y la actividad en la calle.	Puede aumentar la sensación de inseguridad para mujeres y niños. Es necesario combinar con proyecto de iluminación.
	Vías de doble sentido		Las vías estrechas de doble sentido reducen la comodidad para quienes conducen, promueven mayor atención al recorrido.	Aumenta la complejidad de cruce para quienes transitan a pie.

Tipo	Nombre	Imagen	Descripción	Restricciones
En la superficie	Cambios de material, textura y color		Ayudan a enfatizar otros cambios en la vía.	Por sí solos no suelen generar un cambio significativo. En el caso de empedrados, tienen un alto impacto en la movilidad de personas con discapacidad motriz, usuarios de perro guía y en quienes transitan en bicicleta.
	Marcas en el pavimento		Ayudan a enfatizar otros cambios en la vía.	Por sí solas no generan un cambio significativo. Baja durabilidad.
	Guías audibles y táctiles (vibradores)		Ayudan a alertar de una manera persuasiva a los conductores.	Pueden impactar negativamente en el ambiente.
	Botones reflejantes		Dan guías visuales a conductores en condiciones de baja visibilidad.	Baja durabilidad. Pueden generar golpes peligrosos para quienes conducen en bicicleta.
En el perfil longitudinal	Mesetas		Ayudan a reforzar la percepción de integridad.	La irregularidad de la sección de la calle puede dificultar su implementación.
	Pasos a nivel		Da continuidad a trayectorias peatonales y ayuda a jerarquizar flujos viales.	Requieren de soluciones de drenaje y de seguridad y circulación continua sin desniveles.

Tipo	Nombre	Imagen	Descripción	Restricciones
	Reductores con sección elipsoidal, circular, sinusoidal, entre otros		Económicos y de bajo mantenimiento.	Tienen mala imagen pública por el abuso de diseños inadecuados que obligan detenerse por completo, y no reducir la velocidad y continuar.
	Almohadas		Permiten el paso de los vehículos de emergencia sin generar desgastes.	Pueden obligar a los ciclistas a orillarse. Requieren de mayores consideraciones de diseño para evitar la segregación indeseada.
En intersecciones	Cambios de geometría		Ayuda a regenerar espacios públicos y forzar velocidades de tránsito más seguras.	En geometría muy forzadas requiere de análisis a profundidad.
	Acortamientos de cruces (Extensiones de banqueta)		Pueden aumentar significativamente la visibilidad del cruce. Acortan la sección del arroyo vehicular que deben cruzar los peatones.	Requieren de control por parte de las autoridades para regular la instalación del comercio en calle.
	Obstáculos (glorietas, mini glorietas)		Mantienen un flujo constante a velocidades reducidas. Requieren de un mayor espacio en la intersección.	Requieren de mayor espacio para el flujo vial, pueden entrar en conflicto con otro tipo de intervenciones.
	Semaforización		La programación sincronizada puede promover velocidades altas o bajas. Tienen un costo significativo.	Se requiere de programación y mantenimiento, así como de una inversión y obra significativa.

Tipo	Nombre	Imagen	Descripción	Restricciones
En el espacio perspectivo	Masas vegetales		Las bóvedas arbóreas reducen la amplitud del campo visual. Esto ayuda a concentrar la atención de quien conduce en el recorrido.	Requieren de poda para limitar sus efectos en el drenaje. Combinar con iluminación para disminuir la sensación de inseguridad en mujeres, niños y adultos mayores.
	Paramentos continuos		Los paramentos continuos y elevados reducen el espacio perspectivo.	Requiere de instrumentos normativos para su cumplimiento.
	Puertas		Las puertas de acceso a barrios o zonas donde se espera cierto comportamiento regulado (zonas residenciales, barrios antiguos) utilizan varios recursos de los ya mencionados. Se recomienda señalar la puerta con los límites de velocidad establecidos. Son comunes los cambios de pavimentos.	Procurar que las puertas no limiten la visibilidad para los movimientos de salida.

Cabe mencionar que se pueden combinar distintos recursos, y que toda modificación a la vía debe estar correctamente señalizada

C6.4.2 Diseño y rediseño de intersecciones

Los objetivos del rediseño de una intersección son dos: ordenar las trayectorias de los distintos usuarios de la vía y reducir la velocidad de los vehículos. El orden en la definición de los movimientos de todos los usuarios permite crear trayectorias de circulación predecibles, la trayectoria de quienes se desplazan debe ser la que responda a la línea de deseo peatonal, es decir, la ruta natural de paso más directa que conecta al transeúnte con su destino. Esto es crucial, ya que es la única forma de garantizar que los peatones que cruzan utilicen el nuevo diseño, del mismo modo, se recomienda que el cruce sea perpendicular a la banqueta.

Estas líneas definen la ubicación de los cruces peatonales, así como el alineamiento de las rampas con respecto a la banqueta opuesta. De la misma forma, es necesario diseñar trayectorias directas para los ciclistas. Las rutas más directas son aquellas que son más cortas, sin rodeos, y que permiten reducir la distancia de cruce, es decir, de exposición de peatones y ciclistas a un potencial conflicto con vehículos motorizados.

Al diseñar o rediseñar una intersección se recomienda que la propuesta cumpla con los indicadores descritos en la tabla 37 e incluso se incorporen otros que se consideren necesarios de acuerdo a la configuración de cada vía urbana.

Tabla 40. Criterios e indicadores de una intersección

Criterios	Indicadores
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> – Baja velocidad generada por el diseño geométrico, incluyendo los giros vehiculares. – Baja velocidad estipulada legalmente en el reglamento de tránsito o similar. – Existencia de radares de control de velocidad en puntos de riesgo en vías con velocidades de 50 km/h[4].
Legibilidad	<ul style="list-style-type: none"> – Está clara la preferencia de paso: en cruces semaforizados, donde hay semáforos vehiculares, ciclistas y peatonales; en cruces no semaforizados, el señalamiento, la geometría y el tránsito vial la dejan clara. – En cruces semaforizados, existe coherencia entre las fases peatonales, ciclistas y vehiculares. – Claridad en las marcas en pavimento (rayas peatonales y línea de alto vehicular).
Trayectorias directas	<ul style="list-style-type: none"> – Sección de cruce para peatones homogénea, sin cuellos de botella por diseño geométrico, con señalamiento, sin encharcamientos u obstáculos. – Esquinas sin obstáculos por mobiliario, postes, rejas, jardineras o automóviles estacionados sobre banqueta y/o arroyo vial. – Concordancia entre pasos peatonales y líneas de deseo, sin desvíos. No debe haber puentes peatonales en calles con cruces vehiculares a nivel o rejas a nivel de calle que impidan el cruce peatonal.
Continuidad de superficie	<ul style="list-style-type: none"> – Pavimento del paso peatonal sin baches, grietas, rieles o registros, coladeras mal diseñadas, desniveladas y/o abiertas en el arroyo, rejillas. – Rampas peatonales en esquinas con pendiente y sección adecuada, continuas en la transición entre banqueta y arroyo.
Prioridad de paso	<ul style="list-style-type: none"> – Respeto a la prioridad de paso de peatones que circulan de frente, por parte del tránsito vehicular que da vuelta. – Peatones no requieren cruzar más de 3 carriles sin que exista una isla intermedia de seguridad. – Tiempos de espera cortos para vehículos y peatones. – Suficiente tiempo de cruce para peatones.
Visibilidad	<ul style="list-style-type: none"> – No hay obstáculos fijos que disminuyen la visibilidad entre peatones y conductores de vehículos. – El cruce está adecuadamente iluminado.

Ordenar el espacio vehicular requiere definir los movimientos que se realizarán en la intersección. Es útil trazar en la intersección en planta esos movimientos (de frente, giro a la derecha, a la izquierda, vuelta en U, entre otros). Se recomienda utilizar los datos de los aforos direccionales, e idealmente una modelación de tránsito, para valorar la pertinencia de los movimientos y el número de carriles, y dejar solo aquellos que son necesarios. Una de las causas de la congestión vehicular es la ampliación de carriles y la posterior reducción, es decir, las discontinuidades y los cuellos de botella en el diseño. En ocasiones, en las intersecciones aparecen carriles para giros, lo cual desordena el flujo continuo de cada carril de origen y, por otro lado, aumentan la distancia de cruce de quienes caminan. Se recomienda dar continuidad al número de carriles de la sección de origen.

Una forma de verificar que se trata de espacios que no se ocupan para la circulación vehicular, es decir, que son remanentes viales, es identificar los cambios de color en el arroyo vehicular en una foto con vista aérea en planta que puede ser tomada por un dron, tomada de Google maps, o desde un edificio alto o incluso en la calle. La zona de circulación vehicular tiende a ser más oscura que los espacios que no se ocupan, ya que se encuentran cubiertos por tierra. Es de mucha utilidad mostrar la foto del estado actual y señalar esas áreas sin uso, junto con la imagen del rediseño propuesto. Los movimientos visibles tenderán a ser los más amplios y cómodos posibles para los conductores de los vehículos por lo cual deben utilizarse sólo como referencia y no como base para el trazo de la geometría, que debe ir en función de la velocidad de giro deseada.

En cuanto a la velocidad, uno de los elementos de diseño que tiene un gran impacto es el radio de giro, que es la distancia desde un punto central hasta un punto del recorrido semicircular que realizan los vehículos al cambiar de dirección (ver Ilustración 56 y 57). A mayor longitud del radio de giro, mayor velocidad posible, a menor radio de giro, menor velocidad. Generalmente en las esquinas con vuelta permitida se buscará que el radio sea de 6 m, si no se permite girar éste puede ser menor. Es importante considerar el tipo de vehículos que circulan utilizando los aforos direccionales, así como el número de carriles de la vía de origen y de la de destino. Los vehículos más grandes, como los de carga, requieren de radios de giro más amplios. Sin embargo, si se cuenta con más de un carril para incorporarse, se pueden diseñar radios que lleven a estos vehículos a girar y utilizar el segundo carril de la vía de destino para hacer el movimiento y finalmente regresar al primer carril.

Generalmente al reducir el radio de giro, quedan remanentes en el arroyo vial y existe la posibilidad de incrementar la superficie peatonal en banqueta, esto reduce la distancia de cruce peatonal y aumenta la visibilidad entre usuarios de la vía. También, genera espacio para diseñar rampas con criterios de diseño universal, alineadas con respecto a la banqueta opuesta, con anchos y pendientes adecuados.

La ampliación también puede ocurrir en el camellón en caso de existir. Esto reduce la velocidad de un giro en U y permite generar un área de resguardo peatonal en calles de varios carriles. Si se trata de calles de más de tres carriles, es recomendable generar estos espacios ya sea con ampliaciones al camellón o generando islas separadoras al centro, o islas para canalizar giros vehiculares en los carriles de la derecha.

Cuando existe estacionamiento en vía pública, se recomienda ampliar la banqueta de forma que genere una extensión de banqueta en el espacio que ocuparía un vehículo estacionado en la esquina. Esta extensión de banqueta responde a un comportamiento usual de los peatones que cruzan la calle, ya que no esperan desde la banqueta, sino que para tener una mejor visibilidad bajan al arroyo vehicular, a la altura del carril de estacionamiento, y posteriormente cruzan. La extensión de banqueta le da seguridad al peatón en ese espacio y mejora la visibilidad de todos los usuarios de la vía.

Los espacios remanentes viales pueden llegar a ser suficientemente amplios para generar pequeños parques o plazas, principalmente en intersecciones que tienen calles en diagonal. Se recomienda diseñar espacios de descanso y disfrute con elementos que no obstruyan la visibilidad de quienes transitan por la intersección.

Es necesario probar si el rediseño de la intersección funcionará. Para esto, se pueden llevar a cabo acciones de urbanismo táctico, es decir, intervenciones temporales en la calle en la cual se transforma la geometría de la intersección utilizando elementos como conos de tráfico, pintura, entre otros (referirse al bloque E: Urbanismo táctico). También, se recomienda utilizar los aforos direccionales y el levantamiento de las fases semafóricas, para realizar una modelación del rediseño propuesto, con el objetivo de hacer un análisis de los flujos vehiculares y de la factibilidad del diseño propuesto.

C6.4.3 Principios de diseño de intersecciones

Para intervenir una intersección, partimos de los siguientes principios:

Sencillez y claridad. Como primer principio, todo lo que pueda ser eliminado de la intersección, deberá ser eliminado. Esto dotará de simplicidad el espacio, al prescindir de los elementos innecesarios. La claridad es una consecuencia de la utilización del mínimo de elementos necesarios y de la consistencia en el diseño, y puede entenderse como la facilidad de comprensión del diseño.

Consistencia. Entendida como la regularidad a lo largo del diseño, dado que las diferencias promueven la confusión en los usuarios y consecuentemente los movimientos que pueden afectar los flujos.

Visibilidad. Este concepto está íntimamente relacionado con la sencillez, la jerarquización y la perpendicularidad de las trayectorias que se encuentran: implica tomar en cuenta que la presencia de cualquier elemento y los cambios de geometría y de nivel tienen un impacto en la posibilidad de identificar claramente al resto de las personas usuarias de la vía, independientemente de su edad, condición, estatura, o modo de transporte. Este concepto restringe las geometrías muy cerradas y los radios de giro muy amplios, así como los desniveles muy pronunciados, y por el otro lado promueve que los peatones transiten sobre superficies al mismo nivel que el arroyo vial, y que las vegetaciones bajas no requieren de poda o la reciban de manera constante para permitir a personas en sillas de ruedas, niños y personas de talla baja ser visibles desde los otros medios motorizados.

También es fundamental retomar la relación directa entre los conos de visión y la velocidad a la que viajan todos los usuarios de la vía, pues con base en este principio se define el espacio libre que debe haber en las intersecciones, considerando las velocidades de aproximación.

Por otro lado, de noche la iluminación jugará un papel fundamental en términos de visibilidad en las intersecciones, por lo cual es un concepto imprescindible en el proyecto de diseño.

Separación de los movimientos y eliminación de puntos de conflicto. En la búsqueda de la sencillez, se confirma que la disposición de elementos entre cada movimiento vehicular facilita el funcionamiento de la intersección. Por ejemplo: una vía de dos sentidos que cuenta con un separador entre estos, da una mayor sensación de seguridad a quienes la utilizan. Aplicando esta intervención en un cruce, podemos mantener la seguridad percibida entre conductores y ofrecer a los peatones que cruzan la calle, un espacio de descanso intermedio, reduciendo el tiempo de exposición de quienes se desplazan sobre el arroyo vehicular, permitiendo un cruce con menos prisa.

La segregación de vías exclusivas para ciclistas o para transporte público es una aplicación de este concepto. Como limitante, este concepto no debe sobreponerse al de permeabilidad, es decir, se debe corroborar que los elementos dispuestos para la separación de movimientos no sean barreras para las demás personas usuarias. Por ejemplo, los muros de contención erigidos para la implantación de un viaducto se contraponen a la permeabilidad necesaria para los movimientos peatonales. Por lo anterior los elementos para confinar vías exclusivas para transporte público y ciclistas deben estar espaciados para permitir los movimientos de rebase y de cruce peatonal.

Los puntos de conflicto son las ubicaciones en donde se intersectan las distintas trayectorias (tanto vehiculares como peatonales). Es decir, que al separar los movimientos, regularizar los flujos, eliminar obstáculos y evitar los

entrecruzamientos innecesarios, estos se reducirán.

Perpendicularidad. Es ideal, que al determinar los ángulos que se forman al encontrarse las distintas trayectorias, es importante buscar que éstos sean cercanos a 90 grados. Esto promueve una mejor visibilidad para todas las personas que transitan y una mayor regularidad y predictibilidad de los movimientos vehiculares. La perpendicularidad también acorta las distancias de cruce, pues por el contrario los cruces se realizan de manera sesgada a los sentidos de las calles, prolongando los tiempos de cruce para quienes atraviesan la vialidad y facilitando la orientación a personas con discapacidad visual.

Las modificaciones a los ángulos de las trayectorias deben realizarse con la conciencia de que estas provocan giros para los vehículos y eleva la complejidad en término de maniobras. En muchos casos no es posible configurar una perpendicularidad total, y un ángulo intermedio puede ser suficiente.

Control de puntos de giro. Los límites de las esquinas de banquetas y narices de camellones e islas peatonales sirven para delimitar y dar pistas visuales a quienes conducen los vehículos para que determinen los puntos donde deben comenzar el giro. Los radios de giros más abiertos obligan a comenzar los giros con mayor antelación (más lejos de la intersección), mientras que los más cerrados permiten el giro estando prácticamente dentro de la intersección. Lo más deseable es que el diseño obligue a los conductores a aproximarse a la intersección con la mirada de frente. Entre más cercanos a la intersección estén los puntos de giro, menores serán las velocidades al dar vuelta.

Creación de zonas protegidas. Retomando la separación de movimientos, las zonas protegidas son espacios peatonales protegidos de la exposición al flujo vehicular. Dependiendo de su figura, dimensiones y de la traducción, podemos encontrarlas con distintos nombres cuando son intermedias: islas, isletas, medianeras gasas o cuchillas. Los tipos de protección se pueden dar con elementos como guarniciones y bolardos.

Acortamiento de las distancias de cruce. En términos peatonales, esto generalmente significará la proyección del paño de la banqueta hacia el arroyo vehicular en donde la sección lo permita ya sea por la existencia de carriles muy amplios o por la presencia de carriles de estacionamiento. A estas zonas se les denomina extensiones de banqueta.

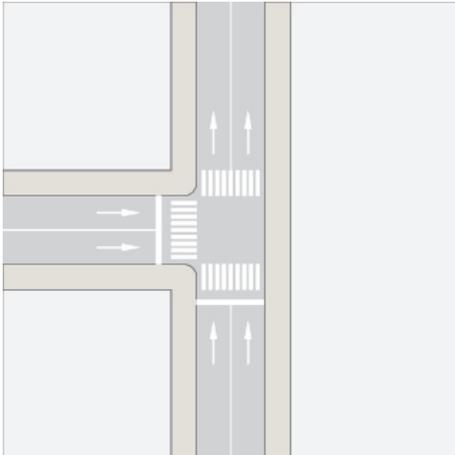
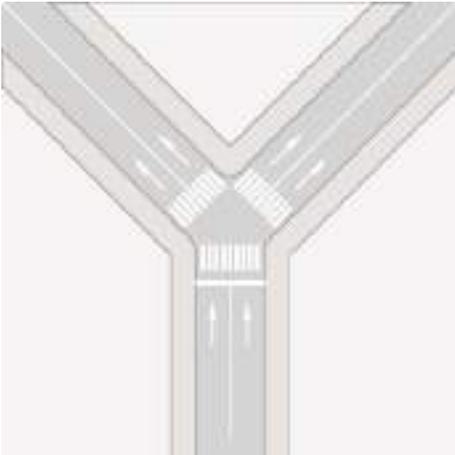
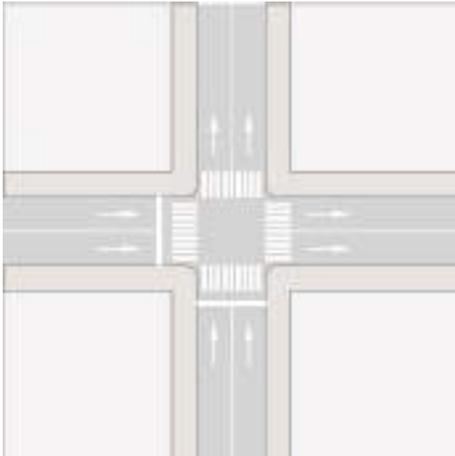
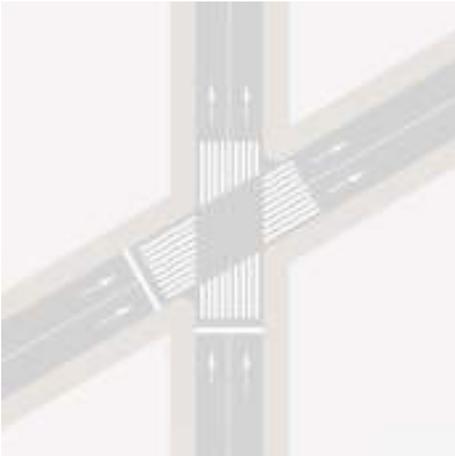
En términos vehiculares, el acortamiento de las distancias de cruce va de la mano con la simplificación de las trayectorias y el 'cierre' de los radios de giro. Con movimientos menos amplios se logra un cruce compacto y seguro.

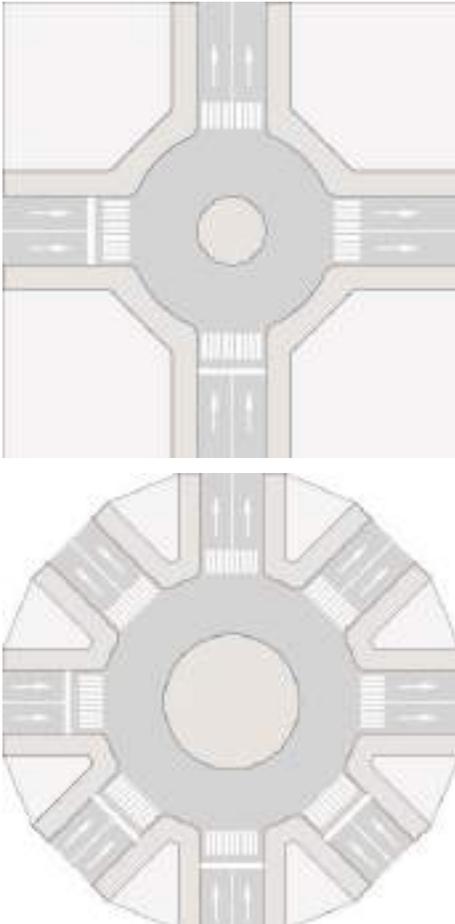
C6.4.4 Tipología de intersecciones

A fin de generar estándares en el diseño de intersecciones, se propone una categorización de acuerdo con la cantidad de 'brazos' o ramales (tramos de vía que se encuentran) y del ángulo en que se encuentran (perpendiculares y oblicuas) es de:

- Tres ramales denominados en "T" y "Y"
- Cuatro ramales en forma de "cruz" y "equis",
- Ramales múltiples (que deben evitarse en medida de lo posible), y
- Glorietas o rotondas.

Tabla 41. Tipos de intersecciones

Intersecciones	Perpendiculares	Oblicuas
3 Ramales	en T 	en Y 
4 Ramales	en cruz 	en equis 

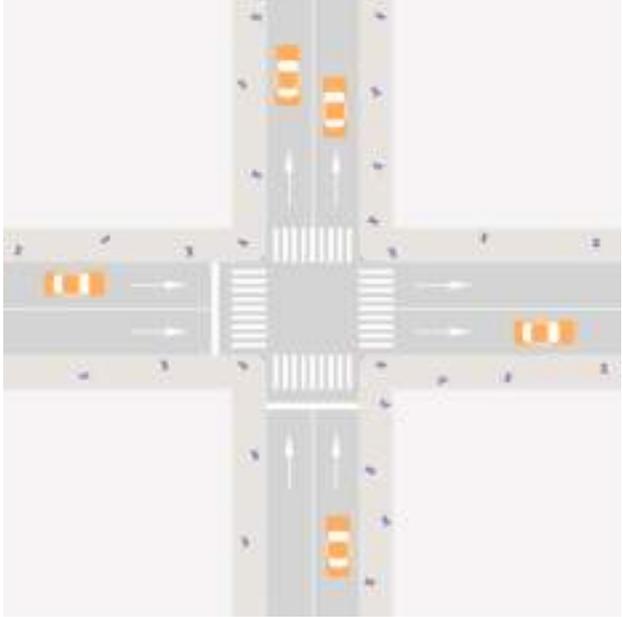
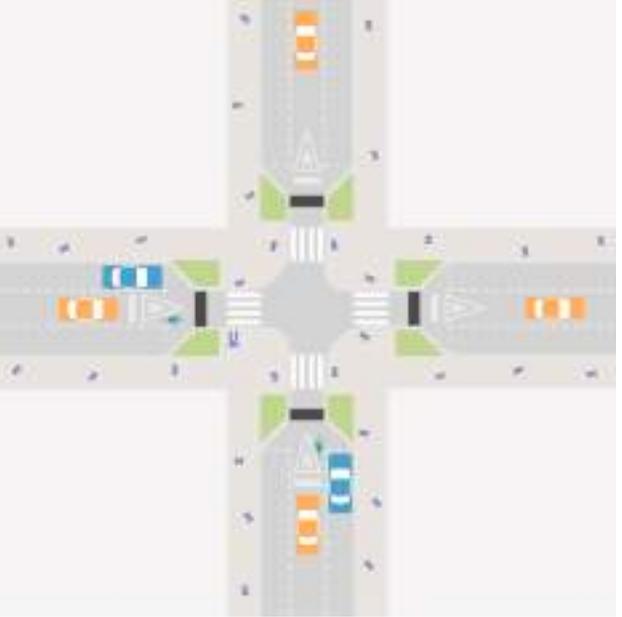
Intersecciones	Perpendiculares	Oblicuas
Múltiples	 A technical diagram showing a central road intersection with four perpendicular roads. The central road has a median and multiple lanes. The intersecting roads also have multiple lanes and medians, creating a complex grid-like structure.	—
Glorietas/ rotondas	 Two diagrams of roundabouts. The top diagram shows a roundabout with four approaches, each with a median and multiple lanes. The bottom diagram shows a roundabout with eight approaches, also with medians and multiple lanes, illustrating a more complex circular intersection design.	—

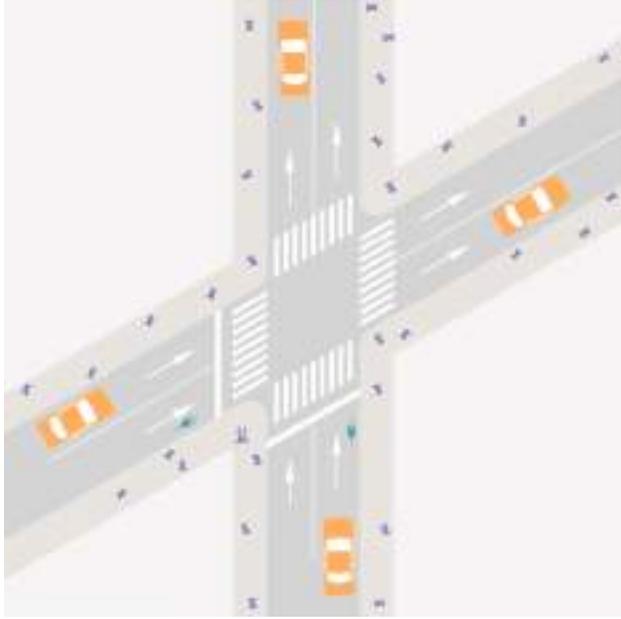
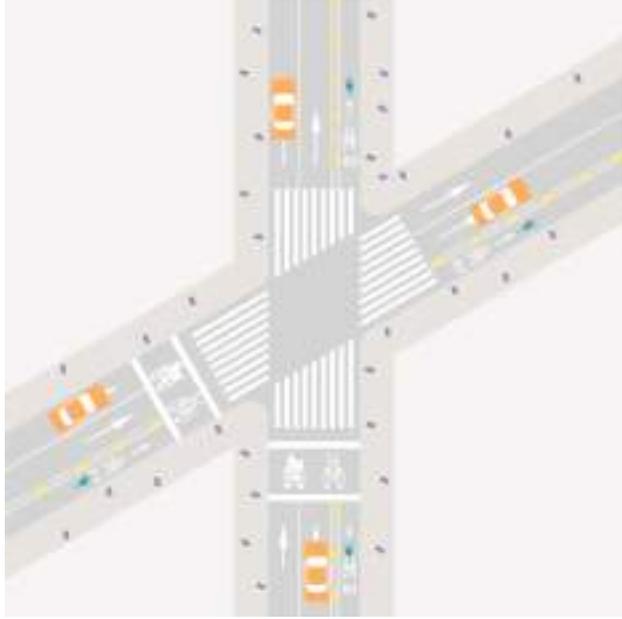
Las intersecciones perpendiculares generalmente requieren de menores intervenciones que las oblicuas. Las oblicuas suelen generar espacios residuales que pueden ser aprovechados para regenerar el espacio público, aunque la prioridad debe ser la seguridad de todas las personas, antes de la disposición de lugares de disfrute y descanso.

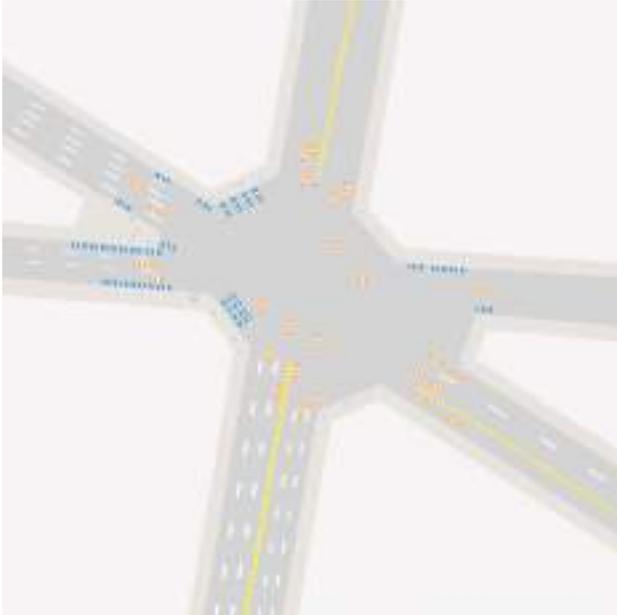
C6.4.5 Ejemplos de aplicación

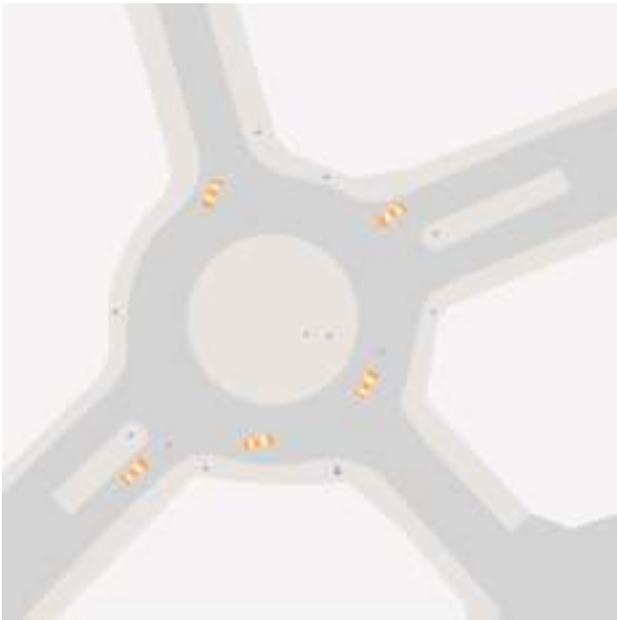
Los ejemplos que se describen a continuación son una propuesta de rediseño basado en los principios de diseño vial urbano, incluyendo los de diseño universal. Consecuentemente se parte del análisis de las trayectorias peatonales, ciclistas y de actividades estacionarias, buscando resolver la intersección, ofreciendo a quienes se desplazan, pedalean, usan y habitan en la zona a intervenir, los pasos francos y a nivel más directos.

Tabla 42. Ejemplos de rediseño

Situación actual	Recomendación de diseño
 <p data-bbox="147 1129 769 1318">Una intersección de dos vías con carriles de un solo sentido y sin semaforización, puede presentar problemas geométricos que influyen en el mal uso de la vía. Por ejemplo, los radios de giro demasiado amplios inducen a las altas velocidades, generando conflicto con el flujo peatonal.</p> <p data-bbox="147 1350 769 1476">Los automóviles estacionados muy cerca del cruce, así como elementos sobre la banqueta, pueden reducir la visibilidad entre peatones y conductores de automóviles y bicicletas.</p>	 <p data-bbox="805 1129 1427 1192">Intervenir la intersección con una meseta puede mejorar y controlar la velocidad.</p> <p data-bbox="805 1224 1427 1381">Se pueden hacer extensiones de banqueta, lo cual reduciría la distancia de cruce, ordenaría el estacionamiento y al mismo tiempo puede colocarse vegetación o mobiliario urbano, siempre y cuando esté fuera del área de circulación peatonal.</p> <p data-bbox="805 1413 1427 1507">Es necesario colocar bolardos al perímetro para evitar estacionamiento que invada la circulación peatonal, y mejorar la seguridad de los peatones.</p>

Situación actual	Recomendación de diseño
 <p>Las vías con carriles anchos alientan el exceso de velocidad, creando un ambiente inseguro para peatones y ciclistas.</p> <p>La falta de infraestructura peatonal y ciclista aumenta los riesgos de colisión, pues suele suceder que no existen rampas o su diseño es inadecuado, de igual manera no existen carriles que den un lugar a usuarios de bicicletas.</p>	 <p>Es posible hacer una reducción de anchos de carril que permita ganar espacio para la creación de infraestructura ciclista correspondiente. Esta dieta de carriles presenta ventajas además de espacio para uso ciclista, como reducción de velocidades, y en algunas ocasiones espacio para ampliación de banquetas.</p> <p>La colocación de rampas o cruces a nivel de banquetas, cruces peatonales perpendiculares a la banqueta sin obstáculos y reducción en radios de giro son elementos vitales para la seguridad de peatones.</p>

Situación actual	Recomendación de diseño
 <p>En intersecciones de mayor complejidad, las trayectorias de los usuarios suelen volverse caóticas, el espacio es destinado en su mayoría para los vehículos motorizados, por lo que generalmente está mal distribuido para todos los usuarios de la vía, teniendo banquetas estrechas o inexistentes.</p> <p>La distancia de cruce para peatones es extensa, lo cual incrementa el tiempo y al mismo tiempo la inseguridad, principalmente en vías que cuentan con doble sentido. Siguiendo esta línea, en este caso también existe una fuerte posibilidad de desarrollar velocidades excesivas.</p>	 <p>Es importante generar espacios y rutas claras para todos los usuarios de la vía. De modo que de acuerdo con el uso sea entendible por dónde debe circular cada uno. Este tipo de intersecciones puede tener un flujo vehicular y peatonal elevado, por lo que es necesaria la creación de islas de resguardo que permitan tener un cruce en dos etapas.</p> <p>Se debe considerar infraestructura ciclista adecuada, en este tipo de intersecciones lo más probable es contar con vías ciclistas confinadas (ciclovías), pintar los cruces ciclistas es de suma importancia pues informa a los demás usuarios sobre el comportamiento en esa intersección.</p> <p>Asimismo, se suman los elementos mencionados en los ejemplos anteriores sobre el correcto diseño de rampas o cruces a nivel de banqueta y radios de giro.</p>

Situación actual	Recomendación de diseño
 <p>En el caso de las glorietas, sucede en ocasiones que los ángulos de entrada son incorrectos provocando que los automóviles accedan a ella a diferentes velocidades.</p> <p>No existe infraestructura ciclista, las condiciones de seguridad para peatones son complicadas, y aunque las glorietas en sí tienen menor número de puntos de conflicto que las intersecciones estándar, de igual forma pueden generar confusión entre los conductores.</p> <p>Dependiendo del tamaño y emplazamiento de la glorieta, la isleta central puede convertirse en un espacio difícil de acceder para los peatones.</p>	 <p>El rediseño en este ejemplo facilita y mejora los movimientos para todos los usuarios.</p> <p>La reconfiguración de las calles que llegan a la intersección al ángulo correspondiente influye en la forma en que los automóviles acceden a la glorieta.</p> <p>La creación de un carril exclusivo o de preferencia ciclista dentro de la rotonda es un elemento importante para generar conectividad.</p> <p>Es importante también que la glorieta tenga muy buena iluminación, y por supuesto que un buen diseño de paisaje y mobiliario urbano ayudan no sólo a que visualmente sea atractiva sino a que se convierta en un punto de referencia urbano.</p>

C6.4.6 Trayectorias peatonales

Líneas de deseo

Estas son las trayectorias más rectas posibles que resultan del movimiento que haría un transeúnte si pudiera transitar libremente entre su ubicación de origen y su destino determinado. Estas trayectorias están íntimamente relacionadas al trazo de los caminos y la configuración de los destinos: si el acceso a un parque o la puerta principal de un museo se encuentran al centro de una cuadra, se encontrará que la línea de deseo no va de esquina a esquina, sino del centro de una cuadra a la otra. Este mismo caso se intensificará entre mayor distancia haya entre las esquinas de las cuadras. La longitud de las cuadras no solo afecta proporcionalmente la facilidad de cruzar caminando de un lado a otro, sino que también promueve mayores velocidades entre quienes transitan en vehículos.

Vale la pena recordar que la perpendicularidad de los cruces entre trayectorias resulta beneficiosa en términos de distancias de cruce, lo cual vuelve más segura y eficiente una intersección. Debe tomarse en cuenta también que los transeúntes lo hacen con distintas velocidades dependiendo de sus capacidades físicas. Esto refuerza la necesidad de tiempos de cruce contemplando a las personas con discapacidad, niños y adultos mayores.

Las cebras peatonales deben estar dispuestas de manera que

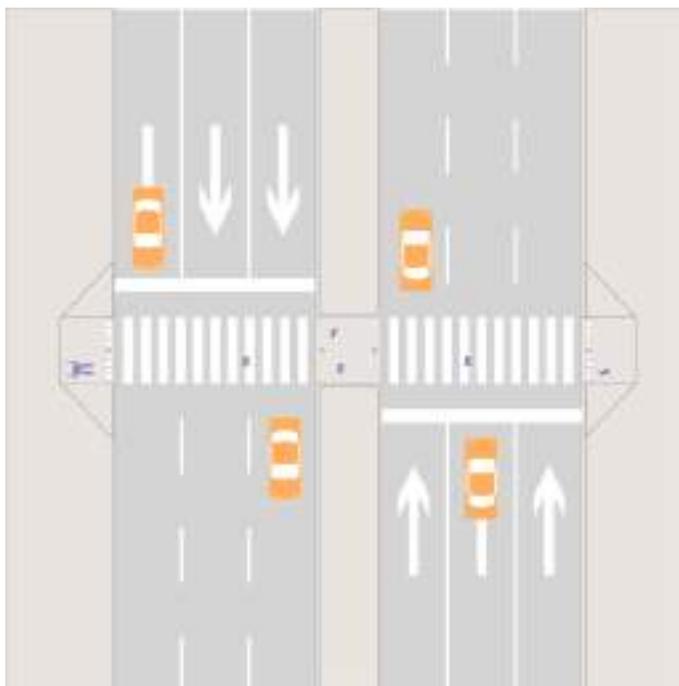
visibilicen las zonas por donde pueden cruzar los peatones, y estén ubicadas en trayectorias libres de obstáculos. Esta señalización se especifica a profundidad en el apartado 6.6 Señalización y dispositivos de control de tránsito. De la misma manera, la geometría de las esquinas y sus componentes deben obedecer las líneas de deseo.

Islas peatonales

Como se mencionó en el concepto de diseño, separación de cruces, las islas o medianeras son los elementos que delimitan un espacio intermedio entre una distancia significativo de cruce. Las zonas de espera idealmente deben tener espacio suficiente para alojar con seguridad al menos un par de personas empujando carriolas o con bicicletas en la mano.

Como regla general, un cruce con tres carriles es el máximo deseable para los grupos más vulnerables, mientras que dos carriles es una media aceptable. Un factor para tomar en cuenta es si el arroyo vial cuenta con uno o dos sentidos vehiculares. En caso de tener dos sentidos o más de tres carriles, se recomienda altamente integrar islas de descanso o medianeras para dividir los cruces en tramos más cortos y separar los sentidos, dando mayor claridad de uso para todas las personas que transitan y facilitando el cruce para las personas con movilidad limitada.

Ilustración 54. Islas peatonales



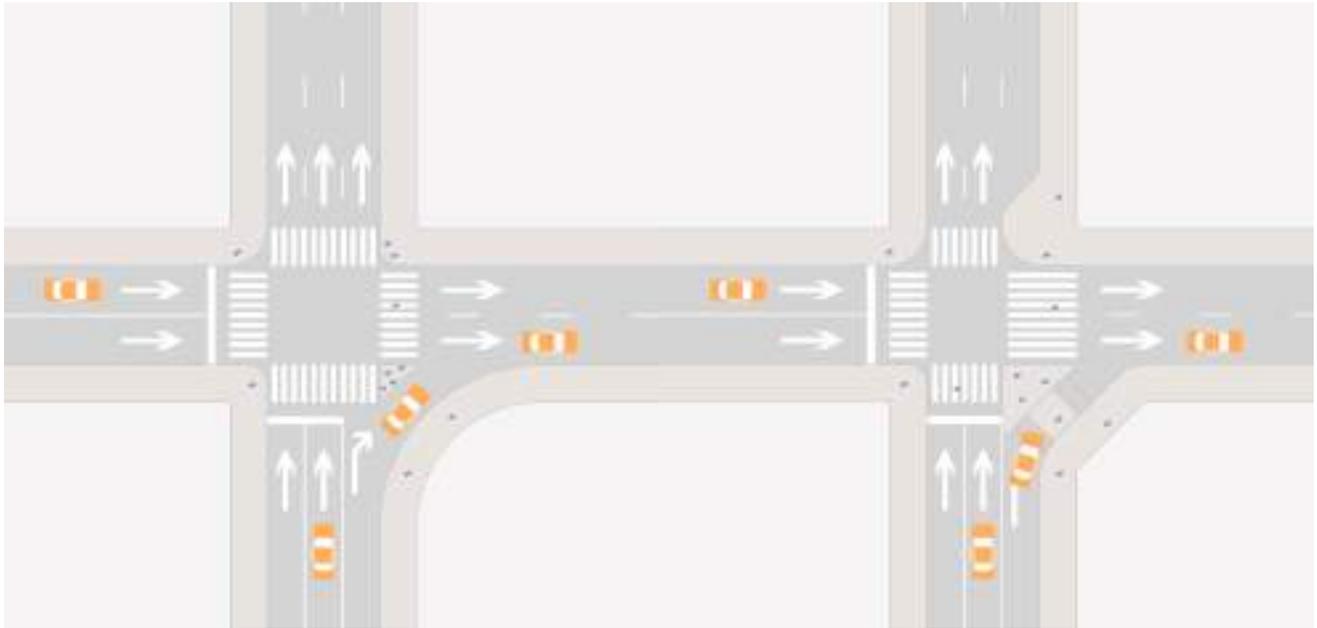
Fuente: Adaptado de (CDOT, 2013)

Islas canalizadoras

Una práctica común es construir un espacio intermedio en el cruce, para separar el carril de giro a la derecha de los carriles que siguen de frente, dando lugar a una vuelta continua, con geometrías que dan prioridad al paso vehicular.

Dado que esto eleva la velocidad de los autos que dan vuelta y de alguna manera permite la vuelta continua, no se recomienda la implementación de estos elementos. En caso de que no sea posible eliminarlos, se deben modificar para que el radio de giro sea lo más restringido posible y se dé prioridad al cruce peatonal con ayuda de un reductor de velocidad. Se debe procurar que el cambio de trayectoria no se realice un solo movimiento de giro amplio, sino con dos giros en una línea quebrada.

Ilustración 55. Islas canalizadoras



C6.4.7 Trayectorias vehiculares

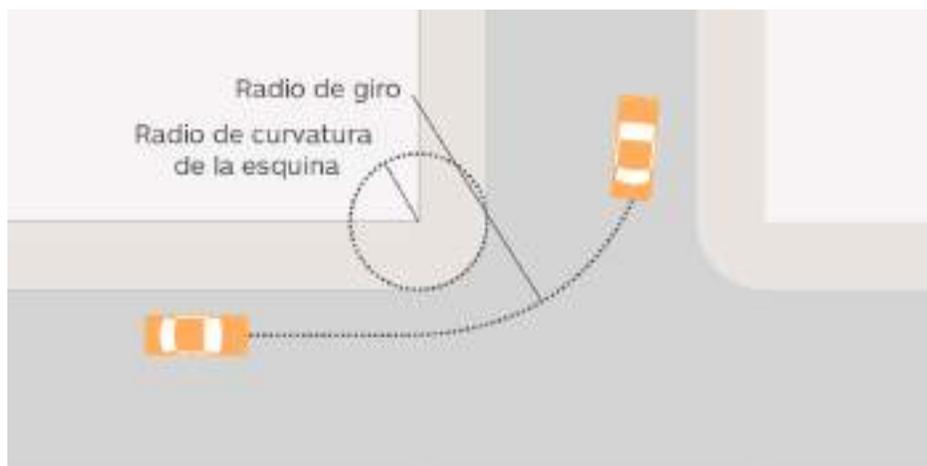
Al retomar los conceptos de consistencia y perpendicularidad, la toma de decisiones en cuanto a los carriles vehiculares se abre la disyuntiva entre la rectificación de las intersecciones o la velocidad de flujo continuo, puesto que una trayectoria que sufre desviaciones tenderá a reducir las velocidades. Para determinar la mejor opción es importante considerar la velocidad deseada promedio de la calle y realizar simulaciones en intersecciones con altos volúmenes vehiculares.

Para mejorar la fluidez, conviene delimitar correctamente las zonas de carga y descarga del transporte público y analizar a profundidad los tiempos de semaforización y los dispositivos de control de tráfico que ayuden a dar prioridad a los flujos importantes.

Radios de giro

El radio de giro de un vehículo está relacionado con su velocidad, radios más pequeños implican giros más cerrados y por lo tanto menores velocidades al incorporarse a una calle, por lo que se buscará que la calle no permita giros más allá de un radio máximo. El radio máximo de giro de un vehículo está definido por dos elementos: el radio de curvatura de la esquina (definido como el radio mínimo de curvatura del trazado de la guarnición) y el número de carriles en ambas calles. Estos dos elementos inciden en la velocidad del vehículo al momento de tomar una curva.

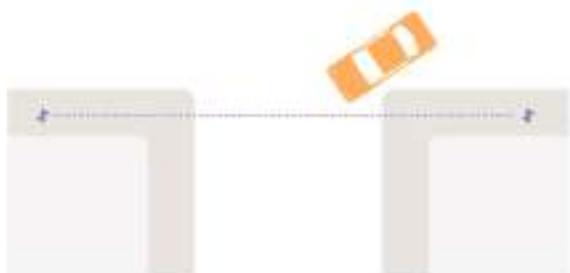
Ilustración 56. Radio de giro vs radio de curvatura



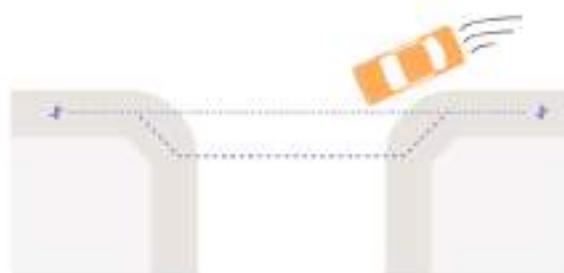
El radio de curvatura del trazado de la guarnición se puede reducir mediante una ampliación a las esquinas con los mismos métodos de las medidas anteriores: pintura para delinear la nueva geometría y para rellenar el nuevo espacio peatonal en el arroyo, y dispositivos para reforzar la nueva geometría.

El radio de giro es el parámetro que condiciona de manera más clara la velocidad en una vialidad. Un radio de giro bajo sobre un ancho de arroyo contenido se convierte en la mejor manera de reducir la velocidad en giros dentro de las intersecciones. Se define como el radio de la circunferencia que mejor se adapta a la curvatura de la esquina en su punto más cerrado.

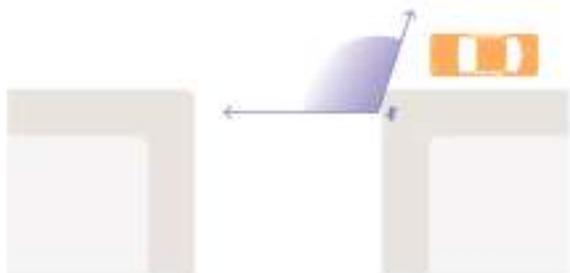
Ilustración 57. Radio de giro y cruce peatonal



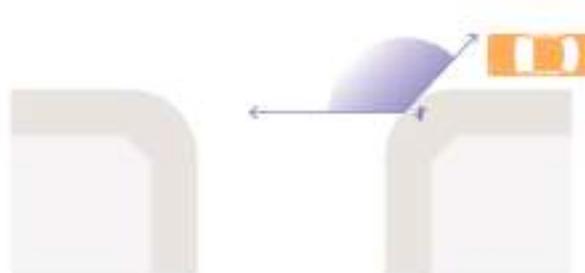
• La línea de deseo peatonal se conserva



• La línea de deseo peatonal se desvía
• Desvío necesario para minimizar la distancia de cruce



• Los peatones no tienen que voltear atrás para ver a los vehículos



• Los peatones deben mirar atrás para comprobar si hay vehículos girando rápidamente

Es importante puntualizar que la magnitud de los radios de giro es determinada por la vocación de la vía y su velocidad de rodada. Es decir, vías urbanas en las que el diseño busque mantener un tránsito de vehículos continuo (P), contemplarán radios de giro mayores, ya que el vehículo deberá mantener la velocidad proyectada para la vialidad. Por otro lado, en entornos urbanos, el vehículo ha de hacer alto total en intersecciones antes de dar una vuelta, por lo que el radio de giro será menor. En el diseño de intersecciones se debe considerar el tipo de vehículos que circularán por la vialidad, sus dimensiones y radios de giro de cada uno.

En intersecciones tipo T⁴⁹, las vías urbanas deben de permitir como mínimo, el paso de camiones de servicio básico (camiones de basura, bomberos, entre otros). Por ello es importante considerar en el diseño, los siguientes radios de giro, que pueden adaptarse dependiendo del porcentaje del tipo de vehículos que transiten por esa calle. Si el tipo de vehículo de dimensiones mayores representa el 5% del flujo del tránsito deben considerarse diseños que se adapten a estas dimensiones siempre y cuando se diseñen protecciones para peatones y ciclistas.

Estos son los radios de giro sugeridos para el replanteamiento de las extensiones de banqueta y rediseño de intersecciones:

Tabla 43. Radios de giro

Radio de giro	
Radio de la esquina	Características de operación
<1.50 m	No apropiado, ni siquiera para automóviles particulares. Se debe utilizar cuando no exista giro en esa esquina.
3.00 m	Vuelta a velocidad baja de automóviles particulares.
6.00-9.00 m	Vuelta a velocidad moderada de automóviles particulares, vuelta a velocidad baja de camiones medios.
12.00 m	Vuelta a velocidad alta de automóviles particulares, vuelta a velocidad moderada de camiones medios.
15.00 m	Vuelta a velocidad moderada de camiones pesados.

Fuente: Manual de diseño vial de calles mexicanas a partir del Manual Ciclociudades (Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP México), Interface for Cycling Expertise (I-CE). (2010). Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. México: Manual Ciclociudades).

En términos generales, un radio de giro de 6 m y un espacio en el carril que gira de 4.50 m son suficientes para que la mayoría de los vehículos puedan circular con seguridad para todos los usuarios. Se deben evitar los radios mayores, puesto que promueven velocidades de giro elevadas, lo que resulta en intersecciones menos seguras.

Las dimensiones exactas de estos espacios deben considerar las proyecciones delanteras y traseras de los vehículos, que en algunos casos pueden invadir las zonas de espera peatonales y de no contemplarse en el diseño, pueden resultar en lesiones por errores de cálculo de conductores y porque porque los transeúntes no cuentan con un área bien protegida con bolardos y delimitada visual y sensorialmente (con pavimento podo-táctil, por ejemplo). Se recomienda un espacio mínimo de 30 cm entre las proyecciones de los vehículos en sus trayectorias y el borde de la guarnición. En casos de geometrías muy forzadas la revisión del diseño con programas de simulación de trayectorias se vuelve imprescindible. Para ello, herramientas como ArchiCad, Autoturn y Vehicle Tracking servirán para comprobar la seguridad del diseño.

Velocidad de diseño

Al calcular los radios de giro, en calles urbanas es deseable que exista una reducción significativa de la velocidad al dar vuelta, y en los casos en los que se diseña con vehículos de carga, es preferente que se diseñe con velocidades de giro de 15 km/h o menos, a sabiendas de que el control de la velocidad no solo lo determina el radio de giro, sino el número de carriles en la intersección, lo que permite a los vehículos pesados maniobrar dando vueltas desde el segundo carril, lo cual es permisible en calles tipo C y L donde la prioridad es el paso de los transeúntes, no la velocidad de los flujos vehiculares.

49. Intersecciones en tipo T es la intersección de tres brazos o ramales

Zona de aproximación

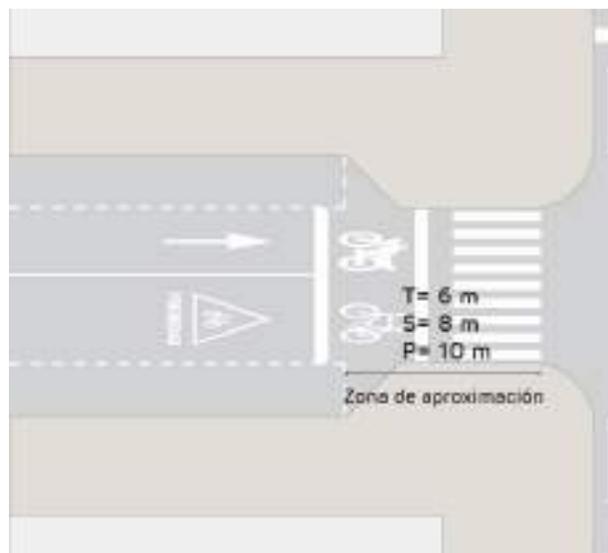
Estos son espacios que deben estar libres de obstáculos visuales donde el estacionamiento debe estar prohibido. Al frente de la intersección suelen ubicarse los pasos peatonales, y delante o detrás de estas (sin invadir las líneas de deseo) se ubican las zonas de espera ciclista (cajas bici) entre rayas de alto. Los semáforos deben estar alineados a las rayas de alto para evitar que los vehículos se detengan delante de sus espacios designados.

Las distancias mínimas recomendadas, dependiendo del tipo de vía son:

Tabla 44. Distancia mínima de aproximación

Tipo de Calle	Distancia mínima de la zona de aproximación
T	6 m
S	8 m
P	10 m

Ilustración 58. Zona de aproximación



C6.4.8 Glorietas

Las intersecciones con glorieta tienen una incidencia directa en la reducción de la gravedad de los accidentes (Sanz, 2008). Adicionalmente existen reducción de costos de mantenimiento, de vigilancia, se incrementa la capacidad de la intersección puesto que el flujo es continuo y por lo tanto se reducen los tiempos de espera de los usuarios. Dependiendo de la escala de la intersección, podemos hablar de tres tipos de glorietas:

Glorietas convencionales

Tienen 2 o más carriles en su interior y generalmente proveen a los peatones de islas intermedias en los ramales. Junto con los ramales, la isla central define las dimensiones.

Isla central

La recomendación general es que sea de forma circular por razones de distancia entre las diferentes ramas, o bien oval o elíptica, en estas últimas debe cuidarse moderar la relación entre el diámetro menor y el diámetro mayor. De cualquier manera, la isla central puede variar en forma en ciertos casos, como cuando se acondiciona para plaza, o en situaciones que lo exijan debido a la distribución de los ramales.

Ilustración 59. Parámetros para el diseño de glorietas urbanas



Fuente: Adaptada de SCT, 2016

En promedio el tamaño de la isla central oscila entre los 20 y los 40 m de diámetro. Para diámetros superiores a los 40 m, la glorietta puede ser considerada como grande, así como las glorietas con diámetros por debajo de los 20 m pueden ser consideradas pequeñas.

Tabla 45. Dimensiones de glorietas urbanas

Diámetro Exterior (D)		26 - 35 m					
Ancho calzada de la rotonda (Ac)		8.00 - 6.50 m					
Zona pisable (Az)		2.60 - 3.20 m					
Ancho de los carriles de los enlaces	Carril de entrada (Ae)	3.25 - 3.50 m					
	Carril de salida (As)	3.50 - 3.75 m					
Radios	Carril de entrada (Re)	10 - 12 m					
	Carril de salida (Rs)	12 - 14 m					
Ancho mínimo de las isletas (refugios) Ai		> 2.00 m					
Retranqueo máximo del paso de peatones (Rp)		4.00 - 6.00 m					
Relación entre el diámetro de la rotonda (D) y el ancho de la calzada (Ac) en metros							
Diámetro exterior (D)	26	28	30	32	35	40	45
Ancho de la calzada (Ac)	8.00	7.50	7.00	6.75	6.50	6.00	5.75

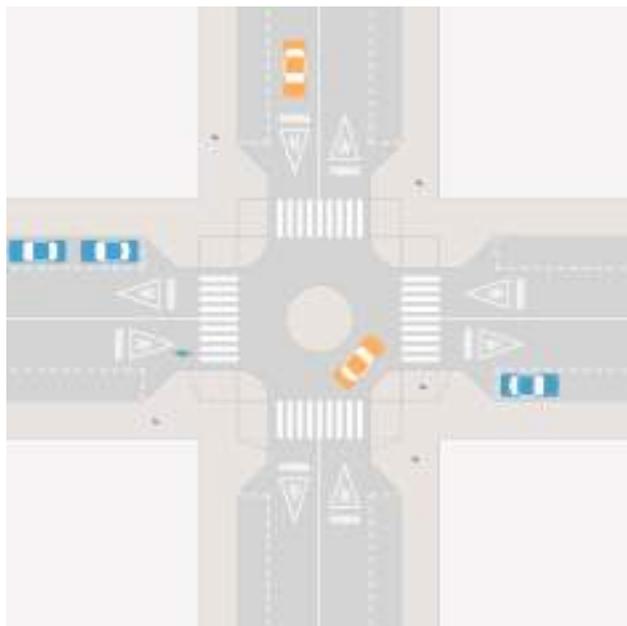
Fuente: Adaptada de Sanz, 2008

Mini glorietas

Las mini glorietas pueden tener aplicación en áreas residenciales, porque causan menos desviación para los peatones y son más fáciles de usar para los ciclistas. Otra ventaja es que no ocupan tanto terreno (ITDP, 2011).

