

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-SEDATU-2023, Estructura y diseño para vías urbanas. Especificaciones y aplicación.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- DESARROLLO TERRITORIAL.- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

VÍCTOR HUGO HOFMANN AGUIRRE, Director General de Ordenamiento Territorial y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (CCNNOTDU) de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, con fundamento en lo establecido en el artículo 4o., penúltimo párrafo de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los artículos 26 y 41 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 8o., fracción XX y 9o., fracción I de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; 33 y 66 fracción VII de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial; 38 fracciones II y IX, 40 fracción XVIII, 43, 44, y 47 fracción I, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en concordancia con los artículos Tercero y Cuarto Transitorios de la Ley de Infraestructura de la Calidad; 1o., 2o., apartado A, fracción III, inciso c), 8 fracción XVII, 17 fracciones VI, XX, XXII y XXIV y 21 fracción III, del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano; y

CONSIDERANDO

Que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, presenta el siguiente Proyecto de Norma Oficial Mexicana "PROY-NOM-004-SEDATU-2023 ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA VÍAS URBANAS. ESPECIFICACIONES Y APLICACIÓN" a efecto de consulta pública, para que, dentro de los siguientes 60 días naturales, los interesados presenten sus comentarios en idioma español ante el CCNNOTDU, en Av. Nuevo León 210 Piso 14, Col. Hipódromo, C.P. 06100, Cuauhtémoc, Ciudad de México, Teléfono 55-68-20-97-00, extensión 51728, correos electrónicos nomvias.urbanas@sedatu.gob.mx y nomvias.urbanas.sedatu@gmail.com para que en los términos de la Ley de la materia se consideren en el seno del Comité que lo propone.

En virtud de lo anterior, se expide para consulta pública el siguiente: Proyecto de Norma Oficial Mexicana "PROY-NOM-004-SEDATU-2023 ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA VÍAS URBANAS. ESPECIFICACIONES Y APLICACIÓN".

Ciudad de México, a 27 de julio de 2023.- Director General de Ordenamiento Territorial y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, **Víctor Hugo Hofmann Aguirre**.- Rúbrica.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-004-SEDATU 2023, ESTRUCTURA Y DISEÑO PARA VÍAS URBANAS. ESPECIFICACIONES Y APLICACIÓN

PREFACIO

La elaboración del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana es competencia del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (CCNNOTDU) de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

En la elaboración de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana participaron:

Coordinación y desarrollo:

SECRETARÍA DE DESARROLLO AGRARIO, TERRITORIAL Y URBANO

- COORDINACIÓN GENERAL DE DESARROLLO METROPOLITANO Y MOVILIDAD
- DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL
- DIRECCIÓN DE MOVILIDAD

Miembros del grupo de trabajo:

- SECRETARÍA DE MOVILIDAD DE LA CIUDAD DE MÉXICO
- H. AYUNTAMIENTO DE XALAPA, VERACRUZ
- INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEACIÓN Y GESTIÓN URBANA DE SAN PEDRO GARZA GARCÍA

- RED DE MUJERES EN MOVIMIENTO (WOMEN IN MOTION)
- MOVILIDAD SUSTENTABLE Y SEGURA (MAPASIN)
- INSTITUTO DE POLÍTICAS PARA EL TRANSPORTE Y EL DESARROLLO (ITDP).
- INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES (WRI)
- EET ESTUDIO ARQUITECTURA + URBANISMO SA DE CV
- ASOCIACIÓN MEXICANA DE AUTORIDADES DE MOVILIDAD (AMAM)
- CAMINA CENTRO DE ESTUDIOS DE MOVILIDAD PEATONAL AC

ÍNDICE

0. Introducción
 1. Objetivo
 2. Campo de aplicación
 3. Referencias
 4. Definiciones
 5. Proceso de planeación
 6. Proyecto ejecutivo vial urbano
 7. Especificaciones para el proyecto geométrico
 8. Técnicas de diseño
 9. Implementación del proyecto vial
 10. Evaluación y conservación del proyecto
 11. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas
 12. Bibliografía
 13. Evaluación de la conformidad
 14. Vigilancia
 15. Observancia
 16. Vigencia
- 0. Introducción**

Debido a que la actual normatividad de diseño geométrico está enfocada en carreteras y no responde a las condiciones de circulación de personas peatonas y vehículos en los entornos urbanos, es necesario generar lineamientos para la planeación y proyección de vías en los centros de población. Se plantea establecer estándares para calles peatonales, infraestructura ciclista, para la pacificación del tránsito en calles secundarias, en zonas de valor histórico, trazo de arterias y vías de circulación continua. Asimismo, es indispensable contar con parámetros de accesibilidad y diseño universal.

El proceso de diseño y estructuración de las calles parte de nombrar los conceptos con claridad con el propósito de generar el consenso necesario para facilitar una dinámica colaborativa entre la gente que diseña, proyecta e implementa, considerando en todo momento las necesidades de desplazamiento de quienes utilizan la infraestructura vial, con énfasis en la población con discapacidad o movilidad limitada, infancias, mujeres y personas adultas mayores.

Posteriormente, se requiere considerar los criterios básicos para planear y conceptualizar la alternativa de diseño y rediseño vial que más beneficios genera, tanto en la operación de la red vial, como en el desarrollo de las dos funciones básicas de toda calle, la función de movilidad y la de habitabilidad; a través del balance de estas con la forma o tipología de la vía y el uso o vocación que se pretenda generar.

Es necesario llevar a cabo un proceso iterativo con el que se vaya definiendo el diseño de la calle, a través de diferentes proyectos que continuamente se evalúan, considerando todas los condicionantes ambientales, así como las propuestas, dudas, conflictos o los obstáculos de las personas actoras sociales implicadas. En dicho proceso, es necesario considerar los parámetros en planta y alzado de las alineaciones que propicien flujos seguros, directos y coherentes de personas y mercancías, entornos atractivos y cómodos tanto para la realización de actividades estacionarias como para el acceso con diseño universal a bienes y servicios; así como la optimización de los materiales con la que el proyecto será ejecutado.

El proceso iterativo también debe contemplar la evaluación del proyecto, a través de auditorías e inspecciones de seguridad vial contenidas dentro del programa de seguimiento y conservación de la vía, que para tal efecto se tenga, con objeto de que la calle mantenga los niveles de eficiencia y seguridad establecidos.

Una vez que el proyecto ha sido diseñado y está listo para ser implementado, es necesario generar una vinculación con el entorno social del mismo, a través de los principios rectores, el mapeo de personas involucradas, reconociendo las escalas de participación, así como los procesos y acciones que permitan una participación ciudadana.

Por último, el diseño y rediseño de una calle no siempre será un proceso lineal, se debe conocer cada una de las etapas y tener la sensibilidad para reconocer las dos funciones básicas de toda vía, movilidad y habitabilidad, encontrar su equilibrio usando una combinación de las técnicas de diseño, así como ser consciente de la importancia de evaluar y monitorear su implementación y funcionamiento. Lo anterior, siempre teniendo presente que la vida de la población está al centro de la toma de las decisiones.

1. Objetivo

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana (NOM) tiene por objeto establecer los requisitos generales que han de considerarse en el diseño y/o rediseño de las calles urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal para mejorar la movilidad en condiciones de accesibilidad y seguridad vial de las personas usuarias de la vía.

2. Campo de aplicación

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana es de aplicación obligatoria para todas las calles de diseño nuevo y existentes de jurisdicción federal, estatal y municipal del territorio nacional.

3. Referencias

Para la aplicación de este Proyecto de Norma, es necesario consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

NOM-001-SEDE-2012	INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN).
NOM-013-ENER-2013	EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN VIALIDADES.
NOM-034-SCT2-2011	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL DE CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS.
NOM-001-CONAGUA-2011	SISTEMAS DE AGUA POTABLE, TOMA DOMICILIARIA Y ALCANTARILLADO SANITARIO-HERMETICIDAD-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.
NOM-050-SCT2/2017	DISPOSICIÓN PARA LA SEÑALIZACIÓN DE CRUCES A NIVEL DE CAMINOS Y CALLES CON VÍAS FÉRREAS.
NOM-086-SCT2/2015	SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN EN ZONAS DE OBRAS VIALES.
NOM-001-SEDATU-2021	ESPACIOS PÚBLICOS EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Para aquellos proyectos de diseño y rediseños de calles que se encuentren en ejecución a la entrada en vigor de esta NOM, debe considerarse la normatividad aplicable con la que se contrataron los trabajos de obra.

4. Definiciones

Para los propósitos de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, se aplican los términos y definiciones siguientes:

4.1. Accesibilidad

Garantizar el acceso pleno en igualdad de condiciones, con dignidad y autonomía a todas las personas al espacio público, infraestructura, servicios, vehículos, transporte público y los sistemas de movilidad tanto en zonas urbanas como rurales e insulares mediante la identificación y eliminación de obstáculos y barreras de acceso, discriminación, exclusiones, restricciones físicas, culturales, económicas, así como el uso de ayudas técnicas y perros de asistencia, con especial atención a personas con discapacidad, movilidad limitada y grupos en situación de vulnerabilidad.

4.2. Altimetría

Información de la diferencia de niveles y las pendientes resultantes de las superficies, expresándolas gráficamente como secciones referenciadas a un plano de corte vertical.

4.3. Anteproyecto

Desarrollo del diseño conceptual en un nivel de detalle técnico mayor que permite realizar una mejor estimación de plazo y presupuesto. Es el elemento clave en la fase de toma de decisiones de inversión, debido a que permite evaluar si el nivel de recursos disponible puede pagar la inversión final considerada.

4.4. Área de espera para vehículos no motorizados y motocicletas

Zona marcada sobre el arroyo vial en intersecciones de calles con semáforos, que permite a las personas conductoras de estos vehículos aguardar la luz verde del semáforo en una posición adelantada, de tal forma que sean visibles a las personas conductoras del resto de los vehículos.

4.5. Arroyo vial

Franja destinada a la circulación de los vehículos, excluyendo los acotamientos y las banquetas.

4.6. Auditoría de seguridad vial

Metodología aplicable a cualquier infraestructura vial para identificar, reconocer y corregir las deficiencias antes de que ocurran siniestros viales o cuando éstos ya están sucediendo.

4.7. Ayudas técnicas

Dispositivos tecnológicos y materiales que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones funcionales, motrices, sensoriales o intelectuales de las personas con discapacidad.

4.8. Banqueta / Acera

Franja longitudinal que sirve para la circulación y estancia de personas peatonas, así como para el alojamiento de infraestructura, servicios, mobiliario urbano y vegetación, generalmente pavimentada y elevada con respecto al arroyo vial, delimitada por este y los linderos de los predios.

4.9. Barrera urbana

Obstáculo que segmenta o divide la ciudad temporal, parcial o incluso perceptualmente, dificultando la movilidad de personas peatonas, ciclistas y usuarias del transporte público.

4.10. Calle completa

Aquella diseñada para facilitar el tránsito seguro de las personas usuarias de las vías, de conformidad con la jerarquía de la movilidad, que propician la convivencia y los desplazamientos accesibles y eficientes. Consideran criterios de diseño universal, la ampliación de banquetas o espacios compartidos de circulación peatonal y vehicular libres de obstáculos, el redimensionamiento de carriles para promover velocidades seguras, carriles exclusivos para el transporte público, infraestructura ciclista y señalética adecuada y visible en todo momento.

4.11. Calle peatonal

Vía terciaria destinada al tránsito y a la actividad peatonal, solo se permite el acceso a vehículos motorizados por emergencias, o en horarios especiales, a los vehículos de servicio y mantenimiento y, en su caso, a los vehículos de los residentes.

4.12. Carril

Franja longitudinal en que puede estar dividida el arroyo vial, delimitada por marcas, y con anchura suficiente para la circulación de vehículos.

4.13. Carril confinado

Franja en el arroyo vial con delimitadores para confinamiento en uno o ambos costados para uso exclusivo de determinado tipo de vehículo.

4.14. Cauce

Canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la crecida máxima ordinaria escurran sin derramarse.

4.15. Centro de población

Área constituida por las zonas urbanizadas y las que se reserven para su expansión.

4.16. Cobertizo

Estructura que sirve a los pasajeros para aguardar la llegada del transporte público y guarecerse de las condiciones meteorológicas.

4.17. Comunidad

Colonia, barrio, pueblo o unidad habitacional que integran los centros de población.

4.18. Derecho de vía

Franja de terreno de anchura variable, requerida para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cableado eléctrico o tuberías.

4.19. Diseño universal

Diseño de productos, entornos, programas y servicios en materia de movilidad y seguridad vial, 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.

4.20. Dispositivos para el control del tránsito

Conjunto de señales, marcas y dispositivos, que se colocan en las calles con el objeto de prevenir, regular, guiar y orientar la circulación de personas peatonas y vehículos, permitiendo una operación segura y eficiente del tránsito peatonal y vehicular.

4.21. Elementos inherentes a la vía

Conjunto de objetos que forman parte intrínseca de la calle (banquetas y espacios de circulación peatonal, así como los carriles de circulación vehicular y estacionamiento).

4.22. Equipamiento

Conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios para desarrollar actividades económicas, sociales, culturales, deportivas, educativas, de traslado y de abasto.

4.23. Estructura vial

Conjunto de vías de uso común y propiedad pública, destinadas al libre tránsito de personas peatonas y vehículos, caracterizada por servir a la intercomunicación entre las diferentes zonas de actividades. Puede tener distinto carácter en función del medio, considerado local, urbano o regional.

4.24. Estudio de ingeniería de tránsito

Trabajos de campo y gabinete para determinar el comportamiento de los flujos de personas peatonas, vehículos no motorizados y motorizados, a fin de identificar y valorar los conflictos en una red vial o parte de ella, con el propósito de proponer la solución más segura y eficiente para todas las personas usuarias de la vía. Comprende, entre otros, la obtención de volúmenes de personas peatonas y vehículos, según sus tipos, sus movimientos direccionales, las velocidades de operación de los diversos vehículos; los orígenes y destino de las personas usuarias, las características geométricas y operativas de la red o parte en estudio y la siniestralidad vial.

4.25. Faja separadora / Camellón / Mediana

Franja para separar los cuerpos de una vía, sean o no del mismo sentido de circulación; puede estar hecha de barreras, guarniciones, áreas verdes y/o marcas en el pavimento.

4.26. Habitabilidad

Generar condiciones para que las vías cumplan con las funciones de movilidad y creación de espacio público de calidad, a través de la interacción social, la diversidad de actividades y la articulación de servicios, equipamientos e infraestructura.

4.27. Infraestructura

Sistema y red de organización y distribución de bienes y servicios en los centros de población.

4.28. Intersección

Nodo donde convergen dos o más vías, en el que se realizan los movimientos direccionales del tránsito peatonal y vehicular de forma directa o canalizada por faja separadora, tales como, islas o camellones.

4.29. Inspección de seguridad vial

Evaluación cualitativa de las condiciones de seguridad vial a lo largo de una vía existente, realizada por una persona auditora con experiencia en el tema. La inspección debe estar basada en la pericia de la persona auditora, las prácticas más idóneas y en estudios sistémicos. Esto ayuda a identificar problemas que no son evidentes en los datos sobre colisiones del área estudiada.

4.30. Isla

Espacio que permite acortar la distancia de cruce para las personas peatonas y canalizar de mejor manera el tránsito.

4.31. Jerarquía de movilidad

Prioridad en la planeación, diseño e implementación de las políticas públicas, planes y programas en materia de movilidad favoreciendo en todo momento a la persona, los grupos en situación de vulnerabilidad y sus necesidades, garantizando la prioridad en el uso y disposición de las vías, de acuerdo con la siguiente jerarquía: I. Personas peatonas, con un enfoque equitativo y diferenciado en razón de género, personas con discapacidad y movilidad limitada; II. Personas ciclistas y personas usuarias de vehículos no motorizados; III. Personas usuarias y prestadoras del servicio de transporte público de pasajeros, con un enfoque equitativo pero diferenciado; IV. Personas prestadoras de servicios de transporte y distribución de bienes y mercancías, y V. Personas usuarias de vehículos motorizados particulares.

4.32. Jerarquía vial

Es la clasificación de las vías dentro de la estructura urbana, con base en la cantidad y tipo de viajes que se realizan en ella.

4.33. Línea de deseo peatonal

La ruta más corta o más fácilmente que se recorre entre un origen y un destino para una persona peatona.

4.34. Movilidad

Conjunto de desplazamientos de personas, bienes y mercancías, a través de diversos modos, orientado a satisfacer las necesidades de las personas.

4.35. Movilidad activa o no motorizada

Desplazamiento de personas y bienes que requiere de esfuerzo físico, utilizando ayudas técnicas o mediante el uso de vehículos no motorizados.

4.36. Perro de asistencia

Aquellos que han sido certificados para el acompañamiento, conducción y auxilio de personas con discapacidad.

4.37. Persona ciclista

Persona a bordo de un vehículo no motorizado.

4.38. Persona con discapacidad

Persona 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.

4.39. Persona con movilidad limitada

Persona cuya movilidad se ha reducido por motivos de edad, embarazo y alguna otra situación que, sin ser una discapacidad, requiere una atención adecuada y la adaptación a sus necesidades particulares en el servicio.

4.40. Persona peatona

Persona que transita por la vía a pie o que por su condición de discapacidad o de movilidad limitada utilizan ayudas técnicas para desplazarse; incluye menores de doce años a bordo de un vehículo no motorizado.

4.41. Persona usuaria

Persona que realiza desplazamientos haciendo uso del sistema de movilidad.

4.42. Personas usuarias vulnerables

Infancias menores de doce años, personas adultas mayores y personas con movilidad limitada usuarias de vehículos de dos y tres ruedas.

4.43. Planimetría

Información que muestra los contornos que definen a las superficies, generalmente proyectados al plano horizontal.

4.44. Proyecto ejecutivo

Conjunto de planos, especificaciones, normas y procedimientos indispensables para la construcción del proyecto de calle como fue inicialmente concebido.

4.45. Proyecto geométrico

Definición exacta de formas y dimensiones de los elementos en superficie de la calle.

4.46. Seguridad ciudadana

Situación social en la que todas las personas pueden gozar libremente de sus derechos fundamentales, a la vez que las instituciones públicas tienen la suficiente capacidad, en el marco de un Estado de Derecho, para garantizar su ejercicio y para responder con eficacia cuando éstos son vulnerados. De este modo, son las personas el principal objeto de la protección.

4.47. Seguridad vial

Conjunto de políticas y sistemas orientados a controlar los factores de riesgo, con el fin de prevenir y reducir las muertes y lesiones graves ocasionadas por siniestros de tránsito.

4.48. Señalización

Conjunto integrado de marcas y señales que indican la geometría de las calles, así como sus bifurcaciones, cruces y pasos a nivel; previenen sobre la existencia de algún peligro potencial y su naturaleza; regulan el tránsito indicando las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de las calles; denotan los elementos estructurales que están instalados dentro del derecho de vía; y sirven de guía para las personas usuarias a lo largo de sus itinerarios. Se clasifica en:

4.48.1. Señalización horizontal: conjunto de marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las calles y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de personas peatonas y vehículos, así como proporcionar información a las personas usuarias. Estas marcas son rayas, símbolos, leyendas o dispositivos.