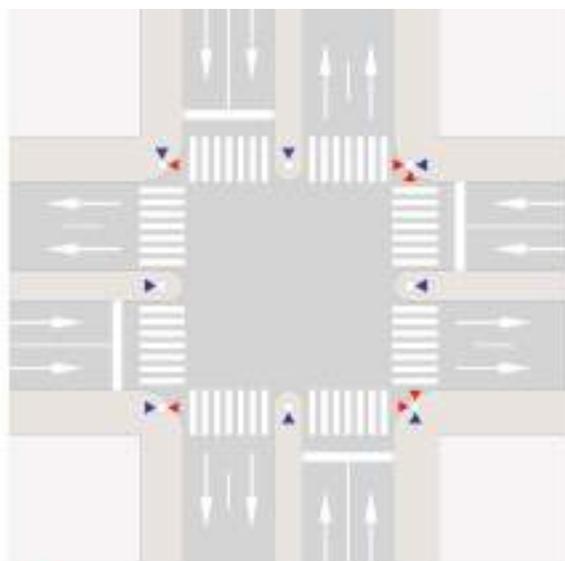
Este tipo de glorietas contribuye a reducir la velocidad de los vehículos motorizados debido a que al obligarlos a modificar su trayectoria los obliga también a mantenerse alerta respecto a las trayectorias de los demás usuarios. Es recomendable su emplazamiento en accesos a zonas 30 o en calzadas en donde la velocidad de aproximación no sea muy alta (Sanz, 2008).

Ilustración 60. Miniglorieta



Fuente: Adaptada de ITDP, 2011

Ilustración 61. Ubicación y número de caras recomendadas



◀ Semáforo peatonal con soporte tipo poste

▶ Semáforo vehicular y peatonal con soporte tipo poste

Glorietas turbo

Las glorietas turbo surgieron a partir de la necesidad de mejorar la capacidad de las glorietas tradicionales. Su trazo obliga a quienes conducen a elegir el carril que utilizarán antes de incorporarse, puesto que cada carril lleva a un sentido diferente. Un punto importante es que este tipo de glorietas no están diseñadas para uso de peatones, los pasos peatonales se ubican fuera del anillo, lo cual las vuelve indeseables para entornos urbanos en donde la circulación de los transeúntes y ciclistas es prioritaria.

La seguridad vehicular aumenta debido a la segregación física de los carriles de circulación y al hecho de que sólo tiene 10 puntos de conflicto, en lugar de los 16 de una glorietta convencional. También elimina los conflictos por invasión del carril adyacente (ITDP, 2011).

Intersecciones controladas por semáforos

Los semáforos tienen como función separar y ordenar periodos de tiempo, y así regular la circulación de vehículos (motorizados y no motorizados) y de peatones. En la sección de Semáforos, se especifican las características de los mismos, así como los criterios de selección de tipo y ubicación.

Intersecciones con corredor de autobús

El tamaño y la complejidad de las intersecciones son características elementales que influyen con mayor frecuencia en la colisión dentro de los corredores de autobuses. Como se ha mencionado, para garantizar la seguridad en cualquier corredor de autobuses se deben mantener las calles estrechas y diseñar intersecciones simples. Separar los flujos de tráfico minimiza los posibles conflictos entre autobuses, otros vehículos, peatones y bicicletas. Es importante considerar los siguientes parámetros de diseño:

Generales:

Los tiempos de cruce de peatones en semáforo debe ser suficiente para cruzar el ancho de la calle. Se recomienda considerar una velocidad de marcha de 1.2 m/s para determinar la longitud de la fase peatonal.

Mantener el número de fases de señal al mínimo y la configuración de la señal simple.

Una configuración de semáforos simple con menos fases puede reducir los tiempos de espera de los autobuses, peatones y otros tipos de tránsito. Esto mejora el rendimiento del bus y reduce el incentivo para que los peatones crucen en rojo.

Para corredores de autobuses con ascenso desde la banqueta: Si existe un carril de giro a la derecha para el tráfico general, los autobuses que esperen en la intersección pueden bloquear la vista de los peatones del tráfico. Una mejor opción en este caso es permitir que el tráfico general comparta el carril del autobús antes de girar a la derecha.

Las calles angostas y las intersecciones estrechas pueden reducir la exposición de los peatones y fomentar un tráfico tranquilo (Welle, 2015).

Para corredores con ascenso desde el centro de la vía (bidi-reccionales), conviene que las vueltas laterales a través de las vías medias estén restringidas, ya que están particularmente asociadas con choques entre autobuses y otros vehículos.

En los lugares donde los giros a la izquierda no puedan ser evitados, no debe permitirse que el tráfico general se fusione con el carril del autobús. Debe proporcionarse una fase de semáforo y un carril de giro exclusivo.

Ilustración 62. Intersección con corredor de autobús



Fuente: Adaptada de ITDP, 2011

Intersecciones con estaciones del sistema de autobuses de tránsito rápido

Un buen diseño de estaciones puede prevenir movimientos de tráfico peligrosos y mejorar la accesibilidad y las operaciones. Las estaciones cercanas a las intersecciones necesitan estar diseñadas para permitir la espera de autobuses o dar vuelta en las intersecciones. Se debe considerar que, tomando en cuenta que las estaciones y las áreas a su alrededor tienen mayor volumen peatonal debido a la gente que transita hacia y desde las estaciones, lo que aumenta el riesgo de accidentes a peatones.

Lineamientos a contemplar para el diseño de estaciones:

- Las estaciones cerradas cerca de las intersecciones pueden usar puntos de acceso controlados para dirigir a los peatones directo a los pasos peatonales señalados.
- Cuando la acumulación de gente en las plataformas es excesiva, los pasos de peatones, camellones o isletas de refugio pueden animar a los peatones a transitar o cruzar erróneamente. El diseño de la estación debe tener en cuenta el volumen de pasajeros para reducir la probabilidad de hacinamiento.
- El diseño de las estaciones puede prevenir colisiones entre los autobuses. Reducir la velocidad en las estaciones y proporcionar zonas de incorporación más largas a la corriente vehicular puede reducir los accidentes.

- Las estaciones cerradas cerca de las intersecciones pueden usar puntos de acceso controlados para dirigir a los peatones directo a los pasos peatonales señalados.
- Cuando la acumulación de gente en las plataformas es excesiva, los pasos de peatones, camellones o islas de refugio pueden animar a los peatones a transitar o cruzar erróneamente. El diseño de la estación debe tener en cuenta el volumen de pasajeros para reducir la probabilidad de hacinamiento.
- El diseño de las estaciones puede prevenir colisiones entre los autobuses. Reducir la velocidad en las estaciones y proporcionar zonas de incorporación más largas a la corriente vehicular puede reducir los accidentes.
- Independientemente del tipo de sistema, las estaciones cerradas con plataformas altas pueden reducir movimientos peatonales peligrosos como cruzar fuera de los pasos peatonales.
- Marcar las cajas de espera y los carriles de bicicletas puede facilitar la salida de un ciclista al integrarse a las intersecciones señaladas.
- Los barandales en las plataformas deben extenderse a lo largo de toda la estación, para impedir el cruce de peatones antes de las zonas designadas, deben cumplir con las características técnicas requeridas.
- Las puertas que se abren sólo cuando un autobús se ha acoplado a la estación son una buena característica de seguridad si están bien diseñados y en mantenimiento.
- Establecer un límite de velocidad de 30 km/h cerca de la estación puede dar a los conductores más tiempo para reaccionar.
- Cuando los autobuses se integren a carriles de alta velocidad, debe considerarse una zona de incorporación lo suficientemente larga para que alcancen la velocidad necesaria.
- Se puede destinar un espacio antes de la estación que permita que un autobús espere a que el autobús de enfrente salga antes de acercarse y acoplarse (Welle, 2015).

C6.5 Estacionamiento

C6.5.1 Estacionamiento en la vía pública

El control de estacionamiento de calle en zonas determinadas es uno de los instrumentos más eficaces para desincentivar el uso del automóvil privado como modo de transporte ya que se reducen también los viajes al resultar más difícil estacionarse (Ríos, 2013). Por esto las decisiones en cuanto a la ubicación, dimensiones y tipo de estacionamiento deben estar coordinadas con las medidas y políticas que definen el modelo de transporte de cada lugar.⁵⁰

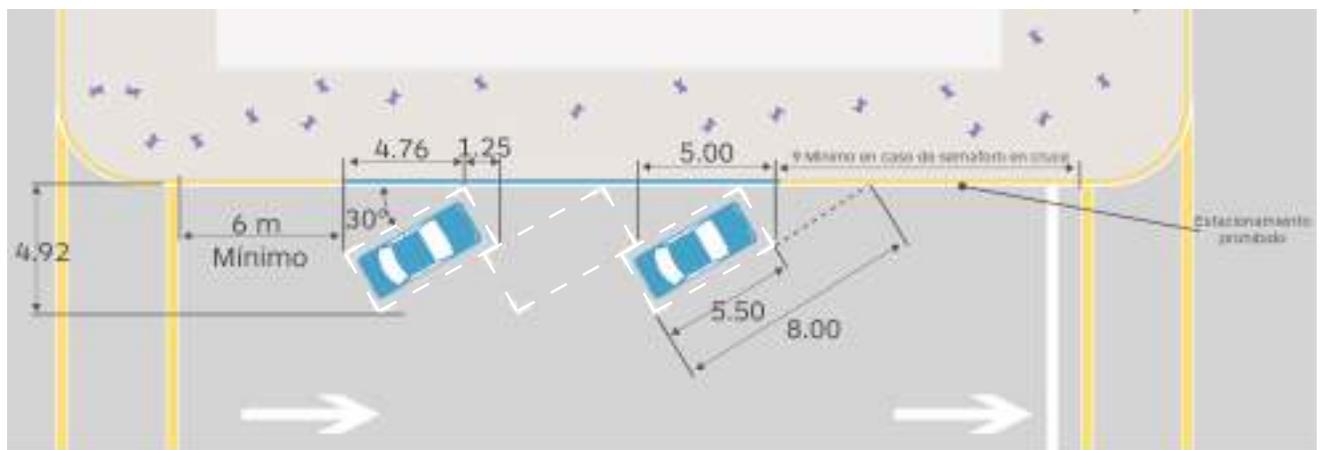
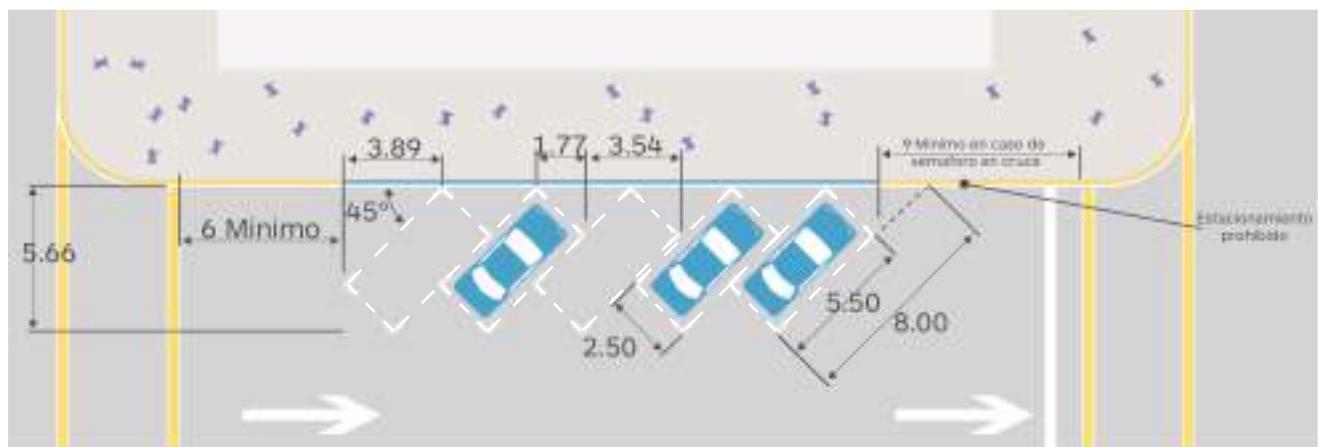
En términos de función existen diversos tipos de estacionamiento de calle. Su oferta se debe basar en estudios de demanda, teniendo en cuenta que la oferta debe ser ajustada para la demanda de residentes y no inducir demanda para el estacionamiento de rotación. Además, para el diseño del estacionamiento debe ser considerada la localización de paradas de transporte público, escolar y de personal, zonas de carga y descarga, ascenso y descenso de pasajeros de vehículos compactos y estacionamientos para personas con discapacidad. Según sus usos, los estacionamientos se agrupan como lo establece la Ilustración 32.

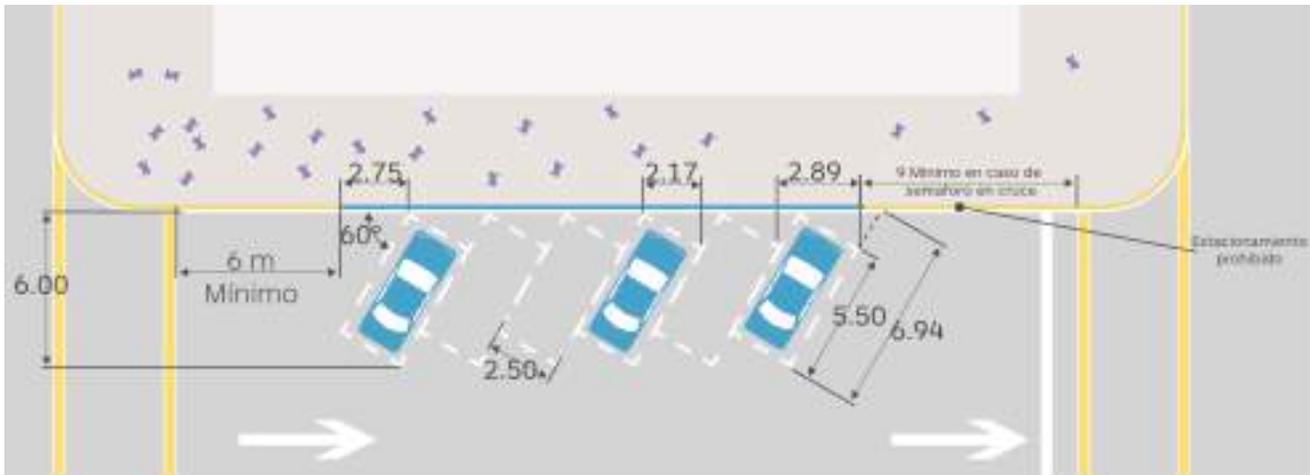
50. Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid

Tabla 46. Tipos de estacionamiento

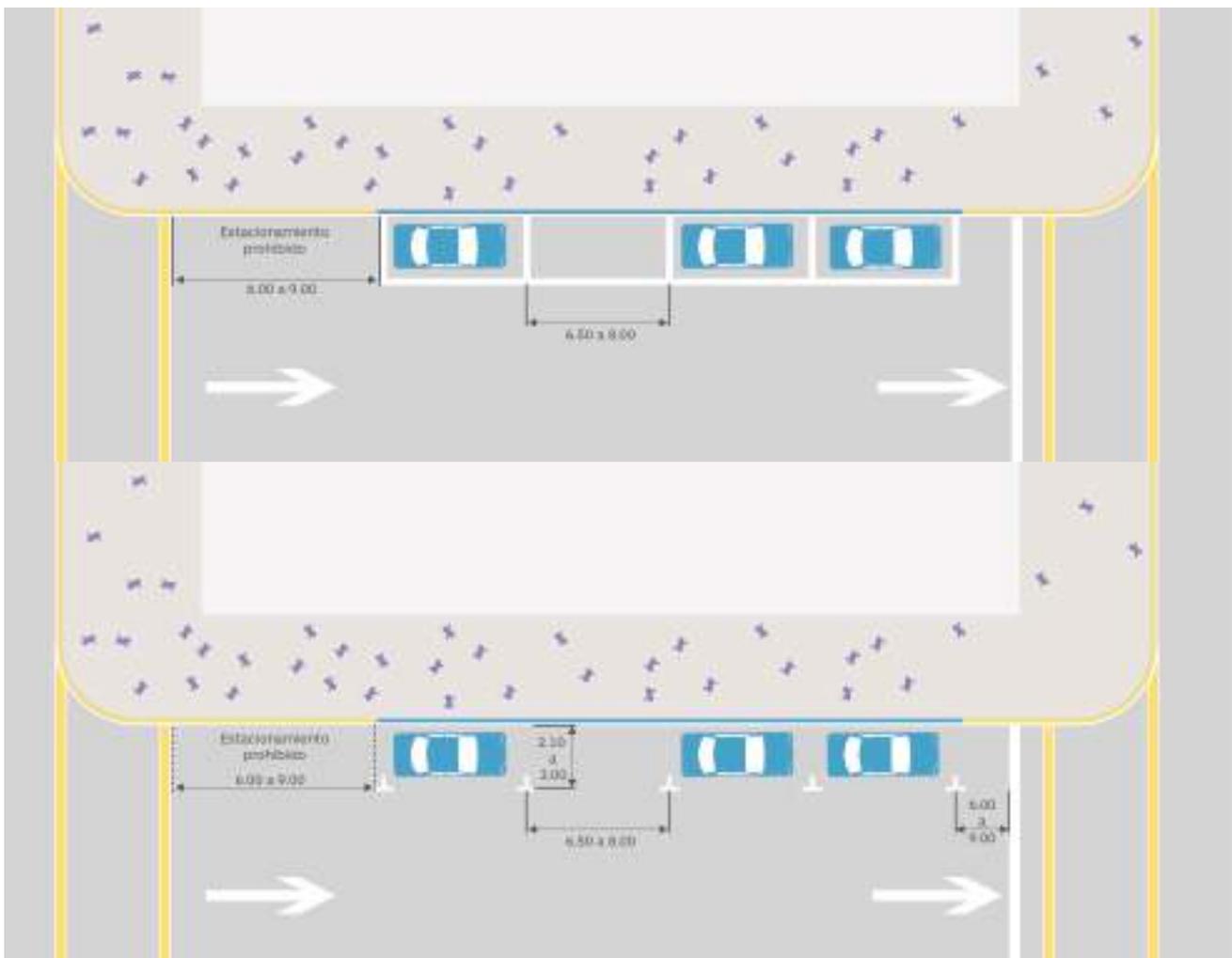
De uso libre	Gratuitos, para cualquier tipo de usuario y sin límite de tiempo.
Reservados	Para residentes, taxis, ambulancias, servicios de seguridad, personas con discapacidad, etc.
Regulados	Con tarifas y límites de tiempo determinados (ver parquímetros).

En términos de disposición, existen espacios de estacionamientos en cordón (paralelos al sentido de la vía) y en batería (perpendiculares, y en ángulo). Su disposición incide directamente en la capacidad y cantidad de automóviles en una vía. La instalación de estacionamientos en batería no permite que se estacionen los vehículos con dimensiones mayores a las de un vehículo estándar (Ilustración 62).

Ilustración 63. Marcas en pavimento de estacionamiento**ESTACIONAMIENTO EN ÁNGULO DE 30°****ESTACIONAMIENTO EN ÁNGULO DE 45°**



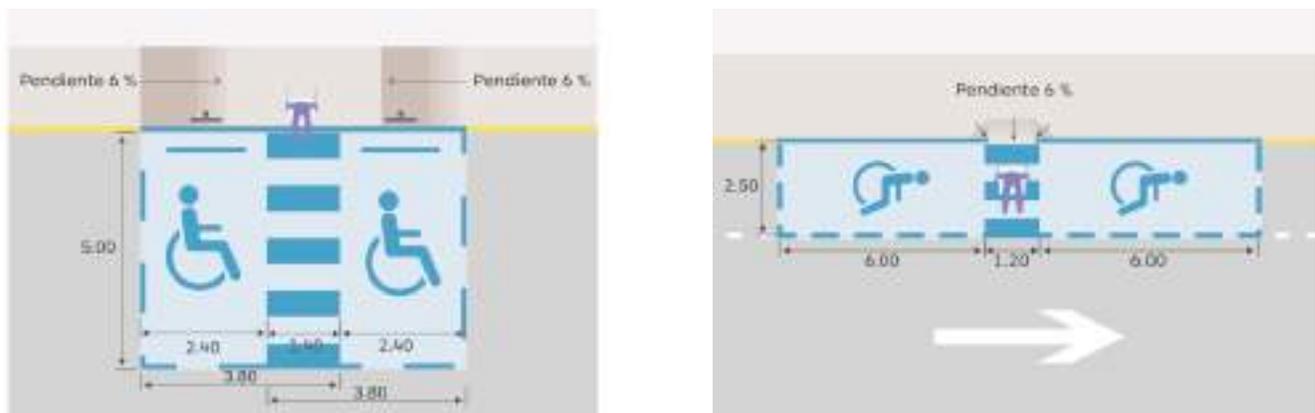
ESTACIONAMIENTO EN ÁNGULO DE 60°



Criterios generales:

- Reservar un mínimo de 2% de cajones para personas con discapacidad. Éstas deben estar libres de obstáculos como jardineras, bocas de tormenta, etc. En el caso del estacionamiento en batería los cajones requieren de mayores dimensiones que permitan abrir las puertas totalmente, así como realizar ascensos y descensos con ayuda de rampas o plataformas adaptadas a sus vehículos. El número de cajones reservados para personas con discapacidad puede incrementarse si se considera justificado para el acceso a edificios con usos que lo precisen (centros de rehabilitación, hospitales, centros para adultos mayores y clínicas, entre otros). Asimismo, en todos los casos, se debe proveer una ruta accesible desde la superficie del cajón a la banqueta.
- Los cajones estándar de estacionamiento serán de 5.00 x 2.10 m. En el caso de personas con discapacidad, el cajón de estacionamiento debe tener una dimensión mínima de 5 x 2.20 m con una banda de separación libre de obstáculos entre cajones de al menos 1.20 m de anchura. En caso de que exista una diferencia de nivel entre el estacionamiento y la banqueta, la banda debe acabar con la rampa que permita la incorporación de sillas de ruedas.
- Mientras que los estacionamientos en cordón tienen menor capacidad por tramo que los estacionamientos en batería, los primeros resultan más deseables debido a que generan una barrera visual menor y utilizan menos espacio.
- En el caso de las intersecciones y los espacios próximos a estas, se debe evitar el estacionamiento en una distancia mínima de 6.0 m en calles tipo T, 8.0 m para las tipo S, y 10.0 m para las tipo P.

Ilustración 64. Disposición de cajones de estacionamiento para personas con discapacidad



Fuente. Adaptado de CDMX, 2016

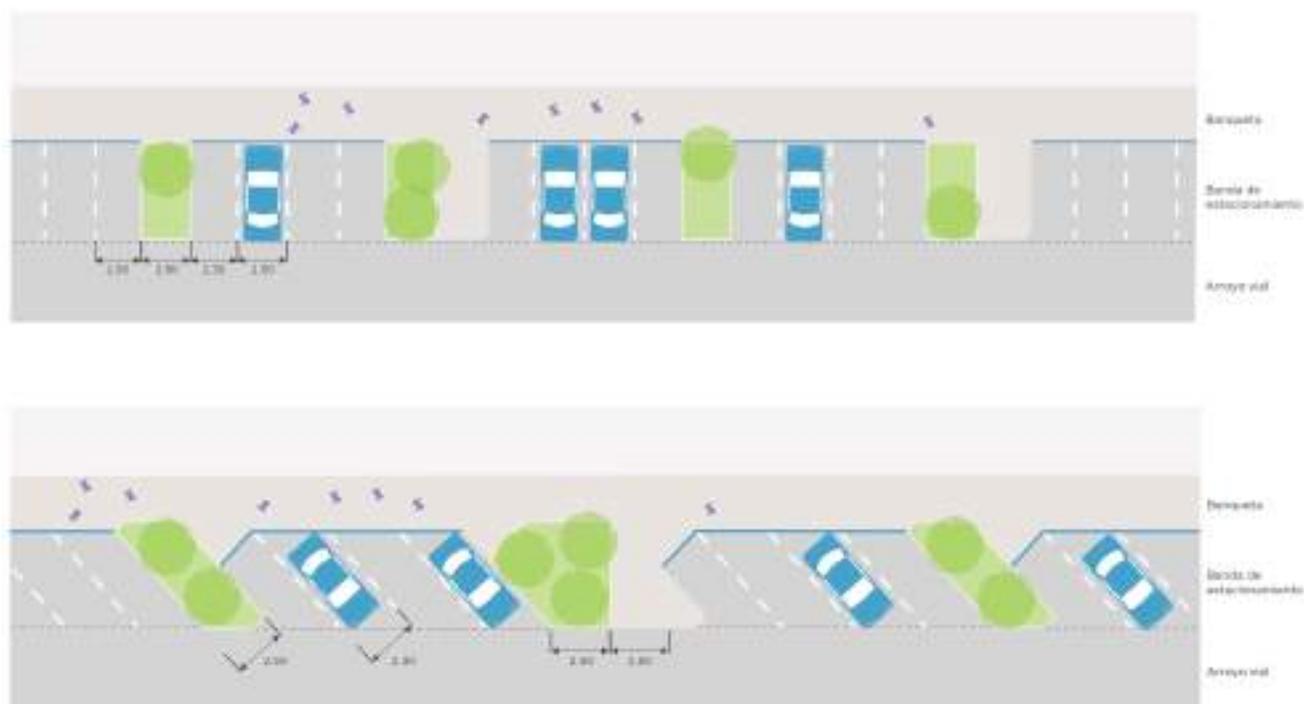
Cuenten o no con parquímetros, es ideal formalizar las zonas de estacionamiento con marcas en el pavimento y señalización vertical. Esto brinda claridad para todos los usuarios y permite una mejor aplicación de la ley en términos de zonas de estacionamiento prohibido. Los dispositivos de pago y la señalización vertical del sistema de parquímetros se deben colocar a media cuadra, o en su caso, cerca de los cajones destinados a personas con discapacidad para facilitar el acceso.

Las franjas o cordones de estacionamiento pueden intercalarse con espacios de vegetación, arbolados y muebles (parklets).

Se pueden alternar de lado las franjas de estacionamiento entre los diferentes tramos de la calle, generando una discontinuidad que ayuda a reducir la velocidad. Asimismo, se pueden aprovechar los espacios de estacionamiento y en vez de ellos ofrecer espacios de descanso, paradas de autobús, etc.

Además, en el caso que se tengan manzanas largas o puntos de fuerte atracción de viajes (como acceso a parques, plazas, y otros servicios), se pueden interrumpir las líneas de estacionamiento para generar ampliaciones de banqueta que permitan minimizar la distancia de cruce para peatones.

Ilustración 65. Franjas de estacionamiento



Fuente: Adaptado de Sanz 2016

C6.5.2 Parquímetros

Un sistema de parquímetros permite optimizar el uso de cajones de estacionamiento en vía pública y desalentar el estacionamiento por largos periodos de tiempo estableciendo un precio de utilización. De esta manera se fomenta la rotación y se facilita la movilidad de personas y mercancías en zonas de gran concentración de actividades. Este sistema debe aplicarse a autos y motocicletas (Manual de implementación de sistemas de parquímetros para ciudades mexicanas, ITDP, 2013).

Los beneficios que aportan son variados:

- Reduce el tiempo de búsqueda de estacionamiento
- Aumenta la velocidad de desplazamiento vehicular de la zona
- Disminuye las emisiones contaminantes
- Dado el mejor ordenamiento de los autos, se mejora el espacio público y se puede aumentar la percepción de seguridad.

Los dispositivos de pago por el tiempo de estacionamiento en calle deben indicar el lapso de estacionamiento autorizado y estar localizados en la banqueta, de preferencia en la zona de amortiguación entre el tránsito de peatones y de tránsito motorizado. También deben cumplir con criterios de accesibilidad universal en pantalla, ranuras para tarjetas o billetes, de cambio con monedas, teclado o botones de accionamiento, así como la operación de la máquina que debe ser intuitiva y legible (CdMx, 2016b).

Además de todo eso, se recomienda y se considera necesario invertir los recursos económicos generados en mejoras para la zona, por ejemplo, en desarrollo de infraestructura segura y accesible para el transporte público, movilidad de peatones y ciclistas.

C6.6 Dispositivos para el control del tránsito

El rediseño de una calle debe considerar su uso, es decir, cómo los diferentes usuarios circulan por la infraestructura vial, dependiendo de ello se deben de colocar elementos que regulen los movimientos del tránsito haciendo que la vía cuente con una operación efectiva. Para lograr esto se requiere de la implementación de dispositivos de control del tránsito, que prevengan, ordenen y brinden información a peatones y conductores de vehículos.

Para que un dispositivo de control del tránsito sea efectivo, debe reunir seis requisitos básicos:

1. Proporcionar seguridad.
2. Llamar la atención del usuario.
3. Transmitir un mensaje sencillo y claro.
4. Hacer que el usuario de la vía respete las señales.
5. Estar ubicado de tal manera que facilite la recepción del mensaje.
6. Permitir al usuario reaccionar efectivamente y tomar una decisión oportuna en el tiempo necesario.

Dentro de los dispositivos de control del tránsito podemos encontrar la señalización vial compuesta por señales verticales y horizontales, los componentes tecnológicos de los sistemas inteligentes de transporte tales como semáforos y sensores, los dispositivos de desvío y otros dispositivos diversos.

Las señales verticales pueden ser: preventivas las cuales indican al usuario la existencia de algún peligro potencial; restrictivas que indican la obligatoriedad de un movimiento, una limitación física o una prohibición; e informativas que comunican los servicios y destinos a lo largo del itinerario.

En el caso de las señales horizontales estas pueden ser: marcas en el pavimento para delimitar áreas de circulación y proporcionar información; marcas en guarniciones para comunicar sobre restricciones; o marcas en elementos adyacentes a la vía para advertir la presencia de obstáculos.

Dentro de los dispositivos de los sistemas inteligentes de transporte, existe una gran variedad de tecnologías las cuales se deben incorporar en los entornos urbanos para mejorar la gestión de la vía. En el caso de los semáforos, se debe justificar su colocación con base en los volúmenes peatonales y vehiculares, así como otros aspectos del diseño y operación vial.

En las zonas de obras y eventos es primordial contar con señales de desvío y dispositivos para la protección de las áreas confinadas que garanticen la seguridad, tanto de los usuarios en circulación como de aquellos que se encuentran en las áreas de trabajo o de concentración de personas.

Finalmente, los dispositivos diversos son aquellos elementos que se instalan dentro de las inmediaciones de las vías para prevenir y encauzar los movimientos vehiculares o proteger las áreas de circulación, así como controlar el acceso a ciertas áreas de circulación.

Siempre que se implementen dispositivos para el control del tránsito es necesario realizar un estudio de ingeniería de tránsito, con objeto de tomar con la mejor decisión acerca de la utilización de determinado dispositivo en un lugar específico. Debido a esto, el presente apartado tiene por objeto proporcionar los criterios generales para el proyecto y aplicación de los dispositivos para el control del tránsito; y no debe ser tomado como un sustituto al estudio de ingeniería.

Es importante que ingenieros calificados participen en la toma de decisiones en materia de ingeniería, inherentes a los dispositivos para el control del tránsito. Por otro lado, aún cuando este apartado describe la aplicación de los dispositivos para el control del tránsito, no se trata de un sustituto de juicio de la entidad responsable del diseño de vías urbanas.

C6.6.1 Señales verticales

Las señales verticales son placas con elementos gráficos colocados de forma individual en postes separados o en montajes. Las señales fijas en poste o estructura deben localizarse de forma que optimicen la visibilidad nocturna, deben colocarse de tal manera que no obstruya la visibilidad unas a otras, o que estén ocultas por otros objetos colocados en la vía como árboles o mobiliario urbano.

Clasificación

Por el tipo de información que tienen, se clasifican en señales restrictivas, preventivas, informativas, turísticas y de servicios.

Tabla 47. Clasificación funcional del señalamiento vertical

Clasificación	Tipos de señales
SR	Señales restrictivas
SP	Señales preventivas
SI	Señales informativas
SII	Señales informativas de identificación
SID	Señales informativas de destino
SIR	Señales informativas de recomendación
SIG	Señales de información general
STS	Señales turísticas y de servicios
SIT	Señales turísticas
SIS	Señales de servicios

Fuente: (SCT, 2014; SCT, 2011)

Por su altura, se clasifican en bajas y altas.

1. Señales bajas: se colocan en la parte lateral de la vía, de tal manera que la parte inferior de la placa tenga una altura libre mínima de 2.50 m sobre el nivel de la banqueta o la superficie donde sea colocada. En área urbana pueden colocarse en postes existentes respetando la altura mencionada.

2. Señales elevadas: se colocan encima de los carriles de circulación, la altura libre mínima de la parte inferior de la placa al punto más alto del nivel de la superficie de rodadura debe ser de 5,50 m.

Los factores que justifican la instalación de las señales sobre los carriles son los siguientes:

- En proyectos de pasos a desnivel.
- Si hay tres o más carriles en cada dirección.
- Si las distancias de visibilidad son restringidas.
- Si circula un elevado porcentaje de vehículos de carga.
- Si se circula a velocidades mayores de 60 km/h.
- Si el espacio es insuficiente para instalar señales fuera de acotamientos laterales.
- En las rampas de salidas de vías de acceso controlado.

Color

De acuerdo con la NOM-034-SCT2-2011, las coordenadas cromáticas que se utilizan para las señales verticales, son las siguientes:

Tabla 48. Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los colores que se utilicen en señales verticales

Color	Coordenadas Cromáticas			Factor de luminancia para películas reflejantes			
				Tipo A De alta intensidad		Tipo B De muy alta intensidad	
	Punto Nº	X	Y	Para carreteras de dos carriles y vías secundarias		Para carreteras de cuatro o más carriles y vías primarias	
				Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Blanco	1	0.300	0.286	27		40	
	2	0.365	0.352				
	3	0.337	0.379				
	4	0.271	0.315				
Amarillo	1	0.497	0.410	15	45	24	45
	2	0.556	0.440				
	3	0.478	0.518				
	4	0.437	0.470				
Rojo	1	0.648	0.350	3	12	3	15
	2	0.735	0.254				
	3	0.629	0.280				
	4	0.565	0.345				
Verde	1	0.020	0.380	3	9	3	12
	2	0.168	0.345				
	3	0.286	0.427				
	4	0.207	0.752				
Azul	1	0.141	0.027	1	10	1	10
	2	0.245	0.202				
	3	0.191	0.247				
	4	0.065	0.208				
Verde limón fluorescente	1	0.387	0.610			50	
	2	0.369	0.546				
	3	0.425	0.496				
	4	0.460	0.540				

C6.6.1.1 Preventivas

Son tableros con símbolos y leyendas que advierten, en forma anticipada, la existencia y naturaleza de un peligro o evento inesperado en la vía. El objetivo de las señales preventivas es llamar la atención del usuario para que adopte las medidas de precaución necesarias, con el fin de salvaguardar su integridad y la de los demás usuarios de la vía.

Ubicación

Las señales preventivas son primordialmente para la protección del usuario que no esté familiarizado con la vía por la cual circula, por lo que es muy importante que se preste especial atención a la ubicación anticipada de las señales, con excepción de los reductores de velocidad; esta es la única que se puede ubicar en el lugar de riesgo. La ubicación de la señal se determina con base en la velocidad de diseño de la vía o aquella establecida en los reglamentos de tránsito o su similar.

Tabla 49. Distancia entre la señal preventiva y el riesgo

Distancia de riesgo en una vía urbana			
Velocidad (km/h)	≤ 30	40	50
Distancia (m)	20	30	40

*Distancia en metros.

Color

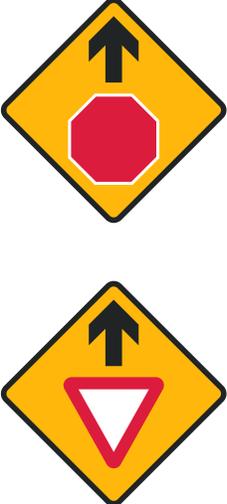
El color de fondo de las señales preventivas debe ser amarillo reflejante, excepto en la señal Escolares, el cual debe ser verde limón fluorescente, el color para los símbolos, caracteres y fletes es negro.

Catálogo

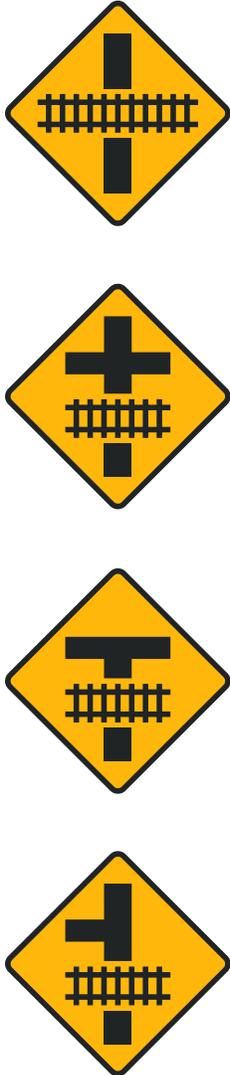
A continuación, se presentan las señales preventivas más representativas que se deben considerar en el diseño y rediseño de una vía urbana.

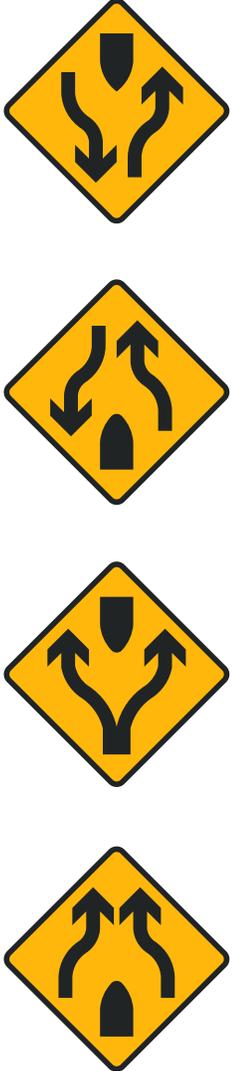
Tabla 50. Señales Preventivas

Nombre	Uso	Pictograma
Glorieta	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una intersección de dos o más vías a nivel, con una isla central en forma circular u ovalada.	
Ancho limitado	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un ancho libre que puede verse limitado por una estructura angosta o por las condiciones físicas del entorno de la vía, las cuales pueden afectar a ciertos vehículos. La dimensión debe aproximarse a la décima inferior; por ejemplo, si el ancho es de 3,28 m, se indica como «3,20».	
Altura limitada	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una altura libre que puede verse limitada por un elemento o estructura, y afectar a ciertos vehículos. Considerando que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) establece la dimensión de 4,30 m como el gálibo mínimo permitido para estructuras, esta señal debe usarse cuando la altura libre sea menor. La dimensión debe aproximarse a la décima inferior; por ejemplo, si la altura es de 4,28 m, se indica como «4,20».	

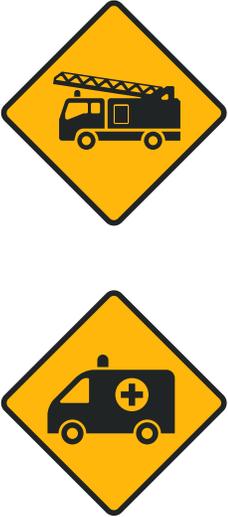
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Pendiente pronunciada</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una pendiente descendente en la cual se requiere frenar constantemente, de preferencia con motor. En casos especiales, se puede usar este símbolo invertido para indicar una pendiente ascendente.</p>	
<p>Alto o Ceda el paso</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una señal Alto o Ceda el paso, la cual no es visible desde una distancia suficiente para reducir la velocidad y detenerse.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Peatones o niños jugando	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un cruce con alta afluencia de peatones, o de una zona adyacente a la vía con presencia de niños jugando en donde no exista semáforo que controle el flujo de peatones y vehículos.	
Escolares	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un cruce de escolares dentro del área de influencia de la zona escolar.	
Semáforo	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una intersección controlada por semáforos en una vía donde no se espera encontrarlos, o en un cruce donde no sea visible desde una distancia suficiente para reducir la velocidad y detenerse. Se debe instalar únicamente cuando se presenten las siguientes situaciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Existe un semáforo al final de una vía rápida. 2. Existe un semáforo al final de una pendiente pronunciada. 3. Existe un semáforo posterior a una curva. 	
Ciclistas	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un cruce con una vía de tránsito exclusiva para ciclistas en puntos de cruce con una vía de tránsito exclusiva para ciclistas.	

Nombre	Uso	Pictograma
Vía férrea	Indica a los usuarios de la vía la proximidad de una intersección a nivel con vías férreas, tales como ferrocarril, tren ligero o tranvía.	
Túnel	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un túnel, se coloca previo a túneles de más de 200 m de largo.	

Nombre	Uso	Pictograma
Separador o isla	Indica a los conductores de vehículos la proximidad del inicio o final de una faja separadora central, isla u obstáculo fijo o temporal, el cual divide una vía en uno o dos sentidos de circulación.	
Vía cerrada	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una calle de circulación local en la que sólo es posible salir por el mismo sitio por el que se ha ingresado.	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Reductor de velocidad</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un reductor de velocidad sobre la superficie de rodadura.</p>	
<p>Peso limitado</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una vía o puente en los cuales sólo se permite el tránsito de vehículos cuyo peso bruto total no exceda aquel indicado en la señal. El peso permitido debe aproximarse al número entero inferior en toneladas; por ejemplo, si el peso permitido es de 10 500 kg, se indica como «10 t».</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Longitud limitada</p>	<p>Indica a los conductores la proximidad de una vía donde existen curvas horizontales o verticales pronunciadas, en las que no es posible el tránsito de vehículos que excedan la dimensión indicada en la señal. La dimensión debe aproximarse a la cifra inferior en múltiplos de 0,50 m; por ejemplo, si la longitud permitida es de 8,70 m, se indica como «8,50».</p>	
<p>Vehículos de emergencia</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una salida de ambulancias o vehículos de bomberos. Se coloca en las proximidades de puestos de socorro, hospitales o estaciones de bomberos.</p>	
<p>Apertura de portezuelas</p>	<p>Indica a los ciclistas y ocupantes de automóviles la posibilidad de impactos en un área de estacionamiento en la cual es constante la apertura de portezuelas. Se coloca en infraestructura ciclista delimitada o segregada. Se debe colocar al menos una en cada cuadra donde se presenten dichas características, con una separación de 100 m si el tramo que se debe señalar es muy extenso.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Rieles	Indica a los ciclistas la proximidad de un tramo de la vía en donde existen rieles en los cuales se pueden atorar las ruedas de la bicicleta.	
Distancia	Indica a los usuarios la distancia aproximada a la que se encuentra el peligro o evento inesperado para que puedan ejecutar la acción requerida. Se coloca en la parte inferior de las señales preventivas para formar un conjunto; este tablero adicional solamente debe usarse cuando la distancia entre una señal preventiva y el inicio del riesgo sea igual o superior a 100 m.	

C6.6.1.2 Restrictivas

Son tableros con símbolos y leyendas, los cuales tienen como objetivo informar a los usuarios de la existencia de un servicio o lugar de interés dentro de edificaciones o adyacentes a la vía; asimismo, informan de la existencia de sitios de interés turístico, recreativo, deportivo, histórico, artístico o de emergencia.

Ubicación

Las señales restrictivas se colocan en el punto de inicio del tramo en el cual aplica la orden indicada. En el caso de la señal de Velocidad permitida, la reducción de la velocidad se debe hacer de forma gradual, por lo que se deben colocar las placas consecutivas cada 200 m, en las cuales se indique una velocidad máxima con diferencia de 20 km/h.

Color

El color de fondo de las señales restrictivas debe ser blanco reflejante excepto en la señal de Alto, en la cual debe ser rojo reflejante. Para el anillo perimetral y franja diagonal, se debe usar el color rojo reflejante. En las señales de Preferencia de paso y Prioridad de uso se debe usar el verde reflejante para la franja perimetral. Los símbolos, caracteres y filetes deben ser negros, con excepción de la señal de Alto.

Catálogo

A continuación, se presentan las señales restrictivas más representativas que se deben considerar en el diseño y rediseño de una vía urbana.

Tabla 51. Señales Restrictivas

Nombre	Uso	Pictograma
Alto	Indica a los conductores de vehículos que deben detenerse completamente y sólo reanudar la marcha cuando no exista riesgo de conflicto con los demás usuarios de la vía. Se coloca en intersecciones de vías que no cuenten con semáforo y en las cuales exista la posibilidad de que se registren hechos de tránsito, especialmente en cruces con una vía férrea. En todos los casos, esta señal se ubica sobre la vía de menor aforo vehicular. Se debe complementar con la señal Paso uno por uno.	
Ceda el paso	Indica a los conductores de vehículos que deben disminuir la velocidad o detenerse cuando sea necesario, para ceder el paso al tránsito que va a cruzar una vía o incorporarse a ella. Se coloca en intersecciones de vías que no cuenten con semáforo, así como en incorporaciones y desincorporaciones a vías de acceso controlado. En todos los casos, esta señal se ubica sobre la vía de menor aforo vehicular.	
Prioridad de uso	Indica a los conductores que el tipo de vehículo representado en el pictograma tiene prioridad de uso sobre los demás. Se coloca en vías en los primeros 30 m del inicio del tramo; la señal tiene un alcance de 500 m, por lo que en tramos mayores se debe colocar una adicional en puntos intermedios.	
Velocidad permitida	Indica a los conductores de vehículos el límite máximo de velocidad, expresado en múltiplos de 10 y con la leyenda «km/h». Se coloca en los siguientes casos: <ol style="list-style-type: none"> 1. Al inicio del tramo donde rija la velocidad indicada. 2. En zonas de alta afluencia peatonal como escuelas, iglesias, hospitales y mercados. 3. En reducciones de la sección transversal y puentes angostos. 4. En desviaciones, áreas de trabajo y eventos sobre la vía. 5. En los primeros 100 m después de la incorporación de otra vía. 6. En vías internas de áreas de transferencia para el transporte, tales como estacionamientos, terminales y paraderos. 7. Antes de curvas peligrosas o tramos sinuosos. 8. En vías de acceso controlado en los carriles centrales, cuando exista una velocidad permitida diferente en cada uno de ellos. 9. Previo a la presencia de reductores de velocidad. 	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Vuelta obligatoria</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos que uno o varios carriles en la intersección deben usarse exclusivamente para una vuelta a la derecha o izquierda, por lo que no podrán ser ocupados por vehículos que sigan de frente. Cuando la señal contenga el pictograma que represente algún tipo de vehículo, indica que éste tiene la obligación de realizar la vuelta indicada.</p>	 <p>The first sign shows a right-turn arrow. The second sign shows a left-turn arrow. The third sign shows a left-turn arrow with a truck icon below it.</p>
<p>Conserve su derecha</p>	<p>Indica a los conductores del vehículo representado en el pictograma que deben circular por el carril de su derecha, a fin de dejar libre el izquierdo. Se coloca en vías con dos o más carriles por sentido.</p>	 <p>The first sign shows a car icon with a right-pointing arrow. The second sign shows a truck icon with a right-pointing arrow. The third sign shows a cyclist icon with a right-pointing arrow.</p>

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Doble circulación</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el inicio de un tramo sin faja separadora central, con doble sentido de circulación, o en el cual existe tránsito en sentido inglés. Así como, en vías que cuentan con carriles exclusivos en contraflujo.</p>	
<p>Altura permitida</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos de grandes dimensiones la altura libre de un elemento o estructura que limita su tránsito. Considerando que la SCT establece 4,30 m como el galibo mínimo permitido para estructuras, esta señal debe usarse cuando la altura libre sea menor. La dimensión indicada en la señal debe aproximarse a la décima inferior; por ejemplo, si la altura es de 4,28 m, se indica como «4,20».</p> <p>Cuando existan rampas o pendientes descendientes de hasta 15 grados de inclinación al borde o dentro de las estructuras, la dimensión de la altura libre se indica con aproximación al tercer decímetro inferior; por ejemplo, si la altura es de 4,25 m, se indica «4,00 m»</p>	
<p>Ancho permitido</p>	<p>Indica a los conductores el ancho libre de un elemento o estructura que limita el tránsito de vehículos de grandes dimensiones o que impide el paso simultáneo de dos. La dimensión indicada en la señal debe aproximarse a la décima inferior; por ejemplo, si el ancho es de 3,28 m, se indica como «3,20». Esta señal debe usarse cuando el ancho de la estructura sea igual o menor a 5,50 m.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Prohibido rebasar</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos los tramos en los que no se permite adelantar a otro, por condiciones especiales como visibilidad y ancho de la vía, entre otras. Se coloca en tramos de vías de dos carriles y donde la distancia de visibilidad de rebase esté restringida, o en la cercanía a los entronques a nivel.</p>	
<p>Parada suprimida</p>	<p>Indica a los usuarios de la vía aquellos sitios donde existía, y ha sido suprimida, una parada de transporte público de pasajeros.</p>	
<p>Prohibido parar</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos las vías donde no se permite estacionar o detenerse momentáneamente sobre la superficie de rodadura. Se coloca en los siguientes casos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. De acceso controlado, en las que la detención de un vehículo representa un riesgo. 2. Primarias con altos volúmenes de tránsito, donde un vehículo parado puede provocar congestión. 3. Que cuenten con carriles exclusivos de transporte público en el costado derecho. 4. Entradas y salidas de emergencia, en las que en ningún momento debe existir un vehículo que obstruya su funcionamiento. <p>La señal debe situarse en los primeros 30 m del inicio del tramo; esta señal tiene un alcance de 100 m, por lo que en tramos mayores se debe colocar una adicional en puntos intermedios. En vías con más de tres carriles de circulación en un solo sentido, es necesario instalarla en ambos costados.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Separador o isla	<p>Indica a los conductores de vehículos el inicio de una faja separadora central, isla u obstáculo fijo o temporal, por lo que existe la obligación de circular en el sentido indicado por la flecha, o la posibilidad de circular en ambos costados de la vía. Se coloca en las puntas de las fajas separadoras o isletas.</p>	
Prohibido estacionar	<p>Indica a los conductores las vías donde está prohibido estacionar vehículos. Debe situarse en los primeros 30 m del inicio del tramo; esta señal tiene un alcance de 100 m, por lo que en tramos mayores se debe colocar una adicional en puntos intermedios. En vías con más de tres carriles de circulación en un solo sentido, es necesario instalarla en ambos costados.</p>	
Prohibido dar vuelta	<p>Indica a los conductores de vehículos las intersecciones en las cuales no se permite dar vuelta a la derecha o izquierda, ya sea por tratarse de una vía en sentido contrario, o por interferir los movimientos de peatones u otros vehículos.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Vuelta en “U”</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos que el movimiento de vuelta en «U» se debe realizar a través del carril de desaceleración del costado derecho o izquierdo de la vía.</p>	
<p>Prohibido dar vuelta en “U”</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos las intersecciones en las cuales no se permite dar vuelta en «U», por causar inconvenientes al tránsito, tener un radio de vuelta estrecha, interferir con carriles exclusivos de transporte público o representar un riesgo especialmente al tránsito peatonal.</p>	
<p>Prohibido seguir de frente</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el inicio de un tramo en el cual no se permite seguir de frente, especialmente cuando cambie el sentido de circulación</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Prohibido el tránsito de bicicletas, vehículos de carga y motocicletas</p>	<p>Indica a los conductores de este tipo de vehículos que se prohíbe su tránsito en ciertos carriles o en un determinado tramo de la vía.</p>	
<p>Prohibido el tránsito de vehículos de carga</p>	<p>Indica a los conductores de este tipo de vehículos que se prohíbe su tránsito en ciertos carriles o en un determinado tramo de la vía.</p>	
<p>Prohibido usar señales acústicas</p>	<p>Indica a los usuarios de la vía que se prohíbe el uso de cualquier dispositivo sonoro que genere niveles de ruido elevados. Respecto al uso de la bocina, sólo se puede utilizar para prevenir un accidente. Se coloca en vías 50 m antes de edificios en los que la naturaleza de las actividades así lo requieran, tales como centros hospitalarios o educativos.</p>	
<p>Uso del cinturón de seguridad</p>	<p>Indica a los ocupantes de vehículos la obligación del uso del cinturón de seguridad. Este se coloca en las incorporaciones a las vías de acceso controlado.</p>	
<p>Longitud permitida</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos de grandes dimensiones la restricción de longitud, en una vía en la cual existen curvas horizontales con un radio de giro limitado, o curvas verticales cortas y pronunciadas. La dimensión debe aproximarse a la cifra inferior en múltiplos de 0,50 m; por ejemplo, si la longitud permitida es de 8,70 m, se indica como «8,50».</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Circulación en glorieta	<p>Indica a los conductores de vehículos la obligación de circular dentro de la glorieta en el sentido indicado. Se coloca en glorietas de vías en los siguientes casos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando tengan un radio de hasta 20 m. 2. Cuando solamente estén trazadas por marcas en el pavimento. <p>En cualquiera de los casos indicados, debe ubicarse debajo de la señal de Ceda el paso.</p>	
Desmontar	<p>Indica a los ciclistas la obligatoriedad de descender de la bicicleta. Se coloca en vías peatonales con tránsito mayor a 100 peatones por hora y en puentes con una pendiente mayor al 10%.</p>	
Uso de correa para mascotas	<p>Indica a los propietarios de mascotas la obligatoriedad del uso de correa para mantener el control y evitar conflictos con los demás usuarios. Se coloca en vías exclusivas de tránsito peatonal y ciclista. La señal tiene un alcance de 500 m, por lo que en tramos mayores se debe colocar una adicional en puntos intermedios.</p>	
Vía para vehículos de transporte público de pasajeros	<p>Indica a los conductores de vehículos que un tramo de la vía o ciertos carriles son exclusivos para el tránsito de vehículos de transporte público de pasajeros. Los carriles exclusivos para vehículos de transporte público de pasajeros deben contar con los dispositivos delimitadores de carril exclusivo (confibús).</p>	 

Nombre	Uso	Pictograma
Zona 30	Indica a los conductores de vehículos que se encuentran en una zona de tránsito calmado en la cual existe preferencia para peatones y ciclistas, y cuenta con dispositivos que obligan a mantener una velocidad menor a 30 km/h. Se coloca en accesos y salidas de vías diseñadas bajo el concepto de zona 30, en las cuales se han establecido técnicas de reducción de volumen y velocidad del tránsito automotor. Esta señal no se debe utilizar si no se han implementado las técnicas anteriormente mencionadas, pues la señal por sí sola no reducirá el volumen y velocidad de la vía.	
Vía para vehículos de carga	Indica a los conductores de vehículos que un tramo de la vía o ciertos carriles son exclusivos para el tránsito de vehículos de carga. Se puede añadir la señal de Horario o de Condición específica, con leyendas o pictogramas que indiquen las circunstancias particulares de uso de la vía.	
Prohibido cambiar de vía	Indica a los conductores de vehículos que se prohíben las maniobras de cambio de vía en el sentido que muestra la flecha, ya que éstas representan un riesgo. Se coloca en las aperturas de las fajas separadoras que se encuentren en las vías de un solo sentido de circulación.	 
Prohibido carga y descarga	Indica a los conductores de vehículos que se prohíbe detenerse para realizar maniobras de carga y descarga en un determinado tramo de la vía. Se puede añadir la señal de Horario, en la cual se indique el lapso de tiempo en el que aplica esta restricción.	

Nombre	Uso	Pictograma
Prohibido el tránsito de vehículos motorizados	Indica a los conductores que se prohíbe el tránsito de todo tipo de vehículos motorizados en un determinado tramo de la vía. Se coloca en vías exclusivas para el tránsito peatonal o de vehículos no motorizados. Se puede añadir la señal de Horario, en la cual se indique el lapso de tiempo en el que aplica esta restricción.	
Prohibido el tránsito de motocicletas	Indica a los conductores de este tipo de vehículos que se prohíbe su tránsito en ciertos carriles o un en determinado tramo de la vía. Se puede añadir la señal Condición específica, con leyendas que indiquen las circunstancias particulares en las que rige esta restricción, tales como el cilindraje.	
Prohibido el tránsito de bicicletas y motocicletas	Indica a los conductores de este tipo de vehículos que se prohíbe su tránsito en ciertos carriles o en un determinado tramo de la vía.	
Prohibido el tránsito de vehículos de transporte público de pasajeros	Indica a los conductores de este tipo de vehículos que se prohíbe su tránsito en ciertos carriles o en un determinado tramo de la vía.	
Encienda sus luces	Indica a los conductores de vehículos la obligación de encender los faros de sus automóviles. Se coloca al inicio de los siguientes tramos: 1. Túneles. 2. Zonas de neblina. 3. Zonas de tolvanaera.	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Paso uno por uno</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos que en la intersección a cruzar está regulado el tránsito en un ritmo de uno y uno; por lo tanto, deben detenerse, permitir el paso de un vehículo de la vía transversal y luego reiniciar la marcha. Se coloca en vías secundarias con un solo carril efectivo de circulación, como complemento a la señal de Alto.</p>	
<p>Horario</p>	<p>Horario Indica a los usuarios el horario en el cual aplica la restricción. El tiempo que se indica en la placa debe comprender la totalidad del horario en que se presenta la restricción expresado en horas enteras; por ejemplo, si la restricción inicia a las 8:30 horas, se indica como «8h». Se coloca en la parte inferior de las señales restrictivas para formar un conjunto.</p>	 <p>7h - 8h 14h - 15h</p> <p>LUNES A VIERNES 8h - 20h</p>
<p>Condición específica</p>	<p>Indica a los usuarios la característica particular de la restricción, o el tipo de vehículo que está obligado a realizar la acción o movimiento indicado en la señal. Se coloca en la parte inferior de las señales restrictivas para formar un conjunto.</p>	

C6.6.1.3 Informativas

Son tableros con símbolos y leyendas, los cuales tienen como objetivo informar a los usuarios de la existencia de un servicio o lugar de interés dentro de edificaciones o adyacentes a la vía; asimismo, informan de la existencia de sitios de interés turístico, recreativo, deportivo, histórico, artístico o de emergencia.

Ubicación

Cuando las señales informativas turísticas y de servicios se coloquen en la vía, se deben ubicar en el lugar en el cual se encuentra el servicio al cual hacen referencia. De forma previa, se pueden instalar a una distancia no mayor a 1 km, en cuyo caso deben tener tableros adicionales de distancia o dirección; en ningún caso deben interferir con otro tipo de señales. Adicionalmente, se pueden colocar como parte de las señales informativas de destino en

intersecciones o bifurcaciones, en un radio no mayor a 5 km. Cuando se trate de servicios dentro de inmuebles, las señales pueden estar integradas a los sistemas de navegación peatonal, o adosadas a los muros y puertas.

Color

El color de fondo de las señales informativas turísticas y de servicios debe ser azul reflectante, mientras que para los símbolos, caracteres y filetes debe ser blanco reflejante. Cuando la señal se encuentre en el interior de inmuebles, el acabado puede ser mate.

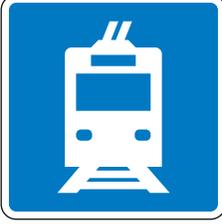
Catálogo

A continuación, se presentan las señales informativas más representativas que se deben considerar en el diseño y rediseño de una vía urbana.

Tabla 52. Señales informativas

Nombre	Uso	Pictograma
Accesibilidad	Indica espacios, adaptaciones o ayudas técnicas para personas con discapacidad y/o movilidad limitada.	
Estacionamiento	Indica a los usuarios la existencia de un área de estacionamiento de vehículos motorizados.	
Estacionamiento con pago	Indica a los usuarios la existencia de estacionamiento con pago como parquímetros.	
Área de carga y descarga	Indica a los usuarios la existencia de un área de carga y descarga.	

Nombre	Uso	Pictograma
Estacionamiento de bicicletas	Indica a los usuarios la existencia de un área de estacionamiento de bicicletas.	
Estacionamiento de motocicletas	Indica a los usuarios la existencia de un área de estacionamiento de motocicletas.	
Área de ascenso y descenso de pasajeros	Indica a los usuarios la existencia de un área de ascenso y descenso de pasajeros	
Aeropuerto	Indica a los usuarios la existencia de un aeropuerto.	
Estación de metro	Indica a los usuarios la existencia de una estación de metro.	

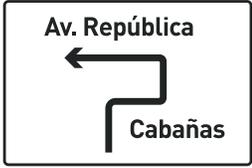
Nombre	Uso	Pictograma
Parada de autobús	Indica a los usuarios la existencia de una parada de transporte público de pasajeros.	
Estación de tren ligero	Indica a los usuarios la existencia de una estación de tren ligero.	
Parada de trolebús	Indica a los usuarios la existencia de una parada de trolebús.	
Sitio de taxi	Indica a los usuarios la existencia de un sitio de taxis.	
Estación de teleférico	Indica a los usuarios la existencia de una estación de teleférico.	

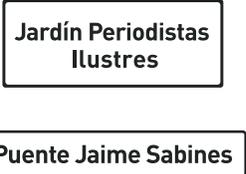
Nombre	Uso	Pictograma
Renta de bicicletas	Indica a los usuarios la existencia de un lugar de renta de bicicletas o en las estaciones de los sistemas de bicicletas públicas.	
Terminal de autobuses foráneos	Indica a los usuarios la existencia de una terminal de autobuses foráneos.	
Parada de autobuses foráneos	Indica a los usuarios la existencia de una parada de autobuses foráneos.	
Parada de autobús escolar	Indica a los usuarios la existencia de una parada de autobús escolar.	
Vía peatonal	Indica a los usuarios la existencia de calles y pasos peatonales a desnivel; el acceso de vehículos es excepcional sólo para la prestación de servicios públicos y de distribución de mercancías.	

Nombre	Uso	Pictograma
Vía ciclista	Indica a los usuarios la existencia de un carril o vía exclusiva para ciclistas u otros servicios especiales, como rampas en escaleras. Esta señal puede ser colocada en la parte inferior de la señal de vía para vehículos de transporte público de pasajeros.	
Vía peatonal adjunta a vía ciclista	Indica a los usuarios la existencia de un área peatonal adyacente a una vía de circulación ciclista.	
Vía peatonal y ciclista compartida	Indica a los usuarios la existencia de un sendero compartido entre peatones y ciclistas; únicamente se puede usar en espacios con presencia de no más de cien peatones en la hora de máxima demanda.	
Vía de tránsito mixto	Indica a los usuarios la existencia de una vía con prioridad para la circulación de peatones, a través de un diseño de plataforma única que limita la velocidad de los vehículos y tiene restricción parcial o total para el estacionamiento.	
Distancia	Indica a los usuarios la distancia aproximada a la que se encuentra el sitio turístico o de servicio. Se coloca en la parte inferior de las señales informativas turísticas y de servicios para formar un conjunto.	

Nombre	Uso	Pictograma
Horario	<p>Indica a los usuarios los días y el horario en que pueden visitar el sitio turístico o hacer uso del servicio. Se coloca en la parte inferior de las señales informativas turísticas y de servicios para formar un conjunto.</p>	
Flechas complementarias	<p>Indica a los usuarios la dirección en la cual se encuentra el sitio turístico o servicio. Se coloca en la parte superior o lateral de las señales informativas turísticas y de servicios para formar un conjunto.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Bandera</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el nombre de los destinos que se encuentran en cada una de las ramas de una intersección. Se coloca como señal elevada cuando se desea dar indicaciones para un determinado carril, en vías en donde no haya espacio para colocar las señales bajas a los lados, en las ramas de intersecciones de vías de dos o más carriles por sentido de circulación y en los entronques de vías con altos volúmenes de tránsito, vías de acceso controlado.</p> <p>Por cada sentido de circulación se deben colocar dos señales de este tipo: una previa y otra decisiva. Cuando ya exista una estructura elevada en la intersección se puede instalar el tablero sobre ésta, con el objetivo de evitar la colocación de un soporte adicional.</p>	
<p>Informativa de orientación</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el nombre de los destinos que se encuentran en cada uno de los carriles o ramas de la vía. Se coloca en vías de dos o más carriles por sentido de circulación, en los entronques de vías con altos volúmenes de tránsito y vías de acceso controlado y cuando se desea dar indicaciones para los distintos carriles de circulación; en el último caso, cada tablero debe ubicarse sobre el carril correspondiente.</p> <p>Por cada carril de circulación se colocan dos señales: una previa a una distancia de 200 m, y otra decisiva en el lugar de la intersección o bifurcación. Cuando exista una estructura elevada se puede instalar el tablero sobre ésta, con el objetivo de evitar la colocación de un soporte adicional.</p>	
<p>Diagramática</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos, mediante un esquema, los puntos de decisión en una intersección. Se coloca como señal elevada antes de glorietas o salidas de vías de acceso controlado, a una distancia de 100 m previa al punto de decisión.</p> <p>Para señalar los movimientos que deben realizar los vehículos se usan flechas alargadas; se coloca un destino principal más dos secundarios, en mayúsculas y minúsculas, alineados a las puntas de la flecha correspondiente. Cuando la ruta cuenta con un escudo de identificación, se debe colocar junto a la leyenda. No requiere tablero adicional.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Diagramática para vuelta izquierda</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos los movimientos indirectos que deben seguir para llegar a un destino. Cuando está prohibido realizar un giro a la izquierda sobre la vía que circulan.</p> <p>Se coloca como señal elevada por lo menos 100 m antes de la intersección en la cual está prohibido realizar el giro a la izquierda, para permitir que el usuario ejecute las maniobras necesarias. Preferentemente, debe instalarse en postes o Unidades de Soporte Múltiple (USM), ubicados en la faja separadora central o isletas.</p> <p>A través de una flecha alargada se describe la trayectoria a seguir para incorporarse a otra vía realizando un giro indirecto. Esta trayectoria puede ser anterior o posterior a la intersección en la cual está prohibido dar vuelta a la izquierda.</p> <p>Se debe colocar el nombre de la vía a la cual se desea llegar alineado con la punta de flecha, con mayúsculas y minúsculas, y el escudo de ruta en caso de ser necesario; se puede colocar el nombre de la vía por la que se realiza el giro indirecto alineado a la trayectoria de la flecha. El fondo debe ser blanco reflejante con filetes, flecha, leyendas y escudos en negro.</p>	 
<p>Bandera doble</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el nombre de los destinos que se encuentran en cada una de las ramas de una bifurcación. Se coloca como señal elevada en vías donde no haya espacio para colocar las señales bajas a los lados, en las ramas de intersecciones de una vía de dos o más carriles por sentido de circulación, en los entronques de vías con altos volúmenes de tránsito y vías de acceso controlado. Cuando exista una estructura elevada en la bifurcación se puede instalar el tablero sobre ésta, con el objetivo de evitar la colocación de un soporte adicional.</p>	 
<p>Confirmativa Urbana</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos, después del paso por una intersección, el nombre y la distancia por recorrer (en metros o kilómetros, según sea el caso) para llegar a un destino determinado; el objetivo es que el usuario confirme la ruta seleccionada. Se coloca como señal elevada, por lo menos 100 m después de la intersección. Esta señal puede integrarse por un máximo de tres leyendas, en mayúsculas y minúsculas, ubicadas en un solo tablero. El orden de los destinos depende de la distancia a la que se encuentren: la primera leyenda debe corresponder al más cercano, seguido del intermedio y, por último, el destino más distante.</p> <p>La disposición de los elementos en la señal se describe a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Escudo de la ruta: cuando proceda. 2) Nombre del destino y distancia a la que se encuentra: cuando se haga referencia a distancias menores a un kilómetro la indicación se da en múltiplos de 100 m; si es mayor, se coloca en kilómetros. 3) Las leyendas deben estar alineadas a la izquierda de la placa y las distancias a la derecha. 	

Nombre	Uso	Pictograma
Bandera doble sitio turístico o de servicio	<p>La señal está conformada por dos tableros con un máximo de dos renglones en cada uno, escritos en mayúsculas y minúsculas. Se pueden colocar hasta dos destinos en cada tablero si corresponden a la misma dirección y son del mismo tipo, como dos vías, poblaciones o servicios. Cuando existan dos destinos en la misma dirección, se debe colocar el más cercano en la parte superior y el más lejano en la parte inferior.</p> <p>Si el texto de un destino es mayor al espacio disponible, debe colocarse en dos renglones. En este caso, la placa puede tener sólo un destino y su dimensión debe corresponder al tablero de dos renglones. Adicionalmente, las leyendas deben tener la misma altura de letra en ambos tableros. Cuando el ramal de acceso tenga número de ruta, la señal debe incluir el escudo correspondiente. Si el destino es turístico o de servicios, el escudo de ruta se debe sustituir por la señal turística o de servicios respectiva.</p> <p>La disposición de los elementos en la señal, dependiendo de la dirección que indique, se describe a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Destino de frente: flecha, leyenda, escudo. 2) Destino a la izquierda: flecha, leyenda, escudo. 3) Destino a la derecha: escudo, leyenda, flecha. No requiere tablero adicional. 	
Infraestructura o equipamiento relevante	<p>Indica a los usuarios el nombre de obras importantes, las cuales constituyen un hito en la zona, tales como: puentes, túneles, presas, hospitales, mercados, estadios, parques y plazas, entre otros.</p> <p>Se coloca como señal baja en el punto de interés. Debe contener el nombre del sitio que identifica.</p>	
Cruce de ferrocarril	<p>Indica a los usuarios el lugar en el cual inicia el cruce a nivel con una vía férrea. Se coloca como señal baja en conjunto con la señal de Alto, o integrada al poste en el que se encuentra la barrera. El módulo de la retícula para el trazado de la señal es de 0,01 m. Se integra por dos tableros rectangulares con las esquinas redondeadas, sobrepuestos para formar una «X».</p> <p>En uno de los tableros se coloca la leyenda «CRUCE DE»; en el otro, la palabra «FERROCARRIL». En ambos casos la altura de las letras debe ser de 0,10 m y en mayúsculas.</p> <p>Debe complementarse con la señal de Alto, y se puede añadir la señal de Condición específica cuando existan dos o más vías; en el texto se indica el número a cruzar, por ejemplo: «DOS VÍAS».</p>	

C6.6.2 Señales horizontales

Son rayas, flechas, símbolos y leyendas que se aplican sobre la superficie de rodadura, guarniciones y obstáculos o estructuras de las vías, o adyacentes a ellas, para regular y canalizar el tránsito de peatones y vehículos. En algunas situaciones es la forma más eficaz o única de comunicar instrucciones a los usuarios, guiándolos sin distraer su vista de la superficie de rodadura. No obstante, las marcas con pintura tienen algunas desventajas: la lluvia y la suciedad las manchan y el paso de los vehículos las desgastan.

Cuando se requiera modificar las características físicas y/o de operación de una vía, se deben borrar las marcas antes de que se implementen las nuevas condiciones, para no confundir a los usuarios, se desacredite otras señales o se generen riesgos. Para ello, se puede usar cualquier proceso que las elimine totalmente, siempre y cuando no dañe el medio ambiente o afecte la integridad del pavimento.

C6.6.2.1 Marcas en el pavimento

Rayas

Su forma depende de la función que cumplen en la regulación de los movimientos de los usuarios, de acuerdo a lo siguiente:

- **Raya continua:** Indica que ningún usuario debe cruzarla o circular sobre ella. Cuando separa los dos sentidos de circulación señala que no se debe transitar a su izquierda
- **Raya discontinua:** Indica que está permitido el cambio de carril o invasión del sentido contrario.
- **Raya doble:** Indica la máxima restricción para realizar un movimiento; bajo ninguna causa se debe traspasarla a menos que se trate del usuario para el que está destinado el carril.
- **Raya punteada:** Indica trayectorias dentro de una intersección.

Flechas, símbolos y leyendas

Estos elementos corresponden a los utilizados en las señales verticales pero deformados en su eje longitudinal, para ser percibidos de forma adecuada debido al efecto de la altura del punto de vista y la velocidad. El coeficiente de deformación depende de la velocidad permitida en la vía.

Colores

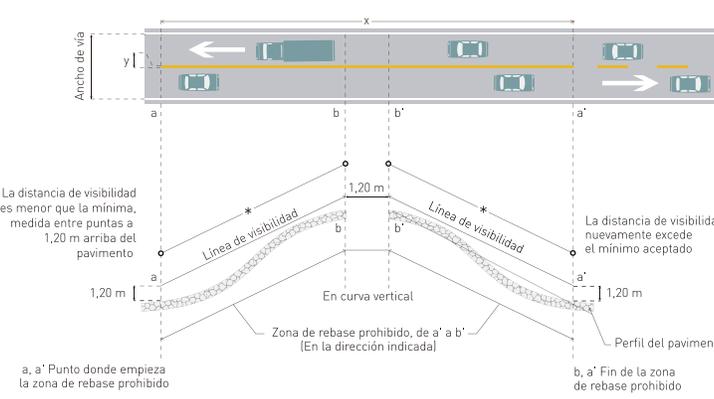
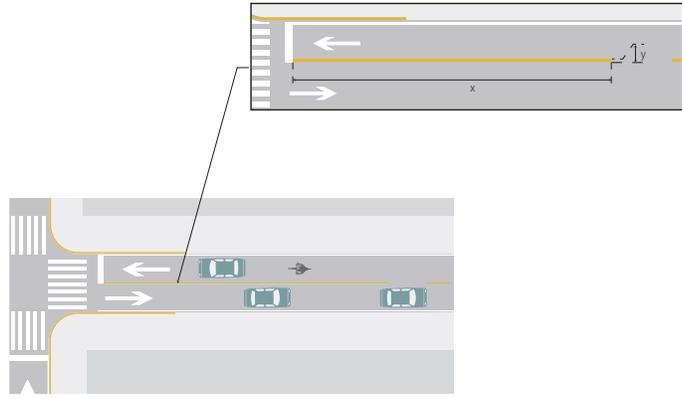
El color de las marcas debe cumplir con lo siguiente:

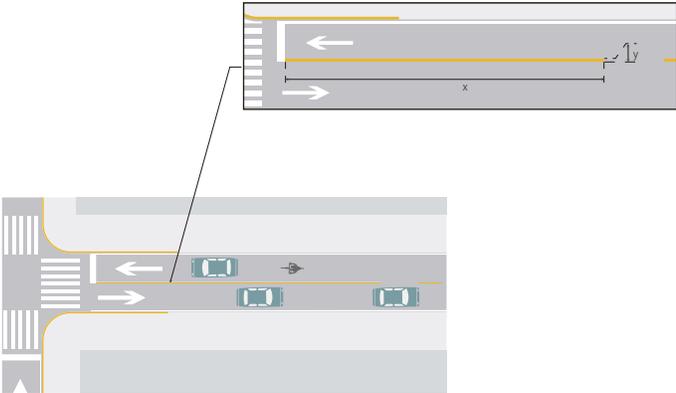
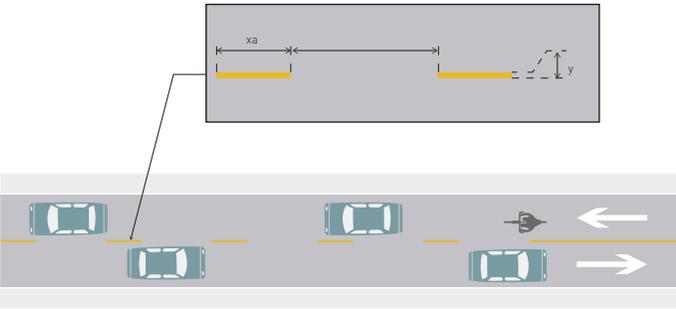
- **Blanco:** Se usa en la superficie de rodadura para delimitar los costados del arroyo vial, separar los flujos en el mismo sentido, y señalar áreas de estacionamiento general y paradas de transporte público, así como en flechas, símbolos y leyendas. En guarniciones se utiliza para delinearlas con objeto de mejorar su visibilidad.
- **Amarillo:** Se usa en la superficie de rodadura para indicar cambio de sentido, advertir sobre la presencia de reductores de velocidad e indicar la prohibición de estacionarse o parar. En las guarniciones se utiliza sólo cuando se quiere restringir el estacionamiento en un tramo de la vía.
- **Rojo:** Se usa en la superficie de rodadura para indicar la ruta de acceso a rampas de emergencia y en guarniciones para señalar los tramos en los que está prohibido parar.
- **Verde esmeralda:** Se usa en la superficie de rodadura para indicar los cruces ciclistas en las intersecciones y accesos a cocheras en el trazo de ciclocarriles y ciclovías. Azul celeste: Se utiliza en las marcas colocadas en la superficie de rodadura y guarniciones para indicar espacios de servicios especiales, así como para marcas temporales.
- **Naranja:** Se usa para las marcas que señalan instalaciones en el arroyo vial y sobre banquetas.
- **Negro:** Pueden emplearse junto a las marcas de color blanco cuando el pavimento es de color claro y no proporciona por sí mismo el contraste suficiente. En dicha situación se pinta una raya negra de 0.10 m de ancho a ambos lados de la blanca, pero en ningún caso se debe usar para borrar marcas en la superficie de rodadura, ya que se desgasta dejando visible la señal anterior. También se utiliza en combinación con el color blanco para señalar los obstáculos adyacentes a la vía.

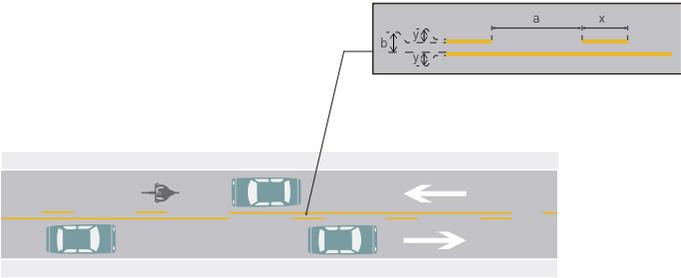
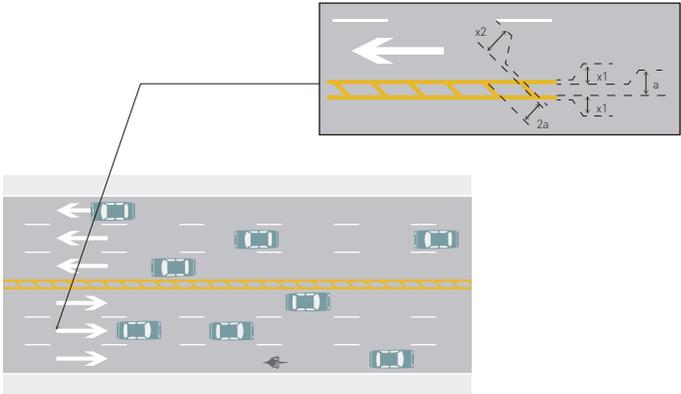
Catálogo

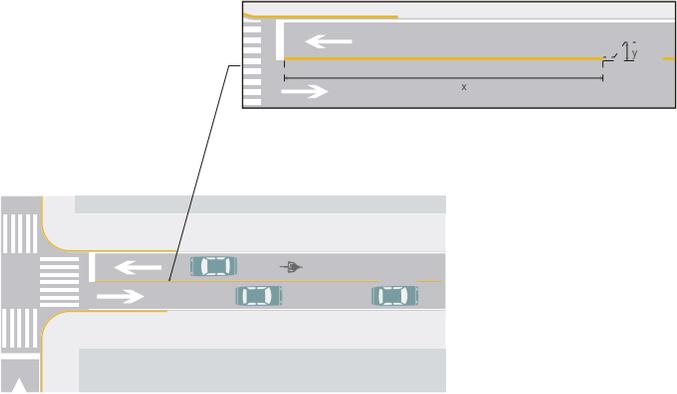
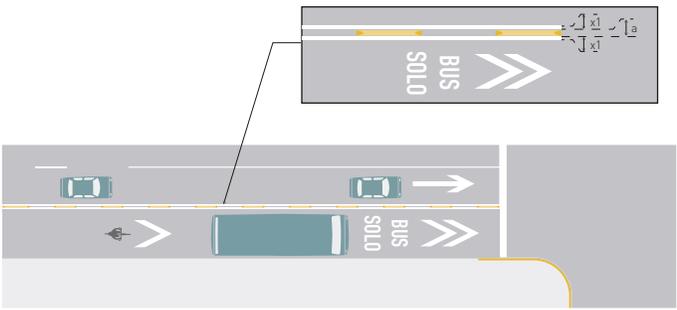
A continuación, se presentan las marcas en el pavimento más representativas que se deben considerar en el diseño y rediseño de una vía urbana.

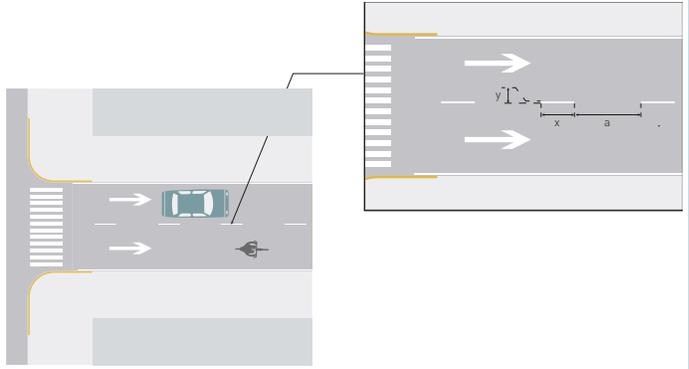
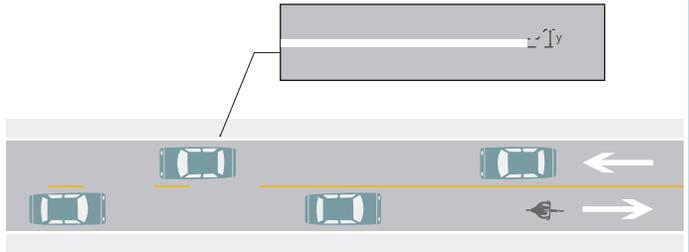
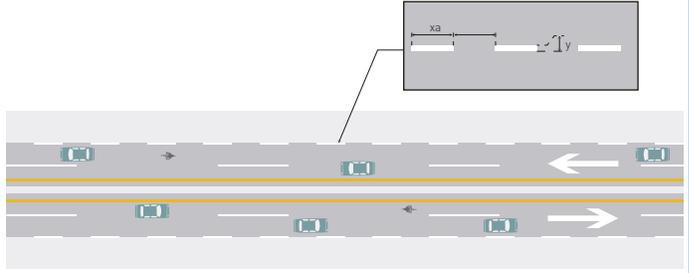
Tabla 53. Marcas en el pavimento

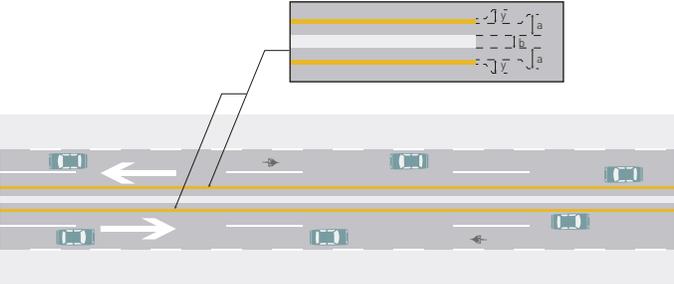
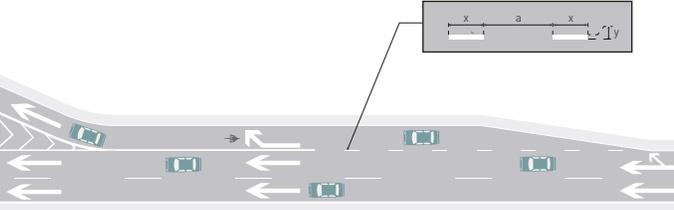
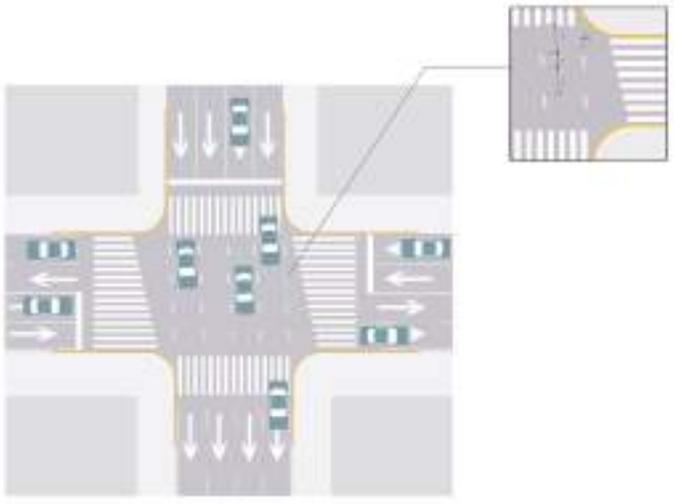
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya separadora de sentidos de circulación</p>	<p>Indica a los usuarios la separación de los sentidos de circulación vehicular cuando existe prohibición de rebase.</p> <p>Se coloca generalmente al centro del arroyo vial en las vías de dos sentidos de circulación en curvas donde la distancia de visibilidad es menor a la requerida para el rebase.</p> <p>El ancho de la raya debe ser de 0,10 m, su longitud debe coincidir con el tramo en que se prohíbe el rebase.</p> <p>Debe ser amarilla con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	 <p>La distancia de visibilidad es menor que la mínima, medida entre puntas a 1,20 m arriba del pavimento.</p> <p>La distancia de visibilidad nuevamente excede el mínimo aceptado.</p> <p>En curva vertical</p> <p>Zona de rebase prohibido, de a' a b' (En la dirección indicada)</p> <p>Perfil del pavimento</p> <p>a, a' Punto donde empieza la zona de rebase prohibido</p> <p>b, b' Fin de la zona de rebase prohibido</p> <p>*Distancia mínima de velocidad de rebase para percentil 85 de velocidad</p>
<p>Raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla en aproximación a intersecciones</p>	<p>Indica a los usuarios la separación de los sentidos de circulación vehicular cuando existe prohibición de rebase. Se coloca generalmente al centro del arroyo vial en vías de dos sentidos de circulación en la aproximación a intersecciones, a partir de la marca Raya de alto o Raya de ceda el paso. El ancho de la raya debe ser de 0,10 m y su longitud se calcula con base en la velocidad de diseño o la establecida en el Reglamento de Tránsito. Debe ser amarilla con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflectante.</p>	

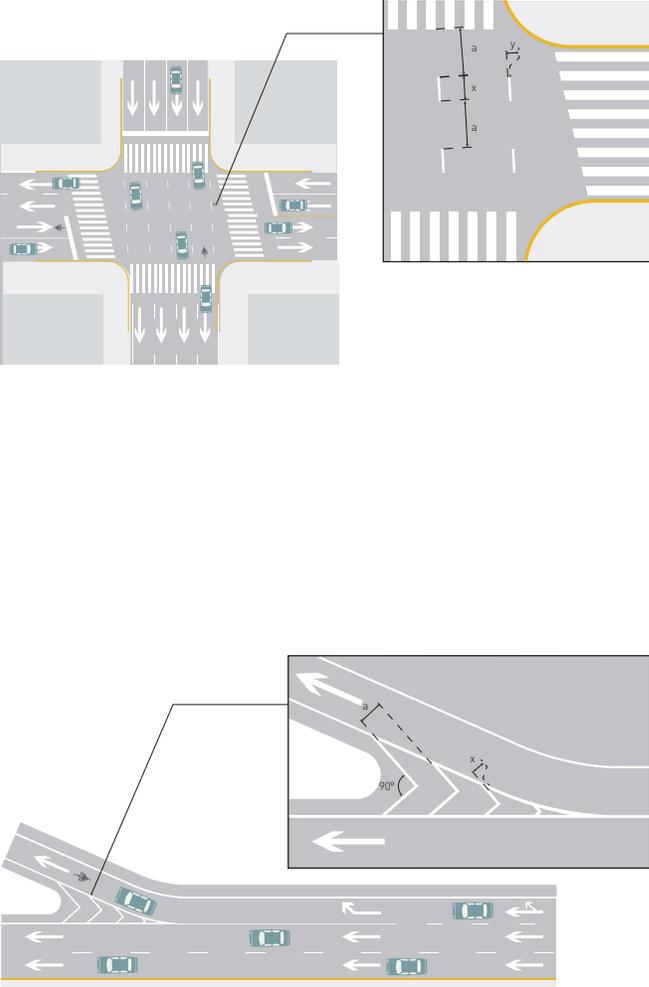
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya separadora de sentidos de circulación continua sencilla</p>	<p>Indica a los usuarios la separación de los sentidos de circulación vehicular en vías con un carril por sentido, en las que se permite el rebase. Se coloca generalmente al centro del arroyo vial en vías dos sentidos de circulación cuando la distancia de visibilidad es igual o mayor a la necesaria para el rebase, conforme a lo indicado en el apéndice A - Instructivo para el trazo en campo de la raya separadora de sentidos de circulación en curvas de la NOM-034-SCT2-2011.</p> <p>El ancho de la raya es de 0,10 m; la longitud de los segmentos es de 2,50 m con separación de 5,00 m. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	
<p>Raya separadora de sentidos de circulación continua - discontinua</p>	<p>Indica a los usuarios la separación de los sentidos de circulación vehicular en vías de un carril por sentido, en las que se permite el rebase sólo desde uno de los ellos. Se coloca generalmente al centro del arroyo vial en vías de dos sentidos de circulación con un ancho mayor a 6,50 m, en aquellos tramos donde la distancia de visibilidad disponible permite la maniobra de rebase únicamente desde uno de los carriles, conforme a lo indicado en el apéndice A - Instructivo para el trazo en campo de la raya separadora de sentidos de circulación en curvas de la NOM-034-SCT2-2011. Es una raya doble, continua del lado donde está prohibido el rebase y discontinua en el sentido en que se permite dicho movimiento. El ancho de la raya es de 0,10 m y una separación entre ellas de 0,10 m; la longitud de los tramos discontinuos debe ser de 2,50 m con separación de 5,00 m. Debe ser amarillo con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo botón reflectante.</p>	

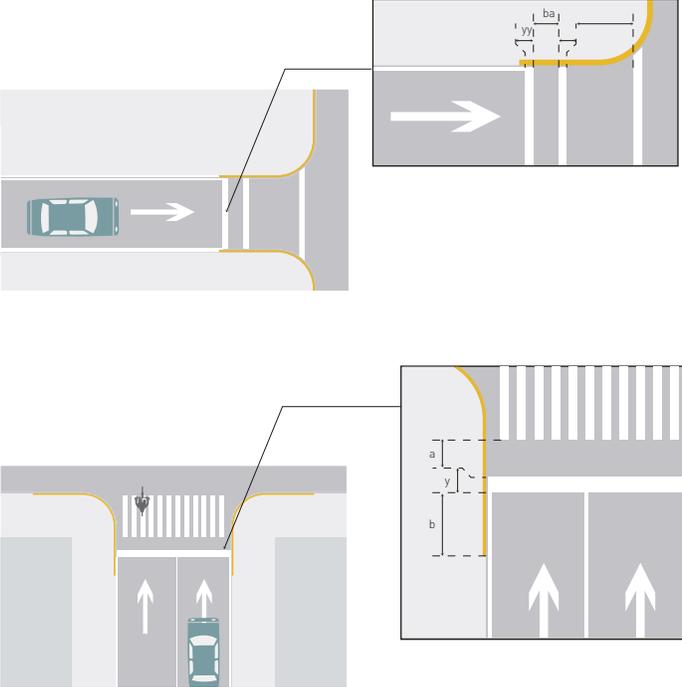
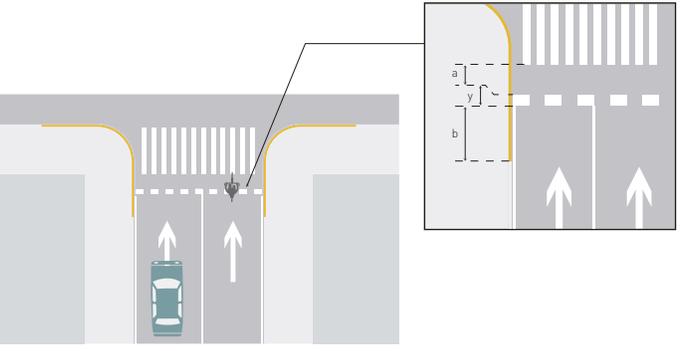
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya separadora de sentidos de circulación continua doble</p>	<p>Indica a los usuarios la separación de los sentidos de circulación vehicular en vías en las que existe un espacio entre sentidos. Se coloca generalmente al centro del arroyo vial en vías de dos sentidos de circulación, en las que hay una separación mayor a 0,50 m que funciona como faja separadora. El ancho de la raya depende del tipo de vía; en el espacio entre rayas se pintan diagonales a 45° que ascienden de izquierda a derecha en el sentido del tránsito; su ancho es de 0,20 m y la separación entre diagonales debe ser del doble de la distancia entre las dos rayas continuas. Debe ser amarillo con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	
<p>Raya separadora de sentidos de circulación doble para carriles en contraflujo</p>	<p>Indica a los usuarios la delimitación de carriles exclusivos en contrasentido, generalmente para el tránsito de bicicletas o vehículos de transporte público. Se coloca en el costado izquierdo del carril de contraflujo. Son dos rayas continuas de 0,10 m de ancho. La separación entre las rayas debe ser igual a su ancho o al elemento de confinamiento entre ellas. Debe ser amarillo con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante y Elemento de confinamiento para carril exclusivo.</p>	

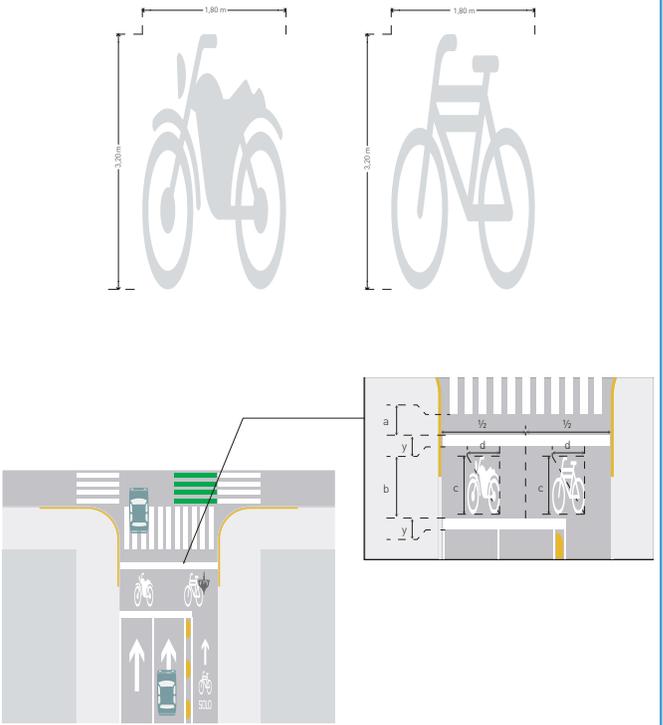
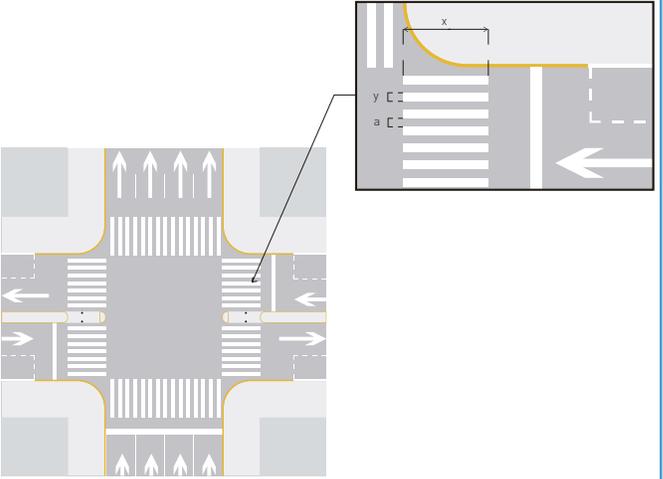
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya separadora de carriles continua sencilla</p>	<p>Indica a los usuarios la delimitación de carriles en el mismo sentido de circulación o especiales para giros. Se coloca en vías de dos o más carriles por sentido, en las intersecciones que tengan la marca Raya de alto o Raya de ceda el paso; o para delimitar carriles especiales para giros.</p> <p>Es una raya continua, cuando se instalen en intersecciones de las vías que tengan la marca Raya de alto o Raya de ceda el paso debe tener una longitud de 30 m. Cuando delimita carriles especiales para vuelta debe marcarse en toda la longitud del carril, con excepción de los primero metros en los que se usa la marca Raya guía en zona de transición. En todos los casos las líneas deben ser de 0,10 m de ancho. Debe ser blanco con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo botón reflectante.</p>	
<p>Raya separadora de carriles, continua doble</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de carriles de uso exclusivo para la circulación de bicicletas o vehículos de transporte público. Se coloca en vías de dos o más carriles por sentido, en toda la longitud del carril exclusivo.</p> <p>Son dos rayas continuas de 0,10 m de ancho. La separación entre las rayas debe ser igual a su ancho o al elemento de confinamiento entre ellas.</p> <p>Debe ser blanco con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflectante y Elemento de confinamiento para carril exclusivo instalados.</p>	

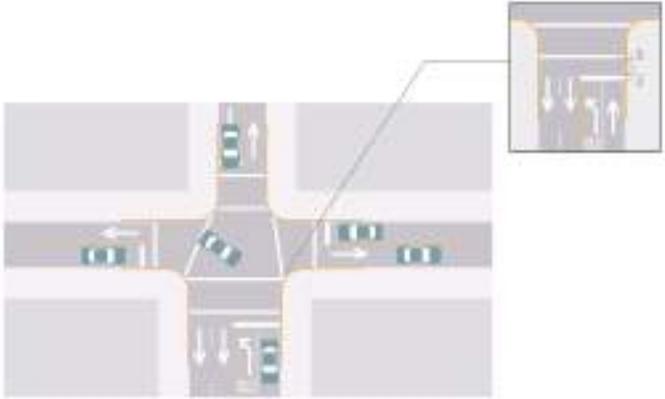
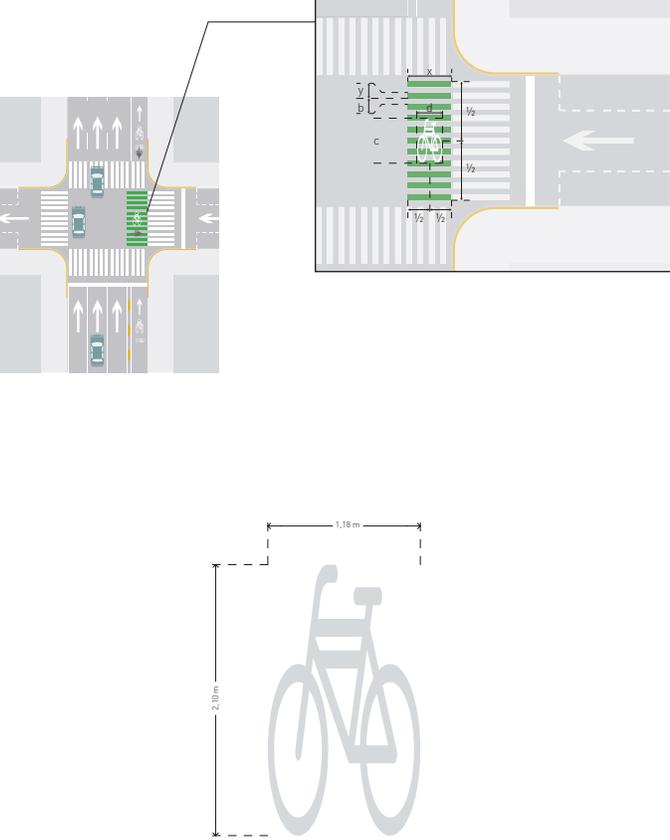
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya separadora de carriles, doscontinua</p>	<p>Indica a los usuarios la posibilidad de cruzar la raya separadora de carriles en el mismo sentido de circulación. Se coloca en vías de dos o más carriles por sentido. Es una raya discontinua de 0,10 m de ancho. Debe ser blanco con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	
<p>Raya continua en la orilla derecha</p>	<p>Indica a los usuarios las orillas del arroyo vial. Se coloca en curvas, intersecciones, entradas y salidas, donde por razones de seguridad está restringido el estacionamiento. Se pinta exactamente en la orilla de los carriles externos, a todo lo largo de la vía. Es una raya continua con un ancho de 0,10 m.</p>	
<p>Raya discontinua en la orilla derecha</p>	<p>Indica a los usuarios las orillas del arroyo vial. Es una línea discontinua de 0,10 m de ancho formada por segmentos con una longitud de 2,00 m y separación entre sí de 2,00 m. Debe ser blanco con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	

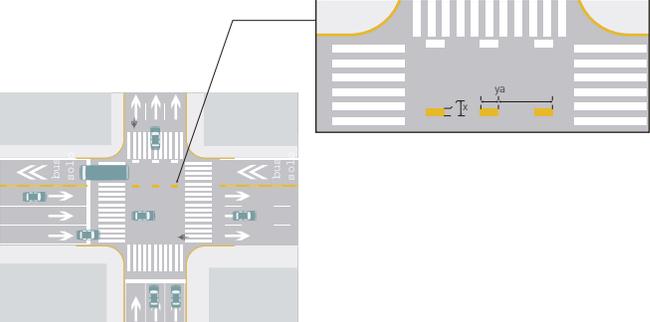
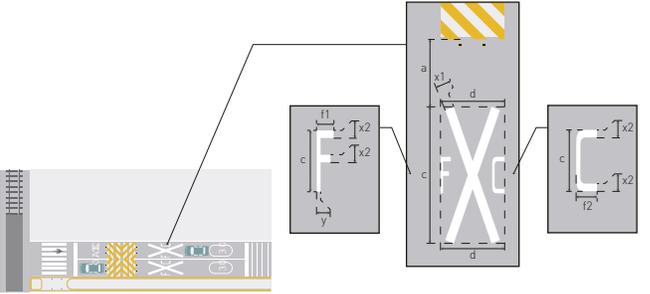
Nombre	Uso	Pictograma
Raya continua en la orilla izquierda	<p>Indica a los usuarios la delimitación de la orilla izquierda del arroyo vehicular. Se coloca en toda la longitud de la orilla izquierda del arroyo vial, con respecto al sentido de circulación, en vías que tengan faja separadora central de más de 1,50 m, cuerpos separados o un solo sentido del tránsito. También se pintan en rampas de salida. Es una raya continua de 0,10 m de ancho. Debe ser blanco con material reflejante cuando la vía es de un solo sentido de circulación y amarilla cuando divide sentidos de circulación. Se puede añadir el dispositivo Botón reflectante.</p>	
Raya guía en entradas y salidas	<p>Indica a los usuarios la delimitación de la zona de transición entre los carriles de tránsito directo y el destinado al cambio de velocidad. Se coloca en los carriles de desaceleración previos a una salida o de aceleración posterior a una entrada. Es una línea discontinua, del mismo ancho que la marca Raya en la orilla del arroyo vial a la que acompaña, y formada por segmentos de 2,00 m de longitud, separados 4,00 m entre sí. Debe tener el mismo color de la Raya en la orilla del arroyo vial a la que acompaña. Se puede añadir el dispositivo Botón reflectante.</p>	
Raya guía en intersección	<p>Indica a los conductores de vehículos la trayectoria que deben seguir en intersecciones que por su diseño o condiciones de visibilidad no son predecibles. Se coloca en intersecciones irregulares, complejas o de múltiples ramales, así como también en lugares en los que existen múltiples carriles de giro, o en todas aquellas situaciones en las que los usuarios pueden confundirse de la trayectoria a seguir. Es una línea discontinua, formada por segmentos de 1,00 m de largo, con 2,00 m de separación entre sí y 0,10 m de ancho. Debe ser blanca con material reflejante con excepción de cuando sea continuación de la raya de separación de sentidos en cuyo caso es amarilla con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo botón reflectante.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Rayas canalizadoras</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la trayectoria que deben de seguir previo a una bifurcación, con objeto de evitar colisiones con objetos que se encuentran en las agujas o islas. Adicionalmente, pueden usarse dentro de zonas neutrales para formar islas. Esto se puede llevar a cabo en grandes áreas pavimentadas y para encauzar el tránsito en las entradas o salidas de vías de acceso controlado, así como para separar apropiadamente los sentidos de circulación en fajas separadoras. Dependiendo de su función pueden contar con las siguientes características:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rayas canalizadoras que delimitan la zona neutral deben ser sencillas y continuas. Tienen 0,10 m de ancho en vías de una carril por sentido; 2. Rayas canalizadoras dentro de la zona neutral son diagonales continuas con una inclinación de 45°; tienen 0,20 m de ancho y una separación entre ellas de 1,00 m como mínimo; <p>Las líneas deben ser trazadas de izquierda a derecha en el sentido del tránsito. De este modo, cuando la zona neutral se ubica entre los dos sentidos del tránsito, las diagonales tienen una sola inclinación y cuando se localiza entre trayectorias de un solo sentido, tienen dos inclinaciones que forman una marca a manera de galón, con su vértice apuntando en sentido contrario al de la vía. La longitud de la zona neutral en la aproximación a los extremos de fajas separadoras o isletas centrales debe ser de 50,00 m. En las isletas canalizadoras, esta longitud queda definida por las trayectorias de los movimientos que divergen o convergen. Deben ser blancas con material reflejante en áreas neutrales que se encuentran entre carriles en el mismo sentido y amarillas con material reflejante cuando se encuentran entre carriles con diferente dirección. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante y Bordo canalizador.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya de alto</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el lugar en el que deben detenerse debido a una señal de alto, semáforos o punto de control en el camino. Se coloca de forma paralela a cruces peatonales o ciclistas, a 1,20 m antes de los mismos y a lo largo de todos los carriles que tienen tránsito en el mismo sentido. Cuando no existan cruces peatonales o ciclistas, las rayas de alto se ubican en el lugar preciso en el que deben detenerse los vehículos, a no menos de 1,20 m, ni más de 5,00 m de la orilla más próxima de la vía transversal. En cruces a nivel con líneas férreas, la raya de alto debe ser perpendicular al eje de la vía y a una distancia mínima de 5,00 m respecto al riel más próximo de la vía; cuando exista un semáforo o barrera, se debe pintar 2,50 m antes. Es una raya continua de 0,60 m de ancho. Debe ser blanco con material reflejante. En intersecciones que no cuentan con semáforo se debe añadir la señal de Alto. Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	
<p>Raya de ceda el paso</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el lugar en el que deben detenerse debido a una señal de ceda el paso. Se coloca de forma paralela a cruces peatonales o ciclistas, a 1,20 m antes de los mismos y a lo largo de todos los carriles que tienen tránsito en el mismo sentido. Cuando no existan cruces peatonales o ciclistas, las rayas de alto se ubican en el lugar preciso en el que deben detenerse los vehículos, a no menos de 1,20 m, ni más de 5,00 m de la orilla más próxima de la vía transversal. Es una raya discontinua formada por líneas de 0,60 de largo por 0,60 m de ancho y una separación de 0,60 m. Debe ser blanco con material reflejante. Se debe añadir la señal vertical restrictiva Ceda el paso.</p> <p>Se puede añadir el dispositivo Botón reflejante.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Identificación en área de espera para bicicletas y motocicletas</p>	<p>Indica a los ciclistas y conductores de motocicletas el lugar en el que deben parar para esperar la fase verde del semáforo, con el objeto de mejorar la visibilidad de dichos usuarios por parte de los demás conductores de vehículos. Se coloca en los cruces que cuentan con semáforo y en vías con o sin infraestructura ciclista. Consiste en dos marcas Raya de alto, la primera colocada a 1,20 m del cruce peatonal o del límite de la vía en caso de que no existan estos; y una segunda con una separación de 4,00 m. En el espacio libre se colocan los pictogramas de bicicleta y motocicleta centrados con respecto a la sección total de carriles en el mismo sentido. En la imagen 82 se describen las características específicas de los símbolos de bicicleta y motocicletas. Debe ser blanco con material reflejante. Se puede añadir el dispositivo Botón.</p>	 <p>The diagram illustrates the placement of motorcycle and bicycle pictograms at a road intersection. It shows two pictograms: a motorcycle on the left and a bicycle on the right. Both have a width of 1.80 m and a height of 1.20 m. Below them is a cross-section of a road intersection with a bicycle lane. The lane is marked with two parallel white lines, and the pictograms are placed within this lane. Dimensions 'a', 'b', 'c', 'd', and 'y' are indicated to show the lane's width and the placement of the pictograms relative to the lane boundaries and the intersection.</p>
<p>Rayas para cruce de peatones en vías primarias y avenidas secundarias</p>	<p>Indica a los usuarios la delimitación de las áreas de circulación para el tránsito peatonal dentro de la intersección.</p> <p>Ubicación: Se coloca en las intersecciones de vías primarias y avenidas secundarias; y en todos los puntos donde exista una afluencia de peatones que requieren cruzar la vía.</p> <p>Forma y tamaño: Es una sucesión de rayas continuas de 0,40 m de ancho, y separadas entre sí 0,40 m. Su largo es de 4,00 m y podrá ser de mayor dimensión cuando:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El ancho de las banquetas entre las que se ubican sea de más de 4.00 m; 2. Cuando el flujo peatonal exceda la capacidad del cruce, se definirá su ancho a través de un estudio de ingeniería de tránsito. <p>El trazo de las rayas es paralelo a la trayectoria de los vehículos.</p> <p>Color: Deben ser blanco reflejante.</p>	 <p>The diagram shows a cross-section of a road intersection with pedestrian crossing markings. The markings consist of a series of parallel white lines forming a rectangular area. Dimensions 'x' and 'y' are indicated to show the width and length of the crossing area. Below the main diagram is a cross-section of the intersection showing the placement of the markings relative to the road lanes and the pedestrian crossing area. Dimensions 'a' and 'c' are indicated to show the width of the crossing area and the distance from the road edge to the start of the markings.</p>

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya para cruce de peatones en calles locales</p>	<p>Indica a los usuarios la delimitación de las áreas de circulación para el tránsito peatonal dentro de una intersección. Se coloca en las intersecciones de vías secundarias y en todos los puntos donde exista una afluencia de peatones que requieren cruzar la vía. En calles locales son dos rayas continuas, paralelas a la trayectoria de los peatones, con un ancho de 0,40 m. La separación entre las dos rayas debe abarcar todo el ancho de las banquetas entre las que se encuentran situadas, pero en ningún caso es menor de 3,00 m.</p> <p>Cuando se aplican para intersecciones con vías a 90° se deben trazar de forma perpendicular; si tienen un ángulo diferente de 90° las marcas deben ser en diagonal. Deben ser blanco reflejante.</p>	
<p>Raya para cruce de ciclistas</p>	<p>Indica a los usuarios la delimitación de las áreas de circulación para el tránsito ciclista dentro de una intersección. Se coloca en las intersecciones o accesos a cocheras de vías ciclistas exclusivas.</p> <p>Es una sucesión de rayas continuas de 0,40 m de ancho, separadas entre sí 0,40 m. Su largo es igual al ancho de la vía ciclista pero en ningún caso deben ser menores a 2,00 m. El trazo de las rayas es paralelo a la trayectoria de los vehículos que circulan en la vía transversal. Se deben colocar símbolos de bicicleta de acuerdo a los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando se cruza una vía de hasta 12,00 m de sección vial, se coloca un símbolo a la mitad del cruce. 2. Cuando se cruza una vía con un ancho mayor a 12,00 m y hasta 18,00 m se colocan dos símbolos en los tercios de la distancia. 3. Cuando se cruza una vía con una sección vial de mayor a 18,00 m, se coloca un símbolo a cada 5,00 m. <p>Color: Las franjas deben ser verde esmeralda con material reflejante y el símbolo de bicicleta en blanco con material reflejante.</p>	

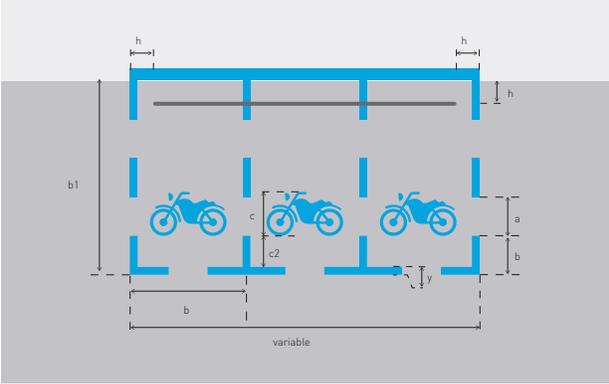
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya para cruce de vía de vehículos de transporte público de pasajeros</p>	<p>Indica a los usuarios la delimitación de las áreas de circulación para el tránsito de vehículos de transporte público dentro de una intersección. Se coloca en las intersecciones o accesos a cocheras de carriles exclusivos para el tránsito de transporte público. Es una raya discontinua en cada extremo del carril de 0,40 m de ancho por 1,00 m de largo con separación entre líneas de 2,00 m.</p> <p>Debe ser blanca con material reflejante en cuando se encuentran en la orilla derecha de vía o como prolongación de la marca Raya separadora de carriles, continua doble. Cuando se encuentre en la orilla izquierda separando sentidos de circulación o sea prolongación de la marca Raya separadora de sentidos de circulación continua doble para carriles en contraflujo será amarilla con material reflejante.</p>	
<p>Identificación de cruce de ferrocarril</p>	<p>Indica a los usuarios la proximidad de un cruce a nivel con una vía férrea. Se coloca, antes del cruce férreo, en cada carril. Es una «X» con las letras complementada con una «F» y «C», a cada lado de la misma. Debe ser blanco reflejante.</p> <p>Se debe añadir las marcas Raya de alto, la leyenda «ALTO», la Indicación de velocidad en el carril y las Rayas para reducción de velocidad con espaciamiento logarítmico; así como las señales Alto, Velocidad permitida, Vía férrea y Reductor de velocidad. Más aquellas señales que determine un estudio de ingeniería de tránsito para integrar un sistema de control de velocidad.</p>	