4.48.2. Señalización vertical: conjunto de señales en tableros fijados en postes, marcos y otras estructuras, integradas con leyendas y/o símbolos. Según su propósito, las señales son preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicios, así como adicionales.

4.49. Siniestro de tránsito

Cualquier suceso, hecho, accidente o evento en la vía pública derivado del tránsito vehicular y de personas, en el que interviene por lo menos un vehículo y en el cual se causan la muerte, lesiones, incluidas en las que se adquiere alguna discapacidad, o daños materiales, que puede prevenirse y sus efectos adversos atenuarse.

4.50. Sistemas seguros

Prácticas efectivas, eficientes y prioritarias, que redistribuyen responsabilidades entre las diversas personas actoras relacionadas con la movilidad y no solo con las personas usuarias, cobran especial relevancia las vías libres de riesgos, los sistemas de seguridad en el transporte, en los vehículos y las velocidades seguras.

4.51. Sostenibilidad

Satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias.

4.52. Tránsito

Circulación de personas y vehículos por banquetas y calles y, en general, por cualquier vía de circulación terrestre.

4.53. Vehículo

Modo de transporte diseñado para facilitar la movilidad y tránsito de personas o bienes por la vía pública, propulsado por una fuerza humana directa o asistido para ello por un motor de combustión interna, eléctrico o cualquier fuerza motriz. Los vehículos pueden ser:

4.53.1. Vehículo motorizado: vehículo de transporte terrestre de pasajeros o de carga, que para su tracción dependen de un motor de combustión interna, eléctrica o de cualquier otra tecnología que les proporciona velocidad superior a los veinticinco kilómetros por hora.

4.53.2. Vehículo no motorizado: vehículo de tracción humana como bicicleta, monociclo, triciclo, cuatriciclo; vehículos recreativos como patines, patinetas y monopatines; incluye a aquellos asistidos por motor de baja potencia no susceptible de alcanzar velocidades mayores a veinticinco kilómetros por hora.

4.54. Velocidad de operación

Velocidad adoptada por las personas conductoras bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y de la calle. Se caracteriza por una variable aleatoria. Los parámetros de la distribución de la probabilidad asociada a la citada variable aleatoria se estiman a partir de la medición de las velocidades de los vehículos que pasan por un tramo representativo de la vía bajo las condiciones prevalecientes (velocidades de punto). Para fines deterministas, suele designarse la velocidad de operación por el percentil ochenta y cinco (85) de las velocidades de punto.

4.55. Velocidad de proyecto

Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre la calle y se utiliza para dimensionar los elementos geométricos del mismo. Su selección depende del tipo de calle a proyectar y del tipo de terreno.

4.56. Vía / Calle

Vía de uso común que conforma la traza urbana destinada al tránsito de personas peatonas y vehículos, a la prestación de servicios públicos y colocación de mobiliario urbano. Se clasifica en:

4.56.1. Primaria / Arteria: espacio físico cuya función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforos, entre distintas áreas de una zona urbana, con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos destinados a la operación de vehículos de transporte público y de emergencia. Se divide en vías de circulación continua y principales.

4.56.2. Secundaria / Colectora: espacio físico cuya función es recolectar los flujos de las vías terciarias hacia la red vial primaria; puede tener faja separadora y estacionamiento en vía pública.

4.56.3. Terciaria / Local: espacio físico con un carácter estrictamente local, cuya función primordial es de habitabilidad, brindar acceso a los predios dentro de las comunidades o para el tránsito exclusivo peatonal o de vehículos no motorizados. Los volúmenes, velocidades y capacidad vial son los más reducidos dentro de la red vial y generalmente las intersecciones no están semaforizadas.

4.57. Vía ciclista

Vía pública destinada al tránsito preferente o exclusivo de vehículos no motorizados en las calles o la que tenga un trazo independiente. Se dividen en:

4.57.1. Vía ciclista confinada (ciclovía): carril exclusivo en el arroyo vial para la circulación de vehículos no motorizados, físicamente segregada del tránsito automotor a través de delimitadores para confinamiento o mediante cordón de estacionamiento.

4.57.2. Vía ciclista delimitada (ciclocarril): carril exclusivo en el arroyo vial para la circulación de vehículos no motorizados, definida por marcas en el pavimento sin emplear elementos físicos para su separación que puede ser aleada a la franja de estacionamiento de los vehículos motorizados.

4.57.3. Vía ciclista compartida con transporte público (carril bus-bici): carril exclusivo para la circulación de vehículos no motorizados y de transporte público de pasajeros, físicamente segregada del tránsito automotor, ubicado a la extrema derecha en el sentido de circulación o a la izquierda cuando se trata de un carril en contraflujo.

4.57.4. Vía ciclista con prioridad de uso (calle o carril compartido ciclista): vía o carril compartido destinado a la circulación preferente de vehículos no motorizados, cuenta con dispositivos y/o adecuaciones geométricas que permiten orientar y regular el tránsito.

4.57.5. Vía ciclista compartida con personas peatonas (calle peatonal compartida): calle o sendero compartido entre el tránsito peatonal y de vehículos no motorizados que tiene condiciones geométricas y operativas a efecto de permitir la convivencia segura y cómoda entre ambos flujos.

4.57.6. Vía ciclista exclusiva (ciclovía de trazo independiente): espacio exclusivo para la circulación de vehículos no motorizados, en áreas de circulación libres aisladas del tránsito motorizado y cuyo espacio está separado de la redistribución del arroyo vial.

4.58. Vía o calle de tránsito mixto

Calle con prioridad para la circulación de personas peatonas, a través de un diseño que minimiza la segregación entre las personas usuarias, limitando la velocidad de los vehículos mediante la eliminación del arroyo vial y el uso de los dispositivos para el control del tránsito.

4.59. Vía pública

Todo espacio de dominio público y uso común destinado al tránsito de personas peatonas y vehículos, así como a la prestación de servicios públicos y la instalación de infraestructura y mobiliario. Se clasifica en:

4.60. Viaje / Desplazamiento

Recorrido de una persona asociado a un origen y un destino preestablecidos con un propósito determinado en cualquier modo de movilidad.

5. Proceso de planeación

El proceso de planeación para el diseño de vías urbanas debe ser comprendido como un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que tienen por objetivo mejorar la movilidad cotidiana de las personas usuarias, a efecto de generar alternativas de acciones bajo un enfoque de accesibilidad, habitabilidad, inclusión, sostenibilidad, resiliencia y seguridad vial.

La planeación debe llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo equitativo, incluyente, integral y sostenible, así como tender a la consecución de los fines sociales, ambientales y económicos a implementarse en los centros de población. Asimismo, se debe llevar a cabo bajo un esquema estratégico que establezca objetivos, metas y un programa de acción.

5.1. Principios para la planeación de la estructura vial urbana

Con objeto de mejorar las condiciones ambientales y sociales de los centros de población, se deben considerar cuatro principios de diseño que influyen en la eficiencia de flujos de personas y mercancías:

- inclusión: las vías deben ser diseñadas para que toda la gente pueda hacer uso en igualdad de condiciones a través del reparto equitativo del espacio disponible, en especial de las personas usuarias vulnerables. Se debe considerar un enfoque de diseño universal y de perspectiva de género para facilitar la movilidad y accesibilidad de toda la población; se deben promover espacios atractivos que generen interacción social que priorice el uso de la vía por parte de infantes, personas con discapacidad o movilidad limitada, personas adultas mayores y mujeres;
- seguridad: al realizar un proyecto de vía, se deben identificar los factores que influyen en la seguridad vial y ciudadana, así como los riesgos potenciales para que, a través del rediseño de vías existentes o el diseño en vías nuevas, se promuevan comportamientos consistentes con el entorno y fomentar el uso de los espacios públicos.

Los diseños viales deben mitigar la posibilidad de un daño y las consecuencias adversas de acciones involuntarias o accidentales, con el fin de proteger a las personas bajo los principios de diseño universal y con énfasis en la tolerancia al error. Se deben identificar los riesgos potenciales, para que, a través del diseño junto con el control de la velocidad, se proteja la interacción entre todas las personas usuarias de la vía.

Los diseños de las calles deben buscar la implementación de espacios de convivencia en donde se reduzca la posibilidad de que se cometan delitos y se genere violencia, lo que también implica elaborar una propuesta funcional y estética que permita aumentar el tránsito seguro en la vía.

El diseño de la calle y sus elementos deben permitir a todas las personas, la posibilidad de determinar su presencia y la de los demás, así como predecir su movimiento, principalmente en intersecciones y en horario nocturno;

- sostenibilidad: se debe incentivar la redistribución del espacio vial de acuerdo con la vocación de la calle, donde se fomente la movilidad peatonal, de vehículos no motorizados y de transporte público, así como la densificación y la mezcla de usos del suelo, a efecto de diseñar entornos que promuevan la reducción del ruido, la mejora en la calidad del aire, así como la generación de microclimas; y
- resiliencia: el diseño de la vía debe permitir recuperar la operatividad de la misma después de sufrir amenazas de origen natural, político o social, en el menor tiempo y costo posible, maximizando la capacidad de desplazamientos para evacuaciones y atención de emergencias.

5.2. Criterios para la configuración de la estructura vial

A efecto de construir una base sólida sobre la cual descansan las decisiones de planeación y diseño vial, se deben considerar trece criterios que responden al conjunto de principios establecidos en el inciso 5.1.

Criterios para el principio de inclusión:

- prioridad a personas usuarias vulnerables: factores externos como la velocidad, circulación cercana a vehículos motorizados y ausencia de infraestructura de calidad hacen más vulnerables a personas peatonas y ciclistas. A lo largo de la vía, se deben incorporar elementos que garanticen su movilidad en condiciones de accesibilidad y seguridad vial;

- diseño universal: el proyecto debe garantizar que la circulación, materiales, geometrías, señalización y elementos complementarios sean diseñados para su uso por parte de toda la población, poniendo especial atención en infantes, personas adultas mayores, con discapacidad o movilidad limitada, de pueblos originarios, mujeres, peatonas y ciclistas; y
- perspectiva de género: tanto la planeación como el diseño de las vías deben reconocer que existe una relación diferenciada entre movilidad y género, a efecto de visibilizar las vivencias de mujeres y niñas, dar valor a las tareas de reproducción, así como de cuidado, reconocer la diversidad funcional y de cuerpos, para contar con elementos urbanos que permitan que exista equidad sustantiva en el uso de la calle.

Criterios para el principio de seguridad:

- legibilidad: la uniformidad en el diseño debe permitir que la vía sea entendida con facilidad por las personas usuarias; asimismo, debe ordenar los flujos de los mismos para fomentar una sana convivencia;
- diversidad de usos: se debe promover una equilibrada mixtura entre usos del suelo en la misma cuadra o cuadradas adyacentes; y
- participación social: desde la etapa de diagnóstico y diseño conceptual hasta los detalles arquitectónicos y la implementación, se debe incorporar a las personas residentes y usuarias de la vía, a fin de que se garantice que sus preocupaciones, visión y requerimientos se incorporen adecuadamente al proyecto, para maximizar su nivel de apropiación. Esto incluye integrar metodologías a efecto de hacer operativa e inclusiva la participación.

Criterios para el principio de sostenibilidad:

- integración con el entorno natural: la vialidad debe favorecer la mitigación de los efectos del cambio climático como son las islas de calor, inundaciones, entre otras, a través de la prevalencia e implementación de infraestructura verde en todos los casos de diseño vial;
- conectividad: la vía debe formar parte de una red que vincule de manera eficiente orígenes y destinos mediante la transferencia directa entre los distintos modos de transporte. En ese sentido, las rutas peatonales, de vehículos no motorizados y de transporte público deben tener prioridad y ser cortas, directas, intermodales, seguras, accesibles y diseñarse considerando los programas de movilidad, así como otros instrumentos de planeación existentes;
- flexibilidad: el diseño debe tener la capacidad 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, así como tener un diseño adaptable y dinámico que genere entre otros beneficios, facilitar adecuaciones futuras a un bajo costo;
- prioridad a la movilidad sustentable: la geometría, operación, materiales y elementos complementarios deben reforzar la jerarquía de movilidad, así como los beneficios tanto sociales como ambientales; y
- temporalidad y progresividad: las acciones de mejora del espacio vial deben ser planeadas con criterios de diseño universal a mediano y largo plazo, con objeto de satisfacer las necesidades de las personas usuarias de manera equitativa.

Criterios para el principio de resiliencia:

- permeabilidad: la vía no debe ser una barrera urbana, debe permitir el desplazamiento libre de personas peatonas, vehículos no motorizados y de emergencia. Asimismo, deben considerarse elementos que contribuyan a esta vocación. De la misma forma, los dispositivos para el control del tránsito, mobiliario urbano y jardinerías no deben ser un obstáculo para la libre circulación de las personas dentro de la vía;
- calidad: la vía debe contar con materiales de larga duración, además de mantenimiento adecuado para ser funcional, así como atractiva estéticamente; y
- tratamiento de condiciones ambientales: debido a la constante interacción de la población con las vías y las repercusiones que esto puede traer a su salud física y emocional; el diseño debe promover el derecho a un medio ambiente sano, a efecto de que sea un componente que se generen condiciones equilibradas y sostenibles en beneficio de todas las personas y seres vivos que habitan los centros de población.

5.3. Jerarquía de movilidad

Para propiciar una visión integral en el diseño de la estructura y las vías urbanas, se debe tener en cuenta la jerarquía de la movilidad. Esta clasificación establece las prioridades en los viajes cotidianos, es decir, plantea quién es más vulnerable, más eficiente y menos costoso.


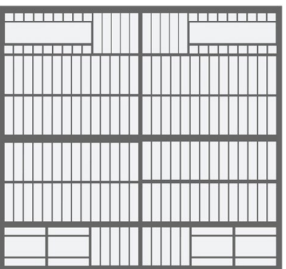
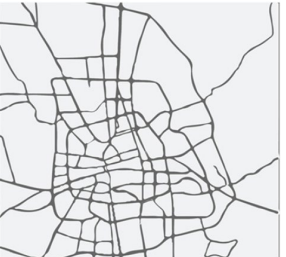
Bajo este contexto, el diseño de las vías debe ser acorde al artículo 6 de la Ley General de Movilidad y Seguridad Vial, donde se indica que la planeación, diseño e implementación de las políticas públicas, planes y programas en materia de movilidad, por parte de las autoridades de los tres órdenes de gobierno, deben favorecer en todo momento a la persona, los grupos en situación de vulnerabilidad y sus necesidades, garantizando la prioridad en el uso y disposición de las vías.

5.4. Organización de la estructura vial urbana

En el proceso de diseño o rediseño de una vía urbana, se debe tener clara la relación que tiene esta con las otras calles del centro de población, así como con los demás elementos urbanos, tales como las zonas habitacionales y equipamientos. La vía es parte de un sistema complejo, la forma del citado sistema condiciona el funcionamiento cotidiano de la localidad y tiene efectos directos en su conectividad, movilidad y habitabilidad, entre otros.

Existen distintos tipos de trazas urbanas, las más comunes en los centros de población son las de tipo plato roto, la reticular y la anular que se explican en la tabla 1; es posible encontrar centros de población con un diseño lineal o aquellas que responden a la llegada del ferrocarril. Las comunidades pueden tener uno, o más tipos de morfologías.

Tabla 1.- Tipos más comunes de traza urbana en los centros de población [1]

Tipo de traza urbana	Características
<p data-bbox="321 722 423 747">Plato roto</p> 	<p data-bbox="537 722 1408 835">Es la más irregular de las tres formas, 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 data-bbox="537 842 1408 926">Presenta vías 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 data-bbox="321 1024 423 1050">Ortogonal</p> 	<p data-bbox="537 1024 1408 1138">Predomina el trazado de las vías 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 centros de población con herencia colonial.</p> <p data-bbox="537 1144 1408 1199">Presenta secciones amplias que favorecen el desarrollo de velocidades altas y obliga a adoptar numerosas medidas para la pacificación del tránsito.</p>
<p data-bbox="337 1339 407 1365">Anular</p> 	<p data-bbox="537 1339 1408 1453">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 del centro de población.</p> <p data-bbox="537 1459 1408 1543">Busca mejorar la comunicación entre el centro y la periferia de la localidad. Suele generar vías urbanas rápidas, sin cruces a nivel que se convierten en barreras urbanas que dividen barrios y colonias.</p>

[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU] & Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2019.

La finalidad de la estructura vial es mover personas, bienes y mercancías de manera eficiente y sustentable, como parte de esta existen redes viales peatonales, de vehículos no motorizados, de transporte público y de vehículos motorizados, donde cada una satisface distintas necesidades, dependiendo el modo de transporte que se elija, mismas que deben ser planeadas conforme a la jerarquía de movilidad establecida en el inciso 5.3; sin embargo, una red vial no contraviene la existencia de otra, al contrario, deben funcionar todas de forma equilibrada.

Las redes viales deben garantizar viajes de forma eficiente, acordes a la traza urbana, debido a que cada una de estas tienen diferentes capacidades para organizar los desplazamientos entre las diferentes centralidades o polos de desarrollo. Dependiendo de los generadores de mayor tránsito, las condiciones topográficas, el uso del suelo, así como de los sistemas de movilidad, el espaciado de las calles varía según su tipo y forma parte de las características que las definen.

5.5. Función, forma, uso y vocación de las vías

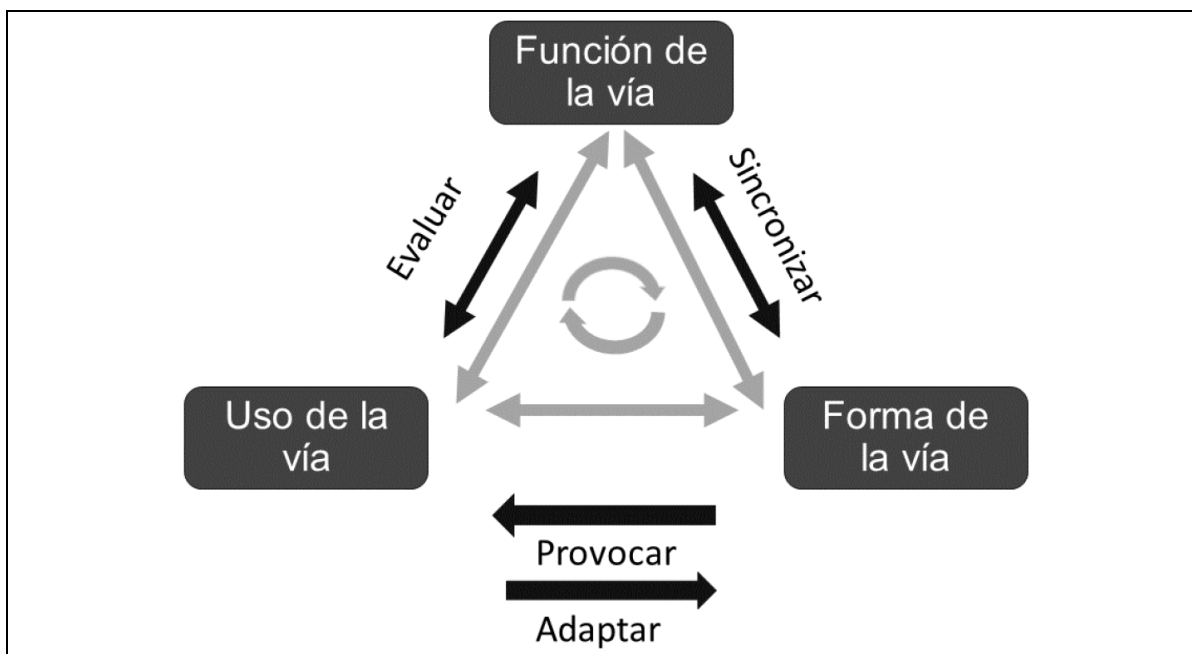
Las calles son un espacio de conexión en el desarrollo de las actividades urbanas, pero también un sitio de descanso, punto de reunión y de intercambio. Para que estas actividades puedan realizarse en el espacio público se deben implementar estrategias de diseño y operación vial que generen redes viales seguras, garantizando una distribución equitativa del citado espacio. Con objeto de diversificar el uso de las calles, transformándolas en lugares para estar y no solo para transitar, se debe promover un nuevo esquema de movilidad.