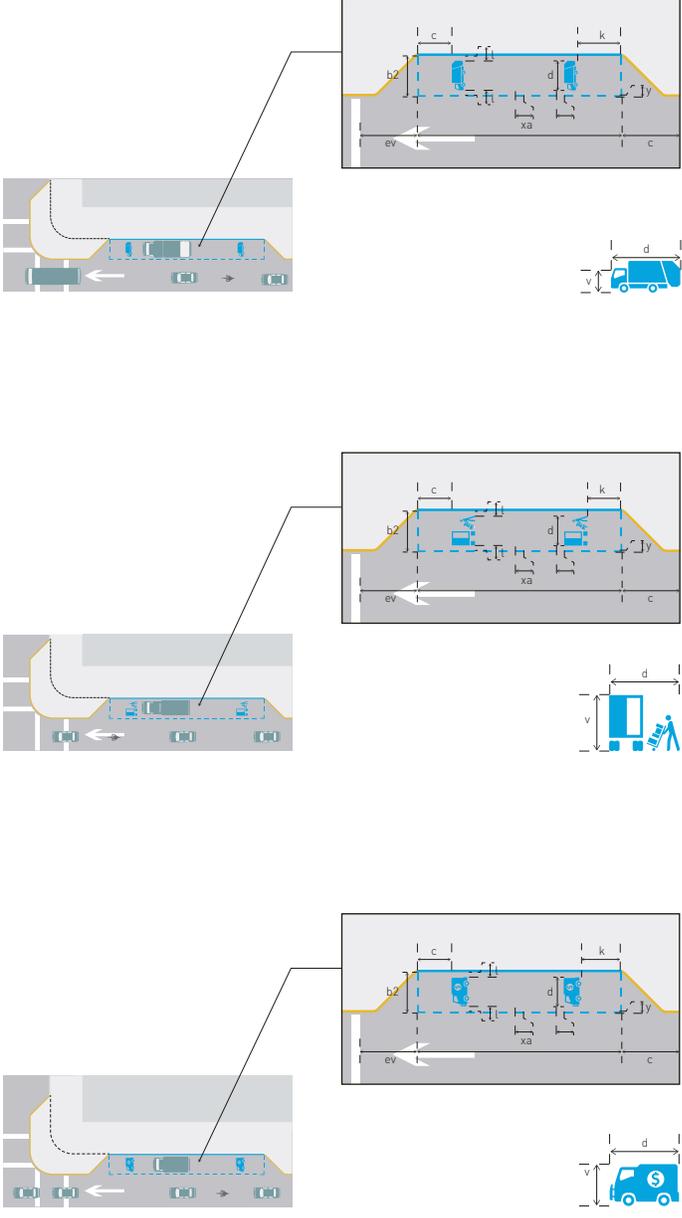
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Estacionamiento dentro y fuera de la vía</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de espacios para estacionamiento de vehículos en la vía y fuera de ella. Las marcas para estacionamiento dentro la vía se colocan en los extremos de la superficie de rodadura en vías secundarias, a 2,00 m de distancia como mínimo de la raya de alto o ceda el paso que se encuentran en las intersecciones o a menos de 3,50 m del cruce peatonal.</p> <p>Las marcas para estacionamientos fuera de la vía se colocan en espacios destinados para el efecto sean públicos o privados. Los estacionamientos deben marcarse con rayas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m. Deben ser blanco reflejante. Información complementaria: Se puede añadir la marca de Delineación de guarniciones.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Estacionamiento en zonas patrimoniales</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de espacios para estacionamiento en vías dentro de áreas de conservación patrimonial. Las marcas para estacionamiento dentro la vía se colocan en los extremos de la superficie de rodadura en vías secundarias, a 2,00 m de distancia como mínimo de la raya de alto o ceda el paso que se encuentran en las intersecciones o a menos de 3,50 m del cruce peatonal.</p> <p>Los cajones de estacionamiento deben estar formados por marcas en forma de «L» o «T» de 0,50 m de largo en cada brazo y 0,10 m de ancho. Deben ser blanco reflejante. No requiere señales, ni marcas adicionales ni dispositivos adicionales.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Estacionamiento en zonas de parquímetro</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de espacios para estacionamiento en zonas con cobro en vía pública. Las marcas para estacionamiento dentro la vía se colocan en los extremos de la superficie de rodadura en vías secundarias, a 2,00 m de distancia como mínimo de la raya de alto o ceda el paso que se encuentran en las intersecciones o a menos de 3,50 m del cruce peatonal.</p> <p>Los cajones de estacionamiento deben estar formados por rayas discontinuas de 0,10 m de ancho y separación entre los segmentos de 0,50 m. Las divisiones para señalar los espacios de estacionamiento también se deben marcar con rayas discontinuas transversales a la guarnición. Deben ser blanco con material reflejante. Se puede añadir la marca de Delineación de guarniciones.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Estacionamientos para vehículos de personas con discapacidad</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de espacios para estacionamiento reservados para vehículos de personas con discapacidad. Se colocan en vías secundarias y en estacionamientos fuera de la vía pública. Los cajones de estacionamiento deben estar formados por rayas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m. Deben contar con pasillos laterales en los costados del cajón, que se indican con rayas discontinuas de 1,40 de largo con un ancho de 0,50 m y separación entre ellas de 0,50 m. En la parte central se debe colocar el símbolo de accesibilidad. Deben ser azul con material reflejante. Se puede añadir la marca de Delineación de guarniciones y la señal SIS-77 Estacionamiento para vehículos de personas con discapacidad y la placa adicional SIST-C Condición específica «EXCLUSIVO».</p>	
<p>Estacionamientos para vehículos de personas con discapacidad</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de espacios para estacionamiento de bicicletas y bicicletas de carga. Se colocan sobre la superficie de rodadura en vías secundarias que cuentan con estacionamiento en vía pública y en áreas de estacionamiento dentro de predios. El espacio de estacionamiento debe estar marcado por líneas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m. Su tamaño es de 2,50 m de ancho y el largo varía dependiendo del número estantes que se quieran instalar. Dentro del cajón se debe colocar el símbolo de bicicleta. Deben ser azul con material reflejante. Se puede añadir la marca de Delineación de guarniciones y la señal Estacionamiento de bicicletas o Estacionamiento de bicicletas de carga.</p>	

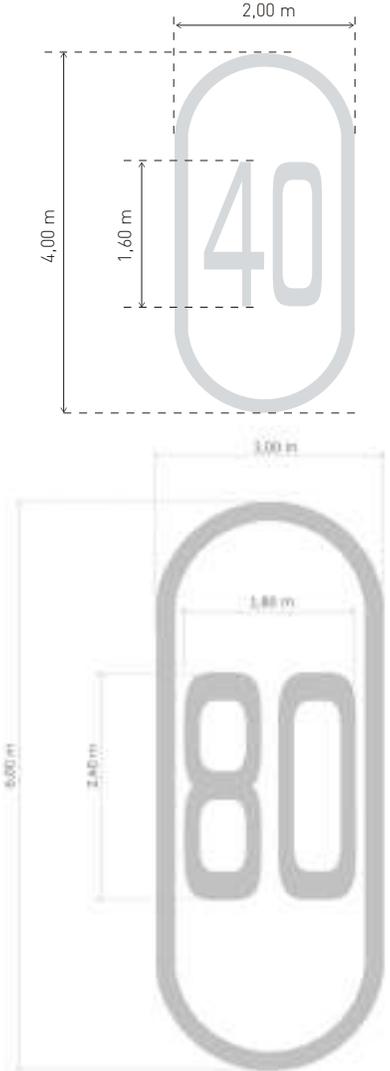
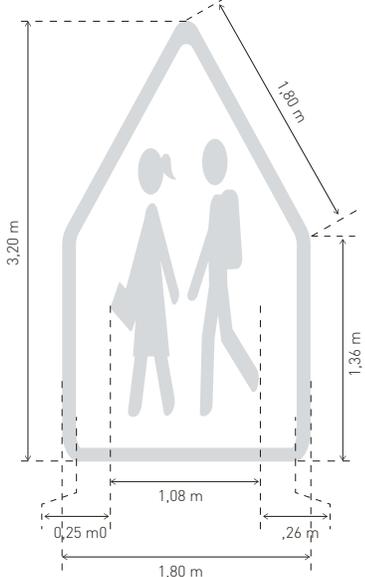
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Estacionamiento para motocicletas</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de espacios para estacionamiento de bicicletas y bicicletas de carga. Se colocan sobre la superficie de rodadura en vías secundarias que cuentan con estacionamiento en vía pública y en áreas de estacionamiento dentro de predios.</p> <p>Forma y tamaño: El espacio de estacionamiento debe estar marcado por líneas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m. Su tamaño es de 2,50 m de ancho, por 1,50 m de largo, pudiéndose colocar en batería cajones adicionales.</p> <p>Dentro del cajón se debe colocar el símbolo de motocicleta. Deben ser azul con material reflejante. Se puede añadir la marca de Delineación de guardiones y la señal de Estacionamiento de motocicletas.</p>	 <p>El diagrama muestra un espacio de estacionamiento rectangular marcado con líneas discontinuas azules. Las dimensiones técnicas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> b: Ancho de un espacio individual. b1: Ancho total del espacio. h: Altura de las líneas discontinuas. a: Distancia entre las líneas discontinuas. c: Distancia entre los centros de las motocicletas. c2: Distancia entre las líneas discontinuas que marcan el espacio para una motocicleta. y: Distancia desde el borde del espacio hasta el centro de la motocicleta. variable: Longitud total del espacio, que puede variar. <p>Dentro del espacio se muestran tres motocicletas azules.</p>

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Área</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de áreas para el estacionamiento momentáneo de vehículos de recolección de residuos, transporte de carga, mudanza, transporte de valores, de emergencia; servicio de acomodadores y para maniobras de ascenso y descenso; automóviles compartidos y estaciones de recarga de vehículos eléctricos. Se colocan sobre la superficie de rodadura en vías secundarias que cuentan con estacionamiento en vía pública y en las que se justifique reservar espacios para estos servicios.</p> <p>Los cajones de estacionamiento deben estar formados por rayas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m. El ancho del espacio de estacionamiento debe ser de 2,00 m a 3,00 m y el largo depende del número de vehículos para los que se autoriza el espacio, pero en el caso de vehículos de carga no podrá ser menor a 8,00 m.</p> <p>Dentro del cajón se debe colocar el símbolo del servicio para el que está reservado el servicio. Deben ser azul con material reflejante. Se puede añadir la marca de Delineación de guarniciones, la señal informativa turística o de servicio que identifique el vehículo para el que se reserva el espacio y la placa adicional de Condición específica «RESERVADO». Ruta accesible del estacionamiento a la banqueta.</p>	 <p>The pictograms shown are:</p> <ul style="list-style-type: none"> A blue truck with a trash bin icon for waste collection. A blue truck with a person and a cart icon for cargo or moving services. A blue truck with a dollar sign icon for emergency services or transport of valuables.

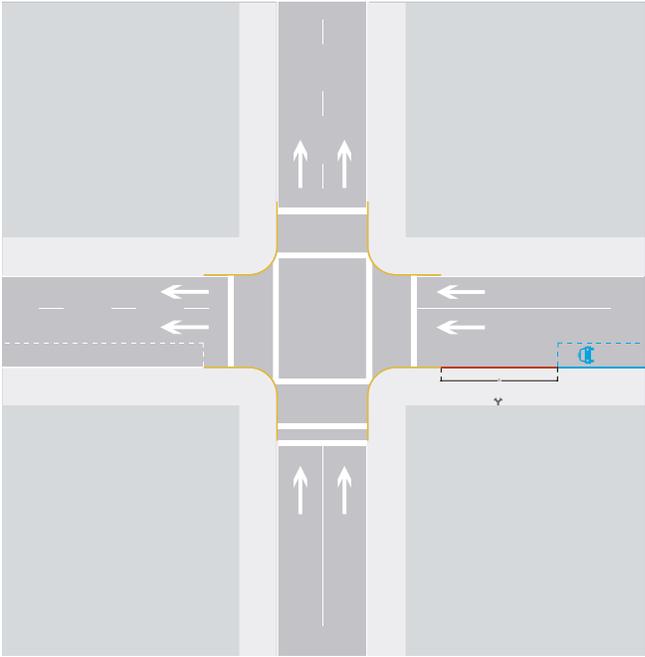
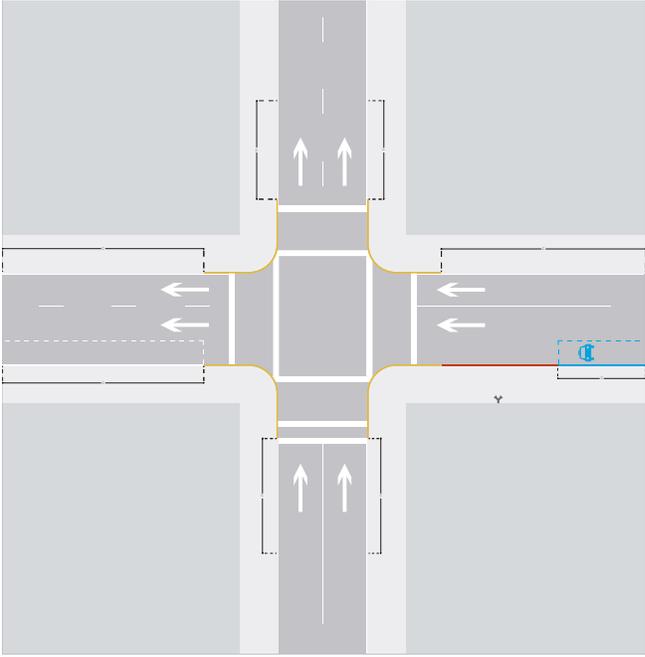
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Área de transferencia de transporte público</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de sitios y paradas de taxis, ciclotaxis, bicicleta pública, autobús foráneo, escolar o autobús turístico. Se colocan sobre la superficie de rodadura en vías secundarias, a 3,50 m de distancia, como mínimo, de las marcas.</p> <p>Raya para cruce de peatones en vías secundarias que se encuentran en las esquinas de la manzana. Los cajones de estacionamiento deben estar formados por rayas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m.</p> <p>El ancho del espacio de estacionamiento debe ser de 2,50 m y el largo puede variar dependiendo del tipo de vehículos y la cantidad que se quiera estacionar. Se colocan sobre la superficie de rodadura en vías secundarias que cuentan con estacionamiento en vía pública y en las que se justifique reservar espacios para estos servicios.</p> <p>Los cajones de estacionamiento deben estar formados por rayas discontinuas de 0,10 m de ancho, con un largo y separación entre los segmentos de 0,50 m. El ancho del espacio de estacionamiento debe ser de 2,00 m a 3,00 m y el largo depende del número de vehículos para los que se autoriza el espacio, pero en el caso de autobuses no podrá ser menor a 10,00 m. Dentro del cajón se debe colocar el símbolo del servicio para el que está reservado el servicio. Deben ser azul con material reflejante. Ruta accesible del estacionamiento a la banqueta.</p>	<p>The pictogram column contains six diagrams, each showing a perspective view of a parking zone on a road corner and a corresponding technical diagram with dimensions and a pictogram:</p> <ul style="list-style-type: none"> Taxi: Shows a parking zone with a taxi pictogram. Dimensions include 'c', 'l', 'k', 'l', 'd', 'j', 'y', 'v', 'e', 'x', 'a', 'b', 'z', and 'ev'. Pedicab: Shows a parking zone with a pedicab pictogram. Dimensions include 'd', 'l', 'v', and 'ev'. Bicycle: Shows a parking zone with a bicycle pictogram. Dimensions include 'Variable', '1,00 m', '0,30 m', and '1/3'. Bus (General): Shows a parking zone with a bus pictogram. Dimensions include 'c', 'l', 'k', 'l', 'd', 'j', 'y', 'v', 'e', 'x', 'a', 'b', 'z', and 'ev'. Bus (School/Tourist): Shows a parking zone with a bus pictogram. Dimensions include 'c', 'l', 'k', 'l', 'd', 'j', 'y', 'v', 'e', 'x', 'a', 'b', 'z', and 'ev'. Bus (Foreign): Shows a parking zone with a bus pictogram. Dimensions include 'c', 'l', 'k', 'l', 'd', 'j', 'y', 'v', 'e', 'x', 'a', 'b', 'z', and 'ev'.

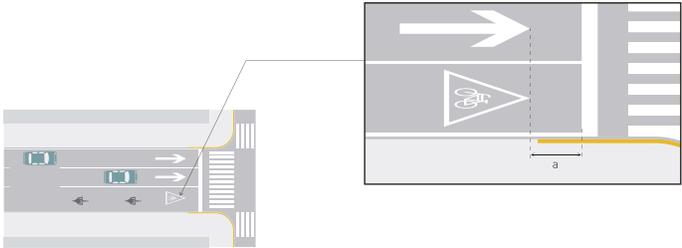
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Flecha</p>	<p>Indica a los usuarios los movimientos que se permiten en cada uno de los carriles. Se colocan en vías urbanas. Se coloca una por carril, bajo el siguiente criterio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Una 2,00 m antes de la marca de Raya de parada; 2) Una a 2,00 m del cruce peatonal después de una intersección; 3) En incorporaciones y desincorporaciones de vías de acceso controlado y carreteras; 4) En el entorno de casetas de cobro de vías de cuota; y 5) En accesos de estacionamientos de equipamientos públicos. <p>Deben ser alargadas en la dirección del tránsito, con objeto de que estén proporcionados para los conductores, debido su ángulo de visibilidad limitado. Las flechas en vías con velocidades de hasta 60 km/h tienen un largo de 5,00 m y de 7,50 m en vías con velocidades mayores a 60 km/h. Para marcar el sentido de los carriles exclusivos para transporte público de pasajeros se debe usar flechas sin cuerpo, de 3,10 m de largo por 2,20 de ancho. Deben ser blanco con material reflejante.</p>	

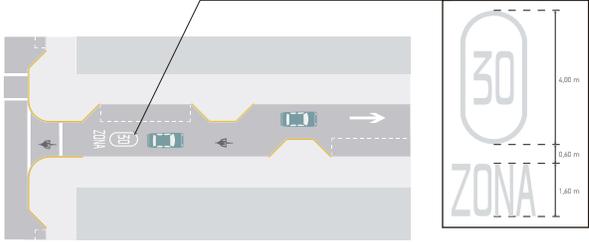
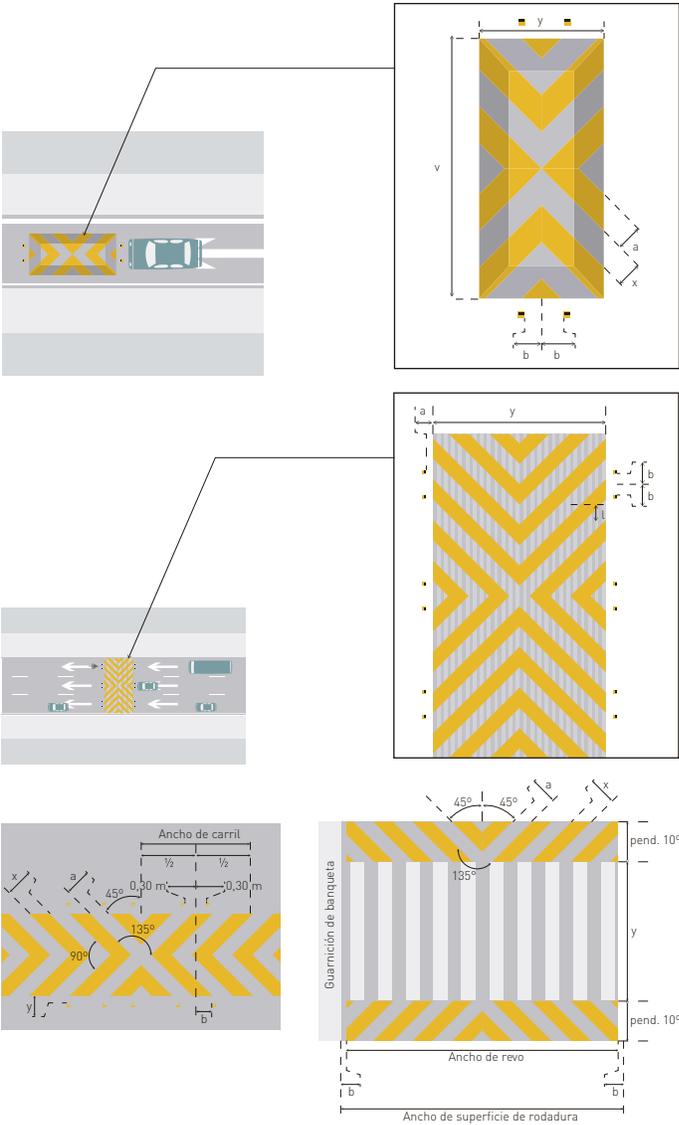
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Identificación de paradas para el transporte público</p>	<p>Indica a los usuarios la existencia de un carril exclusivo para vehículos de transporte público de pasajeros en la vía. Se coloca en sustitución de las flechas al inicio y fin de las intersecciones de vías que cuentan con un carril confinado para estos vehículos.</p> <p>Es una marca integrada por una doble flecha sin cuerpo, la leyenda «SOLO BUS» en dos renglones. En el caso de carriles en contraflujo la leyenda va dirigida al sentido principal de circulación y se coloca una flecha sin cuerpo a cada 20,00 m. Debe ser blanco con material reflejante. Se debe complementar con la señal restrictiva Vía para vehículos de transporte público de pasajeros, Prohibido parar y con las marcas Identificación de parada para transporte público. Así mismo debe estar delimitado por la marca Raya separadora de carriles, continua doble o Raya separadora de sentidos de circulación continua doble.</p>	
<p>Identificación de vía ciclista exclusiva</p>	<p>Indica a los usuarios la existencia de un ciclocarril, ciclovía unidireccional o ciclovía de trazo independiente. Es una marca integrada por una flecha de 5,00 m de largo, el símbolo de bicicleta de 3,20 m de alto y la leyenda «SOLO», de 1,60 m de altura, debe ser blanco reflejante. Se debe complementar con la señal informativa de servicios correspondiente al tipo de vía ciclista y debe estar delimitado por la marca Raya separadora de carriles, continua doble o Raya separadora de sentidos de circulación continua doble. En el caso de ciclovías de trazo independiente por la marca Raya continua en la orilla derecha. Se debe añadir el dispositivo Botón reflejante y Elemento de confinamiento (confibici) cuando se trata de ciclovías unidireccionales, instalados con las características especificadas Dispositivos diversos. El triángulo de prioridad ciclista solo deberá implementarse en carriles que prioricen la circulación de los ciclistas o carriles compartidos ciclistas.</p>	

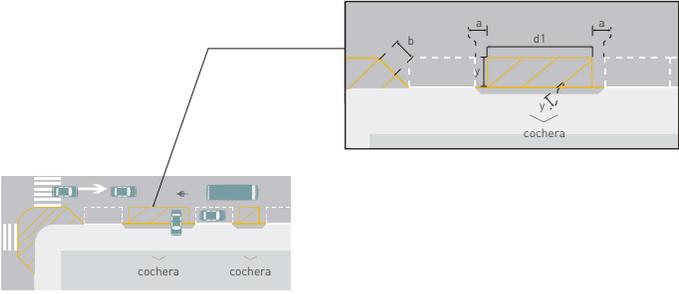
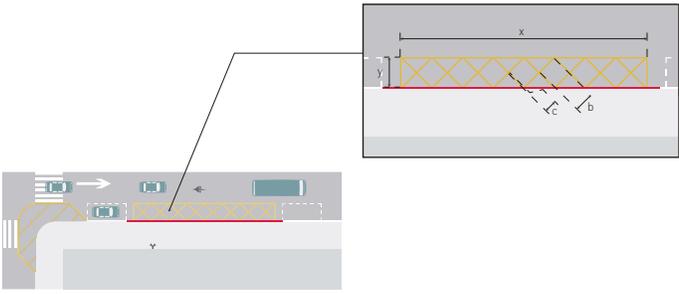
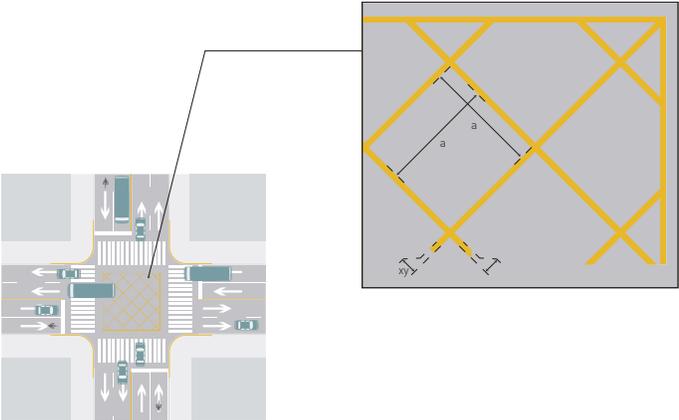
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Indicación de velocidad en el carril</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos el límite de velocidad permitido en kilómetros por hora, expresado en múltiplos de 10. Se coloca en la superficie de rodadura de las vías en los siguientes casos:</p> <p>Al inicio del tramo donde rija esa velocidad;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) En zonas de alta afluencia peatonal como escuelas, iglesias, hospitales y mercados; 2) En reducciones de la sección transversal y puentes angostos; 3) En desviaciones, áreas de trabajo y eventos sobre la vía; 4) En los primeros 300 m después de la incorporación de otra vía; 5) En estacionamientos y áreas de transferencia de transporte público; 6) Antes de curvas peligrosas o tramos sinuosos; 7) En vías de acceso controlado en los carriles centrales, cuando exista una velocidad permitida diferente en cada uno de ellos. <p>Son marcas integradas por una raya de 0,10 m de ancho en forma rectángulo con los extremos redondeados de 4,00m de alto y 2,00 m de ancho para velocidades de hasta 60 km/h; para velocidades mayores tiene 3,00 m de ancho por 6,00 m de alto y la raya es de 0,15 m de ancho.</p>	 <p>El diagrama superior muestra un pictograma con el número 40. Sus dimensiones son: altura total de 4,00 m, ancho total de 2,00 m, y una zona interna de 1,60 m de altura y 2,00 m de ancho.</p> <p>El diagrama inferior muestra un pictograma con el número 80. Sus dimensiones son: altura total de 6,00 m, ancho total de 3,00 m, y una zona interna de 2,40 m de altura y 2,00 m de ancho.</p>
<p>Indicación de cruces escolares</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un cruce de escolares. Se coloca en la superficie de rodadura de las vías, dentro del área de influencia de la zona escolar. Son marcas integradas por una raya de 0,10 m de ancho en forma de pentágono con las puntas redondeadas de 3,20 m de altura y 1,80 de base; dentro cuenta con el símbolo de escolares. Debe ser blanco con material reflejante.</p> <p>Información complementaria: Se debe complementar con la señal restrictiva de Velocidad permitida.</p>	 <p>El diagrama muestra un pictograma de cruce escolar. Sus dimensiones son: altura total de 3,20 m, base inferior de 1,80 m, y una línea superior inclinada de 1,80 m. El símbolo de los niños caminando está centrado dentro del pentágono. Las dimensiones de la base del símbolo de los niños son: 1,08 m de ancho y 0,25 m de ancho en los extremos laterales. La altura del símbolo de los niños es de 1,36 m.</p>

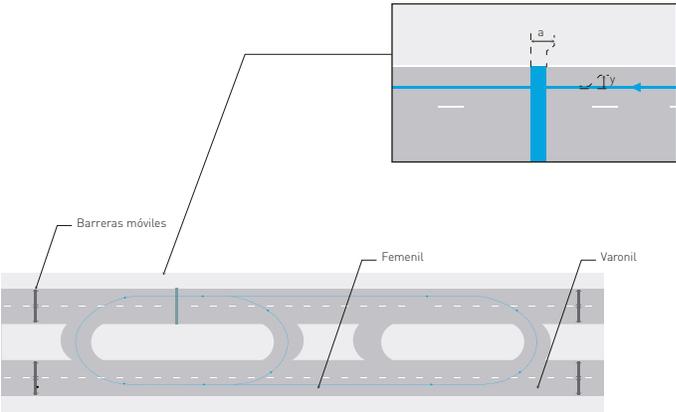
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Leyenda</p>	<p>Proporciona información adicional a los usuarios que no es posible indicar a través de símbolos o con objeto de reafirmar mensajes. Su utilización se restringe a los casos estrictamente necesarios pues puede causar confusión en los conductores, se colocan sobre la superficie de rodadura de las vías. Cuando la velocidad de la vía sea de hasta 60 km/h deben ser de 1,60 m de alto con una separación entre renglones de 0,60 m y de 2,40 m de altura con un espacio entre renglones de 0,90 m cuando sean de más de 60 km/h. Además, las leyendas no deben tener más de tres palabras. Cuando consista en más de una palabra, cada una debe colocarse en un renglón independiente, de forma que la primera palabra quede más próxima al conductor. En general las leyendas deben usar palabras cortas para que preferentemente no abarquen más de un carril y deben colocar en cada uno de ellos.</p> <p>La palabra «Alto» no debe utilizarse sin que esté acompañada de la marca de Raya de alto; entre las dos marcas debe existir una separación de 2 m.</p>	
<p>Prohibido estacionar</p>	<p>Indica a los usuarios los lugares en los que está prohibido el estacionamiento de vehículos. Se colocan en las guarniciones, en los carriles de contrasentido, bahías, cruce de peatones, accesos a cocheras; así como en entradas a instalaciones de alta concurrencia peatonal y en cualquier lugar en el que exista la restricción de estacionarse. Deben cubrir tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición. Deben ser de color amarillo con material reflejante. Se debe colocar la señal restrictiva Prohibido estacionar y cuando la restricción sea en tramos de la franja de estacionamiento se podrá colocar la marca Prohibido estacionar.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Prohibido parar</p>	<p>Indica a los usuarios los lugares en los que está prohibido estacionarse o la detención momentánea de vehículos. Se colocan en las guarniciones de vías primarias con altos volúmenes de tránsito; cuando existan carriles exclusivos de transporte público en el costado derecho; áreas reservadas a vehículos de emergencia o accesos a hospitales, y todas las que se defina por la autoridad. Deben cubrir tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición y deben ser de color rojo con material reflejante. Se debe colocar la señal restrictiva Prohibido parar y cuando la restricción sea en tramos de la franja de estacionamiento se podrá colocar la marca Prohibido parar.</p>	 <p>Este diagrama ilustra un cruce de vías con un carril exclusivo de transporte público a la derecha. Se muestran guarniciones de las vías primarias con líneas rojas que indican zonas donde está prohibido estacionarse o detenerse momentáneamente. Se ven flechas blancas que indican el flujo de tráfico en ambas direcciones de las vías principales y en el carril de transporte público. Una señal de 'Prohibido parar' (un círculo con una barra roja horizontal) está ubicada en el carril de transporte público. El diagrama también muestra un carril de estacionamiento con una línea azul y una señal de 'Prohibido parar' en un tramo de esta franja.</p>
<p>Delineación de guarniciones</p>	<p>Se podrán colocar como complemento a las marcas Rayas para estacionamiento, con objeto de reafirmar los sitios en los que se permite esta acción o para delinear la geometría de la vía en tramos en que se considere necesario. Se debe evitar su utilización en áreas de conservación patrimonial o vías primarias. Se colocan en las guarniciones de las vías con presencia de estacionamiento, deben cubrir tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición. Tienen que ser blanco con material reflejante, con excepción de los cajones para servicios especiales en cuyo caso es azul con material reflejante.</p>	 <p>Este diagrama muestra el mismo cruce de vías que el anterior, pero con la aplicación de la marca 'Delineación de guarniciones'. Se ven líneas blancas que delimitan las guarniciones de las vías, reforzando la geometría de la vía y los sitios permitidos para el estacionamiento. Las flechas y la señal de 'Prohibido parar' en el carril de transporte público permanecen iguales. En el carril de estacionamiento, se ven líneas blancas que delimitan las guarniciones, excepto en un tramo donde se ven líneas azules que delimitan un cajón para servicios especiales.</p>

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Identificación de estructuras</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la presencia de estructuras adyacentes al arroyo vial, que pueden constituir un peligro. Se colocan en parapetos, aleros, estribos, pilas, columnas, cabezales, muros de contención, defensas laterales, apoyos de pasos elevados y postes con un ancho mayor a 0,30 m.</p> <p>Son rayas que se pintan en las caras de estructuras que dan hacia el sentido del tránsito, hasta una altura de 3 m. Las franjas deben ser diagonales, de 0,30 m de ancho y una inclinación de 45°. Cuando la altura libre del gálibo sea menor o igual a 4,50 m, se debe marcar en todo su contorno. Si la estructura se encuentra del lado derecho del carril, las franjas descienden de izquierda a derecha; cuando se encuentre en el lado izquierdo deben descender de derecha a izquierda. Deben ser de color blanco reflejante y negro, pintados de forma alternada.</p>	
<p>Identificación de vía con prioridad de uso</p>	<p>Indica a los usuarios los lugares en los que está prohibido el estacionamiento de vehículos. Se colocan en las guarniciones, en los carriles de contrasentido, bahías, cruce de peatones, accesos a cocheras; así como en entradas a instalaciones de alta concurrencia peatonal y en cualquier lugar en el que exista la restricción de estacionarse. Deben cubrir tanto la cara vertical como la horizontal de la guarnición. Tienen que ser de color amarillo con material reflejante. Se debe colocar la señal restrictiva Prohibido estacionar y cuando la restricción sea en tramos de la franja de estacionamiento se podrá colocar la marca Prohibido estacionar.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Identificación de zonas con tránsito pacificado</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos que se encuentran en una zona de tránsito calmado en la que existe preferencia para peatones y ciclistas, y cuenta con dispositivos que les obliga a mantener una velocidad no mayor a 30 km/h. Se coloca sobre la superficie de rodadura en accesos y salidas de las vías diseñadas bajo el concepto de zona 30, en las que se han establecido técnicas de reducción de volumen y velocidad del tránsito automotor. Se integra por la marca Indicación de velocidad en el carril (30) y la leyenda «ZONA» de 1,60 m de altura. Debe ser blanco con material reflejante. Se debe añadir la señal Zona 30. Se deben añadir los dispositivos necesarios para garantizar que la velocidad en la vía sea igual o menor a 30 km/h.</p>	
<p>Identificador de reductores de velocidad</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la presencia de un dispositivo para control de velocidad sobre la superficie de rodadura. Se coloca en la superficie de rodadura, sobre el reductor de velocidad.</p> <p>Son rayas diagonales de 0,40 m de ancho separadas 0,40 m, con una inclinación de 45°. Deben ocupar todo el ancho del reductor de velocidad. Tienen que ser de color amarillo reflejante; si el reductor de velocidad está hecho de concreto hidráulico, el espacio entre las rayas amarillas debe ser negro.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Prohibido estacionar</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos las áreas de las vías donde está prohibido estacionarse sobre la superficie de rodadura. Se coloca sobre la superficie de rodadura en las áreas en las que se restringe la posibilidad de estacionarse. Son rayas en diagonal con una inclinación de 45° de 0,10 m de ancho delimitadas por una raya también de 0,10 m de ancho. La inclinación de las franjas es de izquierda a derecha cuando se encuentre en el lado izquierdo; y de forma inversa en el costado derecho. Tiene que ser color amarillo con material reflejante. Se debe añadir la marca Prohibido estacionar.</p>	
<p>Prohibido parar</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos las áreas de las vías donde está prohibido la detención momentánea sobre la superficie de rodadura. Se coloca sobre la superficie de rodadura en las áreas en las que se restringe la posibilidad de detenerse. Son rayas en diagonal con una inclinación de 45° trazadas en ambos sentidos de 0,10 m de ancho delimitadas por una raya también de 0,10 m de ancho. Debe ser color amarillo con material reflejante. Información complementaria: Se debe añadir la marca Prohibido parar.</p>	
<p>Prohibido parar en intersección</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos las áreas de las vías donde está prohibido la detención momentánea sobre la superficie de rodadura. Se coloca sobre la superficie de rodadura en las áreas en las que se restringe la posibilidad de detenerse. Son rayas en diagonal con una inclinación de 45° trazadas en ambos sentidos de 0,10 m de ancho delimitadas por una raya también de 0,10 m de ancho. Debe ser color amarillo con material reflejante. Información complementaria: Se debe añadir la marca Prohibido parar.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Raya temporal</p>	<p>Indica a los usuarios la presencia de rutas de desfiles, circuitos para competencias deportivas, instalación de mercados sobre ruedas, entre otros. Deben ser marcas ocasionales que puedan borrarse o despegarse cuando finaliza el evento que se lleve a cabo con objeto de evitar confundir a los usuarios de la vía. Se coloca sobre la superficie de rodadura de las vías. Cuando se utilizan para indicar una ruta son rayas continuas sencillas de 0,10 m. Si sirven para indicar la meta de una competición, es una raya perpendicular al eje de la vía de 0,60 m de ancho. Debe ser color azul.</p>	

C6.6.3 Señales y dispositivos de desvío

Son tableros con símbolos y leyendas o marcas y otros dispositivos que guían el tránsito, protegiendo a usuarios y trabajadores, en las áreas en las cuales se llevan a cabo obras de construcción o mantenimiento; su permanencia en la vía es transitoria. El objetivo de las señales para desvíos, protección de obras y eventos es proporcionar seguridad y llamar la atención de los usuarios sobre las modificaciones en las características de la vía, para que adopten las medidas de precaución necesarias.

Los motivos que obligan al uso de estos dispositivos, entre otros son:

1. Construcción y reparación de obras viales en general: reparación de pavimento, parapetos o del separador central, reducción y/o ampliación del número de carriles;
2. Construcción y mantenimiento de infraestructura de servicios públicos;
3. Conservación de las señales y semáforos;
4. Deshierbe, poda y tala de árboles;
5. Eventos especiales y todo tipo de concentración humana de carácter público o cualquier otro que obligue a modificar la operación de la vía en forma transitoria;
6. Ocurrencia de hechos de tránsito en la vía o desastres naturales; varían desde eventos menores de poca afectación del tránsito, hasta sucesos de gran magnitud que pueden involucrar mercancías peligrosas y pueden requerir el cierre de una vía por períodos prolongados con tratamientos especiales para su manejo y;
7. Puntos de control temporales de la policía y otras autoridades.

Ubicación

Las características del trabajo o evento que se está realizando. En vías secundarias y primarias se colocan a no menos de 50 m y hasta 300 m máximo; en vías de acceso controlado a una distancia de 150 m mínimo a 1,000 m máximo.

Tabla 54. Ubicación de las señales previas en desvíos

Velocidad (km/h)	20	30	40	50
Distancia mínima (m)	200	250	350	450

Color

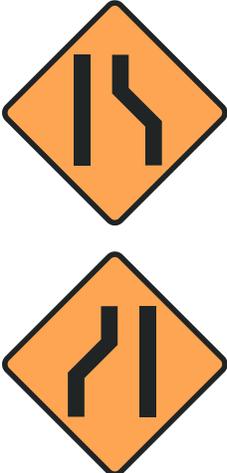
El color de fondo de las señales debe ser naranja fluorescente reflejante. El color para los símbolos, leyendas y filetes debe ser negro, a excepción de la flecha de la señal decisiva que es en color blanco reflejante.

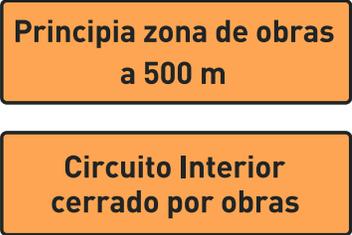
Catálogo

A continuación, se presentan las señales y dispositivos de desvíos más representativas que se deben considerar en el diseño y rediseño de una vía urbana.

Tabla 55. Señales y dispositivos de desvío

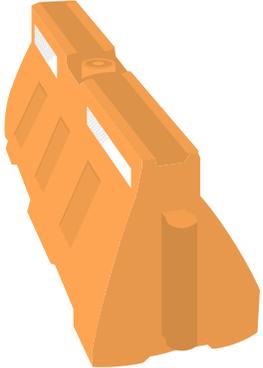
Nombre	Uso	Pictograma
Obras en la vía	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un tramo en el que cambian las condiciones de tránsito por la realización de obras de construcción o conservación. Se coloca en zonas de obras, se debe añadir la señal de distancia.	
Material al costado de la vía	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una reducción en la sección transversal de la vía, debido a la presencia de material u otros objetos. Se coloca en zonas de obras, se debe añadir la señal de distancia.	 

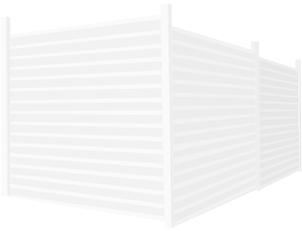
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Doble sentido de tránsito</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos que circulan en un tramo de un solo sentido, la proximidad de un tramo de circulación en ambos sentidos. Se coloca en zonas de obras y eventos. Se debe añadir la señal de distancia.</p>	
<p>Reducción de la vía</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un estrechamiento de la vía, asimétrica o simétrica debido a una ocupación temporal de la misma. Se coloca en zonas de obras y eventos, del lado donde se encuentra la reducción, se debe añadir la señal de distancia.</p>	
<p>Peatones</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de un cruce con alta afluencia de peatones o de un lugar destinado para el personal que se encuentra laborando en el área referida. Debe colocarse únicamente cuando la seguridad de los peatones lo justifica. Se coloca zonas de obras y eventos en donde no exista semáforo que controle el flujo de peatones y vehículos. Se debe añadir la señal de distancia.</p>	
<p>Banderero</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una zona en la que el tránsito es controlado por una persona que utiliza señales manuales. Se coloca en zonas de obras y eventos. Se debe añadir la señal de distancia.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Maquinaria en la vía	Indica a los conductores de vehículos la presencia de maquinaria operando sobre la superficie de rodadura. Se coloca zonas de obras, se debe añadir la señal de distancia.	
Distancia	Indica a los usuarios la distancia aproximada a la que se encuentra el peligro o evento inesperado para que puedan ejecutar la acción requerida. Se coloca en la parte inferior de las señales preventivas para formar un conjunto; este tablero adicional solamente debe usarse cuando la distancia entre el dispositivo preventivo y el inicio del riesgo sea igual o superior a 100 m. Cuando se haga referencia a distancias menores a un kilómetro, la indicación debe ser en múltiplos de 100 m; si es mayor se coloca en kilómetros.	
Previa	Indica a los conductores de vehículos la proximidad de una zona de desviaciones por obras, para que preparen las maniobras necesarias para continuar con su desplazamiento se debe indicar las características del cierre, la distancia a la que se encuentran, así como rutas alternas para evitar el punto. Se coloca en zonas de obras. Algunas leyendas que se pueden usar son: 1) «Principia zona de obras / a 500 m». 2) «Puente en reparación / desviación a 500 m». 3) «Un solo carril / a 500 m». 4) «Calle cerrada / desviación a 500 m» 5) « (Destino) / por (Nombre de vía)» No requiere tablero adicional.	
Decisiva	Indica a los conductores de vehículos la situación que se presenta en la vía y el tipo de maniobra que deben realizar para circular a través del área de trabajo. Se coloca en zonas de obras. Algunas leyendas que se pueden usar son: 1) «Camino cerrado / por obras». 2) «Calle cerrada / sólo tránsito local». 3) «Puente en reparación / use la lateral». No requiere tablero adicional.	

Nombre	Uso	Pictograma
Desviación	Indica a los conductores de vehículos la dirección que debe tomar debido a la presencia de un cierre en la vía, se coloca en zonas de obras. Debe contener el texto «DESVIACIÓN» escrito en mayúsculas, para la señal desviación el fondo de la señal debe ser naranja fluorescente reflejante, la flecha en color blanco reflejante y la leyenda y filete de color negro. No requiere tablero adicional.	
Confirmativa	Indica a los conductores de vehículos que han salido del área de trabajo o el fin de la restricción a la circulación. Se coloca en zonas de obras. Algunas leyendas que se pueden usar son: 1) «Termina / zona de obra». 2) «Termina / tramo en reparación». No requiere tablero adicional.	
Diagramática de desvío	Indica a los conductores de vehículos, mediante un esquema, los puntos de decisión en los que se debe realizar una maniobra para librar un zona de obra y poder regresar a la ruta principal. Se coloca como señal elevada en zonas de obras a una distancia de 100 m previa al primer punto de decisión. En estas señales no se deben utilizar escudos, por lo que se deben omitir, no requiere tablero adicional.	
Lona informativa	Indica a los usuarios de la vía los datos generales de la obra que se realiza, cuando esta tiene una afectación a la vía por un lapso mayor a un mes. Se coloca en zonas de obras. Debe colocarse en un sitio visible para la mayoría de los usuarios, evitando obstruir alguna señal o semáforo en funcionamiento. La lona puede contar con la siguiente información: 1) «Nombre de la obra» 2) «Tramo afectado» 3) «Duración de la obra» 4) «Dependencia responsable» 5) «Razón social del constructor» 6) «Monto programado a ejercer» 7) «Imagen objetivo» El fondo de la lona informativa debe ser de color blanco; los símbolos y leyendas deben ser en negro. El filete inferior debe ser naranja fluorescente.	

Nombre	Uso	Pictograma
Caballote	<p>Indica a los usuarios el cierre de carriles o estrechamientos en la vía; así como para cercar áreas de trabajo o eventos de corta duración. Se coloca de forma aislada o en serie, en los límites y dentro de la zona de obras. Se instalan de forma perpendicular al eje de la vía. Son dispositivos plegables cuyas dimensiones mínimas deben ser: 1,20 m de alto, 0,60 m de ancho, con secciones con franjas diagonales de 0,45 m a 45°, de 0,10 m de ancho. Color: El elemento debe ser naranja fluorescente y las franjas en color blanco reflejante intercaladas con naranja fluorescente reflejante.</p>	
Cono	<p>Se emplea como primer elemento para canalizar un desvío, o en situaciones donde se requiere delinear carriles temporales de circulación porque la velocidad, el volumen de tránsito y la visibilidad no hacen necesario el uso de barreras. Se colocan en serie en los límites y dentro de la zona de obras, su número y ubicación dependen del tipo de vía y del trabajo o evento que se está realizando. Su forma debe ser un cono truncado con la base cuadrada, para garantizar que en caso de caída del dispositivo, éste no ruede fácilmente. La altura mínima es de 0,70 m, pero debe aumentarse en vías con altos volúmenes de tránsito, en las que frecuentemente transitan vehículos pesados o las velocidades permitidas sean mayores a 50 km/h.</p>	
Baliza delimitadora	<p>Indica a los conductores de vehículos el cambio de alineamiento horizontal, en situaciones donde se requiere delinear carriles temporales de circulación y cuando la velocidad, el volumen de tránsito y la visibilidad no hacen necesario el uso de barreras. Se colocan en serie en los límites y dentro de la zona de obras para marcar el estrechamiento de una vía se instalan en ambas orillas a 5,00 m de distancia entre sí; cuando se utilizan en curvas deben ir, en toda su extensión, en el costado exterior. Es un poste de 1,00 m de longitud y cuenta con una base de apoyo de por lo menos 0,30 m de diámetro. En la parte superior cuenta con una franja reflejante de 0,10 m y otra de la misma dimensión en el extremo inferior. Son de color naranja fluorescente; las franjas de material reflejante deben ser blancas.</p>	
Indicador de obstáculos	<p>Indica a los conductores de vehículos la presencia de obstáculos con un ancho menor a 0,50 m, o de una bifurcación. Se utilizan para canalizar el tránsito hacia diferentes sentidos, de tal manera que los conductores puedan circular con seguridad y fluidez a través de las áreas de obras o eventos. Se colocan en posición vertical en el punto donde el tránsito debe canalizarse, ya sea frente a los obstáculos o en las bifurcaciones. Son tableros rectangulares montados sobre un soporte portátil, sin ceja y con las esquinas redondeadas. Sus dimensiones son 0,40 m de ancho y 0,90 m de alto para vías con velocidades mayores a 50 km/h, y 0,30 m de ancho y 0,60 m de alto en vías con velocidad permitida de hasta 50 km/h. Deben contar con franjas de 0,10 m de ancho, inclinadas a 45°, las cuales se orientan hacia abajo dependiendo del costado de la vía en que se encuentren; bajan hacia la derecha cuando se encuentren en ese lado de la vía, y, en caso contrario deben descender hacia la izquierda. Cuando los indicadores de obstáculos se ubican en bifurcaciones, las franjas deben formar una marca tipo «galón» apuntando el vértice hacia abajo, deben ser naranja fluorescente reflejante, alternadas con otras en color negro.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Tambo	<p>Encauza el tránsito hacia el carril adecuado en las zonas de trabajo o eventos. Se coloca tanto en sectores en los que se mantiene la alineación longitudinal, así como en aquellos en que se presentan transiciones por angostamiento o curvatura, con un espaciamiento máximo de 5 m. Son dispositivos de forma cilíndrica con una altura mínima de 0,90 m y un diámetro mínimo de 0,45 m. Deben tener al menos dos franjas horizontales de 0,15 m de ancho, colocadas alrededor del tambo a 0,10 m de la parte superior y separadas 0,15 m entre sí. Tienen que ser naranja fluorescente y las franjas blanco reflejante.</p>	
Indicador de curva peligrosa	<p>Guía a los conductores de vehículos por una curva pronunciada con respecto a la geometría predominante. Se deben usar siempre en grupos de tres o más y deben estar orientados en el mismo sentido. Se coloca sobre un soporte portátil en el costado externo de la curva o en cada cuerpo, en el caso de caminos divididos, en zonas de obras o eventos.</p> <p>La separación entre los dispositivos debe permitir que el conductor siempre tenga en su ángulo visual al menos tres de éstos, especialmente en la noche. El fondo de la señal debe ser naranja fluorescente y el pictograma negro.</p>	
Barrera plástica vehicular	<p>Encauza el tránsito o confina la zona de obra o evento dentro de la superficie de rodadura, con objeto de evitar que estas sean invadidas por vehículos. Cuando delimite excavaciones, su uso está restringido a vacíos con profundidad de hasta 1,00 m de profundidad.</p> <p>Cuando se utilicen para confinar áreas, en las que se encuentra laborando personal, es necesario que siempre sean lastrados con agua o arena en 10% de su volumen, o lo recomendado por el fabricante. Se colocan en serie, unidos entre sí e intercalados de acuerdo a su color, en los límites y dentro de la zona de obras o evento en tramos rectos o curvos de las vías. Se pueden colocar perpendiculares, diagonales o paralelas al sentido del tránsito, de acuerdo con las necesidades de su uso.</p> <p>Son elementos modulares que deben tener como mínimo 0,50 m de base, 0,75 m de altura y 1,00 m de largo. Deben contar con elementos reflejantes de 0,10 m de ancho y 0,15 m de largo, colocados a 0,10 m de la parte superior de las barreras. Los módulos deben ser naranja fluorescente o blanco. Con objeto de generar contraste deben contar con elementos reflejantes blancos o naranjas fluorescentes.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
Barrera de protección peatonal	<p>Delimita las áreas de circulación peatonal cuando las banquetas se encuentren bloqueadas por trabajos. Tiene por objeto separar a los transeúntes tanto de la actividad del sitio de trabajo, como del tránsito adyacente. Pueden ser utilizados como tapias de barrera removibles cuando existan obras menores o trabajos de mantenimiento dentro de un predio.</p> <p>El trazo del sendero temporal debe tomar en cuenta las necesidades de personas con movilidad reducida o discapacidad visual. Se coloca alrededor del área de obras. Cuando las barreras se instalan a lo largo de excavaciones de más de 1,00 m de profundidad en áreas de alto flujo peatonal (>22 personas por minuto por cada metro de ancho de la sección, en al menos la mitad del día de trabajo) debe ser capaz de soportar la presión de la multitud y estar al menos 3,00 m del borde de la excavación.</p> <p>El sendero temporal no debe tener un ancho menor a 1,80 m y cuando sea posible deben tener un ancho igual a la banqueta que se encuentra bloqueada, eliminando el área de estacionamiento o primer carril de circulación sobre la superficie de rodadura. En estos casos se debe proveer de una zona de seguridad entre la barrera peatonal exterior y el tránsito vehicular de por lo menos 1,00 m; el extremo exterior de la zona de seguridad debe estar delineado con el dispositivo DPC-2 Cono.</p> <p>Son dispositivos de mínimo 1,00 m de alto y 2,30 de largo. Su diseño debe permitir que sean apilados y tienen que ser naranja fluorescente con elementos de color blanco reflejante.</p>	
Tapial fijo	<p>Impide el paso al sitio de la obra o excavación y previene que elementos como el polvo o escombros salgan del área; también puede ser utilizado para cubrir el frente de predios que se encuentran en obra. Se coloca alrededor de obras o excavaciones de más de 1,00 m de profundidad. En predios cuya fachada quede al paño del alineamiento, el tapial puede invadir una franja no superior a 0,50 m sobre la acera. Su instalación no debe restringir la visibilidad de los peatones o conductores. Puede estar compuesto por postes, láminas o malla ciclónica con cinta plástica, son elementos de 3,00 m de largo y un mínimo de 2,40 m de alto. Las puertas de acceso son los únicos claros que deben tener estos elementos, cuando esté formada por postes y láminas todos sus elementos deben ser blancos con elementos reflejantes naranja fluorescentes. En caso de ser de malla ciclónica, la cinta plástica debe estar dispuesta en franjas de 0,50 m en color blanco intercaladas con franjas de 0,50 m en color naranja.</p>	
Cubre zanjas	<p>Cubre zanjas y aberturas, posibilitando el paso seguro sobre las áreas de circulación peatonal y vehicular, en tramos en los que no es posible cerrar la vía. Se coloca sobre zanjas y aberturas, en zonas de trabajos. Es una placa cuya longitud y ancho dependen de las dimensiones de la excavación a cubrir, pero siempre debe exceder por lo menos 0,15 m el ancho de la abertura. La parte inferior de la placa debe tener un dispositivo de fijación para anclarlo a los lados de la cavidad y evitar que se desplace. La superficie debe tener una textura antiderrapante. Debe estar pintado, o con el color del material con el que está elaborado, en forma de rayas diagonales de 0,40 m de ancho y una inclinación de 45° que ocupe todo el ancho del reductor. Las franjas deben estar intercaladas en color negro y amarillo, es recomendable que cuente con elementos reflejantes para mejorar su visibilidad.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Pasa cables</p>	<p>Protege los cables eléctricos del paso de vehículos y evita que los peatones se tropiecen con ellos. Se coloca en zonas de obras y eventos. Es una estructura modular de sección trapezoidal que brinda un puente sobre el tendido de cables, permitiendo el paso de peatones y vehículos. La superficie debe tener una textura antiderrapante y cuando el tránsito de vehículos es muy intenso es necesario que se fije al pavimento a través de tornillos o clavos para asfalto. Sus dimensiones son: 0,25 de ancho y 0,05 m de alto, por 1,00 m de largo.</p> <p>Debe estar pintado, o con el color del material con que está elaborado, en forma de rayas diagonales de 0,40 m de ancho y una inclinación de 45° que ocupe todo el ancho del reductor. Las franjas deben estar intercaladas en color negro y amarillo. Es recomendable que cuente con elementos reflejantes para mejorar su visibilidad.</p>	
<p>Rampa temporal</p>	<p>Permite a los peatones, especialmente las personas en sillas de ruedas, salvar las diferencias de nivel entre la banqueta y la superficie de rodadura cuando la ruta peatonal se desvía. Se coloca en el punto del desvío donde los peatones tienen que ascender o descender de la banqueta en las zonas de obras y eventos. La rampa debe tener una superficie firme, plana y antiderrapante y una pendiente máxima de 8%; el ancho mínimo es de 1,50 m.</p>	

C6.6.4 Dispositivos diversos

Son elementos que se instalan en las inmediaciones o dentro de las vías urbanas e interurbanas para proteger, encauzar, prevenir y, en general, regular el tránsito de peatones y conductores de vehículos.

El objetivo de los dispositivos diversos es servir como apoyo o refuerzo a los mensajes de la señalización vertical y horizontal, indicar la presencia de elementos físicos, marcar la geometría de la vía y controlar el ancauzamiento taletar o longitudinal de personas y/o vehículos.

Los dispositivos diversos se utilizan en las vías para satisfacer necesidades de tránsito como:

1. Establecer, delimitar y proteger las áreas de circulación tanto peatonal como vehicular;
2. Encauzar o desviar el tránsito por el lugar más seguro para evitar hechos de tránsito;
3. Prevenir o advertir a los conductores de situaciones de riesgo al transitar por la vía;
4. Establecer derechos de uso en carriles exclusivos para un determinado tipo de vehículo; y
5. Controlar el acceso de vehículos desde predios y paraderos.

Color

Los dispositivos formados por estructuras metálicas que se encuentren en vías urbanas e interurbanas deben ser galvanizados o pintarse en color gris plata. En el caso de aquellos dispositivos que se instalen en vías urbanas dentro de áreas de conservación patrimonial, deben de pintarse en color gris oscuro.