Cuando se realice el diseño, rediseño o rehabilitación de una vía, se debe considerar la congruencia con los principios, criterios y jerarquía establecidos en los incisos 5.1, 5.2 y 5.3, así como reconocer las actividades que realizan las personas usuarias dentro la calle y en los predios adyacentes. Bajo este contexto, el proceso de planeación de las vías urbanas debe responder a tres factores:

- función: papel que tiene la vía dentro de la estructura vial, que se expresa a través de la jerarquía vial, la cual tiene tres categorías: primarias o arteriales, secundarias o colectoras y terciarias o locales;
- forma: conjunto de características físicas que tienen las vías según el lugar que ocupan en la estructura vial; y
- uso: utilización real que las personas usuarias dan a la calle, es el punto de partida para el rediseño vial; se debe fomentar que corresponda a la función y forma con la que se planeó, a través de un proyecto que satisfaga, de manera equilibrada, las necesidades de las actividades y modos de transporte presentes en la vía.

Se debe buscar que los tres factores estén en sintonía, como se muestra en la figura 1.

Figura 1.- Balance entre función, forma y uso [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Red de movilidad en bicicleta. Tomo III*, por Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo [ITDP] & Interface for Cycling Expertise [I-CE], 2011.

Adicionalmente, las calles deben tener un equilibrio entre los espacios destinados al desplazamiento de los diferentes modos de transporte y las otras actividades que se llevan a cabo en la vía. Para lograrlo, se debe considerar que las calles tienen diferentes niveles de movilidad y habitabilidad; dependiendo de la preponderancia que tenga alguna de estas, se establece la vocación de la vía.

Lo anterior, implica realizar ajustes a los instrumentos de planeación y rediseño de los elementos inherentes de la vía, con objeto de albergar las diferentes actividades no relacionadas con el desplazamiento que ocurren de manera espontánea.

Un elemento indispensable para lograr una relación balanceada entre movilidad y habitabilidad es el establecimiento de límites de velocidad, que se deben fijar en coherencia con las características de operación de la vía y las condiciones del entorno, para lo cual se debe implementar lo indicado en el inciso 8.8., por lo tanto, se deben tener velocidades que generen espacios más agradables, seguros y que incentiven el uso de modos de transporte más sostenibles, conforme a lo indicado en la tabla 2.

Tabla 2.- Relación entre vocación y velocidad de la vía [1]

Vocación	Nivel	Indicador
Movilidad	3	Mayor capacidad vial, mayor velocidad con menor acceso a bienes, servicios y actividades estacionarias. Menor percepción de seguridad vial.
	2	Menor capacidad vial con mayores posibilidades de brindar acceso a bienes, servicios y actividades estacionarias. Menor velocidad con mayor percepción de seguridad vial.
	1	Mayor acceso a bienes, servicios y actividades estacionarias. Menor velocidad con mayor percepción de seguridad vial.
Habitabilidad	3	Mayor acceso a bienes, servicios y actividades estacionarias. Menor velocidad, menor capacidad vial y mayor percepción de seguridad vial.
	2	Menor posibilidad de tener acceso a bienes y a servicios. Menor velocidad con mayor percepción de seguridad vial.
	1	Acceso a bienes, servicios y actividades estacionarias notoriamente reducido. Menor percepción de seguridad vial.

[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

Bajo este panorama, a mayor flujo y velocidad (vehículos por hora y kilómetros por hora, respectivamente), la vocación de la vía se enfoca en la movilidad, mientras que, a mayor acceso a bienes, servicios y actividades que se realicen en el espacio privado y público, la vocación se enfoca en la habitabilidad.

5.6. Jerarquía vial

Es la clasificación de las vías dentro de la estructura urbana, con base en la cantidad y tipo de viajes que se realizan; se define en el proceso de planeación y corresponde a tres categorías: primarias, secundarias y terciarias.

Dependiendo de los generadores de tránsito, las condiciones topográficas y uso del suelo, se define un espaciamiento por cada uno de los tipos de vía como se indica en la tabla 3.

Tabla 3.- Espaciamiento de la red vial [1]

Tipo de vía		Espaciamiento km
Primarias	Vía de circulación continua / Libramiento / Zona de transición urbano-carretero	De 4 a 6
	Principales	De 1,00 a 1,50
Secundarias		De 1,00 a 0,50
Terciarias		0,10

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por Secretaría de Obras y Servicios [SOBSE], 2014.

5.6.1. Vía primaria: su función es facilitar el flujo del tránsito vehicular continuo o controlado por semáforos, entre distintas áreas de una zona urbana, con la posibilidad de reserva para carriles exclusivos destinados a la operación de vehículos de transporte público y de emergencia. Se divide en vías de circulación continua y principales.

5.6.1.1. Vía de circulación continua / Libramiento / Zona de transición urbano-carretero: generalmente cuenta con carriles centrales y laterales separados por camellones y/o intersecciones a desnivel; la incorporación y desincorporación al cuerpo de flujo continuo debe realizarse a través de carriles de aceleración y desaceleración en puntos específicos.

De igual forma, puede ser un tramo que conecta una carretera con la red vial urbana, también pueden atravesar poblaciones de baja densidad, urbanizaciones o polígonos de actividad económica. En estas vías se debe disminuir la velocidad de forma gradual para que correspondan con la vocación urbana. Las principales características operacionales y geométricas se indican en la tabla 4.

Tabla 4.- Características operacionales y geométricas de las vías de circulación continua / Libramientos / Zonas de transición urbano-carretero [1]

Características	Valor
Volúmenes de servicio (vehículos /hora/carril)	1 000 a 1 500
Límite de velocidad [a] [b]	50 a 80 km/h
Derecho de vía	50 a 90 m
Ancho de carril	2,80 a 3,20 m
Ancho de banquetas	4 m (mínimo)
Pendiente máxima recomendada	4 %
Sección mínima de faja separadora	4 m
Número de carriles efectivos de circulación [c]	3 centrales, 2 laterales por sentido

[1] Adaptado de *Lineamientos de diseño urbano*, por Corral, C., 1997 & *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Sujeto a los reglamentos de tránsito o a lo que disponga la autoridad correspondiente.

[b] 80 km/h en carriles centrales, hasta 30 km/h en zonas y entornos escolares y 20 km/h en zonas de hospitales, asilos, albergues y casas hogar.

[c] Los carriles efectivos de circulación incluyen carriles para uso exclusivo de transporte público.

Las zonas de transición urbano-carretero deben tener coherencia en su planeación y diseño con los principios y criterios señalados en este Proyecto de Norma, con objeto de modificar su vocación para integrarse a la red vial urbana.

5.6.1.2. Vía principal: su función es facilitar el flujo del tránsito vehicular entre diferentes zonas del centro de población, generalmente sus flujos son controlados por semáforo, puede contar con carriles exclusivos para vehículos no motorizados y/o transporte público; tiene uno o dos sentidos de circulación, con o sin faja separadora. Las principales características operacionales y geométricas se indican en la tabla 5.

Tabla 5.- Características operacionales y geométricas de las vías principales [1]

Características	Valor
Volúmenes de servicio (vehículos /hora/carril)	600 a 1 000
Límite de velocidad [a] [b]	50 km/h
Derecho de vía	30 a 50 m

Ancho de carril	2,70 a 3,00 m
Ancho de banquetas	4 m (mínimo)
Pendiente máxima recomendada	6 %
Sección mínima de faja separadora	4 m
Número de carriles efectivos de circulación [c]	3 a 4 por sentido

[1] Adaptado de *Lineamientos de diseño urbano*, por Corral, C., 1997 & *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Sujeto a los reglamentos de tránsito o a lo que disponga la autoridad correspondiente.

[b] Hasta 30 km/h en zonas y entornos escolares y 20 km/h en zonas de hospitales, asilos, albergues y casas hogar.

[c] Los carriles efectivos de circulación incluyen carriles para uso exclusivo de transporte público.

5.6.2. Vía secundaria: su función es recolectar los flujos de las vías terciarias hacia la red vial primaria, puede tener faja separadora y estacionamiento en vía pública. Las principales características operacionales y geométricas se indican en la tabla 6.

Tabla 6.- Características operacionales y geométricas de las vías secundarias [1]

Características	Valor
Volúmenes de servicio (vehículos /hora/carril)	400 a 500
Límite de velocidad [a] [b]	30 km/h
Derecho de vía	20 a 30 m
Ancho de carril	2,5 a 3,0 m
Ancho de banquetas	3,30 m (mínimo)
Pendiente máxima recomendada	8 %
Sección mínima de faja separadora	4 m
Número de carriles efectivos de circulación [c]	2 a 3 por sentido

[1] Adaptado de *Lineamientos de diseño urbano*, por Corral, C., 1997 & *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Sujeto a los reglamentos de tránsito o a lo que disponga la autoridad correspondiente.

[b] 20 km/h en zonas y entornos escolares, así como en zonas de hospitales, asilos, albergues y casas hogar.

[b] 20 km/h en zonas y entornos escolares, así como en zonas de hospitales, asilos, albergues y casas hogar.

[c] Los carriles efectivos de circulación incluyen carriles para uso exclusivo de transporte público.

5.6.3. Vía terciaria: con un carácter estrictamente local, su función primordial es de habitabilidad, brindar acceso a los predios dentro de las comunidades o para el tránsito exclusivo peatonal o de vehículos no motorizados. Los volúmenes, velocidades y capacidad vial son los más reducidos dentro de la red vial y generalmente las intersecciones no están semaforizadas. Las principales características operacionales y geométricas se indican en la tabla 7.

Tabla 7.- Características operacionales y geométricas de las vías terciarias [1]

Características	Valor
Volúmenes de servicio máximo (vehículos /hora/carril)	< 400
Límite de velocidad [a] [b]	30 km/h
Derecho de vía	6 a 15 m [c]
Ancho de carril	2,50 a 3,00 m
Ancho de banquetas [d]	2,50 m (mínimo)
Pendiente máxima recomendada	15 %
Número de carriles efectivos de circulación [e]	máximo 2 por sentido

[1] Adaptado de *Lineamientos de diseño urbano*, por Corral, C., 1997 & *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Sujeto a los reglamentos de tránsito o a lo que disponga la autoridad correspondiente.

[b] 20 km/h en zonas y entornos escolares, así como en zonas de hospitales, asilos, albergues y casas hogar.

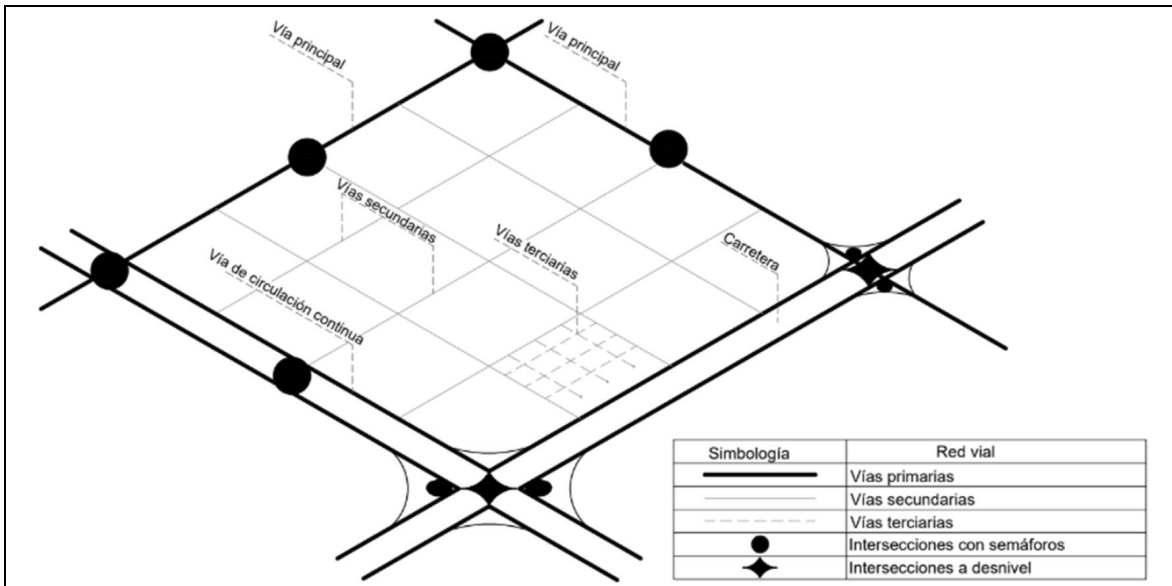
[c] Se debe consultar la normativa de los centros de población debido a que hay variaciones en el límite mínimo permitido.

[d] Se debe aumentar conforme a la demanda peatonal. En zonas históricas el valor mínimo puede ser 2,20 m con una franja de circulación peatonal de 1,50 m, en caso contrario, se debe implementar una calle de tránsito mixto.

[e] Los carriles efectivos de circulación incluyen carriles para uso exclusivo de transporte público.

Bajo este contexto, en la figura 2 se ejemplifican los sistemas viales urbanos.

Figura 2.- Ejemplo de la traza urbana conforme a la jerarquía vial [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

6. Proyecto ejecutivo vial urbano

Es el conjunto de planos, especificaciones, normas y procedimientos indispensables para la construcción del proyecto de calle como fue inicialmente concebido, es decir, se desarrolla a nivel de detalle, considerando medidas reales derivadas de estudios específicos.

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

6.1. Tipos de proyectos viales

El proyecto vial puede ser de los siguientes tipos:

- de nuevo trazado: su objetivo es la definición de una vía no existente o de la generación de un nuevo cuerpo de una vía en servicio;
- de ampliación de vía existente: su objetivo es el incremento del arroyo vial y/o banquetas, incluye modificaciones al trazado existente, reordenación de intersecciones y accesos, entre otros;
- de acondicionamiento: su objetivo es modificar las características geométricas de la vía existente, con actuaciones tendientes a mejorar los niveles de servicio y de seguridad vial, así como cambios en la asignación del espacio para los diferentes grupos de personas usuarias;
- de mejoras locales: su objetivo es modificar las características geométricas de intersecciones o de elementos aislados de la vía por necesidades funcionales o de seguridad vial; y
- de actuaciones específicas: su objetivo es mejorar algún elemento constitutivo de una vía en servicio (pavimento, obras de drenaje, señalización, sistemas de contención, iluminación, entre otros).

6.2. Etapas del proyecto vial

La elaboración de un proyecto vial urbano debe cumplir el propósito de mejorar la movilidad de personas, bienes y mercancías en los centros de población; su desarrollo debe contemplar las siguientes etapas:

- planeación: el proyecto de modificación, renovación o creación de una calle debe considerar su función en la red vial del centro de población, el uso que tiene como espacio público, así como la visión y líneas estratégicas que desde los instrumentos de planeación se destinen para ella. Se deben presentar las alternativas o propuestas de solución, aquella que tenga mejor valoración debe ser la que se implemente;
- diagnóstico: una vez establecida, en la etapa de planeación, la necesidad de diseñar o intervenir una vía, se deben analizar las características del entorno, así como su uso real, por lo que se debe delimitar el área de intervención y realizar estudios previos, obteniendo información campo, conforme a lo indicado en el inciso 6.3.;
- conceptualización: debe surgir de la identificación de necesidades o requerimientos de las personas usuarias de la vía, los cuales deben ser obtenidos en la etapa de diagnóstico;
- diseño: con base en los requerimientos de movilidad de las diferentes personas usuarias de la vía y de aquellas derivadas de la necesidad de aumentar los niveles de seguridad vial, se debe generar la propuesta bajo un proceso secuencial de profundización técnica, que puede estar integrado por los elementos descritos en el inciso 6.4.
- implementación: una vez que se cuenta con el proyecto ejecutivo, se deben obtener los permisos necesarios ante las autoridades correspondientes, a efecto de iniciar la etapa de construcción. Se recomienda incluir las estrategias de comunicación, socialización, además de participación con la comunidad; y
- evaluación y monitoreo: una vez construido el proyecto, se debe medir el impacto de la intervención. La medición debe realizarse por medio de indicadores definidos desde la etapa de planeación, conforme a lo establecido en capítulo 10.

6.3. Estudios preliminares del proyecto ejecutivo

Antes de la elaboración del proyecto ejecutivo para la implementación de vías nuevas o rediseño de las existentes, se deben realizar estudios preliminares con un nivel preciso en la definición de aspectos geométricos, condiciones del subsuelo y características paisajísticas relevantes. Dependiendo del tipo de proyecto a ejecutar, se pueden incluir algunos de los siguientes productos:

- análisis del sitio: se debe examinar la orografía, el tipo de suelo, la hidrografía, vegetación y el paisaje; así como la tenencia del suelo a la que está sujeta el terreno que puede ser privado, ejidal, comunal o público. El estudio aplica para grandes desarrollos urbanos. Para el caso del rediseño de una vía, se debe considerar el análisis de la vida pública y uso de la calle, incluido el trabajo en el espacio público;
- instrumentos de planeación de desarrollo urbano: se deben analizar los documentos de planeación de la federación, las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales, a efecto de cumplir con las normas que estipulen las características que deben reunir los centros de población. Se debe considerar la superficie para donar a la autoridad correspondiente para obras con fines comunitarios, según la normativa y los instrumentos de regulación de cada entidad federativa;
- levantamiento topográfico: se realiza para conocer las características geométricas y de todos los elementos inherentes e incorporados a la vía. El estudio topográfico se compone de análisis de planimetría y altimetría. Se deben considerar todos los elementos que pueden afectar el trazo de la calle, sobre todo por obras inducidas, tales como redes subterráneas o aéreas que pueden ser interferidas por el proyecto vial.

Se debe elaborar un plano que muestre las características físicas y operacionales de la vía, tales como: geometría, pendientes, restricciones de visibilidad, tipo de superficie de rodadura, sentido de circulación, condiciones de estacionamiento, accesos vehiculares a predios, equipamiento, cruces peatonales, cruces próximos con vías férreas, paradas de transporte público, estructuras sobre la vía, elementos inherentes o incorporados a la vía, así como la distancia de los semáforos más cercanos incluyendo sus canalizaciones y registros;

- estudio de mecánica de suelos y geotecnia: tiene como finalidad la caracterización completa del sustrato bajo el que se asienta la vía. 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;
- caracterización bioclimática: análisis de las condiciones climáticas de los centros de población, tales como temperatura, temperatura neutra, humedad relativa, radiación solar, pluviometría, viento y asoleamiento;
- censo del arbolado: es la identificación de todos los individuos arbóreos presentes en el entorno de la vía y que sirve como insumo para el impacto ambiental y el proyecto de paisaje y potencialmente puede influir sobre el proyecto mismo;
- restricciones federales y estatales: se deben analizar las vías de comunicación, líneas de abastecimiento de energía o combustible o cuerpos de agua que convergen en la zona, así como verificar los derechos de vía existentes;
- estudio de impacto social: es el estudio que permite identificar los riesgos y oportunidades asociadas al proyecto vial con objeto de prevenir o mitigar los impactos negativos y potencializar los positivos en las comunidades y que es un instrumento de gobernanza local para promover el desarrollo sostenible y equitativo;
- estudios de ingeniería de tránsito: para garantizar que el proyecto atienda las necesidades de circulación de todas las personas usuarias de la vía, se debe considerar:
 - volumen de personas peatonas: se debe contabilizar el total de personas usuarias, en ambos sentidos, que cruzan por la vía; las horas y los periodos de registro deben coincidir con los establecidos para contabilizar el volumen vehicular, así como las líneas de deseo peatonales. La caracterización por edad y sexo de las personas dependerá del objetivo del proyecto, solo cuando sea necesario desagregarlo, se recomienda dividir por grupos etarios de la siguiente forma: infancias, personas adultas, personas adultas mayores, personas con discapacidad, personas con movilidad limitada, desagregados por sexo, por carga o si cargan infancias en brazos;
 - volumen de vehículos: se debe contabilizar y diferenciar el total de vehículos que circulan por la vía, de acuerdo con el periodo que más convenga, pueden ser de cinco (5), diez (10) o quince (15) minutos. Registrando cada movimiento o maniobra en cada intersección que se determine como estación maestra, la clasificación mínima debe corresponder a:
 - vehículos ligeros: vehículos no motorizados, motocicletas, automóviles y camionetas; y
 - vehículos pesados: buses, vehículos con tres ejes, vehículos con más de tres ejes, entre otros;

- velocidad: en vías nuevas, se debe determinar el límite de velocidad permitido según su jerarquía y entorno urbano, acorde a la normatividad correspondiente; en vías existentes, se debe evaluar la velocidad de operación presente para determinar medidas que incentiven el cumplimiento del límite de velocidad;
- condiciones geométricas de la vía: para el caso de vías existentes, se debe considerar el levantamiento topográfico, a efecto de conocer las características geométricas y de todos los elementos inherentes e incorporados a la vía;
- análisis de siniestros de tránsito: para el caso de vías existentes, se debe contar con un registro de los siniestros de tránsito en los últimos tres (3) años clasificados por tipo, localización, dirección de los movimientos, severidad, hora, fecha y día de la semana en que ocurrieron, desagregados por número de lesiones y/o muertes, siempre y cuando estén disponibles, tales como las siguientes características:
 - siniestros de tránsito: fuente - identificador, atropellados, muerte, lesión, número de acta, número de parte;
 - personas involucradas y su comportamiento: tipo de personas usuarias, edad, sexo, uso del cinturón, estado de ebriedad;
 - temporalidad: año, mes, fecha, día de la semana, hora;
 - agrupación espacial: municipio, calle 1, calle 2, colonia; y
 - vehículos: tipo de vehículo, tipo de servicio, modelo, ruta.

Todo lo anterior debe estar realizado de acuerdo con la metodología que establezca la autoridad correspondiente. El periodo en el que se lleve a cabo este estudio debe ser mínimo durante un (1) día representativo entre semana y un (1) día de fin de semana y conforme a la normativa y lineamientos técnicos aplicables emitidos por la autoridad correspondiente. El periodo de aforo debe ser en la franja horaria de máxima demanda con mayor flujo de vehículos y personas peatonas, en caso de tratarse de aforos cercanos a escuelas, o generadores o atractores de viajes peatonales, se debe analizar si la hora de máxima demanda peatonal coincide con la vehicular y aforar.

6.4. Elementos del proyecto ejecutivo

Dependiendo del tipo de proyecto a ejecutar, se pueden incluir algunos de los siguientes productos:

6.4.1. Proyecto geométrico: es la definición exacta de formas y dimensiones de los elementos en superficie de la vía. El trazo se debe desarrollar a través de un programa informático. El trazo en planta se debe definir por sus puntos singulares de rectas, curvas de transición y círculos. En el trazado en alzado se deben definir las cotas de la rasante, niveles y puntos característicos, rampas, pendientes, y acuerdos verticales con sus vértices, flechas y tangentes de entrada y salida. En el proyecto de trazado se deben incluir las dimensiones de las áreas de circulación peatonal y las vías para vehículos no motorizados y motorizados, exclusivos o no, áreas de carga y descarga, así como demás componentes requeridos para la óptima operación de la vía con base en la jerarquía de movilidad establecida en el inciso 5.3.

Se debe realizar la propuesta del arreglo vial en cuanto al ancho de las áreas de circulación destinadas a todas las personas usuarias, en relación con lo que el espacio disponible permite conforme a la jerarquía de movilidad. Debe estar compuesto por los siguientes elementos:

- ejes de trazo: debe incluir los cadenamientos y su matematización para la construcción del eje, que deben estar asociadas al estudio topográfico;
- tramos homogéneos de sección: es el ancho total de la vía a desarrollar considerando el análisis e integración de las diferentes personas usuarias y el factor básico para el dimensionamiento de estos; en las vías donde la normatividad correspondiente lo permita, se debe incluir el área para estacionamiento;
- propuesta de ancho de carriles por tramo: se debe responder a la velocidad permitida en la vía, a lo indicado en el inciso 5.6., así como a las necesidades específicas que se lleguen a presentar por cada una de las personas usuarias que deben estar determinadas por estudios de ingeniería de tránsito, y en su caso, se deben considerar carriles exclusivos y su configuración a lo largo de la vía que permita la circulación de transporte público de pasajeros y/o vehículos no motorizados, de forma segregada a las demás personas usuarias; y

- detalle de intersecciones: se debe determinar la configuración del corredor para efecto de identificar y revisar los impactos que representan para los flujos de tránsito actuales, y cómo estos tendrán que ser adecuados al nuevo diseño; Por tal motivo, se deben definir las reasignaciones de flujo y de los movimientos direccionales considerando en todo momento mejorar la seguridad vial de las personas usuarias vulnerables durante la interacción con los movimientos vehiculares. Se deben incluir las adecuaciones necesarias para la realización de giros y en su caso, para la supresión de dichos movimientos, tales como vueltas izquierdas, retornos, incorporaciones y desincorporaciones, áreas de ascenso y descenso, áreas de carga y descarga.

De igual forma, es prioritario considerar los espacios para el tránsito, áreas de estar, recreo y convivencia de personas peatonas para el desarrollo y operación de las vías, ya sea como recuperación, rehabilitación o creación de los mismos; en este sentido, considerando la configuración de los carriles, se deben satisfacer las necesidades para la convivencia integral de las personas usuarias que debe incluir los elementos de seguridad vial, a efecto de evitar la invasión de vehículos a las áreas de circulación peatonal. Deben contar con cruces, rampas de acceso universal, así como áreas de ascenso y descenso de transporte público. Asimismo, las vías deben tener facilidades para la circulación de vehículos no motorizados que estén sujetas a las características del tránsito, por lo que pueden ser compartidas, delimitadas o confinadas considerando siempre elementos básicos, franjas o ejes de mobiliario urbano, infraestructura y áreas verdes, de acuerdo con los requisitos y criterios de diseño incluidos en el capítulo 8.

6.4.2. Proyecto de dispositivos para el control del tránsito: se debe elaborar una propuesta para la incorporación y/o modificación de la señalización y dispositivos que aseguren la correcta operación de la vía. Cuando el proyecto lo requiera, se debe considerar la incorporación de semáforos peatonales y vehiculares, el establecimiento de elementos para el control de la velocidad en puntos de alta incidencia de hechos o siniestros viales y la aplicación de elementos de seguridad ciudadana en los pasos a desnivel que se encuentran dentro del corredor. Para la ejecución de esta fase del proyecto, se debe seguir lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2011), así como en la regulación estatal aplicable. Debe estar aprobado por la autoridad correspondiente y compuesto por los siguientes elementos:

- proyecto de señalización vertical y horizontal: debe incluir todas las marcas en pavimento, tableros bajos y elevados, dispositivos de delimitación y control de velocidad; las especificaciones técnicas de fabricación, aplicación e instalación; así como la relación y ubicación de las señales obsoletas que deben ser retiradas y sustituidas;
- proyecto de semaforización: para el caso de vías nuevas, se deben analizar los cruceos que deben ser operados a través de semáforos; para las vías existentes, se debe revisar ubicación de los semáforos, controladores, acometida conexión y otros elementos o dispositivos del sistema, así como sus fases y ciclos. Se deben incluir semáforos peatonales y audibles de acuerdo con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). De este modo, los requerimientos para ambos casos son los siguientes:
 - sincronización de los ciclos a lo largo del corredor, considerando los ciclos para personas peatonas; y
 - se debe especificar el tipo de soporte y dimensiones donde serán instalados.

Cuando la vía cuente con carriles exclusivos para la circulación de vehículos no motorizados o de transporte público de pasajeros, se debe considerar la colocación de semáforos para estos modos de transporte.

Proyecto de protección de áreas de trabajo y desvíos: con objeto de garantizar la seguridad vial de las personas durante el proceso de obra y minimizar las afectaciones a la vía, se debe presentar el proyecto de señalización para protección de áreas de trabajo y desvíos. En este sentido, se debe entregar el proyecto correspondiente con las siguientes características:

- señalización para desvíos locales y regionales, que indiquen alternativas a las personas conductoras;
- dispositivos que permitan la protección de las áreas de trabajo, así como de las áreas de circulación peatonal y en su caso, el desvío de carriles exclusivos para vehículos no motorizados o de transporte público de pasajeros;
- dispositivos operados por bandereros que permitan controlar el tránsito en los lugares donde haya cruces frecuentes de personas peatonas, personal, vehículos y maquinaria de obra; y
- equipo individual de protección para el personal de obra.

6.4.3. Proyecto de pavimentos: de acuerdo con los datos obtenidos en la mecánica de suelos y las cargas de tránsito derivadas del estudio de la composición del flujo vial, se debe dimensionar la estructura del pavimento. En el caso del pavimento para áreas peatonales, se debe realizar una propuesta de diseño modular y sostenible; siempre que el terreno lo permita, se debe incentivar la recuperación de aguas pluviales para su infiltración al subsuelo, que permita un mantenimiento ágil de zonas afectadas por asentamientos diferenciados del suelo, crecimiento de raíces de árboles o dañadas por obras menores. Los elementos de imagen urbana de los pavimentos se deben realizar conforme a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU], 2022).

6.4.4. Proyecto de estructuras: en caso de requerirse pasos a desnivel superiores e inferiores y zonas cubiertas peatonales y/o vehiculares, se debe realizar el proyecto estructural considerando las normas aplicables para cada entidad federativa en materia de estructuras. Las características geométricas deben ajustarse a lo indicado en el inciso 8.7.3.

6.4.5. Proyecto de instalaciones: se debe elaborar una propuesta para la incorporación y/o modificación de todas las redes de infraestructura necesarios para la correcta operación de la vía. Para la ejecución de esta fase del proyecto, se debe seguir lo indicado en la normativa federal y estatal aplicable. Debe estar aprobado por la autoridad correspondiente y compuesto por los siguientes elementos:

- proyecto de obras inducidas: el desarrollo del proyecto vial puede generar interferencias con redes de infraestructura existentes por lo que se deben tener actuaciones específicas de desvío y reconfiguración de instalaciones, paso o renovación completa de los servicios urbanos afectados. Como redes más representativas se encuentran: sistema eléctrico, alumbrado público, agua potable, agua tratada, drenaje, cableado de telecomunicaciones, ductos de combustible, con base en el diagnóstico de trayectorias de instalaciones, guías mecánicas y registros disponibles;
- proyecto de drenaje: para la correcta conservación del pavimento se debe tener un sistema de drenaje eficiente por lo que se deben considerar los datos de precipitación pluvial, así como dimensionar diámetro y pendientes de ductos y considerar la construcción de nuevos puntos para desagüe distribuidos hacia los colectores a lo largo del polígono de intervención ; asimismo, se debe considerar la posibilidad de implementar sistemas de captación de agua pluvial como una medida para recargar el manto acuífero. De igual forma, se debe considerar la Norma Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011); y
- proyecto de alumbrado público: la estimación de luminarias necesarias para el alumbrado de la vía debe calcularse según las Normas Oficiales Mexicanas NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades (Secretaría de Energía, 2012b) y NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización) (Secretaría de Energía, 2012a). Se debe considerar el tipo de luminarias adecuadas para cada tipo de persona usuaria acorde a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos (SEDATU, 2022).

6.4.6 Proyecto de arquitectura vial: se debe elaborar una propuesta considerando los aspectos de habitabilidad y paisaje con lo que deben contar las vías urbanas. Para la ejecución de esta fase del proyecto, se debe seguir lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos (SEDATU, 2022) y en la regulación estatal aplicable. Debe estar aprobado por la autoridad correspondiente y debe incluir mobiliario urbano, zonas comerciales en vías, áreas vegetales en banquetas y fajas separadoras, iluminación arquitectónica, fuentes, esculturas, monumentos, murales, entre otros aspectos para reforzar la imagen urbana.

Se recomienda, en medida de lo posible y con base en las condiciones de clima y suelos de cada lugar, se debe generar un proyecto de gestión y manejo de agua pluvial como recurso aprovechable para los centros de población y reducción de riesgos hidrológicos en las vías, con objeto de dar lugar a la integración de elementos de infraestructura verde al diseño.

6.4.7. Memorias: son los documentos donde se realiza el resumen del proceso de elaboración y contenido del proyecto.

- memoria descriptiva: debe incluir los antecedentes y objetivos de la propuesta, sus características, los materiales, las instalaciones, las metodologías utilizadas para los estudios y cálculos realizados, las tecnologías empleadas, la descripción y justificación de las soluciones técnicas adoptadas, así como reflejar los acontecimientos en un orden lógico temporal tanto en las fases de planeamiento, como en el proceso productivo, debe incluir también un resumen de las alternativas estudiadas y de

las razones que motivaron la selección de la alternativa propuesta. Concluye con un presupuesto paramétrico de construcción y con recomendaciones para su ejecución, considerando las dificultades más importantes que puedan preverse. Además, debe incluir los lineamientos constructivos, tolerancias y consideraciones especiales para la conservación de la vía, además de un análisis de seguridad, así como los pliegos de condiciones técnicas aplicables a la ejecución; y

- memoria de cálculo: debe incluir el análisis y diseño de todos los elementos básicos del proyecto. Todas las hojas deben ser foliadas, con el nombre y designación del elemento al cual se refieren y firmadas por los técnicos responsables. Los cálculos deben estar acompañados de textos, glosas o comentarios en los que se indique la metodología seguida para el análisis y diseño; se debe señalar qué objetivos se buscan en cada paso y se deben comentar los resultados obtenidos. Los cálculos deben incluir croquis suficientemente claros y explícitos. Todos estos lineamientos tienen por objeto facilitar la revisión de los cálculos, así como las consultas que pudieran requerirse durante la construcción o la operación de la vía. Para el diseño geométrico de los elementos, se debe indicar el apartado específico de este Proyecto de Norma en que se apoya el equipo proyectista. Cuando se recurra a otras regulación o manuales, se debe incluir la referencia utilizada.

6.4.8. Manuales de operación y mantenimiento: es un documento que debe presentar los conceptos que guíen las acciones de conservación y proporcionen normas de ejecución de las actividades para el correcto funcionamiento de la vía. Debe incluir la descripción de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, las características de los materiales y del personal que lo realiza, así como indicar las garantías que proporciona el contratista a la construcción, así como la vida útil esperada de cada elemento, así como las áreas de la administración pública correspondiente responsables del proyecto.

6.4.9. Expediente para la implementación del proyecto: se debe generar un dossier con los documentos que solicite la normatividad local en materia de obra para poder llevar a cabo la ejecución del proyecto vial, a continuación, se describen los elementos mínimos que debe contener:

- expediente técnico: contiene la información financiera, metas, beneficiarios, descripción de la obra, dictámenes, permisos, licencias, autorizaciones y, en su caso, documentos que acrediten los derechos de vía y expropiación de inmuebles;
- proyecto ejecutivo: se integra por todos los planos descritos en el inciso 6.4., las normas, así como las especificaciones generales y particulares de construcción; los estudios preliminares y análisis de factibilidad de acuerdo con los estudios de costo beneficio;
- programa de obra: para la gestión del ciclo de vida completo del proyecto vial, se debe definir un plan detallado que incluya las fases de trabajos preliminares, de obra y post construcción. Se deben incluir los hitos fundamentales de arranque, tiempos para cada actividad, así como posibles interferencias que impacten en los plazos, como la gestión y trámite de los permisos necesarios;
- presupuesto: una vez desarrollados los planos del proyecto ejecutivo, se debe medir cada una de las unidades que componen la obra y cotizar los precios asociados para generar el presupuesto. Se deben estimar los volúmenes de obra, el catálogo de conceptos de acuerdo con los precios de mercado vigentes y las matrices de cada uno de los mismos. Los conceptos se deben desglosar conforme a la normatividad aplicable de cada entidad federativa; y
- términos de referencia: contiene los alcances de la obra, productos esperados indicando la magnitud y complejidad de los trabajos a realizar, así como el tiempo de ejecución y los requisitos que deben cumplir los interesados para participar en un concurso.

Estrategia de comunicación y socialización: se recomienda diseñar un método de gestión social del proyecto que permita adelantarse a las situaciones de respuesta por parte de los personas residentes y usuarias de la vía, a efecto de mitigar los efectos negativos durante la etapa de construcción.

6.5. Supervisión y actualización de planos

El equipo proyectista debe hacer visitas al sitio con objeto de verificar que el proceso de obra se realiza conforme a las especificaciones indicadas en el proyecto ejecutivo y, en caso de que sea necesario hacer adaptaciones o ampliar la información, se puedan realizar, de forma oportuna, la entrega adicional de planos.

Sobre las adecuaciones o modificaciones que sufra el proyecto, se deben renovar y autorizar los planos respectivos para contar con un soporte de lo realmente ejecutado. Se deben incluir los documentos que justifiquen y autoricen los cambios, asimismo se deben tener las respectivas notas en la bitácora de obra con el reporte final de dichas modificaciones. Los planos definitivos del proyecto sirven de apoyo para la operación y mantenimiento de la vía, por lo que la autoridad correspondiente debe establecer un banco de proyectos de obras viales.