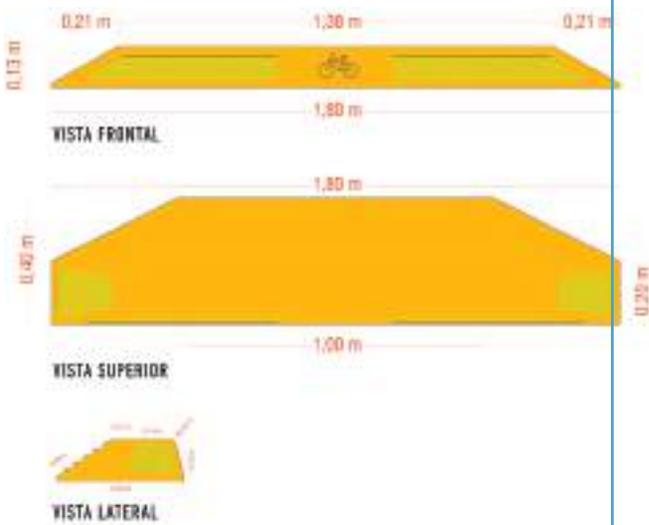
Catálogo

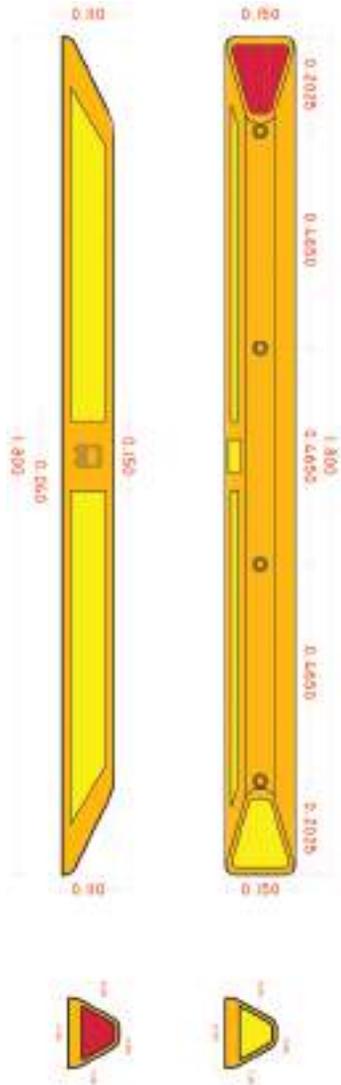
A continuación, se presentan los dispositivos diversos más representativos que se deben considerar en el diseño y rediseño de una vía urbana.

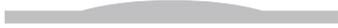
Tabla 56. Dispositivos de diversos

Nombre	Uso	Pictograma
Indicador de obstáculos	<p>Indica a los conductores de vehículos la existencia de obstáculos o de una bifurcación, se coloca en posición vertical en las bifurcaciones, isletas o frente a obstáculos cuando éstos tengan un ancho menor a 0,50 m. Son tableros rectangulares con las esquinas redondeadas. Sus dimensiones son 0,40 m de ancho y 0,90 m de alto para vías con velocidades mayores a 50 Km/h, y 0,30 m de ancho y 0,60 m de alto en vías con velocidad de hasta 50 km/h. El radio del redondeo es de 0,06 m y la altura entre la parte inferior del tablero y la superficie de la isleta o acotamiento del camino debe ser de 0,20 m. Deben contar con franjas de 0,10 cm de ancho, separadas entre sí 0,10 m e inclinadas a 45°; bajan hacia la derecha cuando el dispositivo se ubica a la derecha del tránsito, caso contrario deben descender hacia la izquierda. Cuando los indicadores de obstáculos se ubican en bifurcaciones, las franjas deben formar una marca tipo «galón» con el vértice hacia abajo. El fondo debe ser blanco reflejante y las franjas en color negro.</p>	
Botón ciclista para áreas peatonales	<p>Indica a los usuarios la ruta que deben seguir al ingresar en una vía compartida entre peatones y ciclistas. Se coloca en vías ciclistas con áreas peatonales, formando una línea con una separación entre los botones de 2,00 m. Son botones circulares de 0,10 m de diámetro con un pictograma de bicicleta en bajo relieve. Su emplazamiento debe ser al mismo nivel del pavimento para evitar que los peatones tropiecen con ellos. Debe ser de color blanco mate o en áreas de conservación patrimonial se puede optar por un color gris plata.</p>	
Indicadores de curva peligrosa	<p>Guía a los conductores de vehículos en su desplazamiento por una curva pronunciada con respecto a la geometría predominante. Se debe usar siempre en grupos de tres o más. No debe utilizarse para indicar la presencia de un obstáculo o una barrera de contención, o en las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En combinación con balizas delineadoras. 2. En transiciones de angostamientos o en cierre de vías. 3. En reemplazo de marcadores de obstáculos. <p>Se coloca en el costado externo de la curva o en cada cuerpo, en el caso de caminos divididos. La separación entre los dispositivos debe permitir que el conductor siempre tenga en su ángulo visual al menos tres de éstos, especialmente en la noche. Son tableros rectangulares con las puntas redondeadas con su menor dimensión en forma horizontal. Sus dimensiones son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para vías con velocidad máxima permitida de 40 km/h: 0,60 m de ancho por 0,75 m de alto; 2. Para vías con velocidad máxima permitida de 50 km/h: 0,75 m de ancho por 0,90 m de alto; y 3. Para vías con velocidad máxima permitida mayor a 50 km/h: 0,90 m de ancho por 1,20 m de alto. <p>La parte inferior del tablero debe estar entre 0,75 a 1,20 m de altura con respecto a la superficie de rodadura. El fondo de la señal debe ser amarillo fluorescente y el pictograma negro.</p>	

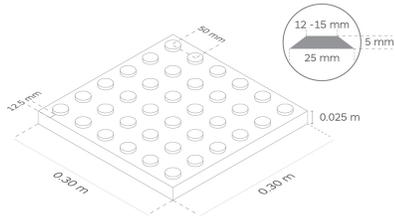
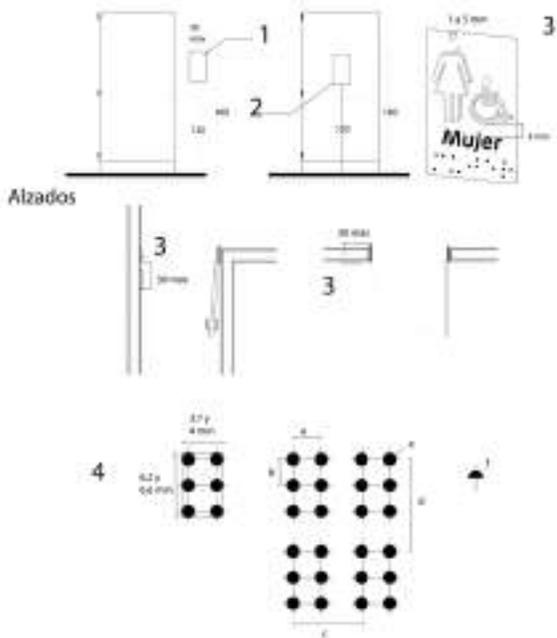
Nombre	Uso	Pictograma
<p>Botón reflejante</p>	<p>Indica a los conductores de vehículos la división de las vías de circulación, la delimitación de carriles y el marcado de obstáculos. También sirve como auxiliar cuando disminuye la claridad y la visibilidad de las marcas, evitando la invasión de carriles. Se coloca como complemento de las marcas en el pavimento, está compuesto por un cuerpo de superficie lisa con una o dos caras planas con material reflejante, en cuyo caso éstas deben ocupar el máximo del área posible, estar opuestas entre sí y dispuestas perpendicularmente al sentido de circulación de la vía. El ángulo de colocación de dichas caras con respecto al ángulo visual de los conductores puede variar en función de las propiedades especiales del material reflejante que se utiliza. La forma de los botones son: trapezoidales de base cuadrada y trapezoidal de base rectangular, pero en ningún caso deben ser redondos.</p>	
<p>Barrera de protección</p>	<p>Impide el paso de peatones hacia el arroyo vehicular o delimita la circulación peatonal. Puede ser utilizado como elemento para proteger a los peatones evitando que los vehículos invadan el área de circulación peatonal. Se coloca contiguas a las guarniciones en senderos, andenes; banquetas en áreas escolares, de hospitales y de mercados; o en cualquier otra área donde se requiere demarcar o encausar el tránsito peatonal. En zonas escolares, las barreras deben estar a lo largo del perímetro de los accesos al inmueble, dejando libres los cruces peatonales y los accesos a cocheras; en los mercados pueden ocupar la longitud de la fachada, dejando libres los espacios de acceso frente a los pasillos; en áreas de transferencia de transporte público deben ir del lado derecho de los andenes con respecto al sentido de circulación vehicular. Deben tener una altura mínima de 1,25 m y una máxima de 1,40 m, a partir de la superficie en donde se colocan.</p> <p>La longitud de las barreras está en función del largo de las áreas donde se colocan. Debe ser en color gris plata, o gris oscuro en zonas patrimoniales.</p>	
<p>Bolardo</p>	<p>Impiden que los conductores de vehículos se estacionen, detengan o ingresen a zonas destinadas al tránsito peatonal y ciclista. Se coloca sobre la banqueta paralela al eje de la guarnición o sobre la superficie de rodadura delimitando isletas o cajones de estacionamiento para servicios especiales. Tienen que contar con una separación a paños de entre 1,50 a 2,00 m y deben ser elementos verticales sin aristas, con dimensiones de acuerdo a la función que cumplen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bolardo fijo: Si se encuentra en rampas de cruces peatonales debe tener un 0,90 m de alto, si está confinando isletas o cajones especiales puede ser de 0,60 m de altura; 2. Bolardo retráctil: Se ubica en los accesos a un espacio de circulación restringida, debe tener una altura de 0,70 m y un diámetro mínimo de 0,20 m. 3. Bolardo desmontable: Se utiliza en accesos a espacios de circulación restringida, con una altura de 0,70 m y un diámetro mínimo de 0,15 m. <p>Debe ser en la gama entre gris oxford a negro. En el extremo superior se debe colocar una franja reflejante de color blanco si se encuentra en el costado derecho de la vía y amarilla si divide sentidos o restringe el acceso.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Elemento de confinamiento para carril exclusivo de circulación ciclista (Confibici)</p>	<p>Señalan y segregan los carriles exclusivos para el tránsito de bicicletas. Se colocan en sentido longitudinal al eje de la vía en las ciclovías unidireccionales segregadas, desde la raya de alto y hasta 3,50 m antes del cruce peatonal de la siguiente intersección; la separación entre los elementos debe ser de 2 m.</p> <p>En los accesos a cocheras se debe interrumpir la colocación de los elementos 1,00 m antes y después de la proyección de la puerta. Es un elemento de forma trapezoidal de largo es de 1,80 m, con un ancho de 0,40 m y un alto de 0,13 m.</p> <p>Las paredes en los costados del carril ciclista son inclinadas y la que está dispuesta hacia el carril de vehículos motorizados es en ángulo recto con respecto al arroyo vial. Todas las aristas deben ser boleadas y la plataforma superior debe tener una textura antiderrapante.</p> <p>El cuerpo debe ser amarillo y contar con material reflejante amarillo en la cara frontal y lateral que está dirigida al tránsito de vehículos motorizados. En la cara posterior contraria al sentido de circulación se debe colocar material reflejante color rojo.</p>	 <p>The pictogram illustrates the 'Confibici' element through three views:</p> <ul style="list-style-type: none"> VISTA FRONTAL: Shows a trapezoidal shape with a top width of 1,80 m, a bottom width of 1,00 m, and a height of 0,13 m. A bicycle icon is centered on the top surface. VISTA SUPERIOR: Shows the top surface with a width of 1,80 m and a depth of 0,40 m. VISTA LATERAL: Shows the side profile with a height of 0,13 m and a depth of 0,20 m.

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Elemento de confinamiento para carril exclusivo (Confibus)</p>	<p>Señalan y segregan los carriles exclusivos para el tránsito de vehículos de transporte público de pasajeros. Se colocan en sentido longitudinal al eje de la vía, luego de la raya de alto y hasta 3,50 m antes del cruce peatonal de la siguiente intersección; la separación entre los elementos debe ser 2,00 m.</p> <p>En los accesos a cocheras se debe interrumpir la colocación de los elementos 1,00 m antes y después de la proyección de la puerta. Es un elemento de forma rectangular con un largo de 1,80 m, un ancho de 0,15 m y alto de 0,11 m; sus paredes son inclinadas y todas sus aristas boleadas. El cuerpo debe ser amarillo y contar con material reflejante amarillo en la cara frontal y lateral que está dirigida al tránsito de vehículos motorizados; en la cara posterior contraria al sentido de circulación se debe colocar material reflejante color rojo.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Reductores de velocidad tipo sinusoidal, trapezoidal, circular y vado</p>	<p>Controlan la velocidad de circulación de los vehículos a lo largo de ciertos tramos, al producir incomodidad en los ocupantes si circulan a velocidades superiores a aquellas para las que se diseña el dispositivo. Dependiendo de la situación que se presente en la vía se puede optar por utilizar los siguientes reductores:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sinusoidal: De forma general se deben utilizar este tipo de reductores de velocidad en vías con velocidad permitida de hasta 50 km/h; 2. Trapezoidal: Cuando existe un cruce peatonal o ciclista se debe optar por el tipo trapezoidal, para permitir que los usuarios realicen el cruce sobre una plataforma plana, preferentemente al nivel de la banqueta; 3. Vado: Tiene la misma función que el tipo sinusoidal, pero es preferible usarlo en vías que tienen una pendiente pronunciada; y 4. Circular: El uso de este tipo sólo se justifica en sitios en los que se requiere que los conductores de vehículos hagan alto total en un punto. Son adecuados en puntos de control o en accesos a predios. <p>Se colocan sobre la superficie de rodadura de forma transversal al eje, en vías primarias o secundarias que cumplan con alguna de las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Intersecciones de vías secundarias donde no hay semáforos que presentan un volumen igual o mayor a 500 vehículos/h, en al menos uno de los sentidos de circulación. En estos casos, los reductores de velocidad se ubican en la vía de mayor tránsito; así como en intersecciones en los que existe un volumen mínimo de 100 vehículos/h y en las que se justifique su instalación por alguna de las causas indicadas en los puntos subsecuentes; 2. Vías con cruces peatonales sin semáforos, con un volumen mínimo de peatones que cruzan igual o mayor a 100 peatones/h; 3. Tramos de vía con una pendiente mayor a 8% para asegurar que los vehículos no se aproximen a velocidad excesiva; 4. Tramos de vía con tangentes o curvas pronunciadas. En curvas verticales deben tener un mínimo de distancia de visibilidad para lograr un frenado seguro por parte de los vehículos; 5. Vías en las que se desee regular la velocidad hasta un límite máximo de 50 km/h; 6. Vías con un máximo 10% de vehículos con más de dos ejes; 7. En zonas escolares; 8. En zonas 30; y 9. En accesos a predios y vías internas de predios. 	<p>Sinusoidal</p>  <p>Trapezoidal</p>  <p>Circular</p>  <p>Vado</p> 

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Reductor de velocidad tipo cojín</p>	<p>Reduce las velocidades de circulación de los vehículos ligeros, sin afectar a las bicicletas o vehículos de grandes dimensiones como transporte público de pasajeros o de emergencia. Se coloca en vías con velocidades de hasta 60 km/h, con su eje longitudinal paralelo al sentido de circulación, la separación entre dos cojines debe ser de mínimo 1,00 m para evitar que los vehículos circulen muy cerca uno del otro. La distancia entre el cojín y la guarnición debe ser mínimo 0,70 m y máximo 1,20 m; en zonas 30 o vías secundarias con bajo volumen de tránsito se pueden colocar los cojines a 0,50 m de la guarnición. En vías de dos sentidos de circulación se recomienda trazar una línea axial continua, 10 m antes del cojín. Se recomienda la implantación de cojines en los siguientes casos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vías diseñadas para tránsito bajo o moderado. No se deben instalar si existe un volumen de motocicletas mayor al 5% del total de vehículos. 2. Sobre vías con tránsito regular de transporte público de pasajeros, excepto cuando las vías de dos sentidos tengan un ancho menor a 6,20 m, a menos que el volumen sea menor a 10 buses por día en cada uno de los sentidos de circulación; o cuando no se puedan instalar reductores de velocidad circular o trapezoidal. 3. En vías con uno o dos sentidos de circulación. 4. Cuando la vía tenga dos carriles, se debe instalar un cojín en cada uno de ellos. 5. En vías con velocidad máxima de 50 km/h, con limitación ocasional a 30 km/h cerca del desarrollo. 6. En una zona 30 o en su entrada. Para evitar situaciones de inseguridad no se deben instalar cojines: <ol style="list-style-type: none"> 1. En curvas con un radio menor a 200 m, y a menos 40 m de la salida de éstos. 2. En una sección de vía en la que no exista una distancia mínima de visibilidad de 25 m (distancia requerida para reducir de 50 km/h a 30 km/h), o de 50 m (para reducir de 70 km/h a 30 km/h), en especial en curvas verticales. 3. En las proximidades a puentes y túneles se debe asegurar que no produzcan problemas de vibraciones y de efecto dinámico. 4. A menos de 15 m después de una parada de bus. 5. En una zona 30 o una vía de servicio con tránsito bajo, cuando existan vías de dos sentidos, con un ancho menor a 5,50 m, o vías con un carril en un solo sentido cuyo ancho es inferior a 2,80 m. 6. En zonas de tránsito mixto. En estas áreas debe darse prioridad a la circulación peatonal, y los cojines pueden ocasionar incomodidad. 7. En ningún caso se deben instalar cojines sobre la banqueta o una vía ciclista segregada. <p>Los reductores de velocidad tipo cojín deben medir mínimo 1,75 m o máximo 1,90 m de ancho, y entre 3,00 m a 4,00 m de largo, con una altura mínima de 0,06 m o máxima de 0,07 m.</p>	

Nombre	Uso	Pictograma
<p>Pavimento podo-táctil de advertencia</p>	<p>Indica zona de alerta o peligro, aproximación a un objeto y obstáculo, cambio de dirección, cambio de nivel y fin de recorrido. Es un módulo cuadrado con patrones de conos truncados, tiene un ancho mínimo de 0.30 m por 0.30 m y máximo de 0.40 m por 0.40m. Para la aproximación frontal a objetos, se deben colocar tres módulos.</p>	
<p>Pavimento podo-táctil de guía de dirección</p>	<p>Indica el recorrido a seguir. Es un módulo cuadrado con barras paralelas a la dirección de marcha, tiene un ancho mínimo de 0.30 m por 0.30 m o máximo de 0.40 m por 0.40m.</p>	
<p>Señalización tacto-visual</p>	<p>Sirve para identificar servicios específicos, información para la circulación, directorios y mapas de localización mediante el uso de componentes en alto relieve como símbolos, texto y puede ser complementado con sistema braille. Para mayor detalle, consultar el Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad de la Ciudad de México.</p>	 <p>Alzados</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Señalamiento tacto-visual, opción A. 2. Señalamiento tacto-visual, opción B. 3. Señalamiento tacto-visual. <p>4. Alzados de los componentes de señalización.</p> <p>a = distancia horizontal entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: 0.25 a 0.26 cm. b = distancia vertical entre los centros de puntos contiguos de la misma celda: 0.25 a 0.26 cm. c = distancia entre los centros de puntos de idéntica posición de celdas contiguas: 1.0 a 1.08 cm. d = distancia entre los centros de puntos de idéntica posición de celdas contiguas: 1.0 a 1.08 cm. e = diámetro de la base de los puntos: entre 8.12 y 01.5 cm. f = altura del relieve de los puntos: 0.858 a 0.065 cm.</p>

Otros dispositivos diversos

Botón de solicitud de paso

Permite a los usuarios activar la fase peatonal para realizar el cruce de una intersección. Se debe tomar como referencia la proyección de la esquina del alineamiento del predio, debe estar colocado adosado al poste, a una altura de entre 0,80 y 1.10 m al centro del botón, de forma paralela al sentido del cruce, para que el usuario lo perciba a su costado izquierdo al momento de estar frente a la calle que desea cruzar. La distancia máxima del borde del pavimento podo-táctil al paño del poste debe ser de 0,40 m. (CdMx, 2016b)

De preferencia, debe ser un círculo de mínimo 0,05 m de diámetro. En el centro del botón debe existir una flecha horizontal, en alto relieve y llena, con las siguientes características:

- Cuerpo rectangular;
- Cabeza de triángulo equilátero.

Debe tener un color contrastante con el entorno; la flecha también debe ser contrastante, de preferencia blanca. Se debe colocar una señal vibratoria que se active simultáneamente con las señales audibles.

Es importante recalcar que en cruces con una geometría compleja, no se debe colocar este dispositivo.

Ilustración 66. Botón de accionamiento



Botón de accionamiento

Altavoz

Ilustración 67. Altavoz

Emite señales audibles para guiar a los peatones con discapacidad visual durante el cruce de una intersección. El dispositivo debe colocarse sobre la cara del semáforo peatonal y estar alineada a la banqueta opuesta sobre el cruce peatonal.

El sonido debe estar dirigido en línea paralela a la señal luminosa del semáforo peatonal. La distancia mínima entre dos fuentes emisoras debe ser de 3,00 m. Se puede colocar el dispositivo Botón de solicitud de paso peatonal.

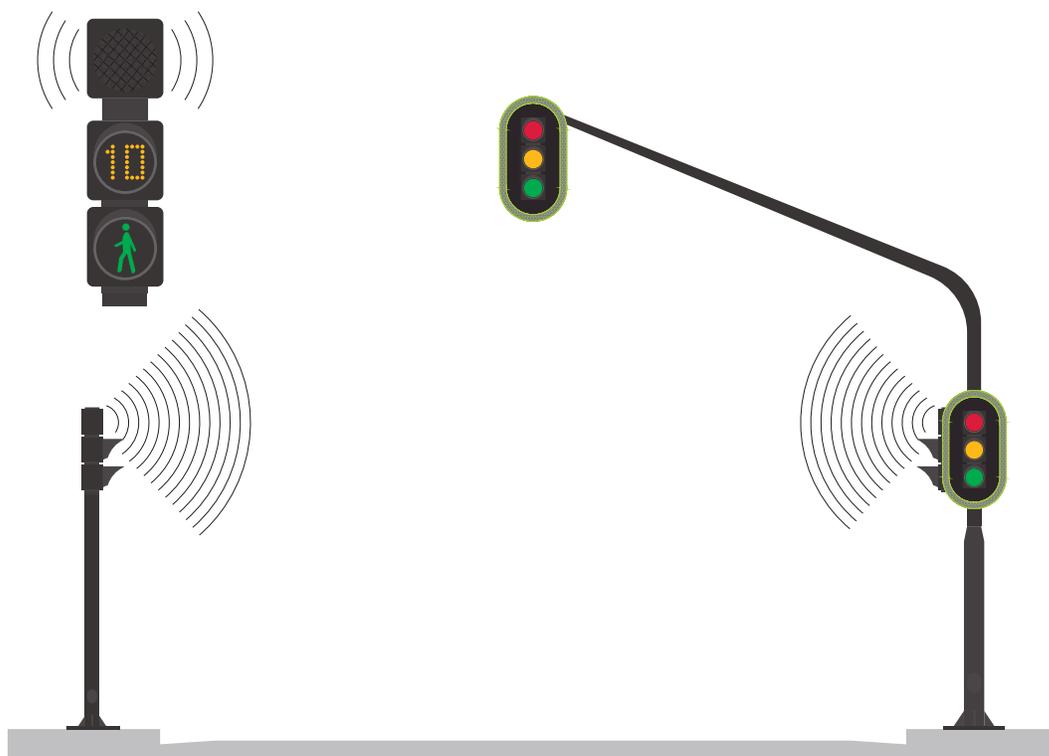


Ilustración 68. Ejemplo de un sistema de orientación



Sistema de orientación (Wayfinding)

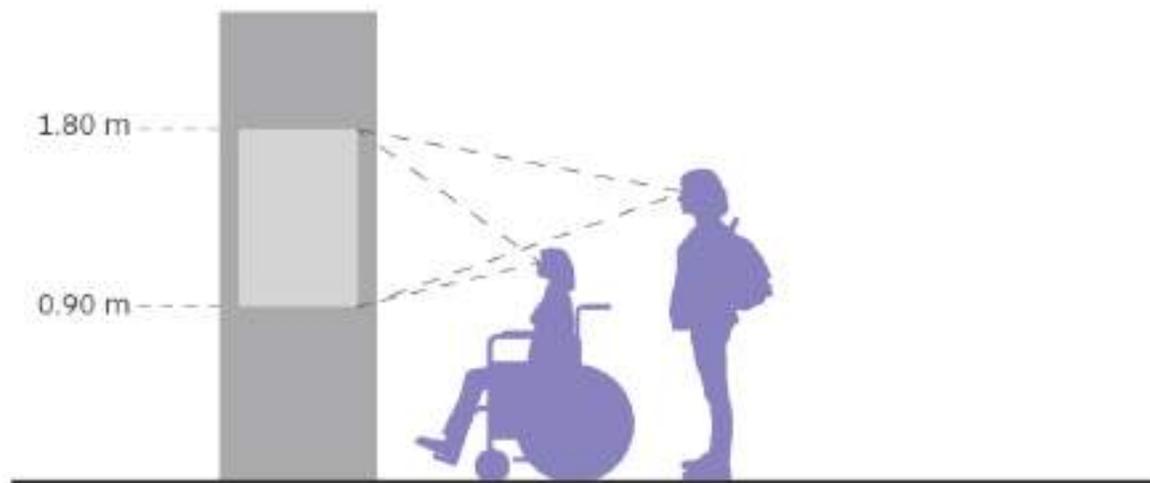
Cuando las personas están en una calle por primera vez, enfrentan una serie de decisiones al trasladarse hacia su destino que conlleva la identificación de ciertos hitos urbanos y visualización del señalamiento que les permita entender el lugar. A las estrategias tomadas para diseñar un programa de señalización se les llama estrategias de orientación (wayfinding en inglés).

Los sistemas de orientación tienen el objetivo de guiar a quien transite las ciudades y provienen de un diseño de un programa de señalización de la ciudad. Está comprobado que la información efectiva incrementa la caminabilidad en las ciudades; por lo tanto, se debe proveer a la ciudadanía toda la información posible durante su camino bajo los siguientes principios:

1. El sistema necesita estar desarrollado como parte de una estrategia más amplia para eliminar las barreras físicas y mentales para caminar y crear incentivos para que la gente camine.
2. Debe basarse en el entendimiento integral de lo que hace legible a esa ciudad. El mapeo y la señalización son lo más importante, pero también se deben tomar en cuenta las características de edificios particulares, la forma urbana, la traza de las calles, la iluminación, mobiliario y arte urbano.
3. Debe proveer características entendibles y fáciles de leer para que las personas puedan recordar cómo funciona cada vez que se encuentran un señalamiento de orientación.
4. El sistema debe utilizar la “divulgación progresiva”, utilizando sólo la información suficiente y no demasiada.
5. Debe fomentar la «cartografía mental» conectando las zonas, las regiones y los sistemas de transporte.

El trabajo de un diseñador de estrategias de orientación es presentar la información en espacios públicos de manera legible y ordenada; para que las personas puedan entender su ubicación y tomar decisiones de viaje con respecto a sus siguientes movimientos para llegar a los destinos.

Ilustración 69. Imagen conceptual de un sistema de orientación



Fuente: Adaptado de UK Department of Transport 2008

Generalmente la información de los sistemas de información se plasma sobre estelas informativas, con un diseño accesible que recomienda colocar la información entre 0.90 m a 1.80m del nivel del piso para permitir la visión de una persona en silla de ruedas y una persona de pie.

Las estelas informativas contienen:

- Un mapa de ubicación con información a un radio de 5, 10 y 15 minutos caminando.
- Nombres de calles aledañas.
- Puntos turísticos más importantes.
- Servicios específicos que pueden encontrarse en las calles aledañas.
- Restaurantes y lugares de entretenimiento.
- Mapas de rutas de transporte público.
- Información de rutas accesibles.

C6.6.5 Semáforos

Son señales que regulan la circulación de peatones y/o vehículos en las intersecciones y establecen el derecho de paso, a través de indicaciones luminosas, audibles o vibratorias. Su objetivo es incrementar la seguridad y los niveles de servicio en los cruces.

Los semáforos se usan para desempeñar las siguientes funciones:

- Alternar periódicamente el tránsito de peatones o vehículos para asignar el derecho de paso, a partir del reparto programado del tiempo entre flujos recurrentes.
- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante, en una vía con intersecciones semaforizadas secuenciales.
- Ordenar y proporcionar seguridad, al minimizar el número y gravedad de hechos de tránsito, principalmente aquellos que implican colisiones perpendiculares entre vehículos o con peatones.

No obstante, los semáforos presentan algunas desventajas:

- Incrementan las demoras para algunos usuarios.
- Desplazan flujos vehiculares a otras calles menos adecuadas para altos niveles de tránsito.
- Aumentan la frecuencia de algunos tipos de hechos de tránsito; si bien el semáforo puede reducir las colisiones laterales, también puede incrementar las colisiones por alcance y los atropellamientos.
- Son susceptibles a fallas técnicas y/o problemas de suministro de energía.

Cuando los semáforos funcionan normalmente, principalmente si se trata de una red sincronizada, ningún otro elemento debe regular el tránsito (tales como agentes de tránsito y personal de apoyo vial), especialmente si sus indicaciones son contrarias a las de los semáforos. Esta recomendación no es válida en el caso de hechos de tránsito, o cuando por algún motivo extraordinario y debidamente justificado, sea necesaria la intervención de los agentes de tránsito; en dichas situaciones, los semáforos deben apagarse para no confundir a los usuarios.

Cuando un semáforo no está en funcionamiento, las caras deben estar cubiertas para indicar claramente que la señal se encuentra fuera de operación. En vías reversibles se deben seguir los mismos principios de colocación de caras semaforicas, y sólo deben estar encendidas durante el horario en el cual la vía opera en sentido contrario.

Un semáforo debe controlar el tránsito sólo de la intersección en la cual está colocado. No se deben colocar señales de Alto o Ceda el paso cuando existan cruces peatonales a mitad de cuadra (a menos de 50 m de intersecciones reguladas por semáforos); cuando el cruce peatonal esté semaforizado y se encuentre a 90 m o menos del semáforo más cercano, su programación debe estar sincronizada para no restringir el movimiento progresivo del tránsito

Los semáforos que se encuentran a lo largo de vías primarias o en una red de intersecciones de vías primarias, ubicados a menos de 500 m entre sí, deben estar coordinados con unidades de control interconectadas o un sistema centralizado.

Para garantizar que el proyecto y operación del semáforo sean los correctos, se debe efectuar un estudio de ingeniería de tránsito, el cual debe considerar:

1. **El volumen de vehículos que ingresan a la intersección por cuartos de hora, para cada movimiento o maniobra, y cada vía de acceso, y clasificarlos en:**
 - Ligeros: bicicletas, motocicletas, automóviles y camionetas.
 - Pesados: minibuses, autobuses, trolebuses, camiones, vehículos con grúa, etc.
2. **El volumen de peatones en periodos de 15 minutos en ambos sentidos por cada cruce de la intersección, durante las mismas horas de registro del volumen vehicular. Cuando los niños y personas de edad avanzada necesitan consideración especial, los peatones se clasifican en:**
 - Menores de 13 años.
 - De 13 a 60 años.
 - Mayores de 60 años.
3. **La velocidad máxima permitida, o la de diseño, en cada vía de acceso a la intersección.**
4. **Un plano que muestre las características físicas y operacionales de la intersección, tales como: geometría, pendientes, restricciones de visibilidad, tipo de superficie de rodadura, sentido de circulación, condiciones de estacionamiento, accesos vehiculares a predios, cruces próximos con vías férreas, y demás elementos inherentes o incorporados a la vía, así como la distancia de los semáforos más cercanos.**
5. **Diagramas de colisión de los hechos de tránsito registrados en el último año clasificados por tipo, localización, dirección de los movimientos, severidad, hora, fecha y día de la semana en que ocurrieron, siempre y cuando estén disponibles.**

Todo lo anterior debe estar realizado de acuerdo a la metodología que establezca la instancia correspondiente. El periodo en el que se lleve a cabo este estudio debe ser de 16 horas, durante dos días representativos. Los datos obtenidos se deben comparar con las siguientes condiciones para justificar la instalación de un semáforo:

1. Volumen mínimo de vehículos y tiempos de espera promedio

Cuando en la vía de mayor jerarquía, y en los accesos de mayor volumen de vías de menor jerarquía, existen volúmenes mínimos de vehículos en cada una de las ocho horas de mayor demanda en un día promedio.

El volumen de tránsito para las vías primarias y secundarias debe corresponder a las mismas ocho horas. El sentido de circulación del tránsito de mayor volumen en la vía secundaria puede ser por un acceso durante algunas horas y por la aproximación opuesta durante las horas restantes.

Esta situación debe coincidir con alguno de los tiempos de espera promedio por tipo de usuario que exceda, de acuerdo con las siguientes tablas:

Tabla 57. Volumen mínimo de vehículos para la colocación de un semáforo

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora	
Vía primaria	Vía secundaria	En la vía primaria (total en ambos accesos)	En en accesos de mayor volumen de la vía secundaria (un solo sentido)
1	1 o más	500	150
2 o más	1 o más	600	200

Tabla 58. Distancia entre la señal preventiva y el riesgo

Peatón	Bicicleta	Vehículo de transporte público	Vehículos particulares
≥ 45 s	≥ 45 s	≥ 40 s	≥ 70 s

2. Volumen mínimo de peatones

Este requisito se satisface si, durante un día representativo, se verifican simultáneamente los siguientes volúmenes de tránsito en una hora:

- 600 o más vehículos entrando en la intersección, con velocidades mayores a 20 km/h.
- Si durante el mismo periodo cruzan 75 peatones o más en el cruce de mayor volumen correspondiente a la vía principal; este requisito se reduce al 70% del valor indicado cuando la velocidad del 85% de vehículos excede de 50 km/h, o si la intersección se encuentra en una zona urbana con una población de 10 000 habitantes o menos. Cuando un semáforo sea instalado bajo esta condición en una intersección aislada, debe ser del tipo accionado por el tránsito con el dispositivo SM-20a (Botón de solicitud de paso peatonal) operado por los peatones que cruzan la vía principal.

3. Entornos con presencia de grupos vulnerables

Este tipo de cruces incluye entornos de centros educativos, museos, hospitales, asilos o mercados. Se recomienda realizar un estudio de tránsito para decidir la instalación de semáforos cerca de estas zonas. Con base en este estudio, y de acuerdo a los métodos de control ya mencionados, los semáforos se justifican si:

- El volumen de peatones en un cruce en la vía primaria excede 50 personas por hora;
- durante la misma hora, el tránsito de vehículos por el cruce excede 800 vehículos con velocidades mayores a 20 km/h; y
- no hay semáforo a menos de 200 m del cruce.

Si los riesgos son inusualmente altos por periodos cortos, como es el caso de cruces en zonas escolares, no se recomienda la instalación de semáforos cuando:

- Pueden usarse otros mecanismos de control como agentes de tránsito, personal de apoyo vial o promotores voluntarios;
- los estudiantes pueden ser dirigidos hacia cruces controlados; o
- existen islas de refugio peatonal que proveen una protección adecuada.

El semáforo que se instale debe funcionar tanto en modo adaptativo (automáticamente cuando los peatones lo accionen), así como accionado por un agente de tránsito, personal de apoyo vial o promotor voluntario que pueda desactivarlo momentáneamente, para asumir el control de paso de peatones y vehículos.

4. Circulación progresiva

El control de movimiento progresivo demanda la instalación de semáforos en intersecciones en las cuales no sería necesario en otras condiciones, para regular la velocidad de grupos de vehículos. Este requisito se satisface cuando, en vías con circulación en un solo sentido o en las que prevalece este tipo de circulación, los semáforos inmediatos están demasiado distantes para conservar una velocidad constante en el grupo.

Para este propósito, la separación entre semáforos no debe ser mayor a 200 m y la programación debe basarse en una velocidad de 50 km/h. Cuando existan corredores prioritarios de transporte público bidireccionales se debe evitar usar circulación progresiva, pues no se obtienen resultados óptimos en ambos sentidos.

5. Sistema de rutas principales

Se aplica si la intersección común de dos o más rutas principales tiene un total de 800 vehículos como mínimo, durante la hora de máxima demanda en un día característico de la semana. Una ruta principal cuenta con las siguientes características:

- Es la parte del sistema vial que funciona como la red primaria de flujo de tránsito;
- conecta importantes áreas de generación de viajes; e
- incluye caminos interurbanos que atraviesan la ciudad o ingresan a ella.

6. Interrupción del tránsito continuo

Cuando las condiciones de operación de la vía primaria provocan que el tránsito de la secundaria sufra demoras o riesgos excesivos al entrar o cruzar la primera, es necesario aplicar la interrupción de tránsito continuo. También se puede interrumpir el tránsito continuo cuando es difícil acceder o salir desde un predio (conjuntos habitacionales, fábricas, lanzaderas o patios de encierro, instalaciones hospitalarias o para atención de emergencias). Este objetivo puede lograrse con el uso de botones de solicitud de paso o detectores.

Con base en un estudio, los semáforos se justifican si:

- Los vehículos han esperado un tiempo mayor a 90 segundos, con excepción de vehículos de emergencia
- que tienen preferencia de paso;
- el volumen en la vía primaria es mayor a 800 vehículos por hora, con una velocidad mayor a 40 km/h; y
- no hay semáforo a menos de 200 m del cruce.

7. Antecedentes de hechos de tránsito

La instalación de semáforos no ha demostrado la reducción de hechos de tránsito. Para justificar su uso, se debe cumplir con alguna de las condiciones señaladas anteriormente y aquellas indicadas a continuación.

Los requisitos para la instalación de semáforos, relativos a antecedentes de hechos de tránsito, son únicamente:

- Que no se haya reducido la frecuencia de estos eventos después de realizar mejoras geométricas y de aplicar una señalización que haya resultado efectiva en otros casos.
- Que en los últimos doce meses se hayan producido cinco o más incidentes en los cuales hubieran heridos o daños a la propiedad y que hayan sido susceptibles de evitarse con semáforos.
- Que la instalación no interrumpa considerablemente el flujo progresivo del tránsito.

Si se instala en una intersección dentro de un sistema coordinado, es preferible que sea semi-accionado por el tránsito; si se instala en una intersección aislada en la cual proporcione detección peatonal, debe ser totalmente accionado por el tránsito.

8. Cruces con vía férrea

Cuando existen cruces con vías férreas principales tipo «A» o «B», de acuerdo a la clasificación de la NOM-050-SCT2-2017 Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas, se requieren semáforos que adviertan a los peatones y conductores la aproximación de un tren.

9. Combinación de las condiciones anteriores

La instalación de semáforos se justifica cuando dos o más de los requisitos mencionados anteriormente se satisfacen en un 80% del valor indicado para cada uno de ellos. En estos casos, la decisión debe apoyarse en un análisis completo de todos los factores que intervienen, y sólo después de haber implementado otras soluciones que causen menos demoras e inconvenientes al tránsito.

Elementos que componen un semáforo

Los semáforos constan de una serie de elementos físicos, cuyas definiciones y características se describen a continuación:

1. Soporte

Sujeta la cabeza del semáforo y sitúa los elementos luminosos de tal manera que los peatones y conductores tengan una visibilidad óptima. Los elementos de soporte deben permitir ajustes de las caras de los semáforos de forma angular, vertical y horizontal. También, sujeta las señales audibles o vibratorias, así como el dispositivo de Botón de solicitud de paso peatonal.

Existen cuatro tipos de soportes: poste sencillo, poste con ménsula corta, poste con ménsula larga y USM. El tipo de soporte a ser usado depende de varios factores, como la necesidad de proyección sobre la vía, las características geométricas del lugar, la carga a soportar, la velocidad del viento, las condiciones de visibilidad, la composición del tránsito y el ancho de las vías. En ningún caso se deben usar semáforos suspendidos en cables.

2. Cabeza

Es el conjunto de las caras del semáforo.

Cara: Es el conjunto de señales orientadas en la misma dirección, y proporcionan indicaciones a los usuarios de la vía. Cada cara se compone de señales, lente y visera.

Señal: Las señales luminosas deben ser encendidas de manera independiente para lograr uniformidad en su posición, así como tener luminosidad satisfactoria y suficiente.

Adicionalmente a las caras completas, pueden tener indicaciones como flechas o pictogramas de peatón o bicicleta, o símbolos para el transporte público de pasajeros. En ningún caso deben tener palabras o letreros como «PARE» o «SIGA». Las señales también pueden ser auditivas o vibratorias.

Lente: Es el componente transparente de la señal luminosa, cuya función es proteger los elementos internos contra los impactos y la intemperie.

Visera: Es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las señales luminosas para evitar que los rayos del sol incidan sobre ellas, provocando la impresión de estar iluminadas. También, impide que la señal emitida se vea desde otros lugares distintos a aquél hacia el cual está enfocada.

3. Carcasa

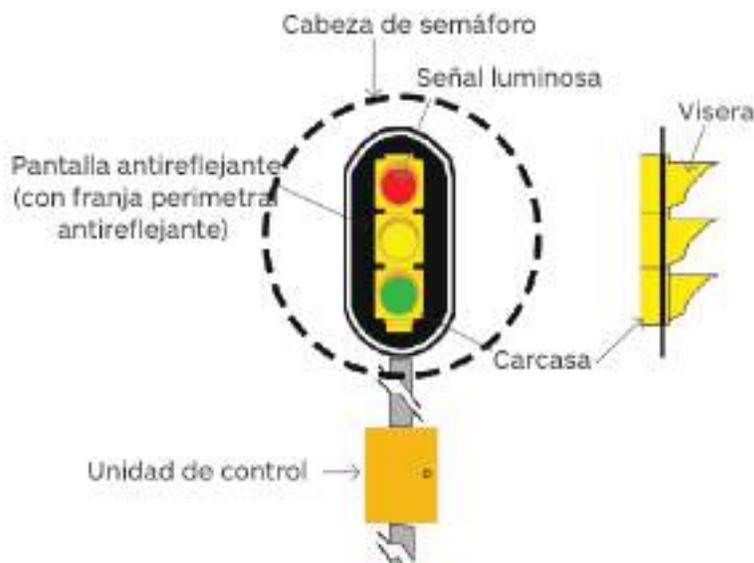
Es la parte del semáforo que aloja los elementos que integran las caras.

4. Equipo de control semafórico

Es el mecanismo electrónico que sirve para realizar los cambios de emisión de señales luminosas en el semáforo, a partir de una programación preestablecida. Bajo ciertas condiciones, puede ser operado manualmente por los agentes de tránsito.

Adicionalmente, el equipo de control procesa la información generada por los detectores para ajustar los tiempos de acuerdo a las necesidades de la intersección. Pueden recibir y enviar información a un centro de control o controlador maestro, para optimizar el control del tránsito y su operación. Además, proveen elementos que garantizan la seguridad de los usuarios, evitan señalizaciones conflictivas y reportan al centro de control el tipo de falla que puede presentar. Los semáforos se pueden complementar con sensores o detectores de tránsito y pueden estar solos o en grupos de señales, en cuyo caso el conjunto de caras de las señales debe mostrar la misma señal en todo momento.

Ilustración 70. Elementos de un semáforo



C6.6.5.1 Semáforo para peatones

Regula el tránsito de personas en los cruces peatonales de una intersección, por medio de indicaciones luminosas. Se debe implementar en todas las intersecciones semaforizadas en vías urbanas deben contar con este tipo de dispositivo y su uso puede complementarse con un botón de solicitud de paso peatonal y/o un altavoz. Las caras deben tener dos señales luminosas de forma circular y el lente de los semáforos peatonales debe ser de 0,20 m por lado. Se debe instalar por lo menos un semáforo en cada sentido del tránsito de peatones. La señal luminosa debe ser visible en toda el área del paso peatonal, y los semáforos deben ser instalados de modo que no sean bloqueados por mobiliario urbano o señalización vertical, entre otros. La parte inferior de la cara debe estar 2,00 m sobre el nivel de la banqueta, para asegurar que la indicación está dentro del campo visual del peatón.

Asimismo, por lo menos una cara, y de preferencia dos caras del movimiento principal, debe localizarse entre dos líneas que se intersectan en el centro del acceso a la intersección, 4,00 m antes de la marca *Raya de alto*. Debe contar con un ángulo menor o igual a 20°, en ambos lados del centro de la intersección.

Su disposición sólo debe ser vertical, con la señal luminosa roja en la parte superior y la verde en la parte inferior. Cuando se active la fase verde, debe aparecer un contador regresivo en color ámbar en la señal superior, para indicar a los peatones el tiempo que les resta para cruzar la intersección de forma segura.

La secuencia de activación de las señales debe ser roja-verde-roja para indicar:

- **Señal roja:** símbolo de un peatón en espera para indicar a este tipo de usuarios que no deben cruzar.
- **Señal verde:** símbolo de un peatón en marcha para indicar que se puede cruzar la vía.

Las señales no pueden ser de otro color en ningún caso, y los símbolos que aparecen en las señales luminosas no deben estar animados; las dimensiones de los símbolos se especifican en la página correspondiente. Cuando se prolonga la fase en la cual está encendida la señal verde peatonal, y el conteo regresivo haya finalizado, la señal de contador debe permanecer apagada hasta que reinicie la fase. En esta situación, la secuencia debe incluir el verde destellante para advertir a los usuarios que deben detenerse si aún no ingresan a la intersección o deben despegar el cruce si están dentro de ésta.

Ilustración 71. Semáforo para peatones



C6.6.5.2 Semáforo para ciclistas

Regula el tránsito de bicicletas por medio de indicaciones luminosas. Se coloca en vías urbanas, solamente de forma vertical, en las intersecciones que cuenten con carriles exclusivos para la circulación de bicicletas y no requiere dispositivos adicionales. Este tipo de señales se debe colocar sólo cuando existen carriles exclusivos para la circulación de bicicletas.

Longitudinalmente, se debe ubicar una cara en señal baja, a no menos de 2,00 m después de la marca *Raya de alto* (segunda raya del área de espera para bicicletas y motocicletas). Puede estar colocada en el mismo soporte que los semáforos peatonales.

El lente de los semáforos peatonales debe ser de 0,20 m por lado. La parte inferior de la cara debe estar 2,00 m sobre el nivel de banqueta, para asegurar que la señal está dentro del campo visual del ciclista. Por lo menos una cara, y de preferencia dos caras del movimiento principal, debe localizarse entre dos líneas que se intersectan en el centro del acceso a la intersección, 4,00 m antes de la marca *Raya de alto*. Debe contar con un ángulo menor o igual a 20°, en ambos lados del centro de la intersección. Sólo debe instalarse de forma vertical, con la señal roja en la parte superior y la verde en la inferior. En vías ciclistas compartidas con tránsito peatonal, el semáforo sólo debe contar con la cara peatonal.

La secuencia de activación de las señales debe ser roja-verde-verde destellante-roja para indicar:

- **Señal roja:** símbolo de bicicleta para indicar a los ciclistas que no deben cruzar.
- **Señal verde:** símbolo de bicicleta para indicar que se puede cruzar la vía.
- **Señal verde destellante:** símbolo de bicicleta para advertir a los ciclistas que el periodo de verde asignado a un flujo vehicular ha terminado y está por iniciar el periodo de rojo; por lo tanto, deben disminuir la velocidad para detenerse si se encuentran antes de la intersección.

Las señales no pueden ser de otro color en ningún caso y los símbolos que aparecen en las señales luminosas no deben tener ningún tipo de animación. Sus dimensiones se especifican en el siguiente diagrama.

Ilustración 72. Semáforo para ciclistas



C6.6.5.3 Semáforo para transporte público

Regula el tránsito de vehículos de transporte público de pasajeros, cuando existen carriles exclusivos para buses, o cruces a nivel de tranvía o tren ligero. Se coloca en vías urbanas, de forma vertical, en las intersecciones de vías para la circulación de transporte público de pasajeros.

El lente de los semáforos peatonales debe ser de 0,20 m por lado. Cuando se trate de señales bajas, la parte inferior de la cara del semáforo debe estar 2,50 m sobre el nivel de la banqueta u hombro. En el caso de señales elevadas, la parte inferior debe estar 5,50 m sobre la superficie de rodadura. Por lo menos una cara, y de preferencia dos caras del movimiento principal, debe localizarse entre dos líneas que se intersectan en el centro del acceso a la intersección, 4,00 m antes de la marca Raya de alto. Debe contar con un ángulo menor o igual a 20°, en ambos lados del centro de la intersección.

Este tipo de semáforos se debe colocar verticalmente; la disposición horizontal sólo se emplea cuando se coloca en el brazo superior de una USM, o cuando se justifique por restricciones de espacio vertical. La secuencia debe ser *pare-siga-cede el paso* (cuando exista)-*advertencia-pare*, para indicar:

Ilustración 74. Semáforo de transporte público



Ilustración 73. Señales para semáforo de transporte público

Señal siga: símbolo de barra en posición vertical en color blanco, el cual indica a los operadores de los vehículos de transporte público que pueden seguir de frente.



Señal de giro: símbolo de barra en posición diagonal hacia la derecha o izquierda en color blanco, el cual indica la posibilidad de dar vuelta; la inclinación señala el movimiento permitido.



Señal de ceda el paso: símbolo de triángulo equilátero invertido en color blanco, para indicar que se puede avanzar siempre y cuando no haya peatones o vehículos que impidan la maniobra.



Señal de advertencia: símbolo de círculo en color blanco, para indicar a los operadores que el periodo de siga asignado ha terminado y está por iniciar el periodo de alto; por lo tanto, deben disminuir la velocidad para detenerse si se encuentran antes de la intersección.



Señal de pare: símbolo de barra en sentido horizontal en color blanco, el cual señala a los operadores que deben detenerse previo a la marca *Raya de alto* o *punto de pare*.



C6.6.5.4 Semáforo general para vehículos

Regula el tránsito de vehículos por medio de indicaciones luminosas, estableciendo el derecho de paso. Se coloca en vías que cumplan con las condiciones estipuladas en el inicio de este apartado y no requiere dispositivos adicionales.

El lente de los semáforos peatonales debe ser de 0,20 m por lado y 0,30 m en el tramo en el cual concluye una vía de acceso controlado. La necesidad de instalar más de una cara para carriles de movimientos principales en cada acceso a una intersección depende de condiciones locales especiales como el número de carriles, el requerimiento de indicaciones direccionales, la configuración de la intersección, las islas de canalización, etc. Lo anterior debe justificarse con un estudio de ingeniería de tránsito que concluya que las caras son necesarias para lograr una visibilidad anticipada e inmediata a la intersección, considerando el eje y cono de visión de cualquier conductor que se aproxime.

En todos los demás casos, el número de caras se determina de la siguiente manera:

- **Vía de máximo dos carriles:** una cara colocada en poste propio.
- **Vía de tres a cuatro carriles:** una cara instalada en poste propio y otra en una ménsula larga.
- **Vía de más de cuatro carriles:** una cara en poste propio y otra en ménsula larga a cada lado de la vía.

Se debe ubicar una cara longitudinalmente para satisfacer los requerimientos de vueltas a la izquierda y a la derecha. Al menos una de las caras, aunque de preferencia, toda debe ubicarse:

- **En señal baja,** a no menos de 4,00 m después de la marca *Raya de alto*.
- **En señal elevada,** a no menos de 5,00 m después de la marca *Raya de alto*.

En ningún caso se debe colocar una cara posterior al cruce de la intersección.

Una señal luminosa debe distinguirse claramente desde una distancia mínima de 200 m en condiciones atmosféricas normales, en vías con velocidades permitidas de hasta 60 km/h; en el caso de vías con velocidad mayor a 60 km/h, los semáforos deben observarse desde 300 m. Las flechas direccionales deben distinguirse desde 60 m como mínimo. En las pendientes ascendentes que se tornan planas 30 m antes de la marca *Raya de alto*, es posible que el semáforo no cumpla con las condiciones de distancia mínima de visibilidad. En estos casos, se debe comprobar que la elevación sea la apropiada; de lo contrario, se debe instalar un semáforo previo y colocar la señal Semáforo. Por lo menos una cara, y de preferencia dos caras del movimiento principal, debe localizarse entre dos líneas que se intersectan en el centro del acceso a la intersección, 4,00 m antes de la marca *Raya de alto*. Debe contar con un ángulo menor o igual a 20°, en ambos lados del centro de la intersección. Las señales luminosas de los semáforos para el control vehicular se deben colocar verticalmente; la disposición horizontal sólo se emplea cuando se coloca en el brazo superior de una Unidad de Soporte Múltiple (USM), o cuando se justifique por restricciones de espacio vertical. Las señales deben ser roja, ámbar y verde, dispuestas en ese orden de arriba hacia abajo en semáforos verticales, o de izquierda a derecha en horizontales, bajo ningún concepto los semáforos vehiculares deben tener contador.

Ilustración 75. Secuencia de activación de un semáforo



Señal roja: señala a los conductores de vehículos que deben detenerse antes de la marca *Raya de alto*. Las señales no pueden ser de otro color.

Señal ámbar: advierte a los conductores que el periodo de verde asignado a un flujo vehicular ha terminado y está por iniciar el periodo de rojo; por lo tanto, deben disminuir la velocidad para detenerse si se encuentran antes de la intersección.

Señal verde: indica a los usuarios que pueden seguir de frente; los conductores de vehículos pueden dar vuelta, siempre y cuando ninguna señal prohíba dicho movimiento y la vía esté despejada de peatones u otros vehículos. En vías unidireccionales, los conductores de vehículos pueden dar vuelta a la izquierda cuando el sentido de la vial o permita, menos cuando lo restringe una señal *Prohibido dar vuelta*.

En ningún caso se puede cambiar de luz verde a roja sin que antes aparezca el ámbar; sin embargo, en cambios de rojo a verde total con o sin flecha direccional, no se debe mostrar la luz ámbar. Tampoco deben aparecer combinaciones de colores simultáneamente, excepto cuando haya flechas direccionales verdes simultáneas con ámbar o rojo.

En horario nocturno, desde las 23:00 hasta las 5:00 horas, cuando el volumen de circulación en las intersecciones de vías secundarias disminuye al 50% o menos del mínimo especificado en las condiciones para justificar la instalación de un semáforo, se recomienda sustituir su operación normal por destellos. La señal luminosa ámbar intermitente debe ubicarse en la vía de mayor jerarquía, para indicar a los conductores de los vehículos que deben realizar el cruce con precaución; en la vía de menor jerarquía se coloca la roja intermitente, para indicar a los conductores que deben detenerse previo a la marca *Raya de alto* o frente al semáforo; el derecho de paso queda sujeto a las normas aplicables para indicaciones de alto. Nunca se debe utilizar esta configuración de señales en intersecciones de vías primarias.

Los semáforos vehiculares pueden contener una flecha para indicar a los conductores de los vehículos que pueden girar a la izquierda o derecha. El tránsito vehicular que gira en una intersección debe ceder el paso a los peatones que se encuentren dentro del arroyo vial.

C6.7 Infraestructura verde y subterránea

La infraestructura de un proyecto vial se compone del pavimento, las redes subterráneas, y el proyecto de obras inducidas. La definición del tipo de pavimento a utilizar se define con base en el uso del espacio por parte de las personas y de los vehículos. El pavimento se refiere al material y acabado en el espacio de circulación peatonal y/o de tránsito vehicular. Los pavimentos deben ser seguros, es decir, la rugosidad debe permitir una tracción anti-deslizante aún en condiciones húmedas, los bordes deben ser visibles. También, deben ser continuos (predominantemente superficies lisas donde las juntas no sean obstáculos). Finalmente, deben ser cómodos, no deben ser reflectantes en exceso y debe ser agradables al transitarlo.

En el diseño del proyecto de pavimento, es importante considerar el manejo del agua pluvial. Se recomienda considerar diseños que conduzcan el agua fuera de las zonas principales de tránsito peatonal y vehicular. Una vez que el agua sea redirigida, es recomendable primero retardar el paso de la misma, en espacios públicos se puede brindar la posibilidad de contacto y disfrute. Después, mediante jardines de lluvia o puntos de infiltración se puede lograr la recarga a los mantos freáticos (en caso de existir), reduciendo la carga sobre el sistema drenaje. Finalmente, es recomendable retener el agua en cisternas o tanques de almacenamiento para su aprovechamiento en riego o limpieza, o para dirigir hacia el drenaje una vez pasada la lluvia.

El agua siempre encuentra su curso, y los principales afectados son los peatones al ver inundadas las rampas e imposibilitar su paso. También los ciclistas se ven afectados, ya que los bombeos de las calles dirigen el agua hacia las bocas de tormenta generalmente ubicadas en los carriles extremos, y es el carril de la extrema derecha el que principalmente usan los ciclistas. En caso de contar con infraestructura ciclista segregada, es muy importante diseñar carriles permeables, que eviten el estancamiento de agua y permitan que el ciclista pueda acceder o salir fácilmente cuando sea necesario.