7. Especificaciones para el proyecto geométrico

Al momento de realizar un proyecto de infraestructura vial, se deben conocer a fondo el comportamiento y necesidades de las personas usuarias, así como las características de los vehículos, el espacio que requieren para transitar y las velocidades que desarrollan, para determinar las características con las que se deben diseñar las áreas de circulación.

El diseño vial es un pilar del enfoque de sistema seguro, por lo que es fundamental que se desarrolle infraestructura adecuada para las personas que caminan o que usan vehículos, a efecto de que el proyecto geométrico de la calle contribuya a prevenir los siniestros de tránsito.

7.1. Personas usuarias, vehículos de diseño y espacios de circulación: existe una gran diversidad de personas usuarias dependiendo de la actividad que realicen en la vía y esto debe ser considerado para el correcto diseño de las áreas de circulación. Para la ejecución de los proyectos se deben considerar sus dimensiones, necesidades, así como las distancias longitudinales y transversales que se deben guardar entre personas usuarias y que se estas ajusten en función de la velocidad, mismas que se presentan a continuación:

7.1.1. Personas peatonas: en este grupo de personas usuarias se deben considerar a las personas transitan por la vía a pie o que por su condición de discapacidad o de movilidad limitada utilizan ayudas técnicas para desplazarse; se incluyen menores de doce años a bordo de un vehículo no motorizado. En las tablas 8 y 9 se indican las dimensiones de los diferentes tipos de personas peatonas.

Cada espacio puede tener una persona usuaria predominante, por lo que se deben reconocer sus necesidades en el diseño de la calle, en zonas escolares, las personas usuarias principales deben ser las infancias.

Tabla 8.- Dimensiones de niñas/os en posición de pie [1]

Edad	Niñas			Niños		
	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Largo cm	Ancho cm	Altura cm
2	19,2	32,6	95,4	19,1	33,7	95,8
3	20,0	33,0	104,4	19,7	34,3	104,3
4	20,0	33,4	111,2	20,2	34,2	112,0
5	20,9	35,0	118,8	21,7	35,3	119,1
6	22,7	37,2	125,6	23,2	37,0	126,4
7	24,0	38,9	130,7	23,8	38,8	132,2
8	25,0	40,2	137,1	25,1	40,6	137,3
9	25,8	42,6	144,2	26,2	43,1	143,5
10	26,5	44,4	151,0	26,9	44,9	149,2
11	27,6	46,7	157,4	27,5	46,1	154,9
12	27,5	47,1	161,6	26,7	46,9	160,2
13	24,7	47,8	162,4	27,9	51,3	167,4
14	28,1	50,4	165,4	28,8	52,5	174,4
15	28,5	49,1	166,8	29,2	53,0	179,9
16	28,2	48,5	168,0	29,8	53,5	180,6
17	28,5	49,1	167,8	29,0	54,0	181,1

[1] Adaptado de *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*, por Ávila R., Prado, L. & González, E., 2007.





Tabla 9.- Dimensiones de personas adultas en posición de pie [1]

Personas usuarias	Sexo femenino			Sexo masculino		
	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Largo cm	Ancho cm	Altura cm
Estudiante (18 años)	28,4	48,2	166,6	29,9	55,0	181,6
Estudiante (19 a 24 años)	30,5	49,7	169,0	29,6	55,7	181,3
Personas adultas (18 a 65 años)	34,4	57,8	165,8	32,3	59,6	178,0
Personas adultas mayores (60 a 90 años)	38,6	56,9	161,5	36,9	58,6	174,6



[1] Adaptado de *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*, por Ávila R., Prado, L. & González, E., 2007.

A efecto de tener banquetas incluyentes, se establece un promedio máximo por tipo de persona usuaria que se indica en la tabla 10 y que debe utilizarse como referencia para su diseño.

Tabla 10.- Dimensiones de personas peatonas (promedios máximos) [1]

Persona usuaria	Configuración	Largo cm	Ancho cm	Altura cm
Persona a pie		45	64	185
Persona con infancias		45	80	185
Persona con muletas		120	120	185
Persona con bastón blanco		120	95	185

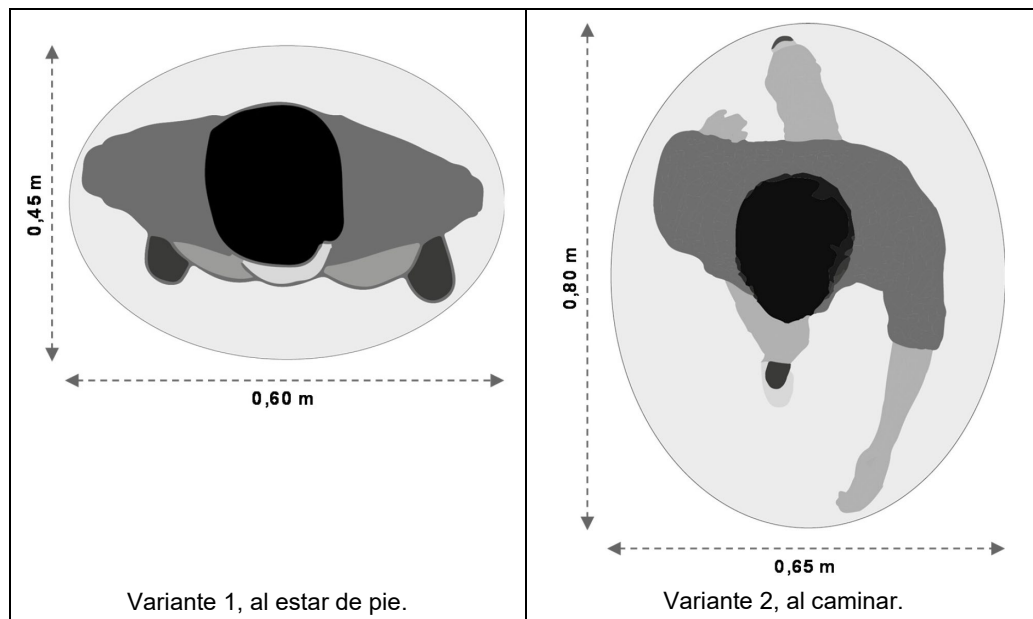
Persona con andadera		110	80	185
Persona con perro de asistencia		105	80	185
Persona usuaria de silla de ruedas convencional		137	80	129
Persona usuaria de silla de ruedas asistida por otra persona		190	100	185
Persona usuaria de silla de ruedas motorizada con manubrio		117	64	129
Persona con patines o patineta		100	60	196
Persona con carriola		140	68	185

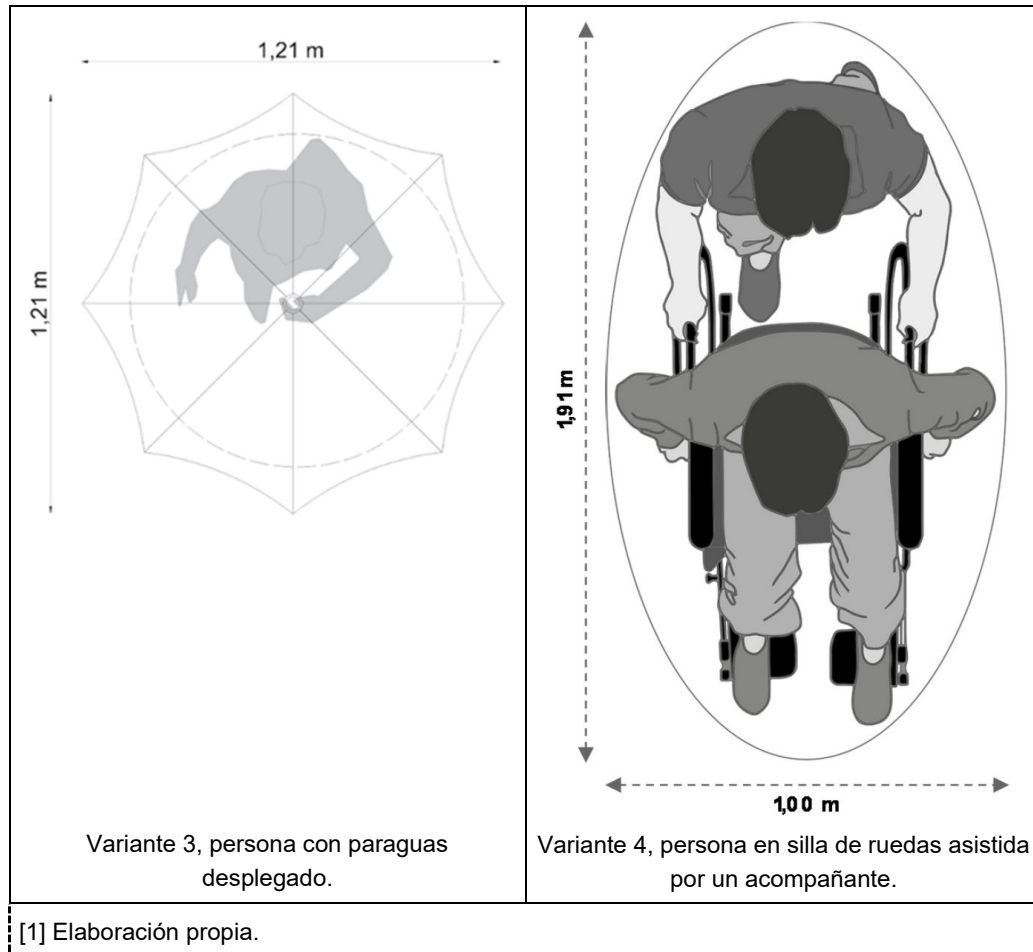
<p>Persona con bolsa</p>		<p>60</p>	<p>90</p>	<p>185</p>
<p>Persona con carro de mano</p>		<p>125</p>	<p>70</p>	<p>185</p>
<p>[1] Adaptado de <i>Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad</i>, por Gobierno de la Ciudad de México [GCDMX], 2016; <i>Estudio antropométrico de la población mexicana masculina laboralmente productiva</i>, por Rangel & Axel, 2015 & <i>Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana</i>, por Sanz, A., 2008.</p>				

Espacio de circulación para personas peatonas: con base en las dimensiones de las personas usuarias indicadas en la tabla 10, se debe considerar que al momento de circular se establece una dimensión corporal determinada por las distancias interpersonales que varían según la actividad que la persona desarrolla, la relación personal que existe con los/las que están a su alrededor, las circunstancias del entorno en las que se transita, así como las reglas sociales y culturales que predominan o por la psicología de cada individuo.

De forma general, el espacio que ocupa cada persona usuaria es de forma elíptica con una dimensión de sesenta (60) y cuarenta y cinco (45) centímetros al estar de pie ocupando un área de cero coma veintisiete (0,27) metros cuadrados; cuando la persona va caminando se deben considerar, además del espacio corporal, los movimientos de las piernas y brazos al avanzar y los necesarios para el mantenimiento del equilibrio sin el contacto con otras personas usuarias, por lo que la dimensión de la elipse corporal puede llegar a ser de sesenta y cinco (65) por ochenta (80) centímetros abarcando una superficie de cero coma cincuenta y dos (0,52) metros cuadrados, como se muestra en las variantes 1 y 2 de la figura 3, respectivamente.

Figura 3.- Espacio corporal mínimo [1]





De igual forma, se deben considerar otras circunstancias en las que la dimensión corporal se incrementa por llevar objetos o ayudas técnicas, por ejemplo, las personas en silla de ruedas apoyados por un acompañante o aquellos que empujan una carriola requieren de mayor espacio para circular. Para el caso de personas que caminan con un paraguas desplegado, la superficie a considerar debe ser de uno coma cuarenta y seis (1,46) metros cuadrados; y en el caso de una persona de silla de ruedas que es asistido por un acompañante ocupa un área de uno coma noventa y uno (1,91) metros cuadrados considerando el espacio necesario para las partes del cuerpo que sobresalen de dicha ayuda técnica, como se muestra en las variantes 3 y 4 de la figura 3.

Adicional a las medidas antropométricas y requerimientos funcionales de las personas usuarias, se debe considerar la diversidad de actividades que estas realizan en la calle; en la tabla 11 se describen las necesidades espaciales que deben considerarse por intervalos de edad.

Tabla 11.- Relación de características de personas peatonas con respecto a las necesidades de diseño [1]


Rango de edad	Características de las personas	Necesidades espaciales
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 los entornos que frecuentan (escuelas, parques, deportivos, entre otros).


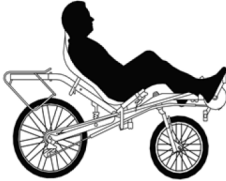
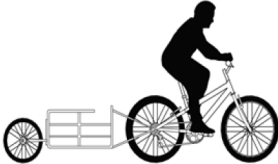


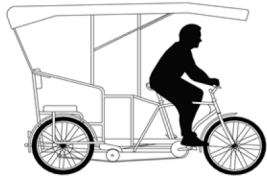

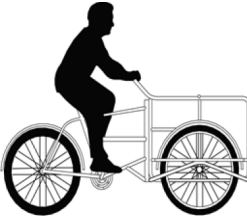

5 a 12 años	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta la independencia. - Poca percepción de profundidad. - Transitan sin precaución debido a que no comprenden cabalmente el concepto de peligro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidad en el espacio. - Certeza de los movimientos vehiculares. - 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 los entornos que frecuentan (escuelas, parques, deportivos, entre otros).
19 a 40 años	<ul style="list-style-type: none"> - Activas, despiertas. - Precavidas al ambiente del tránsito. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visibilidad en el espacio vial. - Certeza de los movimientos vehiculares.
41 a 64 años	<ul style="list-style-type: none"> -Reflejos lentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de la velocidad. - Sistemas de orientación en la calle. - Lugares de descanso.
65 y 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 antideslizantes. - Certeza de movimientos vehiculares. - Sistemas de orientación y señalización con marcas legibles. - Lugares de descanso. - Tiempo suficiente de cruce en intersecciones. - 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.

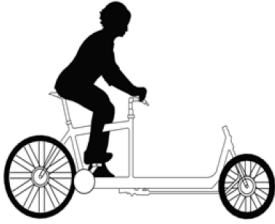
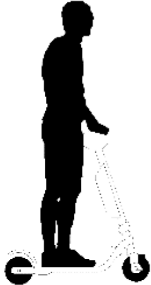
[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

7.1.2 Vehículos no motorizados: de acuerdo con su función y dimensiones, han sido agrupados los diferentes tipos de vehículos no motorizados que pueden llegar a tener asistencia motriz que no exceda una velocidad mayor de veinticinco (25) kilómetros por hora. En la tabla 12 se especifican sus dimensiones:

Tabla 12.- Dimensiones de los vehículos no motorizados [1]

Nomenclatura	Nombre	Configuración	Número de ejes	Largo cm	Ancho [a] cm	Altura cm	Radio de giro cm
VNM-A	Bicicleta convencional		2	162	65	178	665 [c]

VNM-B	Bicicleta plegable		2	143	54	179	810 [c]
VNM-C	Bicicleta recumbente		2	192	70	144	750 [c]
VNM-D	Bicicleta con remolque		3	308	65	177	1081 [b]
VNM-E	Bicicleta tándem		2	244	55	182	1200 [c]
VNM-F	Cuadriciclo		2	196	128	157	1353 [c]
VNM-G	Bicitaxi		2	272	120	195	1525 [c]
VNM-H	Ciclotaxi		2	293	105	171	1500 [c]
VNM-I	Triciclo con caja delantera		2	214	100	179	939 [c]
VNM-J	Triciclo con caja trasera		2	175	82	170	1006 [c]

VNM-K	Bicicleta de plataforma		2	243	57	188	1170 [c]
VNM-L	Monopatín		2	108	50	114	200 [b]

[1] Elaboración con base en *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo [ITDP] & Interface for Cycling Expertise [I-CE], 2011 y datos propios.

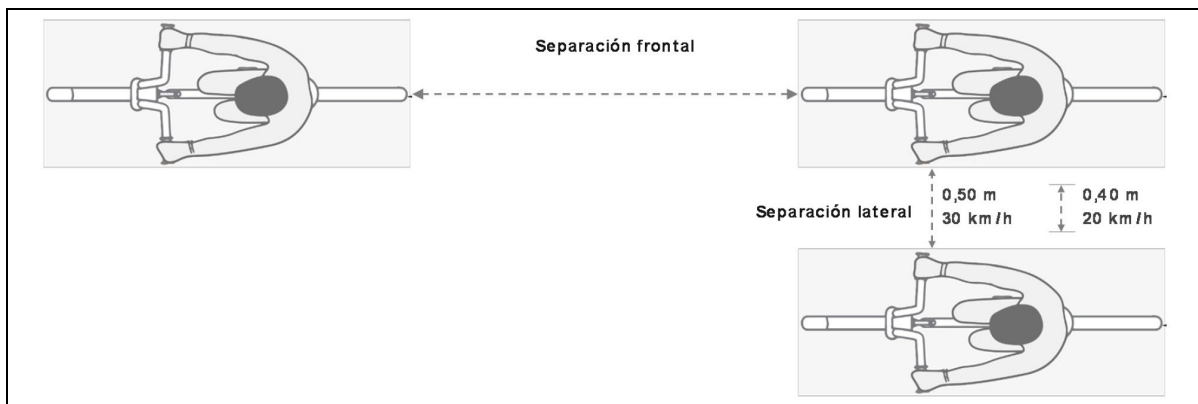
[a] Se proporciona el ancho del vehículo; sin embargo, se debe considerar el ancho de las personas que equivale a 64 cm para los vehículos con un ancho menor.

[b] Radio de giro a 15 km/h.

[c] Radio de giro a 20 km/h.

Espacio de circulación para vehículos no motorizados: el espacio de circulación necesario para las personas usuarias en vehículos no motorizados se establece con base en la separación frontal y lateral que se debe guardar con respecto a otras personas usuarias, así como con obstáculos fijos y móviles a su alrededor. a efecto de generar una sensación de seguridad y permitir una velocidad constante. La separación frontal entre personas ciclistas se debe calcular con base en lo señalado en el inciso 7.3.2.1. y la separación lateral debe ser de cuarenta (40) centímetros para velocidades de hasta veinte (20) kilómetros por hora y de cincuenta (50) para velocidades de treinta (30) kilómetros por hora como se muestra en la figura 4.