La mayoría de los servicios urbanos se encuentran en redes subterráneas, su ubicación debe ser considerada en el proyecto de rediseño de calle. Estas redes son la de drenaje y agua pluvial, de abastecimiento, energía eléctrica, telecomunicaciones y gas. En la selección de pavimentos, es importante considerar que estas instalaciones requieren en ocasiones romper el material para realizar ajustes en las mismas. Se recomienda contar con pavimentos modulares en entornos peatonales que permitan el posterior ajuste, sin causar discontinuidades en el mismo. En el caso del arroyo vehicular, se debe garantizar la continuidad especialmente con las alcantarillas. Algunas instalaciones como el gas natural van al centro del carril de la extrema derecha. Cualquier modificación debe garantizar que quede un pavimento continuo, o puede convertirse en una zanja similar a la de un riel en el espacio donde circula principalmente el ciclista.

Por su parte, las obras inducidas son aquellas que atienden problemas técnicos durante la obra y la operación del proyecto de rediseño de la calle. Es importante realizar previo al diseño, la gestión con todos los proveedores usuarios del subsuelo, con el objetivo de obtener cartografía con la ubicación precisa de las instalaciones, y conocer planes a futuro que puedan afectar el proyecto. De esta forma, existe menos riesgo de realizar modificaciones una vez construido.

C6.7.1 Infraestructura verde

Entre las tareas que una vía urbana tiene, se encuentra el soportar las redes técnicas. Igualmente dotar de sombra y masa vegetal a las ciudades y sus habitantes.

En tiempos recientes y ante la crisis sin precedente que en materia ecológica atravesamos en el plano global, se ha vuelto indispensable reforzar el sentido y aporte ambiental que la vía ha mantenido desde siempre.

En este sentido, la inclusión de un modelo de infraestructura orientado al soporte ambiental de la ciudad ha tomado fuerza en las últimas décadas partiendo del concepto de reconstrucción del ciclo del agua en las urbes. Fenómeno natural que se ha visto interrumpido a medida que las ciudades se expanden y cubren de asfalto y concreto.

Para muchos el concepto de infraestructura verde tradicionalmente se opone al de infraestructura tradicional o gris en materia de gestión de aguas, sin embargo, esta visión resulta errónea. En un ambiente ideal, ambos modelos deberían interactuar de forma común en la ciudad y operar bajo la premisa de reducir el impacto ambiental que las ciudades y las actividades humanas que ahí se desarrollan tienen hacia el ecosistema.

Si bien, el concepto de infraestructura verde es bastante reciente en cuanto a su definición contemporánea, lo cierto es que las vías han soportado este tipo de infraestructura desde siempre en forma de masa vegetal y espacios públicos. Lo nuevo es la integración del concepto de sistema y red que hacen que la Infraestructura Verde opere de manera eficiente en las ciudades, mejorando las condiciones del lugar y elevando las condiciones de vida de sus habitantes.

Las técnicas que la infraestructura verde aplica para que la vía pueda ofrecer estas características son variadas y obedecen a las condiciones propias de cada lugar. No es lo mismo tratar de capturar y gestionar agua pluvial en un ambiente templado húmedo a uno seco y árido. Si bien el concepto en general es el mismo, habrá que diferenciar distintos factores desde las características del subsuelo, los regímenes de lluvia y evaporación o el tipo de vegetación endémica de cada lugar, aspecto este último que resulta indispensable de comprender dentro del marco de la Infraestructura Verde.

La tarea que realiza la masa vegetal en las ciudades es extremadamente importante, sin embargo, su relevancia ha sido tradicionalmente limitada a aspectos meramente paisajísticos, dejando de lado sus otros muchos aportes. La vegetación de las ciudades es la responsable de gestionar un gran volumen de la contaminación que en las urbes se produce, un solo árbol maduro puede capturar hasta 350 kg de CO₂ anualmente, lo que resalta su importancia como componente del diseño urbano de las ciudades.

Sin embargo, no solo los árboles realizan funciones importantes en cuanto al medioambiente urbano corresponde. La vegetación baja puede también realizar importantes aportes al mantenimiento del espacio urbano. Muchas plantas pueden mediante sus procesos naturales eliminar del suelo contaminantes que se precipitan desde la atmósfera o son resultado de las actividades humanas.

En general la combinación de infraestructura construida y masa vegetal a la que denominamos Infraestructura Verde ofrece una gran posibilidad a las ciudades y sus habitantes para la mejora en la calidad de vida de los mismos. Pero también, como una forma de enfrentar los grandes retos que en materia ambiental enfrentamos como sociedad global.

Si bien los retos que enfrentamos hacia el evidente cambio climático en el planeta son muchos, la principal estrategia con la que contamos hasta ahora es hacer nuestros hábitats más resilientes ante estas transformaciones. En este sentido, ningún hábitat es tan importante y predominante como los son las ciudades donde en la actualidad habita más de la mitad de la población mundial, el 78 % de la población latinoamericana y más del 80 % de la mexicana. Y son sus vías extendidas por miles de kilómetros un factor que puede y debe incidir hacia una estrategia de ciudad eficiente y resistente, rumbo a los retos que se nos avecinan en materia ambiental.

Los beneficios ambientales de la recarga de los acuíferos o del uso de agua de lluvia en actividades que normalmente requerirían agua potable son innegables. Hay un beneficio colateral adicional muy importante: reducir los escurrimientos pluviales en las vías, en especial durante eventos súbitos de lluvia intensa, y por lo tanto evitar el colapso del sistema de drenaje y las inundaciones. Disminuir la escorrentía y retener el agua son dos elementos claves que se debe buscar en las calles.

Además, se deberá asegurar la infiltración hacia las raíces de los árboles y jardineras para evitar gastos de riego y encaminar correctamente el agua fuera del espacio público hacia superficies permeables o coladeras conectadas a la red de desagüe subterránea para evitar encharcamientos.

Se recomienda que al diseñar o rediseñar una calle, se prevean las siguientes soluciones:

Plantación de árboles y plantas de follaje alto para la retención de aguas de lluvia

Retiene el agua durante la lluvia, aunque tiene un límite de saturación muy bajo. Se debe complementar con otras medidas, los cobeneficios son altos: sirve además como protección de la lluvia para las personas, y tiene importantes servicios ambientales, sombra y mitigación del fenómeno de isla de calor.

Implementación de pozos, arriates (jardineras) y alcorques para la infiltración directa de las aguas de lluvia

Los pozos y arriates de infiltración son elementos que permiten conducir el agua de lluvia desde las capas superiores hasta las inferiores del subsuelo.

Estos pozos se instalarán a lo largo de las vías, camellos y ampliaciones de esquina, mediante la construcción de guarniciones elevadas de sobre el nivel de arroyo y banqueteta, con bocas de por lo menos 20 cm para permitir la entrada de agua a su interior.

A partir de esta estructura, se implementarán distintas capas de material filtrante que permitirán la limpieza de las aguas captadas hacia los estratos inferiores del subsuelo, aprovechando el desnivel en relación a la banqueteta y el arroyo del lecho bajo del pozo que permite la retención de agua.

En algunos casos se podrán combinar estos medios de infiltración superficial con otros de infiltración profunda o distribución de la carga pluvial a lo largo de la calle mediante ductos perforados que den lugar a una distribución rápida y eficiente de la descarga hidráulica.

La paleta vegetal de este tipo de elementos incluirá plantas y árboles seleccionados en el catálogo de vegetación aprobado, con la capacidad de absorber agua y filtrarla para reenviarla a los mantos acuíferos libre de elementos contaminantes.

Los pozos y arriates se posicionarán en banquetetas de 340 cm de ancho mínimo, lo que permite al peatón a seguir su trayecto en la banqueteta dentro de un ancho de circulación mínimo de 180 cm. En el caso de las ampliaciones de esquina se deberá considerar que estas zonas no interfieran con la visual del peatón y los conductores de vehículos, ni con las líneas de trayecto de los peatones.

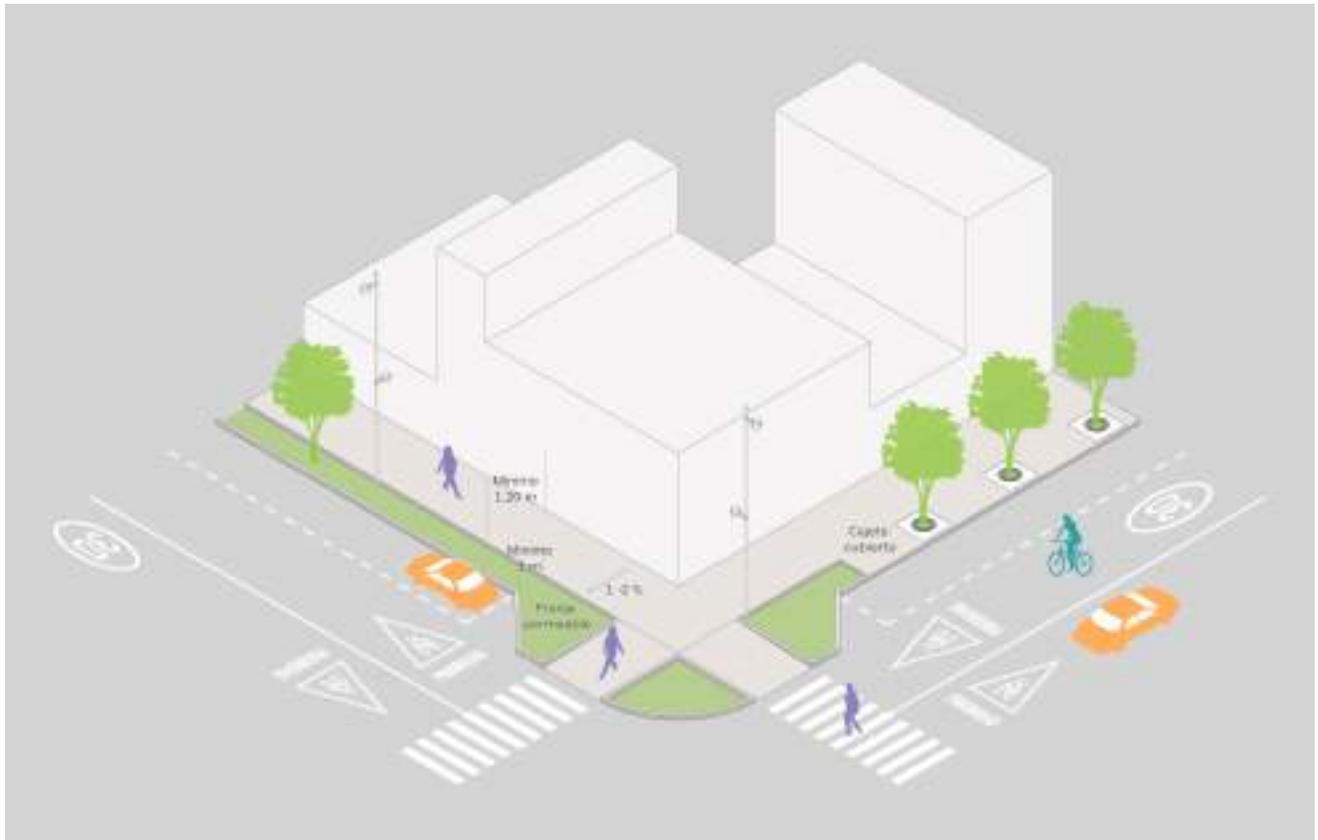
Se permite también que el agua de lluvia recolectada en los ejes viales será canalizada hacia los pozos de infiltración por medio de aberturas a nivel de guarnición en la banqueteta. En este caso se deberán integrar al sistema de filtros para captación de residuos producidos por el material rodante de las calles según la especificación de los detalles constructivos.

En el caso de las banquetetas y para permitir al subsuelo de absorber la mayor cantidad de aguas de lluvias en caso de eventos meteorológicos excepcionales, se realizará un cárcamo (para infiltración cada 50 m² con capacidad de 3 m³), situado bajo las capas filtrantes que soportan las piezas de concreto prefabricadas.

La función de estos cárcamos es de almacenar agua en caso de grandes lluvias y permitir al subsuelo de absorber poco a poco el agua en exceso. Su constitución será de materiales filtrantes y materiales pétreos según la especificación resultante que el estudio de mecánica de suelos arroje.

Los arriates (popularmente conocidas como *jardineras*), alcorques (cajetes) o áreas jardinadas en banquetetas y camellones, tienen una función limitada de recarga de agua pluvial, por la baja o a veces nula capacidad de infiltración. Sin embargo, pueden retener el agua en momentos de lluvia crítica.

Ilustración 76. Dimensionamiento de alcorques y áreas verdes y arriates



Fuente: Adaptada Mpio Puebla, 2014

Las jardineras y alcorques se instalan en la franja de mobiliario o en camellones, no deben instalarse en la franja peatonal en banquetas. Se pueden colocar cajetes cubiertos en áreas de movilidad peatonal siempre y cuando el árbol exista previamente (en el caso de ampliaciones de banqueta), pero deberán tener la rejilla adecuada.

Se deben garantizar la permeabilidad peatonal transversal en una calle y la visibilidad, por lo que las dimensiones deben permitir el cruce de peatones al menos cada 3 m. La altura de los arriates debe ser menor a 60 cm. Las pendientes de banqueta deben garantizar el encaminamiento del agua pluvial sin afectar el nivel de servicio peatonal, con pendientes transversales de entre 1% y 2%.

Ilustración 77. Ejemplo de bombeo central: pendientes y encaminamiento del agua



Fuente: Adaptada de Universidad de Montreal, 2008

Procedimiento constructivo.

Niveles

Los pozos y arriates infiltrantes funcionan por gravedad, por lo que resulta determinante identificar y marcar los niveles máximos y mínimos del espacio donde se pretende implementar. Se recomienda siempre aprovechar las pendientes existentes y diseñar el espacio en base a las mismas, generando celdas de retención con superficies de entre 8 a 12 m². Para esto se podrán confinar estos espacios mediante la construcción de esclusas separadoras de concreto, acero, madera tratada o materiales plásticos.

En general una diferencia de dos centímetros entre las componentes del sistema es suficiente para permitir el desplazamiento del agua de una celda a otra. Cada celda tiene una o varias bocas de acceso de agua y una o más salidas una vez que esta se satura, es importante controlar los niveles de entrada y salida de las celdas a fin de que el agua se mueva de forma continua y uniforme sobre todo el sistema.

Trazo

Los arriates y pozos de infiltración deben estar delimitados por elementos construidos o bien geometrizados e integrados a las áreas peatonales dando lugar estructuras de retención y captación de agua que se requieran.

Una vez que se tiene claro los niveles de la topografía del lugar, se procede a delimitar el espacio, considerando siempre la accesibilidad del lugar así como las posibles relaciones con vías colindantes. El trazo cómo se ha mencionado antes se basa e generar espacios para la retención de agua de lluvia mediante escurrimientos sucesivos, controlados de acuerdo la capacidad de retención de cada espacio.

Por ubicarse en vías, para que un pozo de infiltración o arriate infiltrante opere de manera adecuada se debe considerar su relación con el arroyo vehicular, pasos peatonales, y elementos preexistentes, como árboles, postes o registros.

Colado de elementos

Tanto para el caso de pozos como arriates de infiltración se procederá primero al colado de las guarniciones perimetrales de estos elementos. Cuidando cómo se ha mencionado antes los niveles necesarios para que cada celda funcione de manera adecuada.

La profundidad de las guarniciones puede variar pero se debe considerar siempre que el nivel cero de proyecto sea el arroyo en su parte más alta en el caso de que existan pendientes. A partir de este nivel hay que considerar que la corona de la guarnición al arroyo tendrá al menos + 15, el lecho bajo del jardín -20 y la corona de la guarnición a banqueta +30, finalmente la banqueta + 15 de este modo se confinan los niveles necesarios para la operación del sistema.

Los elementos interiores que confinan las celdas por otro lado se deben construir por separado siempre bajo la premisa de permitir el flujo por gravedad del agua.

Además, por encontrarse en relación a la vía, se recomienda que el concreto para guarniciones y cadenas tenga una resistencia mínima de 200 Kg/cm². No se recomienda el uso de armados de acero en cadenas y guarniciones, en vez de esto se sugiere el uso de lana de poliéster y el colado de elementos en secciones no mayores de dos metros de largo.

Excavación

Una vez que se ha trazado y delimitado el proyecto, y luego del colado de los elementos de confinamiento se debe proceder a excavar las cepas que posteriormente serán rellenadas con materiales pétreos y que sustituirán los sustratos naturales.

El proceso de excavación para debe considerar varios factores, las condiciones del subsuelo existente, la existencia de vegetación y sus raíces, así como la profundidad de la excavación a realizar. La profundidad máxima a partir del nivel cero no se recomienda sobrepase los dos metros de profundidad y en general se mantendrá en el metro y medio dependiendo las características del subsuelo.

En general estas excavaciones se pueden realizar sin la necesidad de elementos de contención o ademamientos, asumiendo el talud natural de la excavación e integrando geomalla biaxial para retener las paredes de la excavación, luego del relleno.

Estas paredes se consolidan rápidamente una vez que se inicia el relleno con las distintas capas de materiales pétreos, la geomalla queda ahogada entre el relleno y las paredes ayudando a la consolidación del terreno.

La excavación es un proceso relevante en los proyectos de infiltración, es importante, mantener una adecuada limpieza del lugar para poder realizar las maniobras necesarias para el traslado del material. En algunos casos el resultado de las excavaciones puede ser usado dentro del mismo proyecto para la ejecución de elementos paisajísticos, en otros el material extraído cuenta con características aprovechables para otro tipo de obras.

Rellenos

Una vez concluidas las excavaciones se deberá proceder de inmediato al rellenado de la primera capa de material que puede ser el resultado de la demolición de cuerpos de concreto reducidos a un tamaño no mayor de 10", basalto o tezontle con esas mismas proporciones. Este material se acumulará hasta que esté a 70 cm del nivel final que será el nivel de plantación de la vegetación incluida en el jardín al menos -20 del nivel +/-00.

Posteriormente se colocará una capa de 30 cm de grava de 3/4" que funciona como soporte para las capas de filtración y de tierra vegetal. Posteriormente se colocarán 10 cm de arena que funcionan como un filtro de partículas, esta arena puede ser reemplazada por un geotextil que realiza la misma función de filtrar el agua y retener partículas, de usarse este método se debe elevar el nivel de los rellenos los 10 cm de arena que se eliminan.

Finalmente se colocará una cama de tierra vegetal de 30 cm de profundidad que recibirá la vegetación previamente seleccionada específicamente para cada proyecto.

Trampas defensas y separadores metálicos

Los elementos metálicos que complementan pozos y arriates obedecen a dos necesidades, la de retener partículas pesadas que puedan entrar al sistema y que una vez acumuladas puedan reducir la capacidad de captación del mismo. Las trampas van adosadas a los accesos de agua desde el arroyo y pueden tener varios diseños, su función principal dar lugar a un cárcamo que permita la sedimentación de partículas que pudieran reducir la capacidad de absorción del sistema.

Por otro lado, las barras protectoras de las apertura que permiten el escurrimiento desde el arroyo vehicular son necesarias a fin de impedir que algún vehículo accidentalmente entre al elemento cayendo debido a la diferencia de nivel. Estas barras pueden ser de placa de acero de al menos media pulgada de espesor o monten, en este caso se deberá galvanizar para garantizar su resistencia a la intemperie.

Finalmente, las guarniciones y separadores pueden ser fabricados en placas de acero siempre que se garantice mediante tratamiento su resistencia a la intemperie. En este caso se deberían diseñar las uniones y armados de forma eficiente y segura al peatón y otros usuarios de la calle.

Plantado

Después de colocar las capas filtrantes, se procede a la colocación de la cama de tierra vegetal que dará sustento a las plantas que se integran en cada proyecto. La integración de esta paleta vegetal es una parte importante del proceso de construcción del *Jardín Infiltrante* y de hecho es una de las claves en el buen funcionamiento del mismo.

La colocación de la masa vegetal debe considerar varios aspectos, entre ellos la zona donde se encuentre el jardín, el tipo de suelo, así como la orientación del mismo. Se debe evitar el uso de especies que crezcan por encima del metro de altura debido a que dificultan el asoleamiento del resto de las plantas y bloqueen la visual de conductores y transeúntes.

Mantenimiento

El mantenimiento de pozos y arriates infiltrantes se concentra sobre todo en el adecuado manejo de la masa vegetal y la limpieza por basura y hojarasca.

Debido las condiciones favorables que genera el contar con un abasto de agua constante desde un subsuelo mejorado, puede llegar a existir una invasión de plantas oportunistas que generen una sobrepoblación del jardín.

Por ese motivo es importante el retirar regularmente las plantas invasoras del lugar, se recomienda que esta acción se realice por lo menos cada tres meses dependiendo del estado de cada jardín y su superficie.

La limpieza del lugar por otro lado se debe realizar todo el año de manera constante para retirar envolturas y plásticos que pudieran quedar atrapados en las celdas y entre la vegetación debido al arrastre de las aguas pluviales.

Esta misma se deberá intensificar durante los meses de otoño cuando los árboles perennes pierden su follaje, lo que puede ocasionar exceso de material orgánico dentro o en las trampas de acceso del jardín.

Otro factor a considerar es la limpieza de las esclusas que dividen las distintas áreas de infiltración, como se ha mencionado estas pueden estar fabricadas en una diversidad de materiales, que pueden deteriorarse a lo largo del tiempo. Por lo que resulta importante verificar su estado cada dos años así como llevar a cabo limpiezas periódicas debido a que son susceptibles.

Finalmente, se debe considerar la limpieza continua de las trampas para sólidos que se instalarán en las bocas de los jardines infiltrantes. Estas trampas tienen la misión de retener partículas que pudieran llegar hasta las celdas de infiltración distribuirse sobre la superficie y formar una capa impermeable que impida la adecuada operación del sistema reduciendo la infiltración del agua que escurra.

Jardines infiltrantes o de lluvia

Son espacios de retención, captación e infiltración de agua pluvial que consisten en capas permeables en el subsuelo que acelera la velocidad de infiltración. Cumplen con la doble función de retener e infiltrar, por lo que en principio pueden colocarse en diferentes tipos de suelo, aunque es preferible uno permeable. Incluso en suelos impermeables como los lacustres, pueden tener una importante función para reducir el volumen de lluvia en casos en las que la red de colectores se sature.

Se deberá diseñar el jardín para un tiempo de recuperación máximo de 24 horas para permitir su funcionamiento adecuado en el ciclo diario de lluvias. Sus dimensiones, número y ubicación dependen de la velocidad de infiltración del suelo.

Las dimensiones, tipo de suelo y tamaño de capas también dependen del área tributaria y del coeficiente de permeabilidad de ese espacio. Materiales como asfalto, concreto, empedrado o adoquín tienen niveles de permeabilidad distintos, cosa que deberá ser considerada para el diseño del *Jardín infiltrante*, por lo tanto, a pavimentos impermeables, mayor dimensiones y capacidad de infiltración de los jardines.

Tabla 59. Velocidades de infiltración en diferentes suelos

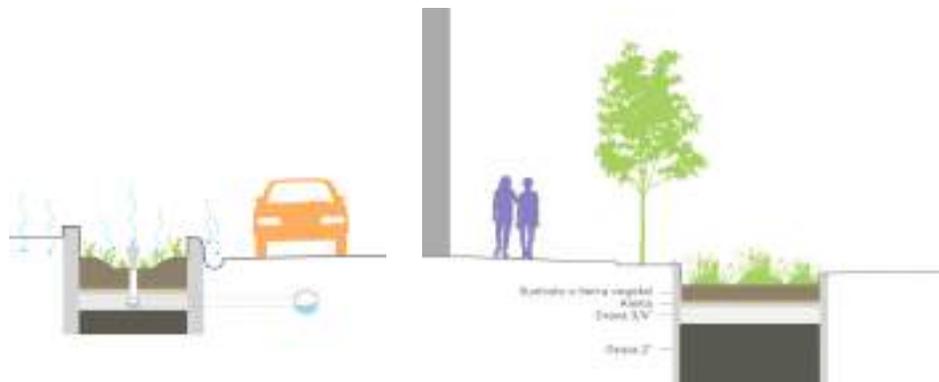
Tabla 35. Velocidad de infiltración en diferentes suelos	
Muy arenoso	20-25 mm/h
Arenoso	15-20mm/h
Limo-arenoso	10-15 mm/h
Limo-arcilloso	8-10 mm/h
Arcilloso	≤ 8 mm/h

Los jardines infiltrantes pueden implementarse en la banqueta (en la franja de mobiliario y vegetación), en las orejas y extensiones de banqueta, siempre y cuando no ocupen las líneas de deseo peatonal en los cruces. En los camellones se deberán proyectar cuidando que se permita el cruce peatonal transversal a la vía colocando pasos cada 30 m o cuando sea evidente que exista una línea de deseo peatonal.

Si el suelo permite la infiltración efectiva, un área jardinada será suficiente. Pero si se requiere una tasa de infiltración más potente, el jardín deberá incorporar capas de suelo que permitan capturar agua a la velocidad requerida. Para una velocidad de recarga óptima se puede usar un modelo estándar de 4 capas, la distribución más efectiva de materiales y profundidad depende de cada caso específico:

- Capa de 30 cm de tierra o sustrato vegetal.
- Capa de arena de 10 cm, que funcionará como filtro.
- Capa de 20 a 30 cm de grava controlada de 3/4" de diámetro.
- Capa de al menos 1.00 m de grava de 2" de diámetro, tezontle o basalto.

Ilustración 78. Jardines infiltrantes



Fuente: Adaptada de Mpio Puebla, 2014

La superficie del jardín debe estar al menos 10 cm por debajo del nivel de la banqueta o el arroyo vehicular, pero no más de 30 cm para no generar una barrera riesgosa. El jardín debe recibir el escurrimiento de la banqueta o arroyo al menos cada 10 m mediante una interrupción de la guarnición.

El diseño del jardín infiltrante debe incorporar un rebose que conectará a una red de conducción hasta el punto de infiltración o retención para su debido tratamiento. Las dimensiones y especificaciones de su instalación se encontrarán en función de cálculos hidráulicos previos a su diseño según la capacidad hidráulica y el gasto originado por la superficie o área tributaria correspondiente.

El diseño óptimo del jardín depende de diferentes aspectos que, en función de cada caso, puede adquirir importancia:

- **Cálculo del área tributaria.** La superficie por drenar en el arroyo vehicular y la banqueta.
- **Periodo de retorno.** El número de años en que un evento puede ser igualado o excedido en promedio y a la larga.
- **Intensidad de lluvia.** La intensidad de precipitación para un periodo de retorno definido, con una duración de 15 minutos.
- **Tipo de pavimento.** El coeficiente de permeabilidad del pavimento de la superficie a drenar, entre más impermeable sea el material de la vialidad más ancho debe ser el jardín de lluvia para mitigar los escurrimientos pluviales.

El mantenimiento de las redes de desagüe subterráneas (sacar la basura, destapar, limpiar o realizar reemplazos parciales de material filtrante) debe hacerse periódicamente si se quiere evitar que ésta se sature. Los costos e implementación de estas actividades de mantenimiento, se deben considerar dentro del presupuesto del proyecto idealmente, o en caso alternativo, antes de la finalización de las obras, se deben firmar los acuerdos institucionales que definan las autoridades a cargo de asumir los costos de dicho mantenimiento, de implementarlo y de darle seguimiento al cumplimiento de dichos acuerdos.

C6.7.2 Redes subterráneas

Debajo del arroyo vehicular y de las banquetas se deben preparar los espacios y canalizaciones donde se deben colocar los ductos por los que pasa el agua potable, las aguas negras, las aguas pluviales, las telecomunicaciones, la energía eléctrica, alumbrado, gas natural, etc.

En el proyecto de calles, se debe considerar la presencia de estas redes y analizar cómo la intervención puede afectar a las mismas y cómo resolver esas afectaciones. Del mismo modo, se debe pensar en el tratamiento que se le da a la superficie de la calle para conciliar la presencia de redes subterráneas y necesidades que éstas presentan con el diseño y concepción del espacio público. Es necesario realizar las gestiones correspondientes para cerciorarse de que el proyecto no perjudicará alguna de las redes o en su caso acordar con la instancia⁵¹ correspondiente las modificaciones pertinentes.

En ese sentido, los proyectos de mejora de calles pueden tener impacto sobre los siguientes tipos de redes. (Ver ilustración 5. Componentes de la calle en superficie y subterráneos en la página 68.)

Drenaje y pluviales

En México estas redes pueden presentarse separadas (red separativa) o en el mismo sistema. Desde el punto de vista del proyecto de infraestructura nueva o modernización de la existente, y teniendo presente que las necesidades de tratamiento de aguas negras y pluviales son diferentes, en la actualidad se recomienda proyectar una red separativa. En el caso de las aguas negras es necesario habilitar plantas de tratamiento mientras que en el caso de las aguas pluviales con una decantación para dejar sólidos pueden ser reutilizadas. La mayoría de las edificaciones la normatividad vigente obliga a un reuso de aguas pluviales en el edificio, así como de aguas negras a partir de una superficie determinada de construcción. Por ello es muy importante que las calles de la ciudad se encuentren preparadas para recibir, de forma separada, las aguas pluviales y residuales de los edificios y zonas públicas, o bien los excedentes de los mismos.

- **Red de drenaje.** Ductos intercomunicados de recepción y conducción de las aguas negras procedentes de los edificios dentro de una ciudad. Estos ductos funcionan en régimen de lámina libre, es decir, funcionan por gravedad y se conducen hasta una planta centralizada de tratamiento de las aguas residuales (PTAR).
- **Red pluvial.** La red pluvial incluye las coladeras en calles, los registros de conexión para acometida de aguas pluviales de edificios, y las redes de tuberías específicas para la conducción hasta los puntos de laminación (tanques de tormenta). Al igual que en el caso de la red de drenaje, en la medida de lo posible se recomendará siempre el trazado de la red con la pendiente que garantice la conducción del agua por gravedad. De esta forma se evita el uso de equipo de bombeo que, además de suponer un alto costo de inversión y un mantenimiento específico asociados, implican un alto consumo energético para la ciudad.

51. Un ejemplo de instancia que facilita estas gestiones es el Comité de Usuarios de Subsuelo del Gobierno de la Ciudad de México que depende de la Secretaría de Protección Civil.

Abastecimiento

Desde los puntos de captación de agua dulce en la ciudad (pozos, ríos, desaladoras de agua de mar, entre otros), la red de abastecimiento está compuesta por las tuberías de conducción de agua potable y de los equipos de bombeo necesarios para garantizar la presión y caudal necesarios. La red de agua de abastecimiento acomete a cada edificio o área pública mediante registros de conexión. Con el objetivo de eficientar el sistema y evitar gastos por fugas en puntos no definidos, se recomienda monitorear los puntos principales de la red, así como el equipo central de bombeo, para tener un control preciso de los consumos en cada punto y facilitar el mantenimiento preventivo del sistema completo.

Energía eléctrica

La red eléctrica en las mayorías de las calles de México se encuentra de forma aérea en su totalidad, lo cual supone un claro atraso desde un punto de vista de operación, mantenimiento e impacto visual. Tanto para nuevas calles como para proyectos de mejora, se recomienda que la red eléctrica se canalice en ductos enterrados, con los registros correspondientes tanto a nivel acometida a edificación y área pública, como con base en las distancias definidas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Junto con el cableado específico eléctrico, generalmente en distribución en Media Tensión, con el aislamiento correspondiente, se encuentran los equipos de transformación individual o conjunta para un edificio o conjunto de edificios. Es común observar hoy en día equipos de transformación localizados en los postes aéreos. Se recomienda evitar esta práctica, del todo obsoleta, y atender a las normas vigentes para que los edificios de las ciudades integren estos componentes en su predio de construcción.

Telecomunicaciones

Al igual que sucede en el caso de la distribución eléctrica en la mayor parte de las calles del país, el sistema de telecomunicaciones (cableado de fibra óptica), se encuentra de forma aérea. La recomendación actual es enterrar las redes, con los correspondientes registros y acometidas a cada edificio. De igual modo, las tendencias actuales en el diseño de telecomunicaciones a nivel urbano sugieren capacidades de acceso a internet de al menos 50 Mbps descendente y 10 Mbps ascendente para viviendas, y al menos de 10 Gbps para la red pública. Junto con estos sistemas, para las nuevas calles se recomienda la instalación de red específica de telecomunicaciones para la seguridad pública (sistemas de vigilancia por cámaras CCTV, sistemas de emergencia tipo botones de pánico, entre otros).

Gas

Actualmente los servicios de gas se basan en el suministro mediante camiones de gas LP para carga directa a cada edificio en la ciudad. Sin embargo, cada vez es más común las redes subterráneas mediante tubería para el transporte de gas natural en la ciudad. Las acometidas en gas natural en las calles se encuentran definidas por la presión en las mismas, diferenciándose redes de alta presión y de media presión, en cada edificio cuentan con los sistemas correspondientes de monitoreo y de seguridad. Es importante garantizar que las redes que son enterradas queden cubiertas de forma adecuada, al nivel del arroyo vehicular, ya que estas tienden a estar ubicadas en la zona de tránsito de ciclistas, si llega a haber hundimientos o estar por encima del arroyo, se convierten en obstáculos para su circulación.

C6.8 Pavimentos

Una vez finalizado el diseño de calle con todos los elementos necesarios, se debe realizar el proyecto de pavimentos y de redes subterráneas como partes esenciales para que se pueda completar el proyecto. Los requerimientos de mantenimiento y operación de las redes de agua, drenaje, electricidad, comunicaciones deben ser coincidentes con el mantenimiento y material adecuados de los pavimentos. Además, cada carril y espacio tiene requerimientos.

El pavimento es el conjunto de capas comprendidas entre el terreno natural, y la superficie de contacto o rodamiento que los usuarios peatonales o vehiculares utilizan para transitar en la vía pública, ya sea en áreas peatonales, como banquetas o parques, o superficies de rodadura, como ciclovías, o carriles vehiculares o de transporte público.

El pavimento, además de permitir el desplazamiento ágil de todos los usuarios de la vía, es el elemento del paisaje urbano que da forma al espacio público, la colocación de diferentes tipos de pavimento permite diferenciar espacios o usos dentro del mismo. Un cambio en el color o textura puede indicar que el espacio queda reservado para un usuario concreto sin la utilización de elementos físicos de segregación, también puede contribuir a generar espacios atractivos y estéticos que inviten a los diferentes usuarios de la vía y puede ser uno de los elementos que defina la identidad de una ciudad o de una colonia. Finalmente, el pavimento es el elemento clave en la finalización del proyecto de la calle.

Desde el punto de vista constructivo, las capas por las que está conformado el pavimento se resumen en dos tipos de estructuras:

- La infraestructura son aquellas capas localizadas entre el terreno natural y la superficie inferior de la superestructura. Está compuesta por la subrasante, sub-base y base.
- La superestructura es la capa que se coloca sobre la infraestructura en cuya superficie superior se desplaza el tránsito peatonal o vehicular. Está compuesta por la carpeta o pavimento peatonal que se disponga en función del uso y forma del espacio público.

El pavimento varía sensiblemente en función de donde se ubique en una calle: arroyo vehicular o espacio destinado a los modos no motorizados. El costo del pavimento, suele el concepto de mayor efecto en el presupuesto del proyecto de una calle, variando según sea el costo de construcción y mantenimiento para distintos tipos de pavimento, por lo que tiene un efecto importante en el logro de un proyecto costo-eficiente.

En este sentido, se recomienda que dentro del análisis de alternativas y la evaluación económica del anteproyecto, se evalúen de forma integral los costos de construcción y mantenimiento para tres alternativas de pavimento mínimo (rígido, flexible o una combinación). Aún cuando algunos tipos de pavimentos rígidos presenten costos de mantenimiento menores, cuando su costo de construcción y capacidad de carga es mayor que los requeridos, no representan la solución mas costo-eficiente.

C6.8.1 Tipos de pavimento

Banquetas

Las superficies para transitar a pie deben ser uniformes (lisas), continuas, libres de obstáculos (barreras), canales, rejillas e irregularidades y deben contar con rugosidad que proporcione una tracción adecuada. Esto resulta beneficioso para todas las personas que utilizan la calle, pero principalmente para quienes son más vulnerables por su edad, condición o modo de transporte. El requerimiento de continuidad del pavimento implica que en juntas por cambios de pavimentos.

Los materiales utilizados deben permitir el desplazamiento tanto para personas usuarias de silla de ruedas como personas con muletas o bastón en condiciones de superficie seca y húmeda. Es ideal que estos materiales resistan desgaste por uso y por factores climáticos, especialmente sol y lluvia. La superficie debe ser continua, nivelada y anti-deslizante. No se recomienda aplicar pintura al concreto, ni usar materiales con acabado pulido en pendientes mayores al 6%. Es conveniente destacar que el diseño de las juntas entre materiales y debe tener máximo 13 mm (CdMx, 2016b).

Arroyo vehicular

El pavimento para el arroyo vehicular se clasifica de acuerdo con su composición de materiales en flexibles y rígidos. Su principal diferencia es cómo cada uno distribuye las cargas del peso de los usuarios desde la superficie de contacto hasta la subrasante.

- **Flexibles.** El pavimento flexible transfiere la carga a la infraestructura por medio de mezclas bituminosas calientes (asfaltos o aglomerado asfáltico). Este tipo de pavimentos sufren constantemente deformaciones a causa de la acción de las cargas externas, pero suelen ser más baratos y permeables. Su colocación suele realizarse a través de la mezcla in situ, por lo que se consideran pavimentos continuos y se realiza sobre la base adecuadamente compactada, a pesar de su menor costo de inversión, el costo de mantenimiento es más elevado.
- **Rígidos.** El pavimento rígido transfiere la carga desde la capa de rodadura a la infraestructura por medio de un paquete de concreto hidráulico (superestructura) y una capa base, usando una capa de sub-base cuando sea necesario (ambas partes de la infraestructura). La capa superficial es la capa más rígida, y aporta la mayoría de la capacidad portante estructural del pavimento. Este tipo de pavimentos reparte las cargas más uniformemente a lo largo de su área, y generalmente no sufren deformaciones; suelen ser más caros y menos permeables. Su colocación puede realizarse a través de piezas prefabricadas o bien puede ser colado in situ. Es preciso que siempre se coloquen juntas de dilatación en la puesta en obra. Las juntas permiten que el material no se fracture con los cambios de temperaturas y su costo de mantenimiento es inferior al de los pavimentos flexibles.

La elección de un tipo de pavimento frente a otro debe ser analizado considerando el periodo de vida del proyecto y la disponibilidad de recursos en el caso en que se requiera llevar a cabo. Del mismo modo, como variable en México se debe considerar si va a poder ser mantenido en el tiempo o si bien el mantenimiento va a ser deficiente. Para el diseño de este tipo de pavimentos se puede consultar la normativa de aplicación referenciada en la bibliografía del presente apartado.

Zonas de bajo tránsito y modos no motorizados

El pavimento para las zonas de bajo tránsito o zonas de modos no motorizados, de más barato a más costoso, puede ser:

- **De colado en sitio.** Es muy común que en ciudades de México se lleve a cabo un colado en sitio de la banqueta y espacios peatonales, normalmente, no se les da ningún tipo de acabado y la calidad estética del espacio es muy baja. Se recomienda que si se opta por emplear estas técnicas se le dé un acabado final a la capa más superficial por medio de la agregación de áridos finos al material apertura de juntas y biselado con maquinaria especializada. En este caso, se puede buscar también la pigmentación del concreto con objeto de darle color y el estampado.
- **De piezas precoladas.** Son piezas de concreto regulares que se montan en sitio con la resistencia característica (parámetro de durabilidad) adecuada para soportar el paso del tiempo y la carga que tienen que asumir como espacios peatonales que potencialmente pueden sufrir más cargas. Se recomienda que el material se ponga en obra previa realización de un plano de despiece (detalle de encaje de piezas en planta) que incluya los potenciales cortes que se les deba dar a las piezas para su correcto y estético encaje en el conjunto. En esta parte se puede disponer de losas, losetas y piezas más pequeñas como adocreto (pavimento de concreto que simula la forma de un adoquín).
- **De piezas naturales.** En función de la disponibilidad en la zona de la intervención y por tanto menor costo sean accesibles, se puede proponer el empleo de este tipo de material cortado de roca natural o tomados de punto de préstamo de material en entornos cercanos. El empleo de piezas naturales está indicado cuando se pretende dar un tratamiento de mayor calidad estética en el que además se busque la combinación de diferentes tipos de materiales (piedra, madera, tierra, arena, entre otros).

En cualquiera de los casos, se recomienda en este punto buscar un estampado, despiece o montaje de pavimento natural sin juntas o rugosidades elevadas para permitir el uso de cualquier tipo de calzado, incluyendo el zapato de tacón o zapatos de suela dura.

Espacios de mínimo tránsito y no motorizados

Como criterios para la selección de materiales en el pavimento de este tipo de espacios se deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:

- **Consideración de los diferentes usuarios de la calle.** Se recomienda que, a la hora de proponer el pavimento, se realice el ejercicio de sugerir diferenciaciones según el usuario, especialmente personas con ayudas técnicas, como bastones, muletas, entre otros. De acuerdo con esto, se puede distinguir el tratamiento del pavimento del arroyo de circulación del estacionamiento, y del mismo modo, dentro de la misma banqueta se puede pensar en subrayar las direcciones de rutas peatonales. Conviene dar un tratamiento específico a las intersecciones.
- **Función del espacio.** En un espacio compartido por varios modos de transporte, donde puede existir tráfico rodado mínimo, se recomienda el empleo de material discontinuo (natural o precolado) que ofrezca rugosidad al tráfico rodado, mostrando la necesidad de tener una velocidad calmada por un lado, y la emisión de un ruido de aviso para el resto de usuarios de la vía. En el espacio público es normal que se realice una diferenciación en el pavimento (color, forma o material) para definir las zonas de paso de las zonas frente a las áreas estanciales o en ocasiones franja de mobiliario y vegetación de la banqueta. En el caso de parques y jardines, se recomienda buscar alternar pavimentos naturales continuos (arena, pasto, etc.) con pavimentos discontinuos (losas naturales). Se recomienda romper la monotonía del espacio para el tráfico rodado con diseños y motivos que definan muy bien el carácter del espacio público.
- **Creación de escala humana con el uso del pavimento.** El pavimento continuo del arroyo vehicular y espacio peatonal ha generado un paisaje urbano monótono y poco atractivo en las ciudades. La modulación del espacio mediante el uso de patrones en banquetas y espacios para movilidad no motorizada contribuye a generar espacios a escala humana. La selección de la forma de las losas (rectangulares o cuadradas) y su disposición en el piso influyen en la percepción que se tiene del espacio, una losa rectangular con el lado más largo en el sentido de la circulación peatonal, genera una sensación diferente que la misma losa colocada con la dimensión más larga perpendicular al sentido del avance.

C6.8.2 Selección de pavimentos

La selección del tipo de pavimento y el diseño de sus características es una decisión importante. Puede tener impactos en el desempeño de la calle, la seguridad de los usuarios, los costos económicos o financieros, el plazo de construcción y, el costo del mantenimiento. El proceso de selección se describe a continuación.

1. Recabar información del sitio y definir categoría de diseño.

Se debe concentrar y analizar los estudios, proyectos y reportes previos sobre pavimentos en el sitio, y realizar visitas de campo y entrevistas con el personal a cargo del mantenimiento de los pavimentos, para conocer con detalle las intervenciones previas y el desempeño que tuvieron, por ejemplo, si los materiales o medidas de los componentes previamente utilizados funcionaron adecuadamente. Debe también realizarse una evaluación preliminar del estado actual, para determinar el tipo de tratamiento: pavimento nuevo, reconstrucción o rehabilitación.

2. Evaluar las cargas del tránsito.

A través de distintos tipos de aforos, se deben elaborar las tomas de información necesaria sobre el volumen del tránsito que circule por el sitio, detallándose cada área modal (peatón, bicicleta y vehículos automotores, a su vez especificando los vehículos pesados). Ver los distintos tipos de aforos en la sección B.2.3. de este manual. También es importante analizar, en el caso de los vehículos, el tipo de vehículos, velocidad de operación, frecuencia de paso, separación entre ejes y configuración de neumáticos, la distribución del tránsito por dirección y carril, y las proyecciones del crecimiento del volumen vehicular que usa el sitio. En el caso de los peatones y ciclistas, al ser cargas de menor magnitud, es suficiente con el volumen de tránsito.

3. Evaluar condiciones físicas y medioambientales del sitio.

Es de crítica importancia conocer la evaluación del suelo para diseñar un pavimento adecuado, entre las propiedades y características más importantes, están la temperatura índice de radiación solar y la pluviometría. La elevada radiación solar de México obliga a proponer pavimentos con índices de reflectancia solar de al menos SRO.28 y/o sistemas *open-grid pavement* (pavimento con índices de apertura de al menos un 50%) para evitar la absorción masiva de calor y la consecuente generación del efecto isla de calor. Desde un punto de vista pluviométrico, será muy ventajoso contar con pavimentos permeables que permitan el correcto control de escorrentías y la infiltración al manto. En zonas de elevadas temperaturas se recomienda también incrementar la superficie vegetada para generar condiciones bioclimáticas más agradables: reducen el efecto isla de calor, a la vez que contribuyen al control natural de escorrentías.

4. Hacer cálculos estructurales y definir la capacidad necesaria para soportar las cargas del tránsito.

El diseño de pavimentos debe considerar la aplicación de modelos estructurales para calcular las respuestas de los pavimentos, así como modelos de deterioro para predecir el comportamiento del pavimento a partir de respuestas estructurales, mismos que incluyan aspectos teóricos de esfuerzos, deformaciones unitarias y deflexiones, así como la influencia de la temperatura y el tiempo.

5. Definir especificaciones técnicas necesarias para el escurrimiento de agua.

Se debe especificar la ubicación y capacidad de carga de la infraestructura de captación pluvial, desarrollando los cálculos necesarios para definir la ubicaciones y magnitudes de pendientes de bombeo necesarias, así como dimensiones de canaletas, red de tubería y coladeras, y sistemas de filtración en áreas verdes. En caso requerido, y dependiendo de la escala del proyecto, se podrán proponer sistemas de laminación o tanques de tormenta para evitar inundaciones.

6. Definir especificaciones técnicas necesarias para una resistencia al derrape apropiada.

Se debe especificar el tratamiento superficial de fricción para áreas peatonales, ciclistas y vehiculares. Para el caso de áreas peatonales y ciclistas, el tratamiento no deberá ser mayor de media fricción (coeficiente de rozamiento transversal entre 0,10 y 0,20) durante toda su vida útil. Para el caso de áreas vehiculares, cuando se considere necesario, podrán implementarse tratamientos superficiales de alta fricción (coeficiente de rozamiento transversal mayor a 0,20).

7. Elaborar diseño de pavimentos y ejecutar los trabajos de obra.

Se deberán elaborar los proyectos ejecutivos y la ejecución de los trabajos de acuerdo con las normas N·CTR·CAR·1·04·002/11 Sub-bases y bases de pavimentos; N·CTR·CAR·1·04·002/11 Carpetas asfálticas con mezcla en caliente, y; N·CTR·CAR·1·04·002/11 Carpetas de concreto Hidráulico, o sus versiones vigentes, así como normativas estatales y municipales aplicables.

8. Documentar el proceso, entregar y resguardar los reportes de pavimento con las autoridades responsables.

Es importante documentar la información recabada, diseñando y llenando fichas que describan detalladamente los datos y conclusiones que se produzcan del proceso completo, para referencia de futuras intervenciones en el sitio.

Diseño y puesta en obra de los pavimentos

Para el diseño de firmes rígidos y flexibles en el arroyo vehicular se cuenta con la norma AASHTO de referencia en México y con normativa a nivel federal. Los procedimientos normados de cálculo toman como variables insumo las cargas que experimentará el terreno y la capacidad portante del terreno natural sobre el que se asentará el paquete de firme.

En el caso del resto de zonas del espacio público se cuenta con normativas a nivel local en algunas ocasiones, pero normalmente se deben prescribir materiales de calidad y capacidad portante adecuada para soportar cargas menores. El proyectista debe definir el detalle constructivo para la puesta en obra del firme para que tenga una capa de regularización o asiento uniforme que permita dar uniformidad al pavimento en superficie.

Pavimentos en zonas peatonales

En el caso del pavimento en zonas peatonales, se recomienda que en un primer momento se realice un proyecto de pavimentos tanto en planta como en perfil con un nivel de detalle adecuado para tener un buen plano de despiece (escala 1/250). Es muy importante definir el detalle de los encuentros entre las losas y guarnición de banquetas en zonas rectas, pero sobre todo en zonas curvas como las intersecciones donde se tienen que hacer cortes específicos de las piezas. Se recomienda que se considere que en obra no se podrán dar cortes de gran precisión y por tanto los trazos tienen que ser siempre rectilíneos.

Del mismo modo, en el plano de despiece se debe incluir el pavimento podo - táctil para garantizar las mejores condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual, pero también los detalles de encuentro con las coladeras o tapas de registro de los diferentes servicios urbanos que se pueden encontrar sobre la banqueta.

El proyecto de pavimento podo-táctil, pavimento especial para personas con discapacidad visual de relieve alto y color contrastante (Fuente: Manual de Normas Técnicas de accesibilidad de Ciudad de México, 2016, SEDUVI), debe considerarse como criterios de proyecto los siguientes:

- Se debe colocar en espacios próximos a zonas de alerta o peligro, aproximación a un objeto u obstáculo, cambio de dirección, cambio de nivel y fin de recorrido, y;
- Se debe proyectar para proporcionar una guía para el recorrido de una persona con discapacidad visual.

En la puesta en obra, para pavimentos peatonales, se recomienda regularizar el firme sobre el que se va a realizar el proyecto con un mortero o capa de arena. Sobre la capa regularizada se montará el pavimento quedando unido.

Pavimentos en arroyo vehicular

En el pavimento vehicular debe ser puesto en obra de manera homogénea y regular, está sujeto a mayores cargas y por lo tanto se recomienda que no presente discontinuidades o espacios por los que se pueda infiltrar el agua. Se recomienda no mezclar tipos de firmes (rígidos y flexibles) para el sellado o cierre de zanjas. Es decir, si se tiene que abrir una zanja sobre pavimento asfáltico no se debe rellenar nunca con un firme rígido (concreto).

Así mismo, no deben quedar espacios donde potencialmente pueda acumularse agua de lluvia. El agua es el gran causante de la ruptura del pavimento. El drenaje debe ser cuidado en extremo tanto en planta como en el perfil transversal de la sección. En el segundo de los casos, el pavimento debe tener una pendiente que permita desaguar hacia las líneas de drenaje. La pendiente transversal que se le debe dar al arroyo vehicular debe ser del 2%, mientras que en el caso de la zona peatonal se recomienda que la pendiente hacia la línea de drenaje nunca pase del 1%.

De un buen proyecto de pavimentos depende que no aparezcan defectos comunes como:

Encharcamientos. Es la acumulación de agua por una inflexión de la superficie, resultados de hundimientos diferenciales, montículos, un mal sistema de drenaje o pendientes de bombeo insuficientes.

Socavones. Son rupturas de la superficie del pavimento depresiones significativas, causadas por lavado de finos debido a infiltraciones subterráneas. Los socavones más superficiales se pueden originar también por la presencia de baches no atendidos, derrumbamientos, u otros fenómenos topológicos.

Montículos. Son flexiones de la superficie causadas por el tránsito de vehículos pesados. Pueden causar encharcamientos, caídas de peatones o ciclistas, o daños a los vehículos que pasen sobre ellos.

Baches. Son depresiones o rupturas del pavimento causadas por filtraciones de agua y desgaste del material de la superficie. Pueden causar encharcamientos, caídas de peatones o ciclistas, o daños a los vehículos que pasen sobre ellos.

Problemas de fisuración, ruptura o generación de baches en registros. Son cortes en la superficie, generalmente cubiertas por una tapa, que sirven como acceso a las infraestructuras del subsuelo de la ciudad. Pueden representar un problema cuando las tapas no se encuentran bien colocadas o no existen.

Problemas de fisuración, ruptura o generación de baches en rejillas. Son parte de sistemas de ventilación de infraestructuras subterráneas o registros. Pueden representar un problema cuando están mal alineadas con el sentido de circulación, están rotas, o cuando no existen.

Problemas de fisuración, ruptura o generación de baches en canaletas de servicio. Son cortes en la superficie para extender o reparar las instalaciones de servicios urbanos en el subsuelo. Pueden representar un peligro cuando no están bien realizadas, o cuando no se subsana la superficie de contacto de tránsito.

C6.8.3 Proyecto de obras inducidas

Desde el punto de vista de los servicios urbanos, el proyecto de mejora de una calle debe tener un detallado apartado de estudio de redes subterráneas y el proyecto de los desvíos o mejoras necesarias. El apartado de Obras inducidas es un documento que tiene como objetivo resolver los problemas técnicos que se presentarán durante la fase de obras del proyecto y durante la operación final con las redes subterráneas o aéreas. El proyecto de obras inducidas debe contemplar el escenario temporal de la fase de obra, pero también el escenario final de la misma, el apartado de obras inducidas debe presentar la memoria de cálculo, la definición técnica (planos y prescripciones técnicas), las condiciones de ejecución y el presupuesto contemplado para ello.

Sobre el proyecto de calles, es importante considerar como premisa que conviene que las redes aéreas sean en algún momento soterradas. Por ello, un proyecto de una calle que no considere el soterramiento del cableado aéreo nace desde un principio como un proyecto que no resolverá el problema de la vulnerabilidad a desastres naturales, es decir, no será resiliente.

Para el desarrollo del proyecto de obras inducidas se deben seguir los siguientes pasos:

1. Identificar el tipo y localizar las redes subterráneas y aéreas presentes en una calle.

Normalmente, en las ciudades no se dispone de la cartografía digitalizada de todos los proyectos desarrollados en el transcurso del tiempo, incluso en algunas ocasiones no existe cartografía física. Esto obliga a que el promotor del proyecto realice un trabajo de gestión con los dueños de cada una de las redes para conseguir la información disponible. Es frecuente que las empresas o autoridades dueñas de estos servicios, por la antigüedad de estos proyectos, no dispongan de información sobre la misma. En cualquier caso, es necesario que se realice un trabajo de levantamiento de tapas de registro en superficie y puntos que pueden ser observados con identificación del tipo de servicio. En este punto se recomienda, complementar este trabajo con el uso de técnicas de toma de datos con impulsos eléctricos (geo-radar o tomografía eléctrica). Estos equipos permiten identificar la profundidad y localización de las redes enterradas.

2. Determinar el tipo de proyecto a llevar a cabo.

En este punto existen dos tipos de proyectos: los que se resuelven con las compañías afectadas, donde ellas definen los lineamientos, dirigen las obras y las vigilan e incluso realizan los proyectos, y; los que son realizados por el proyectista de la obra que normalmente dependen municipalidades o particulares. En el primero de los casos, en México se encuentran empresas como Petróleos Mexicanos (PEMEX), CFE, Compañías de telecomunicaciones, entre otras. En el segundo de los casos se puede hablar de las redes de abastecimiento, drenaje o pluviales, de alumbrado público y de redes eléctricas en baja tensión.

3. Realizar los proyectos de desvío o mejora de la infraestructura subterránea.

De acuerdo con los lineamientos emitidos por los titulares de los servicios, o las normas técnicas de referencia, se desarrollarán los proyectos necesarios en cada uno de los casos. En esta fase se llevarán a cabo el documento de especificaciones técnicas, la memoria y planos constructivos, los presupuestos de licitación y las bases para la licitación de las obras.

C6.9 Vegetación y mobiliario urbano

Las calles además de contar con espacios para la función de tránsito deben contar con espacios para estar, descansar, jugar y en general, disfrutar de la calle como espacio público. A lo largo de una calle, esta función ocurre principalmente en la franja de mobiliario y vegetación, así como en las intersecciones, especialmente si con el rediseño de éstas se ganan amplios remanentes viales.

Los espacios públicos pueden contar con proyectos diversos como jardines, parques de bolsillo, parques lineales, etc. Las funciones pueden ser espacios de juego para niños, área para ejercitar, zonas de descanso, zonas para mascotas, espacios para contemplar, entre otros.

La elección de la vegetación debe tener como prioridad la función que cumplirá para que más personas disfruten del espacio. En las ciudades mexicanas, una de las funciones más importante es la de proveer sombra y reducir la temperatura. Se recomienda utilizar especies de la región, lo cual favorece la existencia de éstas en el largo plazo, y un mantenimiento bajo.

Por su parte, el mobiliario juega un papel importante en la definición de actividades posibles a desarrollarse en el espacio público. Al igual que con la vegetación, proveer de sombras es muy importante, sobre todo en las paradas del transporte público o donde se concentre la actividad de personas. Esto garantiza un uso del espacio a lo largo de la mañana y tarde. El uso nocturno se verá favorecido si se dispone de una iluminación adecuada en los espacios de tránsito (banquetas, intersecciones, entre otros), así como en los espacios de disfrute.