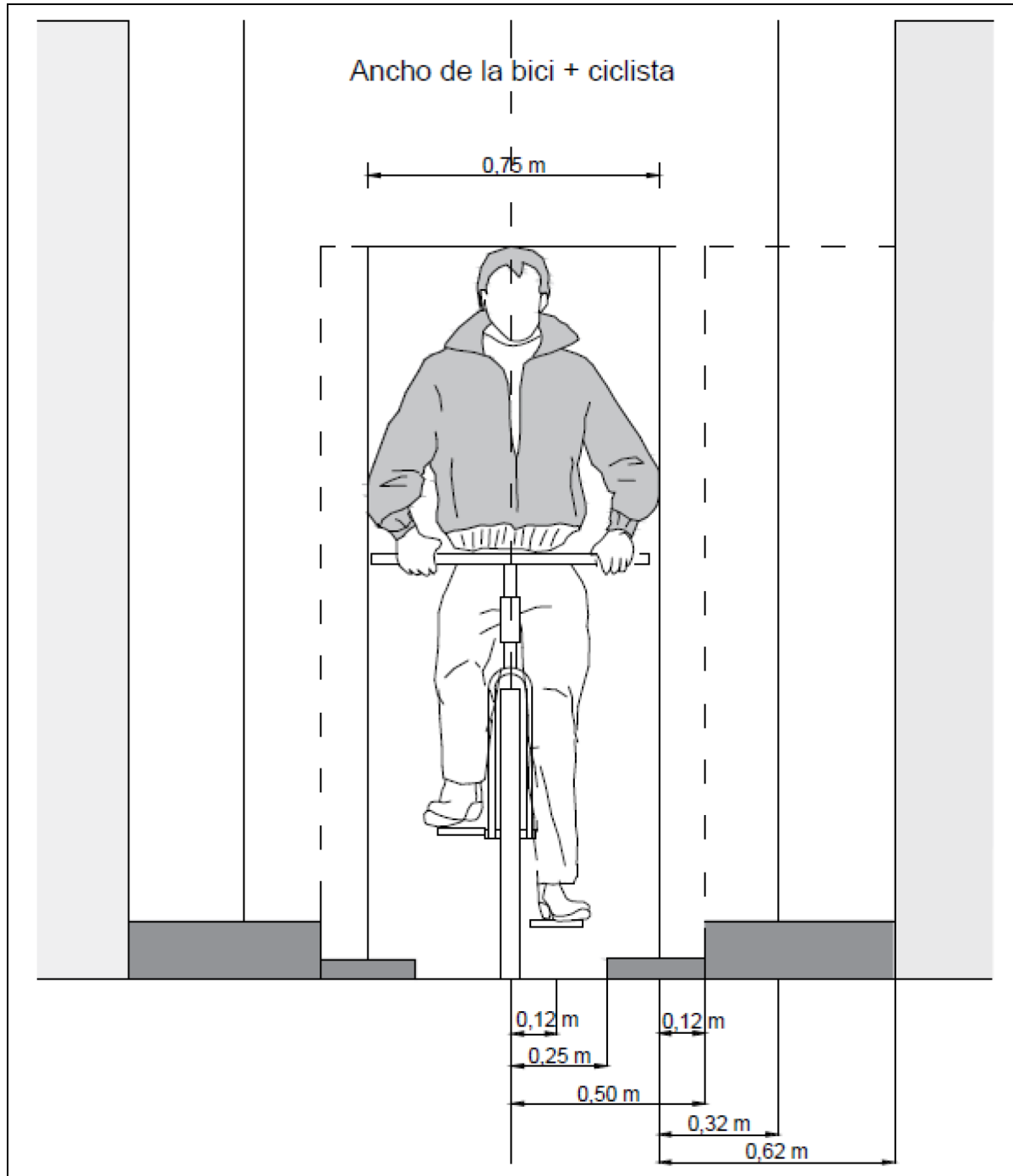
Figura 4.- Distancia de seguridad [1]



[1] Elaboración propia.

En el caso de separación con objetos fijos, se debe seguir lo indicado en la figura 5. Las guarniciones pequeñas deben tener una distancia mínima de cero coma veinticinco (0,25) metros de la llanta y las guarniciones superiores deben una distancia de cero coma cincuenta (0,50) metros. La distancia mínima respecto a objetos fijos (luminarias, señalización, bolardos, árboles, vehículos motorizados estacionados, entre otros) debe ser de cero coma setenta (0,70) metros y en relación con bardas, debe ser de un (1) metro.

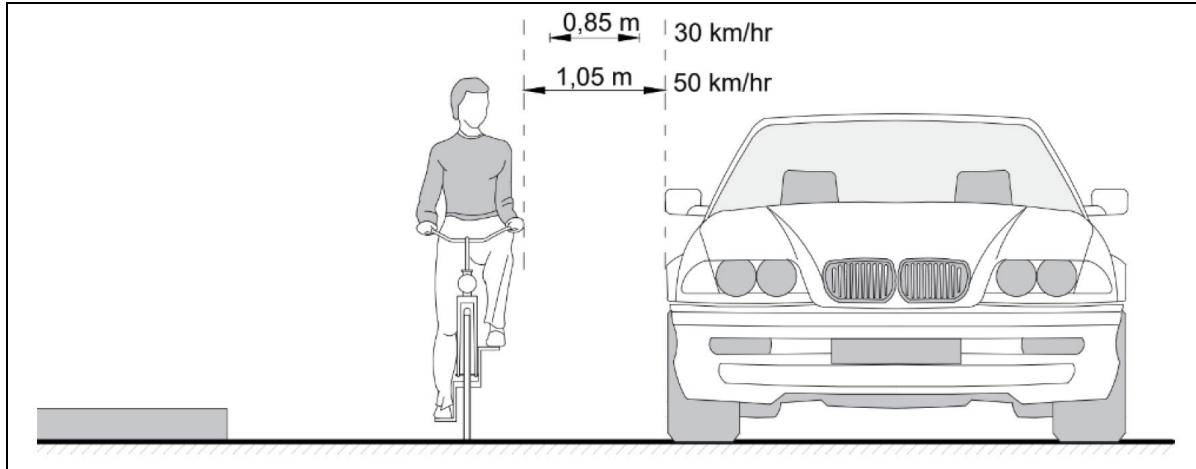
Figura 5.- Distancias de seguridad de las personas usuarias [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

Para el caso de objetos en movimiento, el espacio de circulación libre entre vehículos no motorizados y motorizados debe ser mínimo de cero coma ochenta y cinco (0,85) metros, cuando la velocidad de los vehículos motorizados es de hasta treinta (30) kilómetros por hora; mientras que debe ser de uno coma cero cinco (1,05) metros a velocidades de cincuenta (50) kilómetros por hora, como se indica en la figura 6.

Figura 6.- Distancias mínimas de rebase a un vehículo no motorizado [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

De igual forma, se enlistan los vehículos de diseño que son aplicables a cada tipo de vía, como se describe en la tabla 13.

Tabla 13.- Vehículo de proyecto por tipo de vía [1]


Tipo de vía	Vehículo de diseño [a]
Vía ciclista de trazo independiente	Bicicleta con remolque Bicicleta tándem
Vía ciclista en vía principal	Bicitaxi Triciclo con caja delantera
Vía ciclista en vía secundaria	Bicitaxi Triciclo con caja delantera
Vía ciclista en vía terciaria	Bicicleta convencional

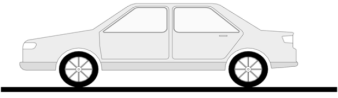

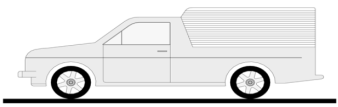

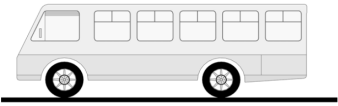
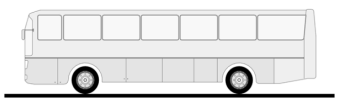



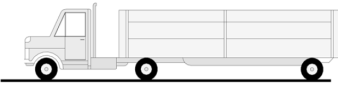

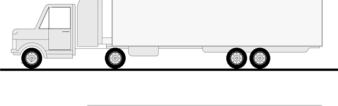
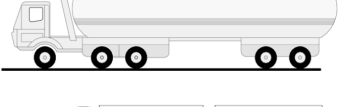

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011 & *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 2001.

[a] A menos que esté específicamente prohibido por el reglamento local.

7.1.3 Vehículos motorizados: la selección del correcto vehículo de diseño permite determinar características básicas del proyecto tales como ancho de la vía sobre tangentes y curvas, radios de curvatura horizontal y alineamiento vertical. En la tabla 14 se observa la clasificación de los vehículos.

Tabla 14.- Dimensiones de los vehículos motorizados [1]

Nomenclatura	Nombre	Configuración	Número de ejes	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Radio de giro cm
DE - A	Motocicleta		2	205	100	181	665

DE - 335	Automóvil		2	580	214	167	732
DE - B	Sanitarios (ambulancia tipo "sprinter" de techo alto)		2	700	190	275	748
DE - 450	Camioneta		2	730	244	214 a 412	1040
DE - C	Camiones de bomberos		2	950	250	350	1050
DE - 610	Bus	 	2	915	259	214 a 412	1281
DE - 1220	Bus y camión	   	2 a 3	1525	259	214 a 412	1220
DE - 1525	Bus y camión	   	4 a 6	1675	259	214 a 412	1372

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014; *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019 & *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por SEDESOL, 2001.

De igual forma, se enlistan los vehículos de diseño que son aplicables a cada tipo de vía, como se describe en la tabla 15.

Tabla 15.- Vehículo de diseño por tipo de vía [1]

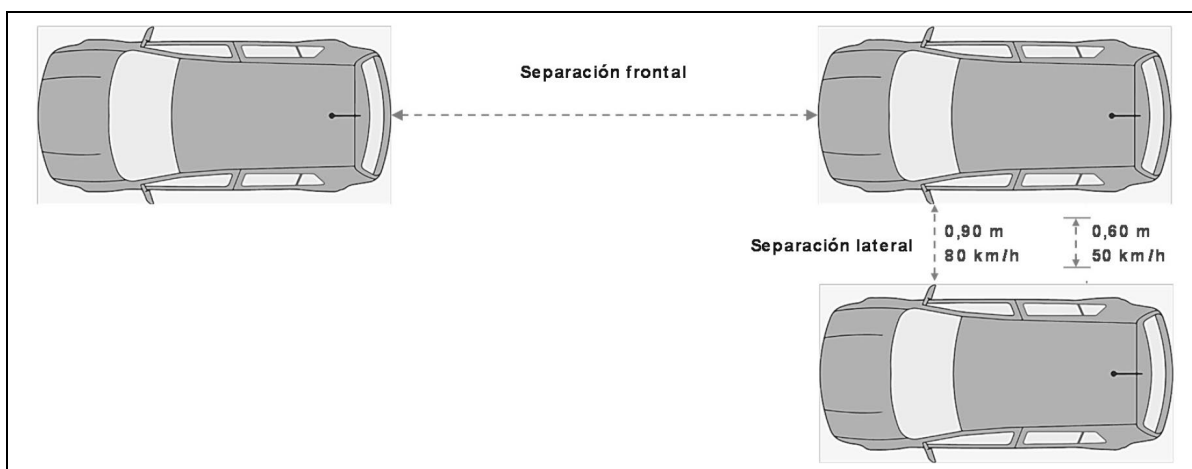
Tipo de vía	Vehículo de diseño [a]
Vía de circulación continua	DE - 1525 [a]
Principal	DE - 1525 [a]
Secundaria	DE - 610 o DE - 1220
Terciaria	DE - 610

[1] Adaptado de *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por SEDESOL, 2001.

[a] A menos que esté específicamente prohibido por el reglamento local.

Espacio de circulación para vehículos motorizados: se establece por la separación frontal y lateral que en su conjunto representa una distancia de seguridad. a efecto de prevenir siniestros de tránsito por contacto con otros vehículos u objetos fijos adyacentes al carril, como se indica en la figura 7. La separación frontal se determina con base en la distancia de reacción y frenado que se calculan de acuerdo con lo indicado en el inciso 7.3.2.2. En el caso de la separación lateral para velocidades de hasta cincuenta (50) kilómetros por hora, debe ser de cero coma sesenta (0,60) centímetros y para velocidades de ochenta (80) kilómetros por hora, debe ser de cero coma noventa (0,90) centímetros, mínimo.

Figura 7.- Distancia de seguridad [1]



[1] Elaboración propia.

7.2. Velocidad de proyecto: velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre la calle y se utiliza para dimensionar los elementos geométricos del mismo. Su selección depende del tipo de calle a proyectar y del tipo de terreno. No debe superar la velocidad de operación establecida y debe armonizar la seguridad vial de acuerdo con la jerarquía de movilidad. En vías existentes, se debe determinar la velocidad de operación a efecto de valorar si se requiere reducir la velocidad con objeto de mejorar la seguridad vial considerando, a su vez, la velocidad máxima establecida por las autoridades correspondientes en los reglamentos de tránsito.

7.2.1. Velocidad de proyecto para vías peatonales: el intervalo principal de velocidades varía entre dos coma ocho (2,8) kilómetros por hora y seis coma tres (6,3) kilómetros por hora. La velocidad promedio es de cuatro coma cinco (4,5) kilómetros por hora. Existen múltiples factores que influyen en la velocidad de los desplazamientos peatonales, derivados de las propias condiciones y propósitos tales como edad, hábitos culturales, sociabilidad, condición física, motivo del viaje, hora del día, condiciones atmosféricas, pendientes, condiciones de la infraestructura peatonal, espacio disponible, si se llevan objetos que se cargan, entre otros. La tabla 16 muestra la variación de la velocidad según el tipo de persona usuaria.

Tabla 16.- Velocidad de proyecto por tipo de persona peatona [1]

Tipo de persona usuaria	Velocidad de proyecto km/h
Persona sola	4,50
Persona adulta acompañada con niño	4,70
Persona con perro de asistencia	5,11
Persona usuaria de silla de ruedas convencional	4,40
Persona con carriola	4,40
Persona mayor de 60 años	2,88
Persona con discapacidad visual	1,80

[1] Adaptado de *Semáforos con cuenta atrás*, por Menéndez, J., 2002.

7.2.2. Velocidad de proyecto para vías ciclistas: en entornos urbanos planos, una velocidad de proyecto de treinta (30) kilómetros por hora proporciona un margen de seguridad adecuado para las personas usuarias que viajan a una velocidad promedio de veinte (20) kilómetros por hora. En vías de trazo independiente sobre una topografía plana, se recomienda que la velocidad de proyecto sea de cuarenta (40) kilómetros por hora, para las personas usuarias que viajan a una velocidad promedio de treinta (30) kilómetros por hora. En descensos, si la pendiente es pronunciada, la velocidad de proyecto debe acrecentarse para que la persona usuaria pueda aumentar su velocidad sin afectar su nivel de seguridad. La tabla 17 muestra la variación de la velocidad con respecto a la longitud y la pendiente.

Tabla 17.- Velocidad de proyecto en función de la pendiente de descenso [1]

Pendiente %	Longitud		
	25 a 75 m	76 a 150 m	> 150 m
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
9	45 km/h	55 km/h	60 km/h

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

7.2.3. Velocidad de proyecto para vías de vehículos motorizados: la velocidad de proyecto depende de la topografía, de los usos del suelo, del número de intersecciones y del nivel de flujo de tránsito. Una vez que se determine la velocidad de proyecto, se debe mantener en la totalidad del tramo. En zonas de alta interacción con personas usuarias vulnerables (escuelas, hospitales, parques), la velocidad debe reducirse a un máximo de treinta (30) kilómetros por hora. En caso de que haya cambios de velocidad, se debe establecer una zona de transición en la que se modifique, de forma gradual, la velocidad en intervalos de diez (10) kilómetros por hora. La tabla 18 registra las velocidades de proyecto para vías urbanas, de acuerdo con la jerarquía vial y la topografía.

Tabla 18.- Velocidad de proyecto por nivel funcional de vía [1]

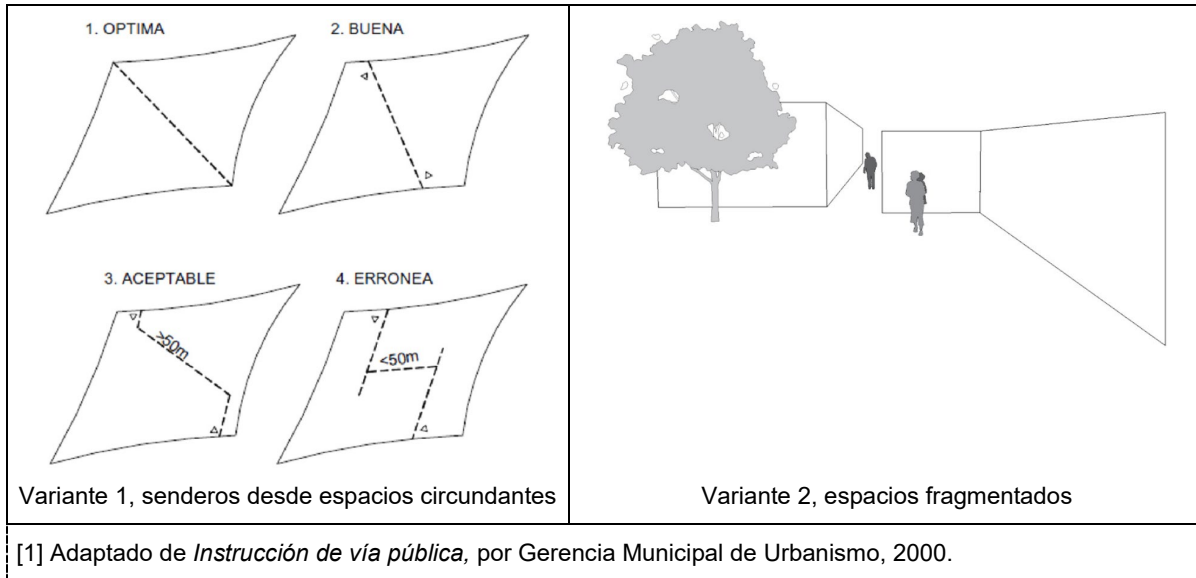
Tipo de vía	Topografía		
	Plano km/h	Lomerío km/h	Montañoso km/h
Vías de circulación continua	50 a 80	50 a 80	50 a 70
Principal	50	50	50
Secundaria	40	40	30
Terciaria [a]	30	30	20

[1] Adaptado de *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por SEDESOL, 2001.

7.3. Distancia de visibilidad: es la longitud visible de la vía para la persona usuaria, debe ser lo suficientemente larga para permitir que el desplazamiento a la velocidad de proyecto se pueda observar obstáculos o a otras personas usuarias a efecto de tener una percepción de seguridad y mitigar los siniestros viales.

7.3.1. Distancia de visibilidad para vías peatonales: se debe priorizar la percepción de seguridad en las vías peatonales a través de lograr la visibilidad entre personas usuarias. En los casos en los que se prevea una baja afluencia peatonal, se debe dotar a los espacios de circulación de una configuración que propicie una visibilidad mínima de cincuenta (50) metros. En la figura 8 se ilustran ejemplos de configuraciones desde el punto de vista de la seguridad percibida.

Figura 8.- Configuración visual [1]



7.3.2. Distancia de visibilidad para vehículos: para el caso de vehículos, la distancia de visibilidad de parada es la suma de la distancia recorrida por el vehículo a partir de que la persona conductora ve un objeto y acciona el mecanismo de frenado, más la distancia que requiere el vehículo para detenerse desde el instante en que se empiezan a aplicar los frenos; es decir, se refiere a la distancia de reacción de las personas usuarias y la distancia de frenado. La distancia de visibilidad de parada se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$d_{vp} = d_{rv} + d_{fv}$$

En donde:

d_{vp} distancia de visibilidad de parada, expresada en metros (m);

d_{rv} distancia de reacción (en metros) para velocidad de proyecto, expresada en kilómetros por hora (km/h) = $2.5 v / 3.6$; y

d_{fv} distancia de frenado (en metros) para velocidad de proyecto, expresada en kilómetros por hora (km/h) = $v^2 / \{254 (f_v + p)\}$.

En donde:

V velocidad de proyecto;

f_v coeficiente de fricción para velocidad de proyecto; y

p la pendiente vertical, $0 < p < 1$. El valor p es positivo en el sentido ascendente y negativo en el sentido descendente.

7.3.2.1. Distancia de visibilidad para vías ciclistas: considerando un coeficiente de fricción de dos coma cinco (2,5) y un comportamiento estándar del sistema de frenos en superficies húmedas, los valores para usarse en cada velocidad de proyecto se indican en la tabla 19.

Tabla 19.- Distancia de visibilidad de parada en terreno plano (pendiente = 0) [1]

Velocidad de diseño km/h	Coefficiente de fricción	Distancia de reacción m	Distancia de frenado m	Distancia de visibilidad de parada m
20	0,25	13,90	6,20	20,10
30	0,25	20,80	14,10	34,90
40	0,25	27,80	25,10	52,90

[1] Adaptado de *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por SEDESOL, 2001.

7.3.2.2. Distancia de visibilidad para vías de vehículos motorizados: considerando los coeficientes de fricción en superficies húmedas, los valores para usarse en cada velocidad de proyecto se indican en la tabla 20.

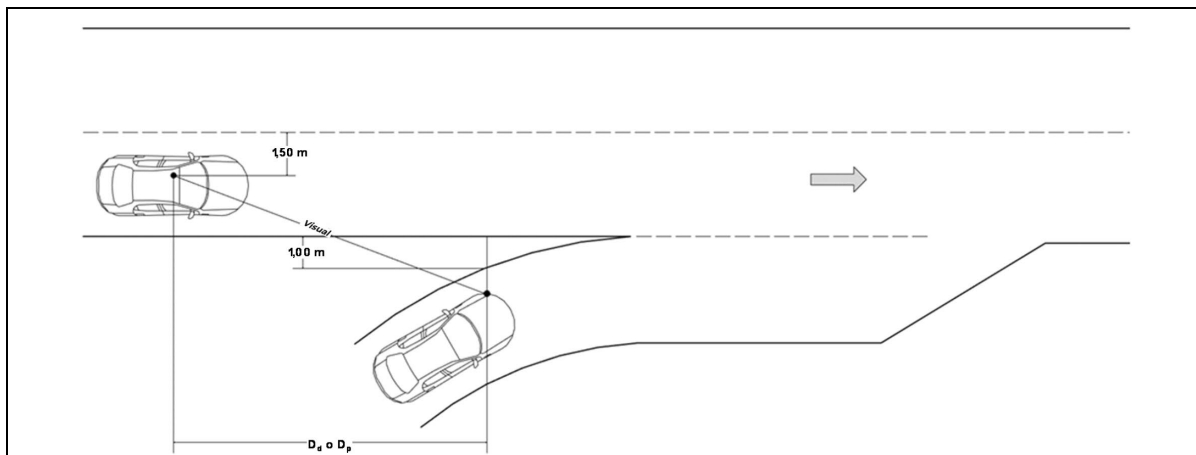
Tabla 20.- Distancia de visibilidad de parada en terreno plano (pendiente = 0) [1]

Velocidad de diseño km/h	Coefficiente de fricción	Distancia de reacción m	Distancia de frenado m	Distancia de visibilidad de parada m
30	0,400	20,80	8,86	29,70
40	0,380	27,80	16,58	44,40
50	0,360	34,70	27,34	62,10
60	0,340	41,70	41,69	83,40
70	0,325	48,60	59,36	108,00
80	0,310	55,60	81,28	136,80
90	0,305	62,50	104,56	167,10

[1] Adaptado de *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por SEDESOL, 2001.

Adicionalmente, se debe considerar la visibilidad de decisión que es la distancia en línea recta entre la posición de un vehículo motorizado en movimiento, definido por el punto de vista de la persona conductora y el elemento que debe observar sobre el eje de la vía, como se indica en la figura 9.

Figura 9.- Visibilidad de decisión respecto de un vehículo situado en el inicio de un carril de aceleración [1]



[1] Adaptado de *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras*, por Ministerio de Fomento, 2016.

Dd = Distancia de decisión.

Dp = Distancia de parada.

La distancia de decisión corresponde a la distancia recorrida en diez (10) segundos a la velocidad de proyecto del tramo considerado y sus valores mínimos que corresponden a lo indicado en la tabla 21.

Tabla 21.- Distancia de decisión [1]

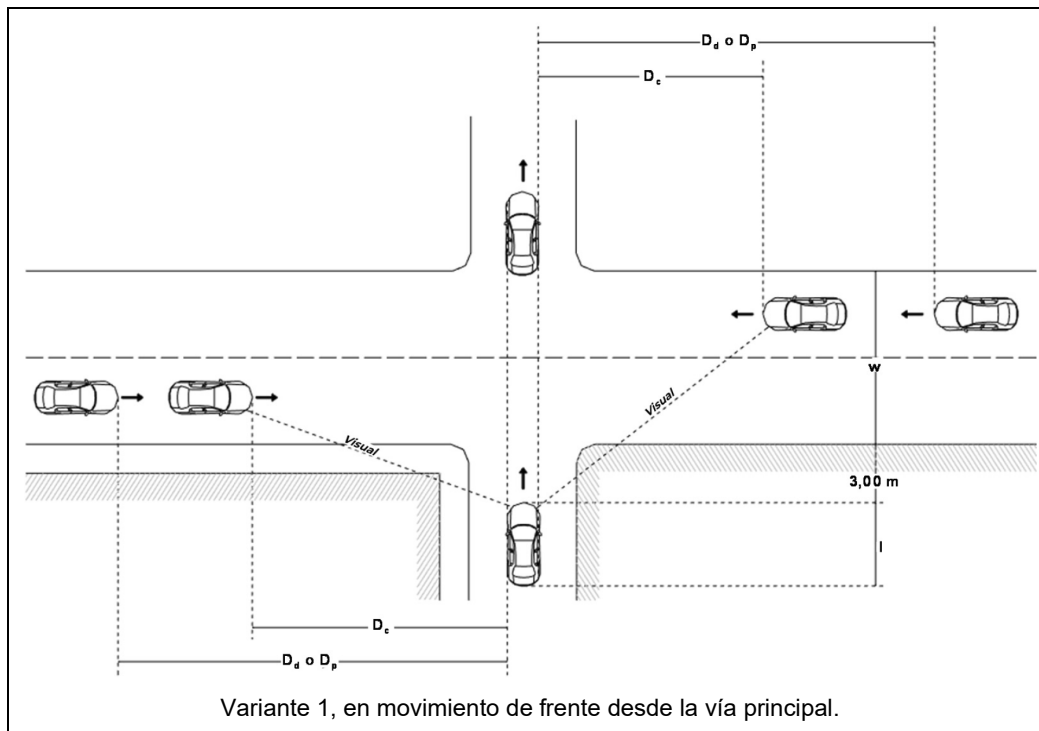
Velocidad de proyecto del tramo considerado km/h	40	50	60	70	80
Distancia de decisión m	110	140	170	195	225

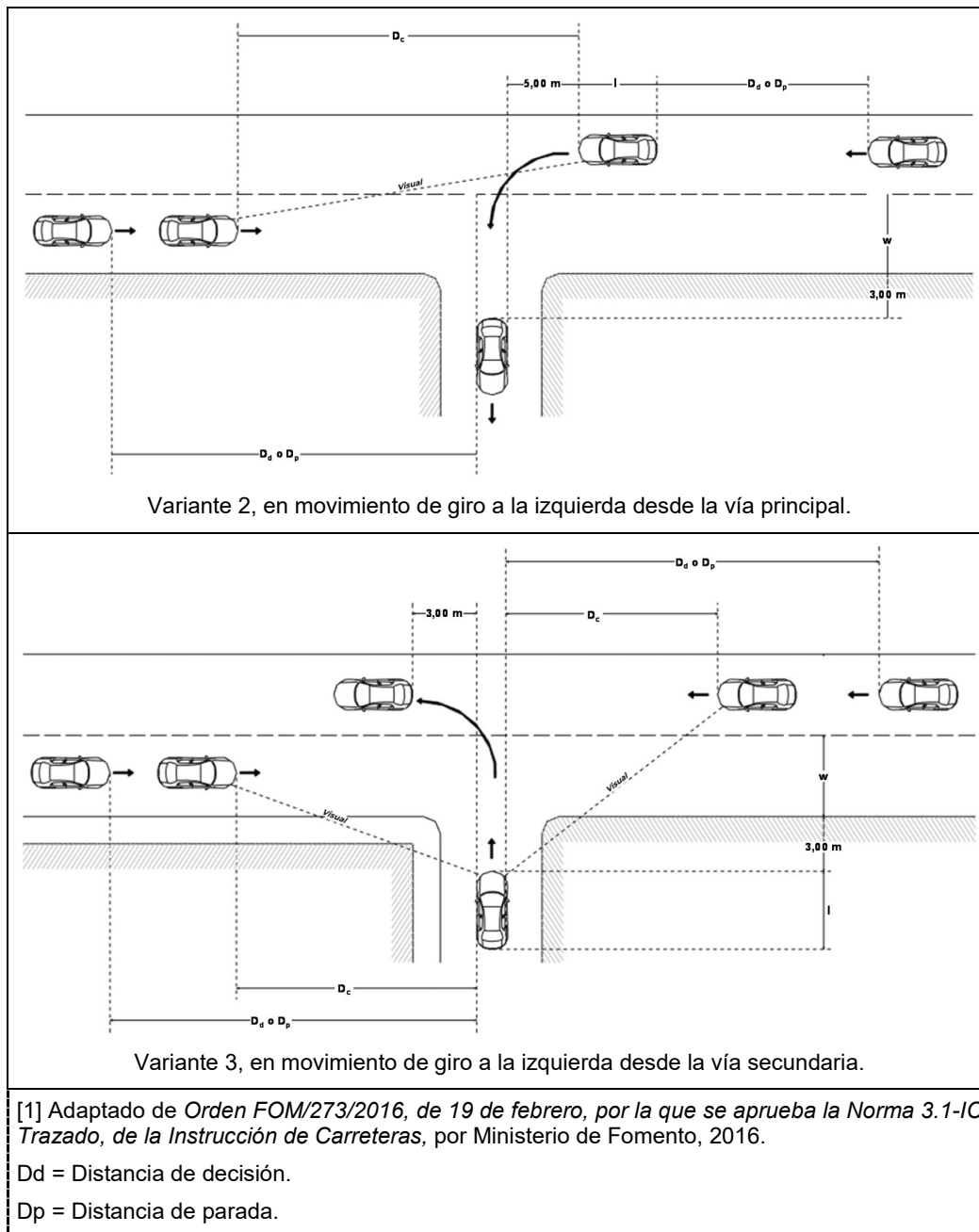
[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

De igual forma, se debe considerar la visibilidad de cruce que es la distancia que requiere ver la persona que conduce un vehículo motorizado a efecto de poder cruzar otra vía o integrarse a esta y debe estar condicionada a que la persona que conduce pueda observar si otros vehículos y personas usuarias (peatones, ciclistas) se disponen a atravesar dicha vía. Se pueden presentar los siguientes casos, como se muestra en las variantes de la figura 10 y a continuación:

- cuando la persona que conduce cruza una vía para seguir de frente, requiere, como mínimo, de tres (3) metros de distancia medidos perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía transversal;
- cuando la persona que conduce circula sobre la vía principal y desea realizar un giro a la izquierda para integrarse a una vía secundaria atravesando el sentido opuesto, requiere una distancia de cinco (5) metros medidos perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía a la que se integra. Si existe carril central de espera, la distancia se reduce a tres (3) metros; y
- cuando un vehículo motorizado circula sobre una vía secundaria y desea integrarse a la vía principal realizando un giro a la izquierda atravesando uno de los sentidos de circulación, requiere observar, como mínimo, cinco (5) metros medidos perpendicularmente al borde izquierdo del carril donde transita con respecto al carril al que se integra.

Figura 10.- Visibilidad de cruce [1]





7.4. Pendientes: es la inclinación de la superficie de una vía con relación a la horizontal, para los fines del proyecto existen tres tipos pendientes:

- pendiente mínima: es la menor inclinación que permite el drenaje de la precipitación pluvial;
- pendiente máxima: es la mayor inclinación que se permite en el proyecto de una vía; y
- pendiente gobernadora: es la inclinación uniforme con que se pueden unir dos puntos del alineamiento en la vía. Su valor óptimo permite minimizar costos sin perjuicio de los niveles de seguridad.

7.4.1. Pendientes longitudinales: es la inclinación entre dos puntos sobre el eje longitudinal y determina el esfuerzo de la persona usuaria o de los vehículos, así como su nivel de seguridad.

7.4.1.1. Pendientes longitudinales para vías peatonales: cuando hay calles inclinadas o rampas para solventar un desnivel, se deben establecer pendientes máximas a efecto de evitar la fatiga de las personas usuarias y, en consecuencia, perder los niveles de comodidad. En la tabla 22 se establecen los parámetros de circulación para las rutas peatonales.

Tabla 22.- Requerimientos de circulación para las rutas peatonales [1]

Tipo de ruta peatonal	Pendiente longitudinal máxima %
Vía	4 a 6
Rampa	10 en tramo menores a 3 m. 8 en tramos entre 3 m y 5,99 m. 6 entre 6 m y 10 m.

[1] Adaptado de *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*, por GCDMX, 2016 & *Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico*, por Secretaría de Obras y Servicios [SOBSE], 2011.

7.4.1.2. Pendientes longitudinales para vías ciclistas: se requiere cumplir con los parámetros de pendientes en los ascensos para evitar que la persona usuaria reduzca la velocidad, sobre todo si la inclinación se encuentra en una intersección, debido al esfuerzo adicional que debe realizar la persona usuaria; para el caso de pendientes descendentes, se debe evitar un desgaste inadecuado de los frenos o la pérdida de control del vehículo no motorizado. Se deben considerar las restricciones en cuanto a las pendientes y su longitud como se indica en la tabla 23.

Tabla 23.- Pendientes máximas para vías ciclistas [1]

Pendiente máxima %	Longitud máxima m
3 a 6	Hasta 500
6	Hasta 240
7	Hasta 120
8	Hasta 90
9	Hasta 60
10	Hasta 30
11 a 20	Hasta 15

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

7.4.1.3. Pendientes longitudinales para vías de vehículos motorizados: considerando las tres topografías básicas y con base en la velocidad de proyecto, se establecen las pendientes máximas permitidas para cada tipo de vía en la tabla 24, los valores de la columna "a" indica los niveles máximos para inclinaciones ascendentes con una longitud de hasta ciento cincuenta (150) metros; mientras que los valores de la columna "b" corresponden a inclinaciones ascendentes mayores a ciento cincuenta (150) metros y pendientes descendentes de cualquier longitud. Para vías bidireccionales se debe considerar el valor de la columna "b".

Tabla 24.- Pendientes máximas para vías de vehículos motorizados [1]

Tipo de vía	Velocidad de proyecto km/h	Pendiente máxima %					
		Plano		Lomerío		Montañoso	
		a	b	a	b	a	b
Vía de circulación continua	50 a 80	6,5	5,5	8	7	9	8
Principal	50	9	8	10,5	9,5	12	11
Secundaria	30	11	10	12,5	11,5	14	13
Terciaria [a]	10 a 30	12	11	14	13	18	16

[1] Adaptado de *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*, por SEDESOL, 2001.

[a] Sujeto a los reglamentos de tránsito o a lo que disponga la autoridad correspondiente.

7.4.2. Pendientes transversales: es la inclinación que se da al trazo de la vía en su sección transversal y permite garantizar el drenaje de aguas pluviales, así como es necesario para mantener la estabilidad de los vehículos en curvas.

7.4.2.1. Bombeo: es la pendiente mínima que permite el desalojo por gravedad del agua que se aloja sobre las áreas de circulación peatonal y vehicular, conforme a la tabla 25.

Tabla 25.- Pendientes mínimas para bombeo [1]

Tipo de pavimento	Pendiente mínima %
Aceras	2 [a]
Arroyo vial de concreto hidráulico o asfáltico	3
Arroyo vial de terracería	4

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Una pendiente mayor reduce la seguridad y comodidad para transitar.

7.4.2.2. Peraltes: al ser afectados por la fuerza centrífuga, los vehículos tienden a desviarse de su trayectoria cuando realizan un giro, a efecto de evitar este fenómeno se debe elevar la parte exterior de la curva.

7.4.2.2.1. Peraltes para vías ciclistas: debe tener una pendiente máxima de doce (12) por ciento, debido que las personas usuarias pueden llegar a percibir incomodidad por la inclinación. En una vía bidireccional, con curvas con pendientes longitudinales mayores al cuatro (4) por ciento, el peralte no debe exceder el ocho (8) por ciento, a efecto de facilitar el ascenso de las personas usuarias.

Considerando que las personas usuarias inclinan su vehículo para contrarrestar la fuerza centrífuga, el radio de curvatura es un factor esencial para evitar que los pedales peguen en el pavimento al alcanzar un ángulo de veinticinco (25) grados, por lo que se debe hacer una combinación adecuada de peraltes y radios de giro a efecto de permitir un desplazamiento seguro y cómodo.

7.4.2.2.2. Peraltes para vías de vehículos motorizados: la sobreelevación máxima debe ser de ocho (8) por ciento, puede llegar a ser de diez (10) por ciento cuando se tenga un porcentaje de aforo de vehículos pesados menor a cinco (5) por ciento. El peralte se determina mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$S = 0,00785 \frac{V^2}{R} - f$$

En donde:

S sobreelevación, en valor absoluto;

V velocidad del vehículo, en km/h;

R radio de la curva, en metros; y

f coeficiente de fricción lateral, en valor absoluto.

Una vez fijada la sobreelevación, se debe determinar el grado máximo de curvatura que se define en el radio de giro indicado en la tabla 14, a efecto de permitir un desplazamiento seguro y cómodo.

7.5. Curvas horizontales: se emplean para unir los tramos rectos de la vía, en el alineamiento horizontal de la vía, su trazo debe ser lo más sencillo posible a efecto de hacer eficiente el costo de construcción y dar grados de seguridad óptimos; son simples, compuestas o de transición.

7.5.1. Curvas horizontales en vías ciclistas: con cualquier ángulo de inclinación y asumiendo que la persona usuaria va sentada con la espalda recta, una simple ecuación puede determinar el radio mínimo de una curva:

$$R = \frac{0,0079 V^2}{\tan \theta}$$

En donde:

- R radio de la curva;
- V velocidad de proyecto; y
- θ ángulo de inclinación.