C6.9.1 Vegetación y arbolado

Concepto y funciones

Con un presupuesto limitado, la mejor manera de mejorar una calle es incluir vegetación y arbolado. Asumiendo que la vegetación es adecuada para una determinada calle y que va a ser correctamente mantenida, los árboles y la vegetación pueden transformar más la calle que cualquier intervención de diseño físico (Great Streets, 1993; Allan B. Jacobs). La vegetación en las calles contribuye a mejorar la calidad estética y confort bioclimático de los espacios, está constituida principalmente por árboles, arbustos y jardineras. Algunas de las funciones son las siguientes (Aire Limpio, 2015; Rice, 2016):

- Brindar un espacio con sombra y humedad, que mitiga el calor, lo cual es relevante para el fomento de la movilidad a pie o en bicicleta en ciudades de México.
- Mejorar la calidad del aire.
- Da legibilidad a la ciudad, es decir la hace más comprensible al reforzar rutas para todos los modos de transporte.
- Mitigar impactos del tránsito motorizada como el ruido.
- Aumentar el confort y sensación de seguridad, siempre y cuando no obstaculice el campo visual y los accesos.
- Captar agua y pueden encaminarla a los mantos acuíferos.
- Modular la entrada de luz en la calle, generan sensación agradable para el usuario y aumentan el valor estético de las calles.
- Ordenar el espacio de estacionamiento como elementos de separación.

Sembrado y especies de árboles

Se sugiere el uso de especies endémicas que reducen posibilidades de plagas, enfermedades y costos de mantenimiento. La selección dependerá de la región climática en la que se haga el proyecto; en México estas regiones son: trópico húmedo, trópico subhúmedo, templado húmedo, templado subhúmedo, árida y semiárida, zona inundable o de transición mar-tierra (SEDESOL, 2010). No obstante, es recomendado variar las especies, ya que el monocultivo favorece la propagación de plagas y enfermedades (Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid). Es conveniente que los municipios tengan desarrollada una paleta vegetal que sirva de referencia para el proyectista, y además es recomendable que en el equipo de trabajo se sume un experto en vegetación local. En caso de no disponer de esa paleta es preciso que el proyectista desarrolle una con expertos locales.

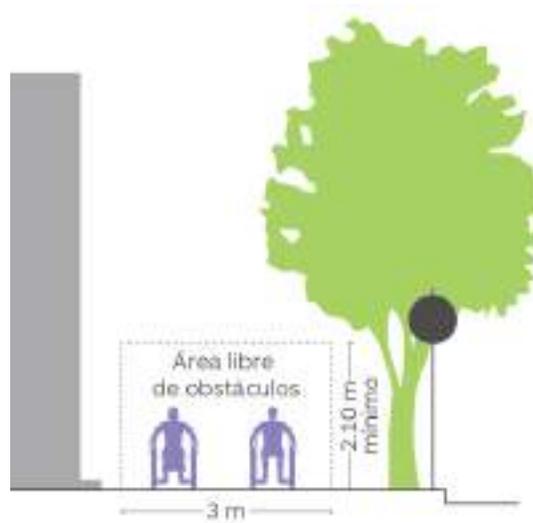
Plantación

Al plantar árboles, no se debe interferir u obstaculizar el flujo de usuarios, asegurarse que las raíces no rompan banquetas, y de preferencia debe generar una zona de amortiguación entre el tránsito motorizado y el tránsito a pie. Se deben tomar en cuenta los accesos públicos y privados y mantener libre el paso y el campo visual para los usuarios.

La distancia libre desde el piso hasta el inicio del follaje debe ser de más de 2.10 m (Mpio Puebla, 2014), y 4.2 m sobre la calzada para permitir el tránsito de vehículos motorizados de gran tamaño (Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid). Algunos expertos recomiendan un rango de plantación de arbolado que oscile entre los 4.5 y los 8 m de separación en línea para la mayoría de las especies (Allan B. Jacobs, 1993, Great Streets. EUA: MIT Press), sin embargo, se podrán tener separaciones más elevadas si se opta por árboles con raíces arborescentes (aquellas que quedan superficiales y pueden solaparse con las de otro árbol).

En el caso de los arbustos y jardineras, la altura máxima aconsejable es de 60 cm para no interferir con el campo visual de los usuarios, a menos que el follaje de la planta no interfiera con los espacios de flujo (SEDESOL, 2010).

Ilustración 79. Altura mínima del follaje



Fuente: Adaptada de Mpio. Puebla, 2014

Para determinar de manera más precisa las distancias de plantación se tiene que tomar en cuenta y adaptar los intervalos según lo siguiente:

- Número de luminarias que están o estarán presentes y el resto del mobiliario urbano que pueda representar una interferencia en las plantaciones.
- Tamaño de la corona y el tronco de árboles de edad adulta; el diámetro de la fronda de un árbol adulto determina la distancia mínima entre dos árboles.
- Distancia de plantación de árboles de pequeña altura y diámetro, la cual varía entre 4 y 6 m. Para árboles de altura mediana, se recomiendan distancias de 6 a 8 m, En el caso de árboles de gran altura y diámetro, la distancia recomendada es de 8 a 12 m. Finalmente, para árboles de gran desarrollo y anchura, se recomiendan distancias de 12 a 15 m.

La distancia del árbol a la edificación debe de seguir un mínimo absoluto de 3 m. Si las banquetas no permiten tal distancia, se pueden realizar plantaciones en las áreas de estacionamiento recurriendo a extensiones de banqueta y alcorques que protejan al árbol de los autos y otros vehículos motorizados. No deben plantarse árboles por encima de canalizaciones y otras redes de servicio subterráneas o de superficie.

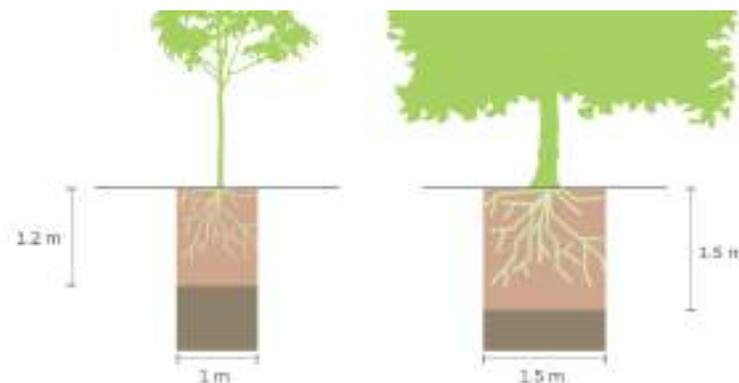
Calidad

Para asegurar la calidad y la longevidad de los árboles plantados en las calles, se recomienda que estén ya desarrollados dado que los árboles jóvenes son más vulnerables al vandalismo, y su follaje bajo puede obstruir el flujo de usuarios. Se sugiere referirse a productores especializados en árboles adaptados al contexto urbano, y escoger árboles adultos que midan más de 2.5 m de altura y entre 10 y 40 cm de diámetro de tronco al momento de plantarse (SEDESOL, 2010).

Alcorques

Los alcorques son el área excavada que se crea para reservar un suelo natural en el espacio de plantación de un árbol o arbusto en un contexto urbano pavimentado o enlosado. Son necesarios ya que permiten que el agua se infiltre hacia las raíces de los árboles, y que éstas tengan espacio para crecer sanamente sin poner en riesgo la superficie pavimentada de la banqueta, evitando costos de mantenimiento y renovación.

Ilustración 80. Tamaño del alcorque



Para determinar el tamaño del agujero, se tiene que tomar en cuenta la especie de árbol que se planta y el área necesaria de suelo natural para asegurar el crecimiento sano de sus raíces y una infiltración de agua suficiente para abastecer al árbol (ancho y largo alrededor del tronco, y profundidad de excavación). Asimismo, se tiene que determinar el tipo de suelo ideal para cada planta.

El mínimo para un alcorque debe de ser de 1 x 1 m de superficie, y de 1.2 a 1.5 m de profundidad. Para árboles de gran tamaño, se requieren alcorques de 1.5 x 1.5 m de superficie. En el caso de utilizar alcorques circulares, el diámetro mínimo requerido es de 1.2 m (Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid).

Los alcorques y el nivel del suelo natural deben estar a nivel inferior al de las áreas peatonales, y la pendiente de las banquetas debe estar dirigida hacia ellos para encaminar las aguas de lluvia hacia estas zonas de infiltración.

También se le llama alcorque a los materiales que se usan para cubrir estos agujeros, que pueden ser de concreto, acero, u otro material. Se recomienda utilizarlos ya que estos permiten que las raíces no estén expuestas y puedan ser maltratadas por los usuarios de las calles. Además, agrandan el espacio de uso peatonal al ofrecer una superficie lisa al mismo nivel que el resto de la banqueta.

Jardineras

Se usan para brindar y contener la vegetación en las calles, sus medidas pueden variar en función de la disponibilidad del espacio y el volumen necesario según el tipo de plantas que se quieran sembrar. Pueden ser de concreto, piedra o madera, o sembradas en alcorques excavados a nivel del suelo, no deben obstaculizar accesos públicos ni privados, ni el flujo de usuarios ni su visibilidad, por lo que no pueden ser de más de 90 cm de altura. Para mayor disfrute de los usuarios se recomienda instalar las jardineras cerca de áreas de descanso.

Mantenimiento

Plantar árboles significa trabajar con un organismo vivo que crece, cambia y se desarrolla con el tiempo, por lo que requieren especialistas que estén involucrados en todas las etapas del proyecto (Rice, 2016). El mantenimiento es uno de los elementos principales que se deben de tomar en cuenta al momento de realizar un proyecto de diseño o de arquitectura de paisaje. Para proyectos de integración de vegetación, se tiene que pensar en los puntos de abasto de agua de riego, el acceso del personal y los vehículos de mantenimiento, así como temas de seguridad pública.

El mantenimiento se tiene que planear a mediano y largo plazo y procurar prever cambios eventuales. Éstas son algunas sugerencias de actividades de mantenimiento de vegetación elementales en contexto urbano (SEDESOL, 2010):

- Poda de árboles y arbustos.
- Deshierbe de jardineras.
- Poda del césped.
- Limpieza de cubresuelos, alcorques y zonas de gravilla y otros acabados.
- Fertilización de árboles, arbustos, plantas ornamentales y cubresuelos.
- Riego.
- Mantenimiento del sistema de riego.

C6.9.2 Mobiliario urbano

El mobiliario urbano es una de los componentes esenciales de un espacio público completo y ordenado. Es necesario para generar pausas, áreas y elementos de descanso que brinden confort al usuario y refuercen la seguridad en las calles sin obstaculizar el flujo de peatones y otros usuarios.

Son una manera de reforzar la infraestructura de las calles y se pueden categorizar según su función. En este caso, se propone una categorización que presenta el mobiliario según dos funciones principales: 1) brindar espacios públicos cómodos, seguros y completos y; 2) facilitar y promover el tránsito multimodal dándole prioridad a la movilidad no motorizada y a los usuarios del transporte público.

Ilustración 81. Anchos de franja mixta



Elementos de servicio

Teléfonos públicos

Los teléfonos públicos se deben ubicar fuera de las áreas de circulación peatonal, idealmente cerca de las áreas de descanso y paradas de transporte público, con un área de aproximación frontal de 90 cm de ancho por 120 cm de profundidad (CdMx, 2016b). Los elementos de accionamiento como botones, pantalla y auricular/micrófono deben tener una altura mínima de 80 cm y máxima de 110 cm.

Máquina interactivas

Son muebles o aparatos destinados para la venta, pago o información relacionada con productos o servicios, que no requieren la presencia de un dependiente, como cajeros automáticos, parquímetros, máquinas expendedoras de tarjetas o para el pago de estacionamiento, entre otras. Se debe ubicar fuera de la circulación peatonal, respetando un área mínima de aproximación de 90 cm de ancho y de maniobra adyacente de 120 cm de diámetro. El teclado y botones de accionamiento se deben ubicar a una altura de entre 80 y 110 cm, las ranuras para tarjetas o billetes a una altura entre 80 y 90 cm, y para cambio con monedas a una altura de 70 cm (CdMx, 2016b).

Elementos para la comodidad

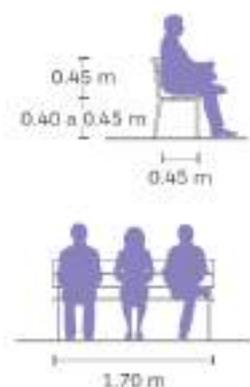
Bancas

La función principal de las bancas es ofrecer un espacio de descanso a los usuarios de la vía, pero también pueden representar elementos de decoración y aumentar la calidad visual de los espacios públicos. Deben incluirse en función del flujo de peatones, usuarios potenciales, del espacio disponible y deben colocarse como elementos que no generen barreras peatonales en calles donde se requiera dar permeabilidad.

Deben estar localizadas en la banqueta a más de 0.80 m de la orilla para evitar peligros relacionados con el tránsito motorizado, y permitir un acceso fácil para los usuarios y para su mantenimiento, sin obstaculizar o impedir los flujos. Pueden ubicarse sobre la franja de vegetación entre plantaciones. También deben permitir la visibilidad de los usuarios de manera a que puedan ver lo que pasa a su alrededor y sentirse seguros, se debe considerar en el proyecto que se deben dejar áreas adyacentes a las bancas, áreas para personas en silla de ruedas con unas dimensiones de 90 x 140 cm.

Para evitar actos vandálicos o robos, las bancas deben fijarse a la banqueta con tuerca y tornillos soldados, y se recomienda emplear materiales como madera, acero inoxidable, cemento o concreto. Las medidas y apariencia pueden variar según los proyectos de arquitectura de paisaje, la disponibilidad de materiales y las aspiraciones de cada proyecto. De igual manera, se recomienda seguir medidas de base: entre 40 y 45 cm de altura para el asiento, inclinación mínima del respaldo, y 170 cm de ancho para tres usuarios (SEDESOL, 2010).

Ilustración 82. Bancas



Fuente: Adaptada de SEDESOL, 2010

Basureros

Su función es almacenar los desechos que se producen en el espacio público para asegurar la limpieza de éste y evitar su contaminación. Deben de ser visibles y de cómodo manejo para los usuarios. Se localizan en función de la aglomeración de personas en el espacio público, teniendo en cuenta la facilidad de acceso para el mantenimiento y evitando obstaculizar el flujo de usuarios. El mayor reto de la instalación de éstos es la capacidad de mantenimiento por parte de las autoridades correspondientes, es fundamental que éstos sean vaciados de forma continua para cumplir su función de orden y limpieza. La ranura debe estar a máximo 1.10 m de altura.

Bebederos

Refuerzan el confort en el espacio público brindando agua potable a todos los usuarios. La salida de agua debe estar a una altura máxima de 78 cm para ser accesibles a los niños, de 85 cm para personas usuarias de silla de ruedas y de 105 cm para personas a pie (CdMx, 2016b). Deben también usar materiales que aseguren su longevidad y eviten gastos de mantenimiento. Su localización se hace en función de los puntos de suministro en agua potable y evitando obstaculizar el flujo de usuarios.

Elementos para el tránsito multimodal

Biciestacionamientos

Los estacionamientos para bicicletas promueven el transporte activo y facilitan el tránsito multimodal, se deben localizar cerca de los accesos a diferentes destinos y tomar en cuenta la demanda existente. Dicha localización se hace en función de las necesidades de la zona teniendo en cuenta los puntos de tránsito multimodal y evitando obstaculizar el flujo de usuarios. Se tienen que respetar las normas de fijado al suelo para evitar robos, y seguir las disposiciones de sujeción de bicicletas.

Paradas de autobús

Tal y como se comenta en el apartado C 6.3.4 Transporte público, la función de las paradas de autobús es brindar áreas de espera y resguardo ante el clima para los usuarios del sistema de transporte público, puede contar con una banca o con apoyos isquiáticos, es decir, aquellos que permiten recargar la parte trasera de las personas y espacio para personas en silla de ruedas. Para su implantación se debe de tomar en cuenta el número de rutas que operan, las dimensiones de los vehículos de transporte público y las condiciones climáticas del sitio, se debe de tener en cuenta al área para abordar el vehículo para personas en silla de ruedas.

Se deben tomar en cuenta los obstáculos y la presencia de otros tipos de mobiliario urbano, y evitar obstaculizar el flujo de usuarios. Sus dimensiones y aspecto físico pueden variar, pero deben contar con la señalización de parada correspondiente y si el espacio es suficiente, tener una banca para al menos cuatro personas. Comúnmente se hacen de acero inoxidable o aluminio, teniendo en cuenta la disponibilidad y costos de materiales, y los costos de mantenimiento.

C6.9.3 Luminarias

La implementación de iluminación en el espacio público es crucial si se quiere reforzar la sensación de seguridad, inhibir conductas delictivas y aumentar la estética y el prestigio de un sitio. En términos de tránsito, la iluminación juega un papel crucial, sobre todo en zonas de conflicto como cruces, salidas de autovía e intersecciones.

Un servicio deficiente reducirá sensiblemente la distancia de visión y la claridad de percepción de todos los usuarios, aun cuando no existan obstrucciones visuales en el espacio (CIUDAD DE MÉXICO, 2016). En México, la ineficiencia energética que genera altos costos de operación, el mal uso y el bajo mantenimiento son las principales problemáticas que afectan la provisión de alumbrado público (Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal, 2013). La instalación y el buen mantenimiento de luminarias en el espacio público puede ser una solución puntual al problema de seguridad de los usuarios de la vía. Algunos de los objetivos del alumbrado público son:

- Destacar la presencia de otros usuarios de la vía y sus áreas de circulación, sobre todo en áreas donde se entrecruzan flujos vehiculares y peatonales.
- Destacar variaciones de geometría y obstáculos de la vía pública.
- Brindar seguridad en el espacio público, así como permitir actividades nocturnas.

Es importante que las zonas de iluminación incluyan las zonas de tránsito de peatones, no solamente las áreas de circulación vehicular.

Existen dos tipos de iluminación, una es la nocturna cuya función es suplir la iluminación natural durante la noche. La segunda es la permanente y su función es sustituir la luz solar en los espacios en los que ésta no llega durante el día (por ejemplo, túneles y pasos subterráneos de tránsito motorizado de más de 25 m; túneles y pasos peatonales subterráneos).

Las alturas de las luminarias pueden ser las siguientes:

De gran altura: Se colocan comúnmente sobre postes de 19 m de altura o más y pueden sostener varias luminarias. Se usan para brindar una iluminación global en grandes espacios, sin necesariamente brindar una buena iluminación de suelo.

Altas: Se utilizan para iluminar el nivel del suelo en las calles y vías urbanas, y se colocan en soportes de 8 a 18 m de altura.

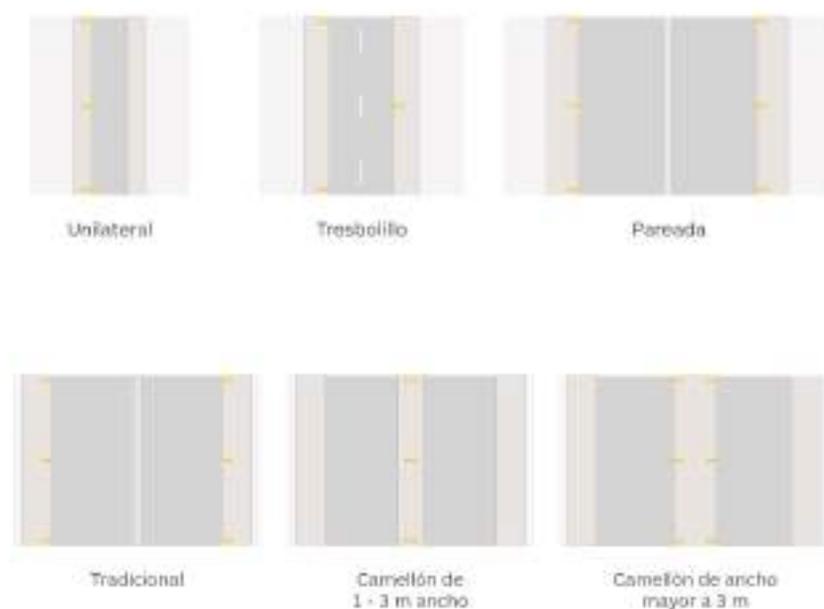
Medianas y pequeñas: Se utilizan principalmente en áreas peatonales que tienen un gran componente lateral, en soportes de 3 a 7 m de altura.

Especiales: Pueden ser de baja altura o inclusive estar colocadas a nivel del suelo, son útiles para crear ambientes o iluminar elementos específicos, por ejemplo, la entrada de un túnel (Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid).

Para su instalación, se debe tomar en cuenta el nivel de difusión de luz de las luminarias según el tipo de luminarias escogido para evitar zonas de oscuridad. El contraste entre zonas de luz y oscuridad se debe minimizar para evitar que los ojos de los usuarios de la vía deban adaptarse demasiado a las variaciones (Energex and Ergon Energy, 2014). En las calles que no cuenten con camellón, las luminarias se pueden disponer de tres maneras diferentes.

- **Unilateral:** de un solo lado de la calzada.
- **Alternada:** alternadas de ambos lados de la calzada.
- **Pareada:** por pares frente a frente de ambos lados de la vía (ambas banquetas deben cumplir con los criterios de localización citados anteriormente).

Ilustración 83. Disposiciones de las luminarias



En las calles que tengan camellón, las luminarias se deben disponer de forma pareada, para así tratar cada vía como una calle independiente.

La separación de las luminarias depende de la potencia de las lámparas utilizadas, de la altura de las luminarias y del nivel de iluminación deseado según el tipo de calle. Cuando se encuentren en curvas, debe avisar la presencia de ésta y subrayar su trazado.

En el caso de una disposición unilateral, las luminarias deben estar colocadas en la parte exterior de la curva para avisar a los conductores de la imposibilidad de continuar en línea recta.

Ilustración 84. Disposición de luminarias en curvas



Fuente: Adaptada de Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid

Para determinar el tipo de disposición de las luminarias, es necesario tomar en cuenta la relación altura de luminarias/ ancho de calle para asegurar una buena difusión de luz en todo el espacio de la calle.

- La disposición unilateral es posible en calles donde la relación altura/anchura sea menor a 1.0.
- La disposición alternada es posible en calles donde la relación altura/anchura sea de 1.0 a 1.5.
- La disposición pareada es posible en calles donde la relación altura/anchura sea mayor a 1.5.

Materiales

En los postes y otros elementos de metal se recomienda usar materiales anticorrosivos que alarguen la vida útil de las luminarias y eviten gastos de mantenimiento. Los postes de alumbrado estándar deben ser rectos y pueden ser de metal o de concreto. Por su parte, los postes de alumbrado decorativo son comúnmente de metal y pueden tener una forma distintiva menos, los cimientos pueden variar entre 1.2 y 2.5 m de profundidad según la altura y el alcance que se requiera para cada luminaria (Energex and Ergon Energy, 2014).

Tipos de luminarias

El tipo de luminarias debe tomar en cuenta principios de eficiencia energética y sustentabilidad, puede emplearse más de un tipo de luminarias en los diferentes proyectos. Las más comunes son las siguientes: tecnología LED, luminarias solares y luminarias de vapor de sodio.

Iluminación de intersecciones

La iluminación en las intersecciones permite revelar la existencia de la misma a los vehículos que se aproximan, destacar la presencia de obstáculos, señalamientos, direcciones y mostrar los movimientos de vehículos y peatones.

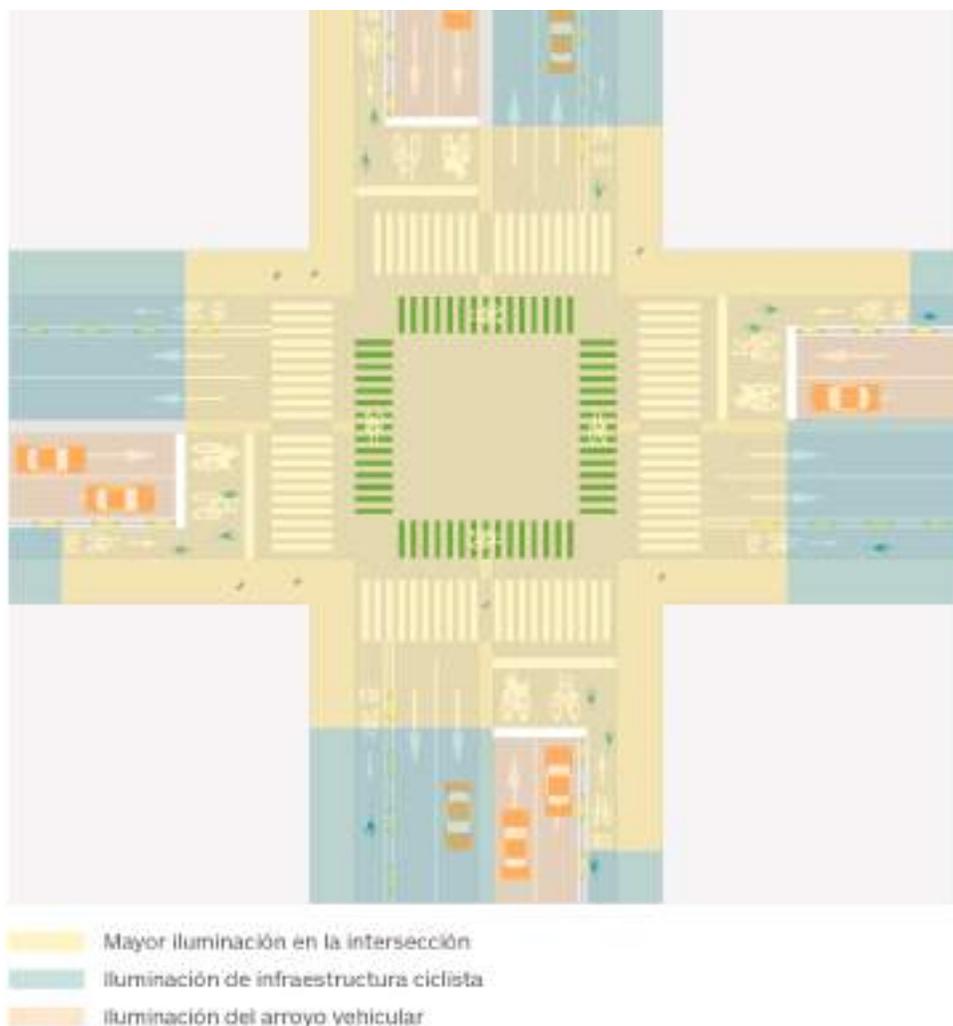
Se deben iluminar todos los pasos y cruces peatonales para avisar a los conductores de su presencia y brindar más comodidad a los peatones. La separación de las luminarias puede disminuir en el caso de que haya un cruce peatonal presente.

En el caso de una disposición alternada en la calle, la luminaria anterior al paso o cruce peatonal debe estar ubicada en el carril izquierdo, y la posterior en el carril derecho para que la luminaria avise de la presencia del cruce (según la dirección de aproximación de los coches).

En una disposición pareada, se deben colocar dos luminarias frente a frente de cada lado del cruce o paso peatonal, siempre y cuando la distancia no sea mayor a 15 m. En el caso de que la distancia sea mayor, se debe colocar una luminaria central en el camellón que respete los criterios de localización.

Por seguridad las intersecciones con carriles ciclistas y cruces peatonales deben estar iluminados desde un nivel más elevado que el del pavimento. Los postes que tienen tanto semáforos como lámparas son óptimos para brindar una buena iluminación al camino (CdMx, 2016a).

Ilustración 85. Zona prioritaria de iluminación



Intersecciones en forma de “T”, “+” o “Y”

Para estas intersecciones lo más sencillo es colocar luminarias antes de la misma, en todas las direcciones de circulación. En intersecciones de bajo flujo esto puede ser suficiente, pero se recomienda colocar una luminaria enfrente de los vehículos que pretendan girar, del otro lado de la calle, además el grado de iluminación de las intersecciones no puede ser menor al de las vías confluyentes.

Ilustración 86. Ubicación de luminarias en intersecciones



Fuente: Adaptada de Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid

Intersecciones giratorias

Todas las intersecciones giratorias deben estar iluminadas; los objetivos principales son acrecentar su percepción lejana, lo que aumenta su función de reductor de velocidad, y revelar su forma para que sea identificable, resaltando su carácter circular. Su grado de iluminación no debe ser menor al de las vías confluyentes.

Por razones de seguridad, no se recomienda colocar luminarias en el islote central (ya que puede deslumbrar a los usuarios) a menos de que se haga en mástil de más de 19 m de altura, en glorietas de gran tamaño. Se recomienda ubicar las luminarias en forma de anillo, siguiendo en perímetro de la glorieta en el exterior de la calzada.

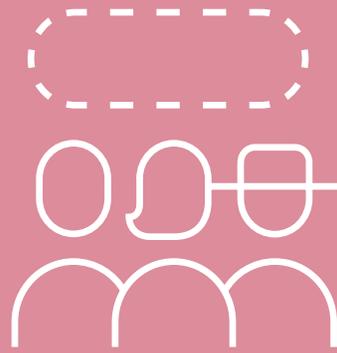
Ilustración 87. Intersecciones giratorias



Fuente: Adaptada de Área de Urbanismo de Gobierno y Vivienda del Ayuntamiento de Madrid, 2000, Instrucción para el Diseño de la Vía Pública, Madrid: Ayuntamiento de Madrid

Estudios variados evidencian que la iluminación en las calles es necesaria para aumentar la seguridad de sus usuarios. Sin embargo, la decisión de iluminar o no sigue dependiendo de la administración pública correspondiente. A pesar de eso, los criterios políticos y económicos no deben ser causa de descuidos que perjudiquen la seguridad vial.

En la actualidad existen muchas herramientas, normas, tecnologías y fuentes de energía que posibilitan a las autoridades iluminar con el nivel correcto, en el sitio correcto y en el momento correcto, todo, sin dejar de cumplir con las especificaciones económicas y de seguridad de las autoridades y de los usuarios. Este es el reto de hoy para la iluminación de las calles y carreteras del mañana (Wanvik, 2009).



Herramientas para procesos participativos en proyectos de diseño vial

D.

-
- ¿Cómo lograr que el diseño de una calle atienda las necesidades de todos?
 - ¿Cómo acceder a las percepciones de los usuarios de un proyecto vial?
 - ¿Cómo involucrar a la ciudadanía en el diseño vial?

D. Herramientas para procesos participativos en proyectos de diseño vial

Imagen. Xalapa, BID, 2014



Este bloque tiene como objetivo brindar herramientas que permitan involucrar a la ciudadanía en proyectos de diseño de calles. Los procesos participativos permiten que se ejerza el “derecho de actores sociales, tanto colectivos como individuales, de involucrarse activamente de modo informado, y de ver reflejadas sus preocupaciones y necesidades en el proceso de toma de decisiones públicas”⁵².

El bloque inicia con consideraciones generales necesarias para la implementación de procesos participativos y continúa con una selección de herramientas que pueden ser utilizadas tanto para conocer las necesidades y percepciones de los usuarios de una calle, así como para que ellos mismos puedan influir en el diseño.

Las ventajas de incluir procesos participativos para las personas responsables de proyectos de diseño vial se pueden sintetizar en dos aspectos. Primero, proporcionan información directa de las necesidades de los beneficiarios del proyecto, que podrían no haber sido consideradas por los responsables del diseño inicialmente y; segundo, facilitan la apropiación y aceptación social de la intervención propuesta.

De esta manera, los procesos participativos pueden hacer que la implementación de proyectos viales sea más eficiente en el largo plazo, ya que la apropiación y aceptación social de la propuesta puede evitar que surjan conflictos con vecinos y usuarios, los cuales podrían retrasar o frenar los proyectos. Esta afirmación fue confirmada por servidores públicos locales que fueron consultados en el proceso de construcción colectiva del manual (ver bloque A).

También es importante resaltar que, al tomar en cuenta a todas las personas afectadas en un proceso de diseño vial urbano, aumentan las posibilidades de garantizar su participación y las posibilidades de interactuar con el entorno sin recibir un trato que puede considerarse discriminatorio en función de sus características individuales.

El contenido relacionado con procesos participativos buscan facilitar su entendimiento y uso práctico en el desarrollo de proyectos de diseño de calles. Para profundizar en el tema, se recomienda consultar manuales y literatura especializados, incluyendo la bibliografía de este bloque.

52. ITDP, 2014, p. 17.

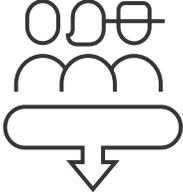
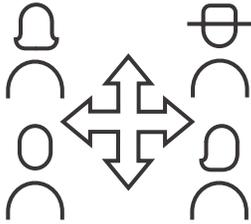
Clasificación de las herramientas

En este manual se consideran dos grupos de herramientas; ambas pueden ser útiles en la mayor parte de las etapas del proceso de diseño vial. Los grupos son:

Herramientas de escucha y valoración: aquellas que permiten obtener un panorama de las percepciones sobre la infraestructura, uso y necesidades reales de los usuarios de una calle.

Herramientas de involucramiento: propician la participación activa de la ciudadanía (organizada o no) en el diseño vial y la apropiación social de los proyectos (Tabla 57).

Tabla 60. Clasificación de herramientas

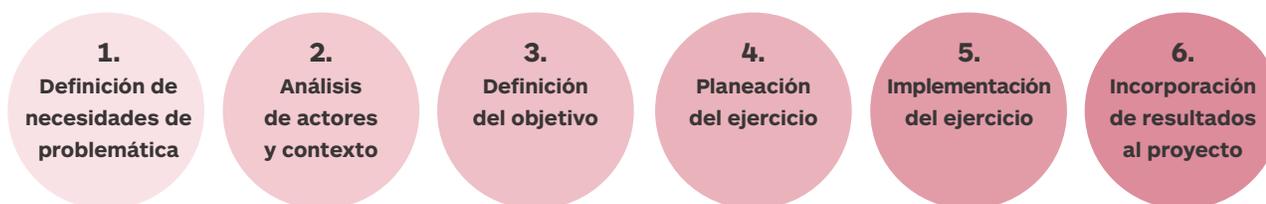
Tipo de herramienta	Funcionalidad	Diagramas de intercambio de información
1. Escucha y valoración de necesidades	Recolecta y analiza las percepciones y necesidades de los usuarios sobre la infraestructura.	
2. Involucramiento	Propicia que la ciudadanía se apropie y participe activamente en el diseño de los proyectos de calle.	

Por lo general, los ejercicios que involucran el uso de herramientas de escucha y valoración requieren menos tiempo para su implementación que los ejercicios de involucramiento. En la sección D1.1 se presenta una selección de herramientas para procesos participativos.

Uso de herramientas de participación pública efectiva

Los procesos participativos pueden seguir secuencias distintas debido a su contexto, la etapa del proyecto de diseño vial en el que se llevan a cabo o lo que se espera de ellos. Sin embargo, es posible seguir un proceso común que facilite la planeación del ejercicio y la elección de la herramienta que mejor atiende las necesidades del proyecto. Los pasos que integran este proceso se presentan en la siguiente ilustración (figura 7) y se describen en este apartado.

Figura 8. Pasos de un proceso participativo



1. Definición de necesidades o problemática

Para diseñar un proceso participativo se debe identificar el problema a resolver o evitar; es necesario invertir tiempo y esfuerzo en comprender las circunstancias que pueden generar barreras en el proceso de diseño vial e intervención de la calle. En este paso es necesario definir si se requiere únicamente información de los usuarios de la calle que se va a intervenir y de otros actores o si se requiere la participación activa de los mismos, o ambas. Si únicamente se requiere información, ésta puede ser recabada con herramientas de escucha y valoración; si se requiere de la participación activa de la ciudadanía, entonces es necesario utilizar herramientas de involucramiento.

2. Análisis de actores⁵³ y contexto

En este paso se deben identificar tanto a las personas relevantes para el proyecto como aspectos de la calle que puedan afectar su desarrollo. Para realizar el análisis, es necesario conocer las circunstancias materiales o sociales alrededor del proyecto de diseño vial urbano. Es importante documentar la situación, el entorno y la historia de la calle, de sus usuarios y de los actores involucrados en este tipo de procesos. Pueden utilizarse los análisis de gabinete mencionados en la etapa de diagnóstico señalada en el bloque B; son especialmente útiles los datos demográficos, económicos e históricos. Dependiendo de la magnitud del proyecto o de lo controversial que pueda ser, es posible utilizar distintas estrategias de análisis del contexto y actores. Para un proyecto sencillo y/o poco controversial, puede ser suficiente un listado de los usuarios de la calle; para un proyecto controversial o de mayor magnitud, es necesario realizar un análisis más amplio. Para ello, se pueden utilizar diversas herramientas; por ejemplo, la metodología de mapeo de actores permite identificar la posición de personas o grupos sociales frente a un proyecto y su capacidad de influir en él.

3. Definición de objetivos

Es necesario definir los alcances del proceso participativo al diseñar una calle, los cuales pueden variar desde la obtención de opiniones o valoración de las percepciones, hasta la inclusión de contribuciones de los usuarios en el proceso de diseño. Tener claro los objetivos del proceso permite que el proceso participativo se desarrolle con mayor facilidad y atienda las necesidades del proyecto vial.

4. Planeación del ejercicio

En este paso se diseña la metodología a seguir durante el proceso participativo, sus etapas, las herramientas a utilizar y los recursos necesarios para implementarlo. Para elegir las herramientas, es necesario buscar que se adapten al proyecto tanto en presupuesto como en tiempo, que atiendan las necesidades y problemas identificados en el primer paso, que sean aptas para los actores involucrados y el contexto analizado, y que permitan la consecución tanto de los objetivos generales del proceso como los objetivos específicos del ejercicio.

5. Implementación del ejercicio

Generalmente, el proceso se integra de varias sesiones o ejercicios, dependiendo de los objetivos y de las herramientas que se definieron. Es necesario considerar tres momentos:

- Antes de la ejecución de los ejercicios, etapa en la cual se definen aspectos logísticos como el lugar o el presupuesto, y la estrategia de convocatoria que permita involucrar a los actores identificados como prioritarios.
- Durante los ejercicios, etapa en la cual se definen criterios para la toma de decisiones y los lineamientos del ejercicio.
- Después de los ejercicios, etapa en la cual se analizan los resultados y se lleva a cabo una estrategia de comunicación e integración de los mismos en proyecto de diseño vial en cuestión.

6. Incorporación de resultados al proyecto

En este paso es necesario implementar cambios al proyecto de diseño vial y generar una estrategia de difusión sobre los mismos. Si el ejercicio se llevó a cabo con el objetivo de ampliar el diagnóstico, los resultados de su aplicación informarán los datos demográficos, económicos o históricos que integran el diagnóstico. Si se planteó la necesidad de generar recomendaciones o propuestas de diseño, es necesario definir cuáles son factibles para que puedan incidir directamente en el proyecto. Es recomendable categorizar las recomendaciones para facilitar su incorporación al proyecto.

53. Los actores son tanto los afectados y beneficiados por el proyecto, como toda persona capaz de influir en él.



Imagen. Xalapa, BID, 2014

D1. Herramientas para procesos participativos

Los pasos previamente descritos se incluyen en este manual para facilitar la incorporación de procesos participativos en el desarrollo de proyectos de diseño vial. Éstos permiten que las herramientas de valoración e involucramiento que se presentan en este apartado puedan ser comprendidas en el contexto de un proyecto de diseño de calles. Sin embargo, para promover su utilización, en la sección D.1 se incluyen recomendaciones específicas de uso por cada una de las herramientas que fueron seleccionadas para formar parte de los contenidos de esta guía. Estas herramientas facilitan la gestión social de proyectos en los procesos de diseño de calles.

Los contenidos del manual apuntan a un proceso de diseño vial que responda a las necesidades de las personas; por lo tanto, se brindan estrategias y referentes técnicos que facilitan que los diseños de calle atiendan las necesidades de los distintos usuarios de la vía. Sin embargo, para que un diseño vial responda exitosamente a las necesidades y preferencias de los usuarios es necesario escuchar y valorar su percepción de la calle, o hacerlos parte en el proceso de diseño.

A continuación se presenta una selección de herramientas enfocadas en la escucha y valoración, e involucramiento de los usuarios (Tabla 58):

Tabla 61. Herramientas para procesos participativo

<i>De escucha y valoración</i>	<i>De involucramiento</i>
<ul style="list-style-type: none"> – Encuestas – Grupos de enfoque – Técnicas de observación 	<ul style="list-style-type: none"> – Diseño participativo – Presupuesto participativo – Panel de expertos – Proceso de diálogo multiactor

Las herramientas fueron seleccionadas buscando que fueran prácticas, incluyentes y accesibles. Para lograrlo se tomaron en cuenta dos criterios: el primero considera su utilización por servidores públicos y expertos que fueron consultados ex profeso; el segundo se basa en su inclusión en manuales de participación ciudadana y diseño de espacios públicos.

D1.1 Herramientas de escucha y valoración

En este apartado se presentan descripciones básicas de las tres herramientas de escucha y valoración incluidas en el manual. También se incluyen recomendaciones para facilitar su uso por las personas responsables de proyectos de diseño de calles.

Aplicación de encuestas

La aplicación de encuestas es una técnica de recopilación de datos mediante un cuestionario especialmente elaborado⁵⁴ mediante el cual se obtienen datos agregados de las percepciones de los usuarios y actores relacionados con el proyecto de diseño vial. Su aplicación consiste en un levantamiento en campo y su importancia radica en que los datos obtenidos son representativos de la población objetivo (normalmente los usuarios) de un proyecto de diseño vial. Esto se logra a través de la identificación de una muestra o número mínimo de personas cuyo tamaño puede variar en función de la población objetivo y, por ende, de la escala del proyecto vial.

¿Para qué sirve?

Identificar y priorizar áreas y elementos de mayor necesidad o preferencia de los usuarios en un proyecto de diseño vial.

¿Cuándo utilizarla?

Se recomienda su uso durante las etapas de diagnóstico y evaluación y monitoreo del diseño de un proyecto, descritas en el bloque B de este manual. En la etapa de diagnóstico, las encuestas permiten identificar prioridades de los usuarios; en la etapa de evaluación y monitoreo permiten medir el impacto percibido por la población objetivo.

54. Thorndike, R. L. (1989). "Psicometría aplicada". Limusa.

Tabla 62. Recomendaciones para grupo de enfoque

Paso	Desarrollo
1. Conceptualización de la encuesta	<p>Guías de conceptualización: Tomar en cuenta las siguientes tres preguntas clave:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>¿Qué se quiere saber?</i> Esto determinará el tipo de preguntas que se realizarán. 2. <i>¿A quién va dirigido?</i> Influirá en el tono de las preguntas y facilitará la identificación de la población objetivo. 3. <i>¿Con cuánto tiempo y recursos se cuenta?</i> Planear la cantidad de tiempo y recursos necesarios para el levantamiento.
2. Diseño	<p>Definición de muestra: se refiere a la identificación del número de personas que deben ser consultadas para que la muestra sea representativa de la población objetivo. Para ello, es necesario conocer el tamaño de la población objetivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Datos demográficos:</i> Preguntas necesarias para contrastar perfiles de usuarios. Se suele incluir edad, género y escolaridad, entre otros. – <i>Contexto:</i> Preguntas que arrojen información sobre la percepción de los usuarios (apropiación y calidad del espacio y seguridad vial, entre otros). – Es importante que las preguntas sean claras y concisas. Pueden ser cerradas (opciones predeterminadas) o semi-abiertas (respuesta en dos o tres palabras). <p>Es preferible obtener la autorización del participante para usar sus datos mediante una firma y debe garantizarse la privacidad de los datos personales.</p>
3. Piloteo	<p>Versión preliminar: elaborar y aplicar una versión previa de la encuesta a personas con características similares a la población objetivo.</p> <p>Es recomendable identificar preguntas redundantes, incomprensibles o innecesarias para que sea más eficiente.</p>
4. Programa	<p>Programación de actividades: establecer la ubicación y agendar los horarios de aplicación de la encuesta.</p>
5. Capacitación a aplicadores	<p>Sesiones de capacitación: compartir el objetivo y procedimiento de llenado de la encuesta con los aplicadores seleccionados.</p>
6. Aplicación	<p>Implementar: ejecutar el programa de aplicación en los lugares y horarios especificados.</p>
7. Análisis de los resultados	<p>Análisis estadístico: aplicar pruebas estadísticas como frecuencias, tablas comparativas y regresiones, entre otras, para identificar patrones en la percepción de los encuestados y contrastarlos con los datos técnicos recabados en las distintas etapas del proyecto.</p>



Imagen. Xalapa, BID, 2014

Grupos de enfoque

Es una técnica de recolección de información a través de entrevistas grupales semi-estructuradas⁵⁵. Su propósito principal es hacer surgir actitudes, sentimientos, creencias, experiencias y reacciones entre los distintos usuarios y actores clave del proyecto, por lo que la conversación estará centrada en los efectos -actuales o posibles- que ejerce un proyecto de diseño vial sobre ellos.

¿Para qué sirve?

Esta técnica busca profundizar en los detalles que provienen de las actitudes, conocimientos y percepciones de los participantes relacionados con el proyecto de diseño de la calle. Se propicia a través del intercambio de opiniones en una sesión programada de entrevistas semi-estructuradas.

¿Cuándo utilizarla?

Se recomienda su uso durante las etapas de conceptualización, diagnóstico, planeación y diseño propuestas en el bloque B de este manual. En la fase de conceptualización, los grupos de enfoque permiten identificar aspectos relevantes para los usuarios, los cuales podrían haber sido ignorados por los responsables de proyectos de diseño vial. En el diagnóstico pueden confirmar o reforzar hipótesis provenientes de datos cuantitativos de la fase de diagnóstico, mientras que en la etapa de planeación y diseño permiten mejorar la propuesta a través de la revisión de proyectos por parte de los usuarios.

55. Escobar, J., & Bonilla-Jimenez, F. I. (2009). "Grupos focales: una guía conceptual y metodológica". Cuadernos hispanoamericanos de psicología, 9(1), 51-67.

Tabla 63. Recomendaciones para grupo de enfoque

Nombre	Descripción
1. Elaboración del programa	<p>Establecer objetivos para la implementación del grupo de enfoque. Estos se refieren a la información de interés provenientes de las actitudes, conocimientos y percepciones de los usuarios sobre el proyecto vial.</p> <p>Preguntas guía: elaborar un conjunto de preguntas abiertas que guíen la conversación entre los participantes.</p> <p>Diseño de la sesión: diseñar una guía metodológica en la que se incluyen las preguntas guía y los tiempos designados para responder a cada tema, con la finalidad de que los participantes mantengan una conversación ordenada.</p>
2. Selección y convocatoria de los participantes	<p>Selección. Los participantes son seleccionados en función de las siguientes categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Tipo de actor:</i> el actor cumple con los criterios de edad, sexo y tipo de usuario. 2. <i>Grupos homogéneos o heterogéneos:</i> el primero profundiza en los detalles de percepción de un conjunto similar de usuarios; el segundo fomenta la discusión contrastar opiniones entre usuarios de perfiles diversos. <p>Convocatoria. Se extiende una invitación a través de diversos medios como: correo electrónico, mensajes de texto y llamadas telefónicas.</p>
3. Durante la sesión	<p>Facilitador. Previo a la sesión el equipo de trabajo, se debe elegir a un facilitador, cuyas funciones son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Controlar los tiempos para cada tema y asegurar la participación equitativa. 2. Establecer un clima de confianza y apertura en el que los participantes puedan compartir sus experiencias libremente. 3. Fomentar la discusión y el intercambio de opiniones entre los participantes a partir de las preguntas guía. 4. Sintetizar lo dicho por el grupo al terminar de discutir cada tema.
4. Análisis de información	<p>Niveles de análisis. La evaluación de datos puede realizarse en tres niveles:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Por mesa:</i> cuando se realiza más de un grupo focal por tema, es común que cada mesa tenga un perfil distinto y, por lo tanto, se debe llevar a cabo una comparación entre mesas. 2. <i>Por tema:</i> generalmente, se alcanzan conclusiones generales para cada tema, lo cual pone en evidencia las necesidades y preocupaciones prioritarias para la comunidad. 3. <i>Por perfil:</i> las experiencias sobre un mismo fenómeno suelen variar de acuerdo al sexo, edad, o tipo de usuario.



Imagen. Xalapa, BID, 2014

Técnicas de observación

Existe un amplio número de estrategias para sistematizar y analizar el comportamiento de los usuarios de una calle; aquella seleccionada en este manual se basa en la propuesta de estudio de vida en el espacio público de Jan Gehl⁵⁶ pues es flexible y económica, lo cual permite aplicarla a prácticamente cualquier proyecto de calle. Es necesario resaltar que las técnicas de observación pueden no ser consideradas como herramientas de participación, ya que los usuarios de la vía a intervenir no son consultados directamente. Sin embargo, se incluyen porque son especialmente útiles para identificar las percepciones y necesidades de los usuarios de manera directa.

¿Para qué sirve?

Permite conocer las actividades más comunes, nivel de apropiación del espacio y comodidad de los usuarios en el área en donde se llevará a cabo el proyecto, lo cual se logra mediante la observación directa y el conteo de conductas o acciones previamente tipificadas entre los usuarios^{57, 58}. Es especialmente útil para conocer el grado de comodidad que los usuarios tienen con respecto a distintos elementos de la infraestructura vial.

¿Cuándo utilizarla?

Se recomienda su uso durante las etapas de conceptualización, diagnóstico, y monitoreo y evaluación descritas en el bloque B. En las etapas de conceptualización y diagnóstico, la técnica de observación sirve para detectar problemas en la infraestructura que pueden atenderse mediante proyectos de rediseño vial. Para utilizarla en la etapa de diagnóstico y evaluación, es necesario haberla utilizado en las primeras etapas del proyecto y contrastarla con los resultados obtenidos de su aplicación, una vez construido el proyecto.

56. Gehl, J., & Svarre, B. (2013). "How to study public life". Island Press.

57. Cooper, H. M. (1982). "Scientific guidelines for conducting integrative research reviews". *Review of educational research*, 52(2), 291-302.

58. Villaseñor, Á. B. (1989). "Fiabilidad y generalización de la observación conductual". *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, (43), 5-32.

Tabla 64. Recomendaciones para la implementación de técnicas de observación

Pasos	Desarrollo
1. Indicadores previos a la observación	<p>¿Qué? Definir las conductas o acciones principales a observar como moverse, sentarse y mantenerse en pie, entre otras.</p> <p>¿Quiénes? Seleccionar a los usuarios en función del interés particular de la técnica por género, edad aproximada o tipo de discapacidad, entre otras.</p> <p>¿Dónde? Delimitar el espacio de estudio por número de sectores, usualmente entre dos y seis, para mantener un mejor control de la observación y resultados de los procesos.</p> <p>¿Cuánto tiempo? Se define el tiempo de observación dependiendo del lugar y los tipos de usuarios que se observan.</p>
2. Tipificación de conductas	<p>Identificación de conductas. Redactar definiciones de cada una de las conductas o acciones a observar, utilizando los siguientes principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Usar conceptos susceptibles de observarse como sentarse, estar de pie y cercanía entre usuarios. — Indicar el momento en que inicia y termina la acción. — Redactar definiciones mutuamente excluyentes para evitar confusiones. <p>Programación de puntos de observación. Elaborar una agenda con horarios de observación por cada sector previamente definido.</p>
3. Capacitación de la observación	Se proporcionan las herramientas necesarias a los observadores para que capturen la información de las conductas definidas.
4. Observación en campo	Implementar las sesiones de observación en los lugares y horarios elegidos.
5. Análisis de datos	Evaluar los datos a través de pruebas estadísticas pertinentes como frecuencias, tablas comparativas y regresiones, entre otras, para contrastar con los datos técnicos recabados en las distintas etapas del proyecto.

El tiempo y el presupuesto también influyen en la selección de herramientas para la implementación de procesos participativos; los costos y tiempo necesarios para implementarlos dependen de la magnitud del proyecto, de lo control que pueda ser y de las herramientas elegidas. A continuación se presenta una tabla de referencia que permite comparar en tiempos y costos las herramientas de escucha y valoración presentadas en este apartado (Tabla 62):

Tabla 65. Comparativa de tipo de herramientas

Herramientas	Tiempo aproximado	Costo
Encuestas	1 mes	\$\$\$
Grupos de enfoque	1 mes	\$\$
Técnicas de observación	2 semanas	\$

D1.2 Herramientas de involucramiento

El involucramiento de la ciudadanía en la planeación y el diseño de sus calles fomenta que el entorno de las mismas sea más incluyente. De la misma manera, incrementa las posibilidades de aceptación del proyecto por parte de usuarios y personas impactadas, e incrementa la confianza en las autoridades, consultorías y empresas encargadas de la construcción de la obra. Adicionalmente, contribuye a informar los diseños de las calles con la perspectiva de sus usuarios y ahorra recursos a los encargados del proyecto, al prevenir contingencias o planear mecanismos para solventarlas. En este apartado se presenta una compilación de técnicas y procedimientos con los cuales se puede involucrar a los usuarios de la calle en procesos participativos que informen e influyan en los proyectos de diseño de calle.

Diseño participativo

Se refiere a sesiones de trabajo grupal en las cuales se involucran los usuarios e instituciones gubernamentales en la toma de decisiones sobre elementos funcionales y estéticos de las vías. En ellas, se produce un intercambio de información entre las personas responsables del proyecto y los beneficiarios del mismo. Llevarlas a cabo promueve la adquisición de conocimiento técnico informal sobre la vía, y el intercambio de opiniones sobre los elementos de seguridad, accesibilidad, eficiencia y comodidad.

¿Para qué sirve?

Sirve para que los beneficiarios de un proyecto de calle puedan tener influencia directa en su diseño⁵⁹, lo cual permite que sus necesidades sean consideradas en el proceso y que se apropien del proyecto.

¿Cuándo utilizarla?

Puede utilizarse en las etapas de conceptualización, planeación y diseño descritas en el bloque B. En la etapa de conceptualización, las sesiones de trabajo grupal permiten la identificación de necesidades y preferencias de los usuarios, facilitando la elaboración de un diseño conceptual consensuado entre autoridades y beneficiarios. En las etapas de planeación y diseño, la herramienta permite identificar carencias y aspectos susceptibles de mejora en la planeación o diseño preliminares.

59. Torres, H. B., y Mancilla, M. R. (2012). "La intervención sociourbana del barrio las Canteras: Una experiencia desde la psicología ambiental comunitaria". Revista de Ciencias Sociales (Etapa II), 25, 78-95.



Imagen. Xalapa, BID, 2014

Tabla 66. Protocolo de implementación de diseño participativo

Pasos	Desarrollo
1. Planeación de la sesión	En esta fase se deben establecer los objetivos que se pretenden alcanzar con la aplicación de la herramienta. Éstos pueden variar dependiendo del nivel de involucramiento que se busca conseguir, de la etapa del proyecto, y de si se cuenta o no con un diseño preliminar.
2. Selección y convocatoria de participantes	<p>Seleccionar: los participantes son seleccionados en función de su edad, sexo, y tipo de usuario como técnico, usuario o perteneciente una organización no gubernamental.</p> <p>Convocatoria: se extiende una invitación a través de diversos medios como correo electrónico, mensajes de texto y llamadas telefónicas.</p>
3. Durante la(s) sesión(es)	<p>Facilitador. Previo a la sesión, el equipo de trabajo elige uno o más facilitadores, cuyas funciones son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Controlar el tiempo de la sesión de diseño. 2. Establecer un clima de confianza y apertura en el cual los participantes puedan compartir sus experiencias. 3. Fomentar la discusión y el intercambio respetuoso de opiniones entre los participantes sobre los elementos del diseño que podrían cambiar.
4. Análisis de información y rediseño	La información obtenida se analiza y se prepara un rediseño formal del proyecto. Se recomienda que este rediseño sea presentado de nuevo con los usuarios finales para recibir retroalimentación adicional.

Presupuesto participativo

Se refiere a un proceso de democracia directa mediante el cual los ciudadanos de un gobierno local deciden sobre la asignación de un porcentaje del presupuesto de la demarcación. En México se cuenta con experiencias en León, Guanajuato y Ciudad de México.

¿Para qué sirve?

Sirve para identificar proyectos de calle que los usuarios consideran necesario implementar. Además, permite reordenar las prioridades presupuestales mediante el ejercicio democrático, involucrando a los ciudadanos para que controlen y manejen la ejecución del presupuesto en aras de mejorar su calidad de vida en un tiempo relativamente corto⁶⁰.

¿Cuándo utilizarla?

Se puede utilizar en las etapas de conceptualización y diagnóstico descritas en el bloque B. En la primera sirve como insumo principal, y en la segunda, los datos provenientes del número de votos por proyecto puede complementar datos provenientes del diagnóstico.

Recomendaciones para la implementación de presupuesto participativo.

En este caso, los pasos incluyen tanto el ejercicio de democracia directa como la aplicación de la herramienta en el marco de un proyecto de calle (Tabla 64).

Tabla 67. Implementación para presupuesto participativo

Pasos	Desarrollo
1. Análisis de la situación	<p>Detección: diagnosticar las necesidades administrativas del gobierno municipal o local.</p> <p>Presupuestar: se establecen las fuentes y la cantidad de recursos que serán destinados al proyecto vial.</p>
2. Planeación del ejercicio	<p>Reglas de procedimiento: establecer el marco legal que haga obligatorio el ejercicio de participación.</p> <p>Calendarización: establecer fechas y lugar en donde se llevará a cabo el proyecto.</p> <p>Convocatoria: se extiende una invitación a la ciudadanía en general con varias semanas de anticipación.</p>
3. Desarrollo del ejercicio	<p>Recepción de propuestas: durante este periodo, cualquier ciudadano puede sugerir proyectos o soluciones específicas a las cuales destinar recursos públicos.</p> <p>Priorización del presupuesto: elegir de manera democrática el destino del presupuesto asignado.</p>
4. Posterior al ejercicio	<p>Difusión de resultados: comunicar a la ciudadanía los proyectos que se decidieron priorizar y hacer público el cronograma esperado para las intervenciones.</p>

60. ITDP (2014).

Panel de expertos

La particularidad de esta herramienta es que reúne a ciudadanos especializados en temas vinculados con el diseño de calles⁶¹. Su objetivo es sintetizar los testimonios, investigaciones, proyecciones a futuro y otros tipos de contribuciones en un informe del estado actual y pronóstico sobre los futuros pasos.

¿Para qué sirve?

El panel de expertos es útil para analizar y sintetizar temas complejos que requieran una visión multidisciplinaria. Esta herramienta se utiliza antes de socializar la información con la ciudadanía general y permite tanto robustecer la propuesta de diseño como generar argumentos de respaldo para la misma.

¿Cuándo utilizarla?

Se recomienda utilizarla durante la etapa de planeación y diseño descritas en el bloque B. Los expertos que participan en el panel deben revisar el diseño para respaldarlo o hacer recomendaciones de mejora.

Tabla 68. Recomendaciones para la implementación del panel de expertos

Pasos	Desarrollo
1. Preparación del evento	<p>Invitar: seleccionar expertos sobre temas relacionados con proyectos viales.</p> <p>Organizar el evento: considerar el lugar y momento en el que se trabajará con los expertos, así como viáticos y gastos de traslado que se produzcan.</p> <p>Solicitud de informe inicial: los expertos deben entregar un reporte sobre el tema a tratar.</p>
2. Desarrollo de las sesiones	<p>1. Realizar diagnóstico inicial: identificar la magnitud de las problemáticas, fortalezas, áreas de oportunidad y prioridad de acciones del proyecto de calle.</p> <p>2. Cruzar puntos de vista: discutir desde la diversidad de enfoques y proponer acciones a seguir para responder a la problemática.</p> <p>3. Integrar resultados: sintetizar lo concluido durante las sesiones pasadas y socializarlo con los participantes del panel.</p>
3. Presentación de resultados	<p>Redactar informe final: el documento debe contar con un panorama de la problemática que se discutió, proyecciones a futuro y recomendaciones de pasos a seguir.</p> <p>Difusión: el reporte final debe ser público; si es de interés común, se recomienda organizar un evento para presentar los resultados ante la ciudadanía.</p>

61. ITDP (2014).



Imagen. ITDP, 2013

Recomendaciones para la implementación de diálogo multiactor

Esta herramienta establece un espacio de comunicación abierto y plural que fomenta la toma colectiva de decisiones entre distintos actores clave de un proyecto de calle. Con ella, se generan mecanismos de escucha, proposición y acuerdos entre los involucrados, las cuales legitiman las decisiones tomadas.

¿Para qué sirve?

Al estar enfocado en establecer un diálogo, esta herramienta es útil para resolver situaciones de desacuerdo entre actores relacionados con el proyecto de diseño de la vía⁶².

¿Cuándo utilizarla?

Se recomienda su uso durante las etapas de conceptualización, planeación, diseño e implementación del proyecto descritas en el bloque B. En la etapa de conceptualización, permite identificar aspectos no considerados en el proyecto, mientras que en las fases de planeación, diseño e implementación, los diálogos multiactor contribuyen a solucionar controversias que puedan surgir entre los distintos actores involucrados en el proyecto.

Tabla 69. Protocolo de implementación de diálogo multiactor

Pasos	Desarrollo
1. Evaluación inicial	<p>Problematizar: valorar la magnitud y complejidad del problema entre los diversos actores clave del proyecto de vía.</p> <p>Diseño de entrevista: elaborar un conjunto de preguntas abiertas que profundicen en la naturaleza del problema y los actores involucrados.</p> <p>Diseño de la sesión: desarrollar entrevistas semi-abiertas con representantes de cada grupo de usuarios.</p>
2. Diseño y planeación de sesiones de diálogo	<p>Metodología: Desarrollar una metodología adecuada a los grupos de actores involucrados, complejidad del tema y posibles participantes; el procedimiento debe contemplar formato y duración de la actividad, objetivos a alcanzar y mecanismos para toma de decisiones.</p> <p>Planeación de la sesión: extender invitaciones abiertas y transparentes a todos los interesados en el diálogo multiactor.</p>
3. Durante la sesión	<p>Objetivo: obtener acuerdos y acciones a seguir para resolver la problemática.</p> <p>Facilitador: previo a la sesión, el equipo de trabajo elige a un facilitador, cuyas funciones son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Asegurar que la sesión se lleve a cabo de acuerdo a la metodología propuesta. 2. Promover un espacio de libre diálogo y apertura a las nuevas ideas entre los participantes. 3. Sintetizar y llevar registros de los acuerdos alcanzados, así como aquellos que no se pudieron alcanzar.
4. Implementación	<p>Implementar acciones que reflejen los acuerdos alcanzados, estableciendo metas a corto, mediano y largo plazo.</p> <p>Capacitar y dar herramientas a los participantes para monitorear el cumplimiento de metas.</p>

62. ITDP (2014).

El tiempo y el presupuesto también influyen en la selección de herramientas para la implementación de procesos participativos. Los costos y horas necesarias para implementarlos dependen de la magnitud del proyecto, de lo controversial que pueda ser y de las herramientas elegidas. A continuación se presenta una tabla de referencia que permite comparar las herramientas de involucramiento en relación a tiempos y costos (tabla 67):

Tabla 70. Relación de herramientas, tiempos y costos

Herramientas	Tiempo aproximado	Costo
Diseño participativo	2-6 meses	\$\$
Presupuesto participativo	3-6 meses	\$\$\$
Panel de expertos	1 mes	\$
Proceso multiactor	Variable	\$\$

Fuente: Adaptación de ITDP, 2014

Las herramientas presentadas en esta sección fueron elegidas por su practicidad y flexibilidad de uso, así como por su aparición en manuales de diseño y consulta participativa. Sin embargo, no son las únicas y se recomienda al lector interesado profundizar en estas estrategias acercándose a las referencias del presente bloque para diseñar procesos de participación efectiva, que faciliten la gestión de proyectos de diseño de infraestructura vial urbana y los procesos de intervención de calles.

E.

-
- ¿Qué es el urbanismo táctico y para qué sirve?
 - ¿Cuáles son los pasos para realizar una intervención de urbanismo táctico?
 - ¿Qué tipo de escala puede tener una intervención?

Urbanismo táctico

E. Urbanismo táctico

Imagen. Camina, ITDP, 2016



Los contenidos de este bloque sirven como guía para el desarrollo de intervenciones temporales en la infraestructura vial. En este manual, el urbanismo táctico se entiende como un conjunto de herramientas y estrategias de rediseño útil para las personas responsables de proyectos de calle en todas las etapas previas a la implementación (bloque B) ya que permite, durante un periodo de tiempo controlado, observar y analizar el comportamiento y reacción de la personas ante sus propuestas de diseño; además, permite promover su aceptación. En el contexto mexicano, es relevante señalar que este tipo de intervenciones permite actuar en condiciones de recursos limitados y planear proyectos por fases con distintos horizontes de permanencia.

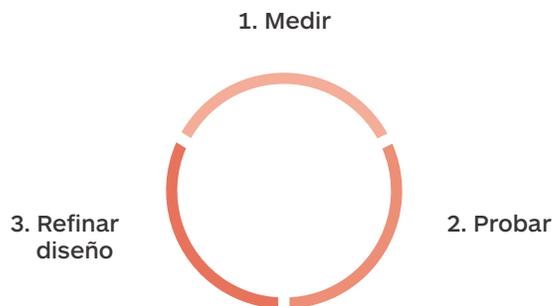
Estos pueden ir de horas a años dependiendo de los materiales utilizados en la intervención y de los elementos de la calle que se considere intervenir. Para facilitar la comprensión y aprovechamiento de los contenidos de urbanismo táctico del manual, este bloque inicia con una definición y consideraciones generales a tomar en cuenta en intervenciones temporales. Posteriormente, se comparte una descripción de los pasos a seguir en procesos de urbanismo táctico. Para concluir, se incluye una serie de estudios de caso que pueden ser utilizados como referencia, tanto por las personas responsables de proyectos de diseño vial como por ciudadanos interesados en mejorar su entorno. Además de los contenidos mencionados anteriormente, se recomienda consultar literatura especializada en urbanismo táctico para planear una intervención de esta naturaleza; algunos ejemplos se pueden encontrar en la bibliografía del bloque.

Urbanismo táctico y diseño vial

Es importante considerar intervenciones de urbanismo táctico en un manual de diseño vial porque permite mostrar de forma temporal cómo ciertas modificaciones a la infraestructura pueden mejorar las condiciones de seguridad, eficiencia de flujos de personas y mercancías, y aprovechamiento del espacio para los distintos usuarios de la vía. Así, es posible conocer la experiencia real que pueden tener los usuarios antes de construir el proyecto. Si la intervención de urbanismo táctico es realizada por las autoridades responsables, permite tanto mejorar el diseño que se va a implementar como promover su aceptación. Si la intervención es realizada por ciudadanos interesados en su entorno, permite tanto señalar una necesidad de mejora en la infraestructura, como indicar una posible solución.

El rediseño de las calles de una ciudad es un proceso en constante evolución. Generalmente, los cambios en las calles toman mucho tiempo, al requerir una fuerte inversión en estudios técnicos y construcción; por ello, se tiende a paralizar decisiones de cambios a corto plazo.

¿Qué pasaría si se hicieran pequeños cambios temporales en el diseño de la calle, que permitieran probar un diseño o comunicar un uso diferente? El urbanismo táctico da respuesta a esta pregunta al surgir de un proceso de planeación orientado a la acción.

Figura 9. Proceso de planeación orientado a la acción

Fuente: Adaptación de "Planning by doing" de Gehl Institute⁶³

Adicionalmente, el urbanismo táctico fomenta el involucramiento de los ciudadanos, organizaciones, desarrolladores, emprendedores, organizaciones y gobiernos locales involucrados de forma inmediata en los proyectos de infraestructura y seguridad vial. En el caso de los ciudadanos y organizaciones civiles organizadas, permite la reclamación inmediata, rediseño o reprogramación del espacio público y apoyo de las autoridades correspondientes. Para los desarrolladores y emprendedores, representa un medio para recolectar la información cualitativa y cuantitativa de las calles aledañas a los locales o terrenos que se intervendrán. En el caso de gobiernos y autoridades locales, es una manera de probar mejores prácticas rápidamente sin invertir una cantidad considerable de recursos antes de implementarlo definitivamente.⁶⁴

Figura 10. Etapas del proyecto

Fuente: Imagen adaptada al contexto mexicano, tomada del libro "Tactical urbanism. Short-term action for long-term change"

Existen diferentes escalas y motivos de aplicación de proyectos de urbanismo táctico⁶⁵; aquellas incluidas en este manual están relacionadas con proyectos de diseño vial. En ese sentido, la función del urbanismo táctico es probar proyectos de diseño a bajo costo para lograr un cambio permanente que brinde mayores beneficios a todos los usuarios de la vía.

Para que una intervención sea exitosa, es necesaria la coordinación y participación de los actores involucrados en el rediseño de una calle. La iniciativa de la implementación de urbanismo táctico puede surgir de cualquier actor dispuesto a implementar estos proyectos y su aplicación permite encontrar un balance entre la propuesta del proyecto y la buena experiencia del usuario durante la implementación y monitoreo.

63. "Planning by doing", Gehl Institute. Scaling up actions https://issuu.com/gehlinstitute/docs/tools_for_change_draft_january_28_2

64. https://issuu.com/gehlinstitute/docs/tools_for_change_draft_january_28_2

65. "Tactical Urbanism. Short Term-action for long-term change." Mike Lydon & Anthony Garcia, 2015

Implementación de urbanismo táctico en proyectos de diseño vial

Se pueden seguir distintos pasos para realizar intervenciones de urbanismo táctico. Sin embargo, en este manual se incluye una secuencia de acción que resulta útil para acompañar proyectos de diseño vial. Durante todo el proceso, se requiere una estrategia de comunicación efectiva para explicar y socializar los cambios en el comportamiento de los usuarios, los cuales se ven reflejados de manera prácticamente inmediata al aplicar el proyecto piloto en la vía. A continuación se describen los pasos sugeridos para la implementación de intervenciones de urbanismo táctico en proyectos de diseño vial:

ANTES



1. Exploración del lugar. En este paso es necesario observar las condiciones sociales y culturales del lugar, así como su actividad diaria. Es necesario conversar con los vecinos y potenciales aliados del proyecto para comunicarles lo que se pretende llevar a cabo el día de la intervención y como esta puede influir en el proyecto de diseño vial.



2. Diagnóstico. En este paso se analiza la situación actual de la calle a intervenir, con el propósito de identificar problemas o aspectos susceptibles de mejora. Para llevarlo a cabo es posible utilizar las fuentes de datos señaladas en el la etapa de Diagnóstico del Bloque B y herramientas para medir niveles de servicio peatonal y vehicular descritas en el bloque C y formatos de aforos. Además, se pueden utilizar diversas técnicas como encuestas de percepción, aforos peatonales, ciclistas y vehiculares, técnicas de observación, entrevistas a vecinos y transeúntes, análisis de trayectoria por usuario y levantamiento de medidas y obstáculos.



3. Generación de anteproyecto. En este paso se diseñan diversas alternativas de solución o mejora de aspectos de la vía que pueden ser probados mediante intervenciones de urbanismo táctico, como el rediseño geométrico (se recomienda acudir al bloque C como referencia). Además del diseño, es necesario definir la duración de la intervención. Con ambos aspectos definidos, es posible elegir los materiales que a utilizar durante la intervención.



4. Gestión y logística. En este paso se deben planear con detalle las actividades que a realizar y tramitar los permisos con las autoridades responsables. Es necesario prever las necesidades de recursos humanos y materiales, así como puntos desde donde se documentará de manera fotográfica la intervención.

INTERVENCIÓN



5. Implementación de la intervención. En este paso se lleva a cabo la intervención temporal utilizando los materiales previstos y se mide su desempeño, utilizando los mismos indicadores y herramientas del diagnóstico (paso 2). Esto permite comparar los resultados antes y después de la intervención, y conocer si los diseños probados generan cambios positivos para los usuarios de la vía. Es importante respetar las condiciones y señales de la calle a intervenir, ya que se trata de una intervención temporal encaminada a promover la aceptación de un nuevo proyecto.

DESPUÉS



6. Reporte y documentación de lecciones aprendidas. En este paso se lleva a cabo un análisis de los datos levantados en los diferentes momentos de la intervención, lo cual permite generar conclusiones que deben informar la propuesta de diseño vial que se pretende construir.

Escalas de las intervenciones

La aplicación del urbanismo táctico se puede realizar en diferentes escalas que dependen de los proyectos de diseño vial y la temporalidad de la intervención. En México se han aplicado intervenciones de urbanismo táctico que han propiciado a su vez cambios permanentes, a pesar de los recursos escasos con los que pueden contar las ciudades.

Esto ha incentivado a organizaciones de la sociedad civil, vecinos, iniciativa privada y gobiernos locales a probar exitosamente proyectos y lograr un consenso sobre los cambios que quieren llevar a cabo en sus calles. Estos ejercicios son estratégicos por las mediciones y proyectos plasmados en la calle y porque hacen partícipe a la comunidad inmediata a la intervención.

Este manual define tres escalas de alcance de una intervención de urbanismo táctico para mejorar el diseño vial:

Escala 1: Intervención en calle

Una intervención en calle se aplica cuando se quiere transformar el uso original, se aplica a lo largo de toda la vialidad y muestra un rediseño geométrico temporal. Es una forma de recuperación de la calle como espacio para las personas.



Imagen. SEMOVI, 2016

Caso de estudio: Peatonalización de la calle Francisco I. Madero

Autor: Autoridad del Espacio Público

Lugar: Ciudad de México

¿Qué es?

El Corredor Peatonal Madero es un proyecto elaborado en respuesta a la gran afluencia de peatones y a la necesidad de conectar espacios emblemáticos de la Ciudad de México: la Alameda Central y el Palacio de Bellas Artes con la Plaza de la Constitución.

Forma parte de la red peatonal planteada en el Plan Integral de Manejo del Centro Histórico de la Ciudad de México.

Proceso de prueba

La calle fue cerrada de forma temporal al paso de los automóviles de agosto a diciembre de 2009. Los cierres se realizaron primero los fines de semana y después todos los días hasta las 20:00 horas.

Resultados

La intervención de urbanismo táctico demostró que la demanda de peatones se incrementaba gracias a la peatonalización temporal. Las obras de remodelación crearon 11,000 m² de superficie libre de obstáculos.

De acuerdo a evaluaciones realizadas en 2015⁶⁶, las rentas aumentaron hasta un 50%, así como la plusvalía de los predios aledaños.

El número de peatones que transitan por este corredor aumentó un 250%, lo cual se calcula en un tránsito de alrededor de 400 mil personas diariamente.

Al día de hoy, es una de las calles más emblemáticas de la Ciudad de México por la conexión y disfrute que generó entre los transeúntes.

66. "Bueno para los negocios", Bicitekas, 2015

Escala 2: Intervención en intersección

Este ejercicio se aplica cuando se rediseña una intersección insegura. Antes de implementar de manera definitiva un proyecto de rediseño vial, se mide y analiza el comportamiento de los diferentes usuarios de la vía y sus trayectos de acuerdo al contexto.



Imagen. Camina, ITDP, 2016

Caso de estudio: Camina la Doctores

Autor: ITDP México y Delegación Cuauhtémoc

Lugar: Ciudad de México

¿Qué es?

Esta implementación se llevó a cabo en el marco de #SaveKidsLives, campaña oficial de la Tercera Semana Mundial de las Naciones Unidas para la Seguridad Vial de las Niñas y los Niños. Con el objetivo de mejorar la seguridad vial de la intersección, se realizó una intervención de urbanismo táctico liderada por ITDP México, con apoyo de la Delegación Cuauhtémoc.

Proceso de prueba

Esta intervención se realizó en mayo de 2015 con el objetivo de observar el comportamiento de los usuarios y sus necesidades. Se probó temporalmente un nuevo diseño en beneficio de los peatones y ciclistas; se logró documentar un aumento del 14% al 49% de espacio residual que se podía utilizar como banqueta para los peatones.

Resultados

La delegación Cuauhtémoc, con apoyo de la Secretaría de Movilidad de la CDMX (SEMOVI), implementó de manera definitiva un diseño más seguro en 2017.

Gracias al proyecto de urbanismo táctico, los vecinos se apropiaron del proyecto inicial. Actualmente, defienden el espacio para evitar la colocación de obstáculos móviles sobre las nuevas banquetas.

En el nuevo diseño, los peatones tienen trayectos directos para cruzar, y los automovilistas y ciclistas tienen una mejor lectura del orden de la intersección, lo que hace predecibles las trayectorias. A la vez, el nuevo diseño ha disminuido la velocidad de vehículos motorizados, aumentando la seguridad de todos los usuarios de la vía, principalmente los más vulnerables.

Escala 3: Intervención en cruce

Se aplica cuando se requiere indicar la falta de señalamiento en un cruce peatonal. Generalmente, se pinta el señalamiento (cebras) de manera creativa con el fin de hacer más visible y divertido cruzar la calle. Se pueden aplicar como proyectos piloto para un posterior rediseño completo del cruce o intersección.



Caso de estudio: Zona escolar segura

Autor: Movimiento de Activación Ciudadana A.C. (MovAC)

Lugar: Guadalupe, Nuevo León, México.

¿Qué es?

Zona Escolar Segura es un programa de conciencia vial en escuelas primarias y secundarias del Estado de Nuevo León. Los objetivos del programa son fortalecer la reflexión acerca de los roles y responsabilidad que cada usuario tiene en la calle y promover la participación ciudadana para lograr entornos escolares más seguros.

MovAC busca inculcar el respeto del cruce peatonal por parte de los diferentes usuarios de la calle y fomentar un sentido de pertenencia en la comunidad de la zona escolar intervenida.

Proceso de prueba

La pinta de cruces peatonales es la actividad práctica de los talleres de educación vial que se imparten a niños de 5° y 6° grado de primaria, y a adolescentes de 3° de secundaria.

El diseño se pinta sobre cruces peatonales previamente hechos con pintura termoplástica que proporcionan los gobiernos municipales para mayor duración del cruce.

Resultados

Se han impartido 29 talleres y 39 pintas de cruces en tres municipios de Nuevo León. Cada vez más escuelas y gobiernos municipales del estado han solicitado esta actividad en sus escuelas por el notorio cambio en el comportamiento de los automovilistas alrededor de los planteles.

Estos ejemplos demuestran cómo las intervenciones de urbanismo táctico pueden ser promovidas, tanto por autoridades como por ciudadanos organizados. También, explican cómo el urbanismo táctico informa y mejora proyectos de diseño vial mientras promueve su aceptación antes de que los proyectos se hayan construido. Adicionalmente, este tipo de intervenciones permite actuar con recursos limitados y probar los diseños sin incurrir en construcciones costosas que podrían no generar los efectos planeados.



Glosario

Accesibilidad. Las medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales. Fuente: Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad.

Accidente. Hecho súbito que ocasione daños a la salud, y que se produzca por la concurrencia de condiciones potencialmente prevenibles. Fuente: Ley General de Salud.

Accidente de tránsito. Es un percance vial que se presenta súbita e inesperadamente, determinado por condiciones y actos irresponsables potencialmente previsibles, atribuidos a factores humanos, vehículos preponderantemente automotores, condiciones climatológicas, señalización y caminos, los cuales ocasionan pérdidas prematuras de vidas humanas y/o lesiones, así como secuelas físicas o psicológicas, perjuicios materiales y daños a terceros. Fuente: (INEGI, 2017) .

Actividad peatonal estacionaria. Actividades a pie en la calle que no son caminar. Todas estas actividades abarcan las recreativas, de descanso, lúdicas, comerciales, cívicas, y todas las demás en las que no estén exclusivamente transitando. Fuente: adaptada de (Gehl Institute, 2016).

Ajustes razonables. Las modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas que no impongan una carga desproporcionada o indebida, cuando se requieran en un caso particular, para garantizar a las personas con discapacidad el goce o ejercicio, en igualdad de condiciones con las demás, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales. Fuente: Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad.

Área de uso público. Espacios interiores o exteriores que están disponibles para el público en general en un inmueble de propiedad pública o privada. Fuente: Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad (CdMx, 2016b).

Arroyo vial. Franja destinada a la circulación de los vehículos, delimitada por los acotamientos o las banquetas. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Banqueta. Área pavimentada entre las edificaciones y las calles o avenidas, destinadas a la circulación de peatones, con o sin desnivel respecto al de la vialidad de tránsito vehicular. Fuente: Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad (CdMx, 2016b).

Barrera urbana. Obstáculo que segmenta o divide la ciudad temporal, parcial o incluso perceptualmente, dificultando la movilidad de peatones y ciclistas y usuarios del transporte público. Fuente: adaptado de (Olivares, s/f).

Bicicleta. Vehículo no motorizado de propulsión humana a través de pedales. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Caja bici/moto o Área de espera para bicicletas y motocicletas. Zona marcada sobre el pavimento en una intersección de vías que tengan semáforos, que permite a los conductores de estos vehículos aguardar la luz verde del semáforo en una posición adelantada, de tal forma que sean visibles a los conductores del resto de los vehículos. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Calle. Todo espacio público destinado al tránsito de peatones y vehículos, a la prestación de servicios públicos y colocación de mobiliario urbano. Fuente: Ley de Movilidad de la CdMx.

Calle colectora. Calle cuya función es conectar las calles de un barrio con las vías primarias o con el barrio contiguo. Fuente: propia.

Calle local. Calle cuya función es acceder a los predios, conectándolos con las avenidas primarias o secundarias. Fuente: propia

Calle primaria. Calle cuya función es conectar las distintas zonas de la ciudad, generalmente con 4 o más carriles de circulación. Fuente: propia.

Carril. Franja longitudinal en que puede estar dividida el arroyo vial, delimitada por marcas, y con anchura suficiente para la circulación de vehículos. Fuente: adaptación de (SCT, 2016).

Chicana. Es un dispositivo instalado en la vía pública que consiste en elementos que hacen cambiar de la trayectoria recta de los vehículos en una calle hacia una de curvatura para reducir la velocidad.

Ciclista. Conductor de un vehículo de tracción humana a través de pedales; se considera también ciclista a aquellos que conducen bicicletas asistidas por motores eléctricos, siempre y cuando ésta desarrolle velocidades de hasta 25 kilómetros por hora; los menores de doce años a bordo de un vehículo no motorizado serán considerados peatones. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Discapacidad. La deficiencia auditiva, intelectual, neuromotora o visual, ya sea de naturaleza permanente o temporal, que limita la capacidad de realizar una o más actividades de la vida diaria. Fuente: (NOM-015-SSA3-2012 Para la atención integral a personas con discapacidad, 2012).

Discapacidad auditiva. La restricción en la función de percepción de los sonidos externos, alteración de los mecanismos de transmisión, transducción, conducción e integración del estímulo sonoro, que a su vez pueden limitar la capacidad de comunicación. La deficiencia abarca al oído pero también a las estructuras y funciones asociadas a él. Fuente: (NOM-015-SSA3-2012 Para la atención integral a personas con discapacidad, 2012).

Discapacidad intelectual. Aquella caracterizada por limitaciones en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa a su entorno. Fuente: (NOM-015-SSA3-2012 Para la atención integral a personas con discapacidad, 2012).

Discapacidad neuromotora. Secuela de una afección y sus efectos secundarios o tardíos en el sistema nervioso central, periférico o ambos, así como en el sistema músculo-esquelético. Fuente: (NOM-015-SSA3-2012 Para la atención integral a personas con discapacidad, 2012).

Discapacidad visual. Deficiencia del órgano de la visión, las estructuras y funciones asociadas con él. Es una alteración de la agudeza visual, campo visual, motilidad ocular, visión de los colores o profundidad, que determinan una deficiencia de la agudeza visual y que una vez corregida, en el mejor de los ojos es igual o menor de 20/200 o cuyo campo visual es menor de 20 grados. Fuente: (NOM-015-SSA3-2012 Para la atención integral a personas con discapacidad, 2012).

Diseño universal. Diseño de productos, entornos, programas y servicios que puedan utilizar todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de adaptación ni diseño especializado. El *diseño universal* no excluirá las ayudas técnicas para grupos particulares de personas con discapacidad, cuando se necesiten. Fuente: Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad

Dispositivos para el control del tránsito. Conjunto de elementos que ordenan y orientan los movimientos de tránsito de personas y circulación de vehículos; que previenen y proporcionan información a los usuarios de la vía para garantizar su seguridad, permitiendo una operación efectiva del flujo peatonal y vehicular. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Equipamiento urbano. El conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los Servicios Urbanos para desarrollar actividades económicas, sociales, culturales, deportivas, educativas, de traslado y de abasto. Fuente: Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano.

Espacio público. Área delimitada por construcciones o por elementos naturales, que permite la circulación peatonal y vehicular, así como la recreación y reunión de los habitantes, tales como, calles, plazas, avenidas, viaductos, paseos, jardines, bosques, parques públicos y demás de naturaleza análoga. Fuente: Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad.

Franja mixta. Sección de banqueta que permite alojar mobiliario, señalización, infraestructura eléctrica, suelo infiltrante, vegetación y enseres. Fuente: propia.

Guarnición. Elemento constructivo de confinamiento para establecer los límites de infraestructura geométrica horizontal como son: banquetas, camellones e isletas para dividir las superficies de rodamiento. Fuente: Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del Municipio de Puebla (Mpio Puebla, 2014).

Habitabilidad. Calidad del espacio público que genera una experiencia de comodidad y aceptabilidad en el usuario de ese espacio, y que permite la realización de actividades lúdicas, recreativas, culturales, de convivencia, y en general cualquiera distinta al tránsito. Fuente: propia

Hecho de tránsito. Ver Accidente de tránsito. La definición de accidente de la Ley General de Salud es congruente con la postura que no se tratan de sucesos eventuales (como establece la RAE) sino hechos prevenibles.

Intersección. Nodo donde convergen dos o más calles, en la que se realizan los movimientos direccionales del tránsito peatonal o vehicular. Fuente: Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad (CdMx, 2016b).

Legibilidad de una calle. Facilidad por parte de los usuarios de una calle para comprender cómo y por dónde circular en ella con base en las señales, geometría y materiales de la misma. Fuente: propia

Lesiones por accidentes viales. Comprende los accidentes de tráfico de vehículo motor y atropellamientos. Fuente: Programa de Acción Específico en Seguridad Vial 2013-2018 (2013).

Líneas de deseo. La ruta más corta o más fácilmente recorrible entre un origen y un destino. Fuente: propia. Fuente: propia.

Mobiliario urbano. Todos aquellos elementos urbanos complementarios, ya sean fijos, permanentes, móviles o temporales, ubicados en la vía pública o en espacios al exterior que sirven de apoyo a la infraestructura y al equipamiento urbano. Fuente: Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad

Movilidad sustentable. Movilidad donde los usuarios de los sistemas de transporte pagan sus costos sociales y ambientales completamente, incluyendo lo que podría ser pagado por las futuras generaciones. Fuente: Adaptado de Lee Schipper citado en (Zegras, 2006).

Nivel de servicio multimodal. Medida de desempeño que representa la calidad del servicio de cada uno de los modos de movilidad. Fuente: Adaptado de (SCT, 2016)

Oreja. Es una extensión de la acera ó banqueta que generalmente se coloca en las esquinas de calles con el objetivo de acortar las distancias de los cruces peatonales y aumentar la visibilidad entre peatones y automovilistas. También sirven para reducir los anchos de giro de los vehículos y por lo tanto sus velocidades así como para impedir el estacionamiento de vehículos en las esquinas. Fuente: propia

Participación comunitaria. El proceso social en virtud del cual grupos específicos, que comparten alguna necesidad, problema o interés y viven en una misma comunidad, tratan activamente de identificar dichos problemas, necesidades o intereses buscando mecanismos y tomando decisiones para atenderlos. Fuente: (Aguilar Idáñez, 2001)

Peatón. Persona que transita por la vía a pie y/o que utiliza ayudas técnicas por su condición de discapacidad o movilidad limitada, así como en patines, patineta u otros vehículos recreativos; incluye a niños menores de doce años a bordo de un vehículo no motorizado. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Permeabilidad vial. Capacidad de una calle de permitir el flujo transversal de peatones. Fuente: propia

Persona con discapacidad. Aquella que por razón congénita o adquirida presenta una o más deficiencias de carácter físico, mental, intelectual o sensorial, ya sea permanente o temporal y que al interactuar con las barreras que le impone el entorno social, pueda impedir su inclusión plena y efectiva, en igualdad de condiciones con los demás. Fuente: Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad.

Persona con movilidad limitada. Aquella que, de forma temporal o permanente, debido a enfermedad, edad, accidente o alguna otra condición, realizan un desplazamiento lento, difícil o desequilibrado. Incluye a niños, personas de talla baja, mujeres en periodo de gestación, adultos mayores, adultos que transitan con niños pequeños, personas con discapacidad y personas con equipaje o paquetes. Fuente: Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad (CdMx, 2016b).

Persona con cognición limitada. Aquella que tiene dificultades para procesar la información a partir de la percepción y el conocimiento. Fuente: propia

Persona vulnerable. Es aquella que por su condición tiene una mayor exposición a factores de riesgo vial, o que no tiene los recursos y capacidad necesarios para enfrentar esta situación. Fuente: propia con base en la definición de vulnerabilidad del Programa de Acción Específico en Seguridad Vial 2013-2018 (PAE Seguridad Vial 2013-2018, 2013)

Puntos negros. Sitios de mayor incidencia de muertes y lesiones graves derivados de accidentes de tránsito. Fuente: propia

Preferencia de paso. Prerrogativa que se le otorga a alguno de los usuarios de la vía para que prosiga su marcha en el punto donde convergen flujos de circulación. Fuente: adaptada del Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Prioridad de uso. Prerrogativa que se le otorga a alguno de los usuarios de la vía para la utilización de un espacio de circulación; los otros vehículos tendrán que ceder el paso y circular detrás del usuario con prioridad o en su caso cambiar de carril. Fuente: adaptada del Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Radio de giro. Radio de la circunferencia definida por la trayectoria de la rueda delantera (la externa cuando hay dos ruedas delanteras), cuando éste efectúa un giro. Fuente: adaptada de (SCT, 2016).

Seguridad vial. Suma de condiciones por las que las vías están libres de daños o riesgos causados por la movilidad de los vehículos. La seguridad vial está basada en normas y sistemas por la que se disminuyen las posibilidades de averías y choques y sus consecuencias. Su finalidad es proteger a las personas y bienes, mediante la eliminación o control de los factores de riesgo que permitan reducir la cantidad y severidad de los siniestros de tránsito. Fuente: Programa de Acción Específico en Seguridad Vial 2013-2018 (PAE Seguridad Vial 2013-2018, 2013).

Señalamiento. Conjunto integrado de marcas y señales que indican la geometría de las carreteras y vías urbanas, así como sus bifurcaciones, cruces y pasos a nivel; previenen sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza; regulan el tránsito indicando las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de esas vías públicas; denotan los elementos estructurales que están instalados dentro del derecho de vía; y sirven de guía a los usuarios a lo largo de sus itinerarios. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señalamiento horizontal. Es el conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vías urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas son rayas, símbolos, leyendas o dispositivos. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señalamiento vertical. Es el conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y símbolos. Según su propósito, las señales pueden ser preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicios, o diversas. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señales preventivas. Señales verticales que tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señales restrictivas. Señales verticales que tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señales Informativas. Señales verticales que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vías urbanas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones y de dichas vías, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones que conviene observar. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señales turísticas y de servicios. Señales verticales que tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Señales verticales diversas. Cuando tienen por objeto encauzar y prevenir a los usuarios de las carreteras y vías urbanas, pudiendo ser dispositivos diversos que tienen por propósito indicar la existencia de objetos dentro del derecho de vía y bifurcaciones en la carretera o vialidad urbana, delinear sus características geométricas, así como advertir sobre la existencia de curvas cerradas, entre otras funciones. Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (SCT, 2011).

Tráfico. Paso de vehículos o personas por un lugar. Adaptado de (SCT, 2016).

Tránsito. Circulación de vehículos y personas por calles y banquetas, y en general por cualquier vía de circulación terrestre, marítima o aérea. Adaptado de (SCT, 2016).

Urbanismo táctico. Intervenciones temporales de bajo costo que mejoran los barrios y las calles locales. Fuente: (Pfeifer, 2013).

Vehículo. Aparato diseñado para el tránsito terrestre, propulsado por una fuerza humana directa o asistido para ello por un motor de combustión interna y/o eléctrico, o cualquier otra fuerza motriz, el cual es utilizado para el transporte de personas o bienes. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Vía de acceso controlado. Vía con flujo continuo y separado físicamente del resto de la red vial, conectado únicamente mediante carriles de acceso y desincorporación. Puede tener laterales, los cuales no son de acceso controlado. Fuente: propia

Vía colectora. Ver calle colectora.

Vía de acceso controlado. Vía con flujo continuo y separado físicamente del resto de la red vial, conectado únicamente mediante carriles de acceso y desincorporación. Puede tener laterales, los cuales no son de acceso controlado. Fuente: propia

Vía local. Ver calle local.

Vía primaria. Ver calle primaria.

Visión cero. Estrategia integral de seguridad vial que busca tomar medidas de prevención a fin de llevar a cero el número de muertes por tránsito. Fuente: Adaptada de (Leal & Vadillo, 2015)

Vulnerabilidad. Concepto caracterizado por tres coordenadas: el mayor riesgo de estar expuesto a una situación de crisis (exposición), el riesgo de no tener los recursos necesarios para enfrentar esta situación (capacidad) y el riesgo de ser sujeto de serias consecuencias. Fuente: Programa de Acción Específico en Seguridad Vial 2013-2018 (PAE Seguridad Vial 2013-2018, 2013)

Vía pública. Todo espacio de uso común destinado al tránsito de peatones y vehículos; así como a la prestación de servicios públicos y colocación de mobiliario urbano. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Zona de tránsito calmado (Zona 30). Área delimitada al interior de colonias, barrios, o pueblos, cuyas vías se diseñan para reducir el volumen y velocidad del tránsito, de forma tal que peatones, ciclistas y conductores de vehículos motorizados circulen de manera segura. Fuente: Reglamento de Tránsito de la CdMx (CdMx, 2015).

Referencias

- Aguilar Idáñez, M. (2001). La participación comunitaria en salud ¿mito o realidad?. España: Díaz de Santos. Retrieved 2017. Disponible en: https://www.dropbox.com/s/exl3r1iega6pcyj/Libro_PCenAPS.pdf?dl=0
- AASHTO (2001) A Policy on Geometric Design of Highways
- Ayuntamiento de Madrid. (2000). Instrucción para el diseño de la vía pública. España. Disponible en: <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Vivienda-y-urbanismo/Publicaciones/Instruccion-para-el-Diseño-de-la-Via-Pública?vgnextfmt=default&vgnextoid=ebbdacoc317cf110VgnVCM100000oc205a0aRCRD&vgnnextchannel=cf6031d3b-28fe410VgnVCM100000ob205a0aRCRD>
- Bicitekas. (2015). Bueno para los negocios. México. Disponible en: <http://bicitekas.org/bueno-para-los-negocios/>
- Burden, D. (2000). Emergency Response: Traffic Calming and traditional neighborhood streets. EEUU. Disponible en: https://www.lgc.org/emergency_response/
- Carreón, A., Treviño, X., & Martínez, A. (2011). Manual del Ciclista Urbano. México: Sedema. Disponible en: http://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/programas/movilidad-sustentable/movilidad-bicicleta/manual_ciclista_urbano.pdf
- Autoridad del Espacio Público de Ciudad de México. (2017). Banqueta Mx. México. Disponible en: <http://www.aep.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/58d/aa9/2d1/58daa92d124fd544635169.pdf>
- Autoridad del Espacio Público de Ciudad de México. (2015, agosto 17). Reglamento de Tránsito. Gaceta Oficial del Distrito Federal. México. Disponible en: http://data.ssp.cdmx.gob.mx/reglamentodetransito/documentos/nuevo_reglamento_transito.pdf
- Autoridad del Espacio Público de Ciudad de México. (2016a, agosto 12). Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. México.
- Autoridad del Espacio Público de Ciudad de México. (2016b). Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad. México. Disponible en: <http://centrico.mx/docs/manual-accesibilidad.pdf>
- Céntrico & ITDP. (2017). Metodología de Auditoría Vial. México: Sin publicar.
- Connell, B. (1997). The Principles of Universal Design. EU: NC State University Center for Universal Design. EEUU. Disponible en: https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm
- Cooper, H. M. (1982). Scientific guidelines for conducting integrative research reviews. Review of educational research, 52(2), 291-302. EEUU. Disponible en: https://www.jstor.org/stable/1170314?seq=1#page_scan_tab_contents
- CROW. (1998). ASVV - recommendations for traffic provisions in built-up areas. Disponible en: <http://www.worldcat.org/title/recommendations-for-traffic-provisions-in-built-up-areas-asvv/oclc/948565115?referer=di&ht=edition>
- CROW. (2011). Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas. Fietsberaad. Disponible en: [http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20\[CROW\].pdf](http://www.ciclovida.ufpr.br/wp-content/uploads/2011/07/bpp_pdf/Manual%20Dise%C3%B1o%20Tr%C3%A1fico%20Bicicletas%20[CROW].pdf)
- DOT Chicago. (2013). Complete Streets. Chicago. EEUU. Disponible en: <https://www.cityofchicago.org/content/dam/city/depts/cdot/Complete%20Streets/CompleteStreetsGuidelines.pdf>
- Escobar, J., & Bonilla-Jiménez, F. I. (2009). Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. Cuadernos hispanoamericanos de psicología, 9(1), 51-67. México. Disponible en: http://m.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/cuadernos_hispanoamericanos_psicologia/volumen9_numero1/articulo_5.pdf
- Federal Highways Administration (FHWA). (2009). Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD). Disponible en: <https://mutcd.fhwa.dot.gov>
- Fundación IDEA. (2014). México Compacto, Las condiciones para la densificación urbana inteligente en México. México:

Cámara de Senadores. Disponible en: http://fundacionidea.org.mx/assets/files/MexicoCompacto_Senado_IDEA_SIMO.pdf

Gehl Architects. (2010). Hobart public spaces and public life. Hobart City Council. Disponible en: https://stors.tas.gov.au/store/exlibris1/storage/STORS/2012/06/14/file_8/au-7-0092-00406_1.pdf

Gehl Institute. (2016). Planning by doing. Scaling up actions de GI, San Francisco. EEUU. Disponible en: https://gehl-institute.org/wp-content/uploads/2017/02/20160301_Planning-by-Doing_print-1.pdf

Gehl Institute. (2016). The Public Life Diversity Toolkit. Dinamarca. Disponible en: https://issuu.com/gehl-institute/docs/20160128_toolkit_2.0

Gehl, J., & Svarre, B. (2013). How to study public life. Island Press. Disponible en: <https://islandpress.org/book/how-to-study-public-life>

IMSS (2016). Criterios de Proyecto de arquitectura para la accesibilidad de las personas con discapacidad. México.

INEGI (2015a). Encuesta Intercensal 2015. México. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/intercensal/>

INEGI (2016). Accidentes de Tránsito Urbano y Suburbano. Aguascalientes: INEGI. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/registros/economicas/accidentes/default.html>

INEGI (2017). Glosario de los proyectos estadísticos. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/glosario/default.html?p=reacc>

ITDP. (2011). Manual Ciclociudades. México. Disponible en: <http://www.ciclociudades.mx>

ITDP. (2012). Planes Integrales de Movilidad. México. Disponible en: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Planes-integrales-de-movilidad-lineamientos.pdf>

ITDP (2014). Manual de participación en políticas de movilidad y desarrollo urbano. Ciudad de México. México. P. 17. Disponible en: <http://mexico.itdp.org/noticias/manual-de-participacion-en-politicas-publicas-de-movilidad-y-desarrollo-urbano/>

Joham, Carmen, Mike Metcalfe, and Saras Sastrowardoyo. Project conceptualization using pragmatic methods. International Journal of Project Management. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786309000301>

Leal, A., & Vadillo, C. (2015). Visión Cero: Estrategia integral de seguridad vial en las ciudades. México: ITDP. Disponible en: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/vision-cero2.pdf>

Lidwell, W., Holden, K., & Butler, J. (2010). Universal principles of design. EU: Rockport. Disponible en: <http://indusvalley.edu.pk/library1/e%20books/Universal%20Principles%20of%20Design.pdf>

Litman, T. (2017). Evaluating Active Transport Benefits and Costs. Vancouver: Victoria Transport Policy Institute. Disponible en: <http://www.vtpi.org/nmt-tdm.pdf>

Mike Lydon & Anthony Garcia. (2015). Tactical Urbanism. Short Term-action for long-term change. Washington, DC. Disponible en: <https://islandpress.org/book/tactical-urbanism>

Municipio de Puebla. (2014). Norma Técnica de Diseño e Imagen Urbana del Municipio. Puebla. Disponible en: <http://centrico.mx/docs/normatecnicapuebla.pdf>

National Association of City Transportation Officials (NACTO). (2013). Urban Street Design Guide. NYC. Disponible en: <https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/>

National Association of City Transportation Officials (NACTO). (2015). Transit Street Design Guide. NYC. Disponible en: <https://nacto.org/publication/transit-street-design-guide/>

- National Association of City Transportation Officials (NACTO). (2016). Global Street Design Guide. NYC. Disponible en: <https://nacto.org/global-street-design-guide-gsdg/>
- DOT New York. (2006). Pedestrian Level of Service Study. NY. Disponible en: http://www1.nyc.gov/assets/planning/download/pdf/plans/transportation/td_fullpedlosb.pdf
- Olivares, M. (s/f). Barreras Físicas y Urbanas de la Ciudad de México. México. Disponible en: http://bicitekas.org/wp/wpcontent/uploads/2013/07/servicio_social_uam_paola_barreras_urbanas.pdf
- ONU-Hábitat. (2015). Reporte Nacional de Movilidad Urbana. México. Disponible en: <http://www.onuhabitat.org/Reporte%20Nacional%20de%20Movilidad%20Urbana%20en%20Mexico%202014-2015%20-%20Final.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2016). Nueva Agenda Urbana (NAU). Quito: ONU, Habitat III.
- Organización de las Naciones Unidas. (2017). Objetivos de desarrollo sostenible. 2017, de ONU, Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). Global status report on road safety. Ginebra: OMS.
- Ortúzar, J, Willumsen, L. (2011). Modelling Transport. EEUU. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9781119993308>
- Pfeifer, L. (2013). The Planner's Guide to Tactical Urbanism. EEUU. Disponible en: <https://reginaurbanecology.files.wordpress.com/2013/10/tuguide1.pdf>
- CONAPRA Programa de Acción Específico Seguridad Vial 2013-2018. (2013). México. Disponible en: http://conapra.salud.gob.mx/Interior/Documentos/PAE_SV.pdf
- Rouphail, N., J. Hummer, J. Milazzo II, P. Allen (1998) Capacity Analysis of Pedestrian and Bicycle Facilities. EEUU: FHWA. Disponible en: http://www.pedbikeinfo.org/cms/downloads/CapacityAnal_PedBike_Pedestrians.pdf
- Sanz, A. (2008). Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana. Madrid, España: Ministerio de Fomento. Disponible en: <http://www.worldcat.org/title/calmar-el-trafico-pasos-para-una-nueva-cultura-de-la-movilidad-urbana/oclc/629784363>
- SCT. (2011). NOM-034-SCT2-2011. Gaceta Oficial 16/nov/2011. México. Disponible en: <http://normas.imt.mx/NOMS/NOM-034-SCT2-2011.pdf>
- SCT. (2014). Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad. México. Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/NUEVO-SENALAMIENTO/manualSenalamientoVialDispositivosSeguridad.pdf>
- SCT. (2016). Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. México. Disponible en: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/proyecto_g/MPGC_2016.pdf
- SCT (2017) Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
- SEMOVI. Manual de dispositivos para el control del tránsito en áreas urbanas y suburbanas (MDCTDF). México. Sin publicar
- SS. (2012). NOM-015-SSA3-2012 Para la atención integral a personas con discapacidad. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5268226&fecha=14/09/2012
- Sedesol. (2001). Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. México. Disponible en: <http://documentos.arq.com.mx/Detalles/112951.html>
- Thorndike, R. L. (1989). Psicometría aplicada. Limusa. México.

Torres, H. B., y Mancilla, M. R. (2012). La intervención sociourbana del barrio las Canteras: Una experiencia desde la psicología ambiental comunitaria. *Revista de Ciencias Sociales (Etapa II)*, 25, 78-95.

Transport for London. (2013). The vision and direction for London's street and roads: Roads task force, executive summary. Londres, Reino Unido. Disponible en: <http://content.tfl.gov.uk/rtf-report-executive-summary.pdf>

Transport for London. (2014). London Cycling Design Standards. London. Disponible en: <https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/streets-toolkit#on-this-page-2>

Transport Research Board. (2000). Highway Capacity Manual. TRB. Disponible en: <http://hcm.trb.org/?qr=1>

UK CIHT. (2010). Manual for Streets 2. Londres: Chartered Institution of Highways and Transportation. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/manual-for-streets-2>

UK Department for Transport. (2007). Manual for Streets. Londres: Thomas Thelford. Reino Unido. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/manual-for-streets>

Villaseñor, Á. B. (1989). Fiabilidad y generalización de la observación conductual. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, (43), 5-32.

Welle, B. (2015). Cities Safer By Design: Guidance and examples to promote traffic safety through urban and street design. Washington, DC: WRI. Disponible en: https://www.wri.org/sites/default/files/CitiesSaferByDesign_final.pdf

WRI (2015) Guía Técnica de Selección de Vehículos para Transporte Público.

Zegras, C. (2006). Sustainable Transport Indicators and Assessment Methodologies. Biannual Conference of the Clean Air Initiative for Latin American Cities. Sao Paulo. Brasil. Disponible en: <http://www.seedengr.com/Sustainability%20and%20Transportation%20Indicators%20and%20Assessment%20Methodologies.pdf>

Agendas internacionales

Nueva Agenda Urbana (NAU)

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Decenio de Acción por la Seguridad Vial 2011-2020

Convención Marco sobre Cambio Climático (París, Francia 2015)

Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres 2015-2030 (Sendai, Japón 2015)

Leyes y programas federales

Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN).

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)

Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS)

Programa de Transporte Masivo (PROTRAM)

Programa de Acción Específico Seguridad Vial México 2013-2018

Planes y programas parciales de desarrollo urbano

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Aguascalientes

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Mérida

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Monterrey

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Puebla

Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Tijuana

Instituto Metropolitano de Planeación (IMEPLAN) del Área Metropolitana de Guadalajara

A.

Anexos

Formato 1: Análisis de trayectorias

Intersección: _____

Responsable de Levantamiento: _____

Horario: _____ Fecha (d/m/aaaa): _____

Instrucciones:

- Imprimir o dibujar la intersección a analizar
- Identificar el señalamiento horizontal existente.
- Identificar los semáforos e infraestructura existente.
- Observar y dibujar los movimientos peatonales. Se analiza el origen y destino de las líneas de deseo peatonal existentes.
- Observar y dibujar los diferentes movimientos vehiculares. Se toman en cuenta las posibles vueltas a la derecha o izquierda de acuerdo al sentido de las calles existentes.
- Identificar las diferentes fases semafóricas. Se muestra la relación que existe entre las fases semafóricas y la posibilidad que tiene el peatón de cruzar durante cada fase.

Mapa de la Intersección

Simbología

Formato 2: Levantamiento de medidas de infraestructura vial

Nombre de la calle: _____
Responsable de Levantamiento: _____
Horario: _____ Fecha (d/m/aaaa): _____

Instrucciones: <ul style="list-style-type: none">— Imprimir o dibujar la sección de calle a analizar.— Identificar y dibujar los obstáculos existentes.— Tomar las mediciones correspondientes a lo largo de la cuadra.— Dibujar los carriles en planta y en sección.— Dibujar lo que sea relevante a las fachadas activas en las secciones de calle.
--

Planta	Simbología de obstaculos

Sección	Medidas en sección
	D1= D2= D3= D4= D5= D6= D7=

Formato 3: Aforos direccionales por tipo de usuario



de estación: _____
Responsable de Levantamiento: _____
Horario: _____ Fecha (d/m/aaaa): _____

Instrucciones:

- Dibuja el plano de la intersección analizada.
- Una vez analizadas las trayectorias del formato 1, divide los movimientos en letras en el plano por tipo de usuario.
- Define las estaciones que se requieren para analizar todos los movimientos.

Planta de intersección	Movimientos peatonales
	Movimiento A
	Movimiento B
	Movimiento C

Horario	Movimiento A	Movimiento B	Movimiento C	Total
Total				

Formato 3: Aforos direccionales por tipo de usuario



de estación: _____
 Responsable de Levantamiento: _____
 Horario: _____ Fecha (d/m/aaaa): _____

Instrucciones:

- Dibuja el plano de la intersección analizada.
- Una vez analizadas las trayectorias del formato 1, divide los movimientos en letras en el plano por tipo de usuario.
- Define las estaciones que se requieren para analizar todos los movimientos.

Planta de intersección	Movimientos ciclistas
	Movimiento A
	Movimiento B
	Movimiento C

Horario	Movimiento A	Movimiento B	Movimiento C	Total
Total				

Formato 3: Aforos direccionales por tipo de usuario



de estación: _____
Responsable de Levantamiento: _____
Horario: _____ Fecha (d/m/aaaa): _____

Instrucciones:

- Dibuja el plano de la intersección analizada.
- Una vez analizadas las trayectorias del formato 1, divide los movimientos en letras en el plano por tipo de usuario.
- Define las estaciones que se requieren para analizar todos los movimientos.

Planta de intersección	Movimientos automóviles y carga
	Movimiento A
	Movimiento B
	Movimiento C

Horario	Movimiento A	Movimiento B	Movimiento C	Total
Total				

Formato 4: Procedimiento de intervenciones de urbanismo táctico



Instrucciones:

- Elaborar la lista de actividades a desarrollar durante los tres tiempos del proyecto.
- Asegurarse de tener a un responsable de cada actividad y la fecha exacta en la que se debe de realizar esa actividad.
- Compartir con todo el equipo este procedimiento para evitar confusiones el día de la intervención.

	Actividades	Responsable	Fechas
Antes	1. Exploración del lugar y comunicación vecinal <ul style="list-style-type: none"> – Caminar y explorar el sitio. – Conseguir los planos de la calle a intervenir. – Planear y llevar a cabo un proceso de diálogo con vecinos y comunicarles los detalles sobre la actividad que se pretende llevar a cabo. 		
	2. Diagnóstico (primera evaluación) y análisis. <ul style="list-style-type: none"> – Establecer los indicadores a evaluar. – Elaborar la metodología de evaluación y formatos a utilizar en el diagnóstico que contenga: <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de encuestas de percepción. - Entrevistas a vecinos y transeúntes. - Conteos y trayectorias por tipo de usuario. - Observaciones de comportamiento peatonal, ciclista y de vehículos motorizados. - Realización de esquemas de análisis de las trayectorias por tipo de usuario. – Levantamiento de medidas y registro los obstáculos en sitio. 		
	3. Generación de anteproyecto <ul style="list-style-type: none"> – Revisar Bloque C para definir estrategias de rediseño dependiendo del tipo de calle. – Analizar trayectorias de los usuarios y conteos – Realizar el rediseño geométrico de la calle, intersección o cruce a intervenir. – Tramitar los permisos con el gobierno local y plantear las actividades a realizar a cada miembro del equipo. – Conseguir los materiales. – Solicitar la presencia de agentes de tránsito necesarios para el día de la intervención o apoyo con la comunicación con otras autoridades por cualquier imprevisto que pueda surgir durante la intervención. – Localizar los puntos desde donde se documentará de manera fotográfica la intervención y garantizar acceso al fotógrafo en los casos que aplique. – Localizar los puntos de conteos, observación y descanso durante la intervención. Revisar Paso 3 del CAMINA_kit Manual de urbanismo táctico: Prepara tu intervención. 		
	4. Gestión de la intervención <ul style="list-style-type: none"> – Tramitar los permisos con el gobierno local y plantear las actividades a realizar a cada miembro del equipo. – Conseguir los materiales. – Solicitar la presencia de agentes de tránsito necesarios para el día de la intervención o apoyo con la comunicación con otras autoridades por cualquier imprevisto que pueda surgir durante la intervención. – Localizar los puntos desde donde se documentará de manera fotográfica la intervención y garantizar acceso al fotógrafo en los casos que aplique. – Localizar los puntos de conteos, observación y descanso durante la intervención. Revisar Paso 3 del CAMINA_kit Manual de urbanismo táctico: Prepara tu intervención. 		

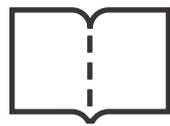
Formato 4: Procedimiento de intervenciones de urbanismo táctico



Instrucciones:

- Elaborar la lista de actividades a desarrollar durante los tres tiempos del proyecto.
- Asegurarse de tener a un responsable de cada actividad y la fecha exacta en la que se debe de realizar esa actividad.
- Compartir con todo el equipo este procedimiento para evitar confusiones el día de la intervención.

	Actividades	Responsable	Fechas
Antes	5. Planeación de la logística <ul style="list-style-type: none">– Definir el número de personas, equipos técnicos en que se dividirán y responsabilidades que cada uno tendrá durante la implementación.– Programar el material requerido (chalecos, conos, cubetas, pintura, pallets y otros elementos), y el horario de la implementación.– Preparar material para prensa (boletines, fotografías, entre otros) y designar horario de atención a medios de comunicación– Organizar formatos de la metodología a implementar para medir (ver paso 2).		
Durante	6. Intervención de urbanismo táctico. (Segunda medición) <ul style="list-style-type: none">– Gestión de descarga de materiales en diferentes puntos del espacio a intervenir que no interfieran en el paso peatonal o vehicular de la intersección.– Asegurarse de que la colocación de conos no pone en riesgo a los participantes de la intervención.– Colocarse el equipo de seguridad adecuado (chalecos reflejantes)– Colocar los materiales que delimitan la nueva geometría. Ubicar técnicos en los puntos estratégicos de conteo y observación.– Medir y registrar comportamiento de los usuarios de la vía.– Entrevistar a transeúntes y vecinos del lugar.– Retirar materiales.		
Después	7. Reporte y documentación de lecciones aprendidas. <ul style="list-style-type: none">– Reunir los datos de las diferentes etapas del proyecto.– Hacer un documento de lecciones aprendidas en los tres momentos de la intervención (antes, durante y después)– En caso de ser necesario, modificar el diseño y realizar una nueva intervención.		



Manual de calles

Diseño vial para
ciudades mexicanas

Las calles son la base de cualquier sistema de movilidad urbana. Además, son pilares para el desarrollo económico de las ciudades. Por ello, el Manual incluye modelos que facilitan la comprensión de la vocación de cada calle, considerando tanto su función de tránsito, como de lugar de interacciones y otras actividades humanas. En ese sentido, este manual busca que las personas responsables de un proyecto de calle o red de calles orienten su diseño hacia el uso real del espacio o que, de manera consciente, propongan un cambio positivo a dicha orientación para promover ciudades más seguras, resilientes, inclusivas y sustentables.