Sin embargo, cuando el ángulo de inclinación se aproxima a los veinte (20) grados, el radio mínimo de la curva se convierte en una función del peralte, de la velocidad y del coeficiente de fricción de las ruedas con la superficie de rodadura. En estos casos, el radio mínimo se calcula con la fórmula:

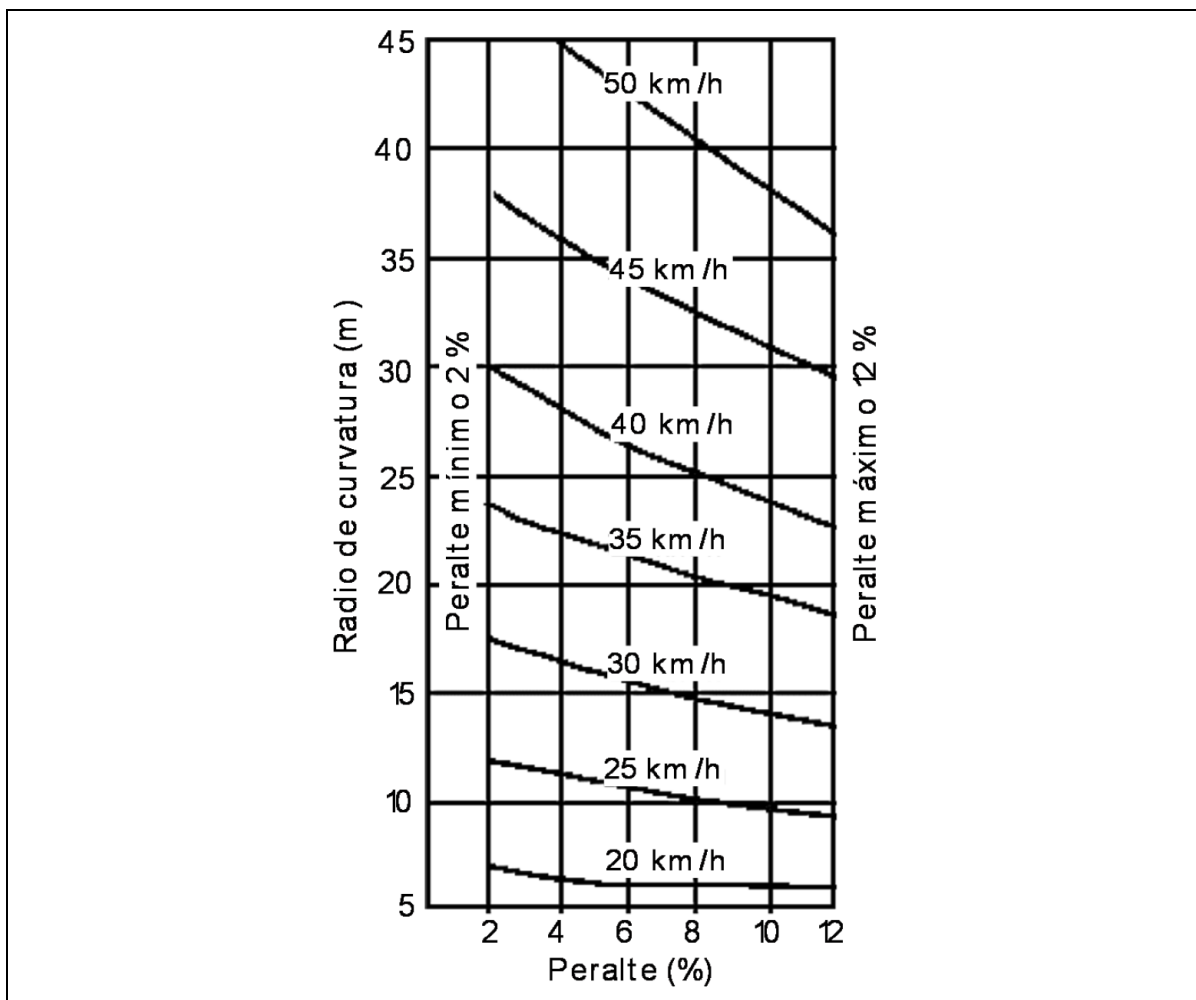
$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

En donde:

- R radio de la curva;
- V velocidad de proyecto;
- e peralte; y
- f coeficiente de fricción.

Un coeficiente de fricción de cero coma cuarenta (0,40) se asigna a superficies duras, asumiendo que la persona usuaria se inclinará en un máximo de veinte (20) grados de la vertical. En la figura 11 se muestran los radios mínimos de curvatura en función del peralte y de la velocidad de proyecto:

Figura 11.- Radios mínimos de curvatura [1]



[1] Adaptado de *Manual de diseño de ciclo-rutas*, por Instituto de Desarrollo Urbano, SF.

Para superficies fabricadas con materiales sueltos, por ejemplo, la arcilla, el coeficiente de fricción debe reducirse a la mitad cuando se calcula el radio de la curva. La tabla 26 muestra los radios de curvatura en función de la velocidad de proyecto, el peralte y el tipo de superficie.

Tabla 26.- Radios de curvatura en función de la velocidad de proyecto [1]

Velocidad de diseño Km/h	Peralte 2 % m	Peralte 12 % m	Superficies destapadas Peralte 2 % m
20	7,50	6,10	14,30
25	11,70	9,50	22,40
30	16,90	13,60	32,20
35	23,00	18,50	43,80
40	30,00	24,20	57,30
50	46,90	37,90	89,50
60	67,50	54,50	128,80

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

7.5.1.1. Sobreancho en vías ciclistas: cuando una persona usuaria toma una curva estrecha, éste se inclina al entrar, aumentando así el riesgo de colisión; por eso, la vía debe ser más ancha en el interior de la curva. Este sobreancho es una función del radio de la curva. Por último, es necesario recordar que los datos mencionados están con base en la circulación de bicicletas. Sin embargo, en ciudades mexicanas existe una gran diversidad de vehículos no motorizados, por lo que se debe considerar la gran variedad para la dimensión de los carriles ciclistas y los radios de giro como se indica en la tabla 27.

Tabla 27.- Sobreancho de curvas en tramos planos [1]

Radio de curvatura m	Sobreancho requerido (pendiente entre 0% y 3%) m
24 a 32	0,25
16 a 24	0,50
8 a 16	0,75
0 a 8	1,00

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

Se puede optar por las dimensiones mínimas en tramos planos; sin embargo, en descensos, las personas usuarias deben contar con un espacio adicional para hacer correcciones en su trayectoria. De la misma forma, al ascender una pendiente, se necesita más espacio para circular en zigzag y mantener su balance. Es decir, las vías ciclistas necesitan un sobreancho en zonas con pendientes, especialmente si son bidireccionales. La tabla 28 detalla el sobreancho requerido en la vía, dependiendo de la pendiente y la longitud

Tabla 28.- Sobreancho de curvas en pendientes [1]

Pendiente %	Longitud cm		
	25 a 75	75 a 150	>150
>3 y ≤6	-	20	30
>6 y ≤9	20	30	40
>9	30	40	50

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

En pendientes mayores al nueve (9) por ciento se recomienda aumentar el ancho de la vía sesenta (60) centímetros para permitir que las personas usuarias menos experimentadas puedan desmontar su bicicleta y continuar el trayecto a pie.

7.5.2. Curvas horizontales en vías de vehículos motorizados: una vez fijado el peralte máximo permitido, el grado de curvatura máximo debe definirse para cada velocidad, mediante la siguiente fórmula, expresando el radio en función del grado, se tendrá:

$$G_{max} = \frac{146000 \cdot (f + S_{max})}{v^2}$$

En donde:

G_{max} grado de curvatura máximo;

f coeficiente de fricción lateral, en valor absoluto;

S_{max} peralte máximo; y

V velocidad del vehículo, expresado en kilómetros por hora (km/h).

Los valores de " f " se especifican en la tabla 29.

Tabla 29- Velocidad de proyecto y coeficiente de fricción lateral [1]

Velocidad de proyecto V km/h	Coefficiente de fricción lateral f
30	0,280
40	0,230
50	0,190
60	0,165
70	0,150
80	0,140
90	0,135

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014;

a) Grado de curva: es el ángulo subtendido por arco de veinte (20) metros.

$$G_c = \frac{1145,92}{R_c}$$

En donde:

G_c grado de curva

R_c radio de la curva

b) Radio de la curva: es el radio de la curva circular, que proviene de la fórmula anterior.

$$R_c = \frac{1145,92}{G_c}$$

En donde:

R_c radio de la curva; y

G_c grado de curva

c) Ángulo central: es el ángulo subtendido por la curva circular. En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

d) Longitud de curva: es la longitud del arco entre la estación donde comienza una curva circular (PC) y la estación en la termina una curva circular (PT).

$$l_c = \frac{\pi \Delta_c}{180^\circ} R_c$$

En donde:

l_c longitud de curva;

Δ_c ángulo central; y

R_c radio de la curva.

Pero teniendo en cuenta la fórmula de radio de la curva, se tiene:

$$l_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c}$$

En donde:

l_c longitud de curva;

Δ_c ángulo central; y

G_c grado de curva.

e) Subtangente: es la distancia entre el punto en el que se interceptan dos tramos rectos antes de ser empalmados por curvas (PI) y la estación donde comienza una curva circular (PC) o la estación donde termina una curva circular (PT) medido sobre la prolongación de las tangentes.

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2}$$

En donde:

ST subtangente;

Δ_c ángulo central; y

R_c radio de la curva.

f) Externa: es la distancia mínima entre el punto donde se interceptan dos tramos rectos antes de ser empalmados por curvas (PI) y la curva.

$$E = R_c \left(\sec \frac{\Delta_c}{2} - 1 \right)$$

En donde:

E externa;

R_c radio de la curva; y

Δ_c ángulo central.

g) Ordenada media: es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva.

$$M = R_c \left(1 - \cos \frac{\Delta_c}{2} \right)$$

En donde:

M ordenada media;

R_c radio de la curva; y

Δc ángulo central.

h) Deflexión a un punto de la curva: es el ángulo entre la prolongación de la tangente en la estación donde comienza una curva circular (PC) y la tangente en el punto considerado.

$$\Theta = \frac{G_c l}{20}$$

En donde:

θ deflexión a un punto de la curva; y

l longitud; y

G_c grado de curva.

i) Cuerda: es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Si estos puntos son la estación donde comienza una curva circular (PC) y la estación donde termina una curva circular (PT), a la cuerda resultante se le denomina cuerda larga.

$$C = 2R_c \text{Sen} \frac{\theta}{2}$$

En donde:

C cuerda;

R_c radio de la curva; y

Θ deflexión a un punto de la curva.

Para la cuerda larga.

$$CL = R_c \text{Sen} \frac{C}{2}$$

En donde:

CL cuerda larga;

R_c radio de la curva; y

C cuerda.

j) Ángulo de la cuerda: es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y de la cuerda considerada.

$$\emptyset = \frac{l G_c}{40}$$

En donde:

\emptyset ángulo de la cuerda;

l longitud; y

G_c grado de curva.

Para la cuerda larga:

$$\emptyset C = \frac{l_c G_c}{40}$$

En donde:

$\emptyset C$ ángulo de la cuerda larga;

l_c longitud de la cuerda; y

G_c grado de curva.

7.5.2.1. Sobreancho en vías de vehículos motorizados: al circular por una curva horizontal, los radios de las trayectorias de las ruedas traseras son menores que los de las ruedas delanteras, lo que implica que el

ancho requerido para circular en curva sea mayor que el requerido en tangente, por lo que se requiere proyectar una ampliación en las curvas. Esta ampliación puede ser pequeña para vehículos ligeros, pero grande para camiones en curvas cerradas. Para determinarla se usa el siguiente modelo:

Si el ancho requerido para circular en línea recta es "EV", en la curva se requiere un ancho mayor "U", que origina un desplazamiento o sobrancho "d" y una proyección del vuelo delantero "F_D". Para vehículos unitarios, estas dimensiones se determinan como se indica en las siguientes fórmulas y en la figura 12.

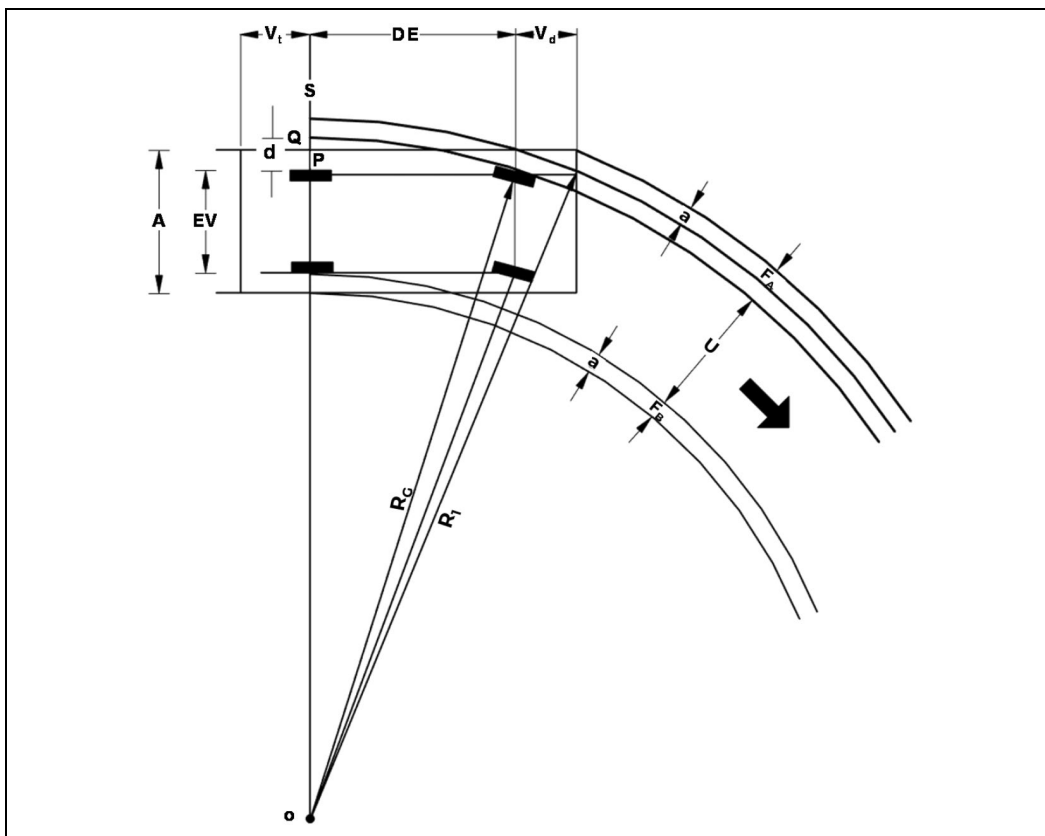
$$\text{Ancho} = U + F_A + F_B$$

$$U = EV + R_G - \sqrt{R_G^2 - (DE)^2}$$

$$F_A = \sqrt{R_G^2 + V_d (2 DE + V_d - R_G + F_B)}$$

$$F_B = \frac{A - EV}{2}$$

Figura 12.- Ancho en curvas horizontales [1]



[1] Adaptado de *Manual de proyecto geométrico de carreteras 2018*, por Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2018).

En donde:

- U distancia entre ejes extremos del vehículo durante el giro;
- F_A límite de la rueda con respecto al límite de la carrocería;
- F_B distancia entre la parte extrema de la rueda y la parte externa de la carrocería;
- EV entrevía del vehículo;
- R_G radio de giro mínimo;
- DE distancia entre ejes extremos del vehículo;

V_d vuelo delantero; y

A ancho total del vehículo.

Para vehículos articulados, el desplazamiento máximo se determina con modelos físicos o numéricos, pero para fines de proyecto suele usarse un procedimiento aproximado, que considera ejes virtuales en las articulaciones de semirremolques o remolques y la distancia entre grupos de ejes múltiples se mide entre los centros del grupo, considerando a las articulaciones como ejes virtuales, como se indica en las siguientes fórmulas:

$$d = Rc - \sqrt{R_c^2 - \sum_{i=1,N} (DE_i^2)}$$

En donde:

d distancia;

Rc radio de curva; y

DE distancia entre ejes extremos del vehículo.

Esta expresión es equivalente a:

$$d = Rc - \sqrt{R_c^2 - EE^2}$$

$$EE = \sqrt{\sum_{i=1,N} (DE_i^2)}$$

En donde:

d distancia;

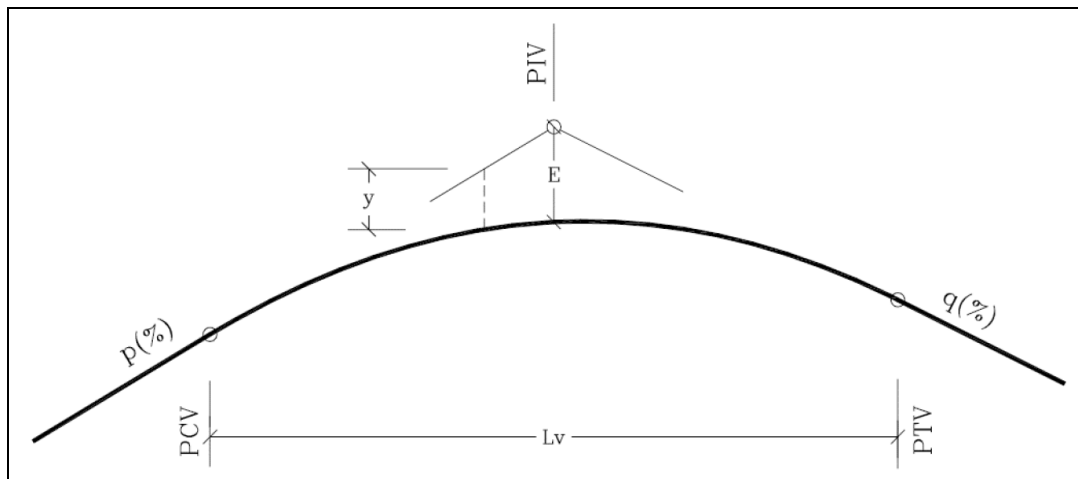
Rc radio de curva;

EE entre eje equivalente; y

DE distancia entre ejes extremos del vehículo.

7.6. Curvas verticales: son curvas que se diseñan cuando se interceptan dos tangentes en el alineamiento vertical de una vía, a efecto de generar un cambio gradual entre dichas tangentes y se clasifican en simétricas y asimétricas. Cuando las dos pendientes forman una especie de colina, la curva se llama cresta o cima, cuando forma una depresión se llama columpio o vaguada. En la figura 13 se indican los elementos que conforman una curva vertical.

Figura 13.- Elementos de la curva vertical [1]



[1] Adaptado de *Diseño geométrico de vías. Ajustado al Manual Colombiano*, por Agudelo, J., 2002.

7.6.1. Curvas en cresta: se refiere a cuando dos pendientes forman una colina.

7.6.1.1. Curvas en cresta para vehículos no motorizados: en vías ciclistas, para mantener el campo de visión mínimo necesario en la cresta de una curva vertical, ésta necesita tener una longitud adecuada. Este dato es una función de la distancia de visibilidad y la diferencia algebraica entre las pendientes a cada lado de la cresta. La longitud de la curva debe medir por lo menos cero coma treinta y ocho (0,38) veces la velocidad de proyecto. La longitud mínima de la curva vertical se determina a través de las siguientes fórmulas:

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

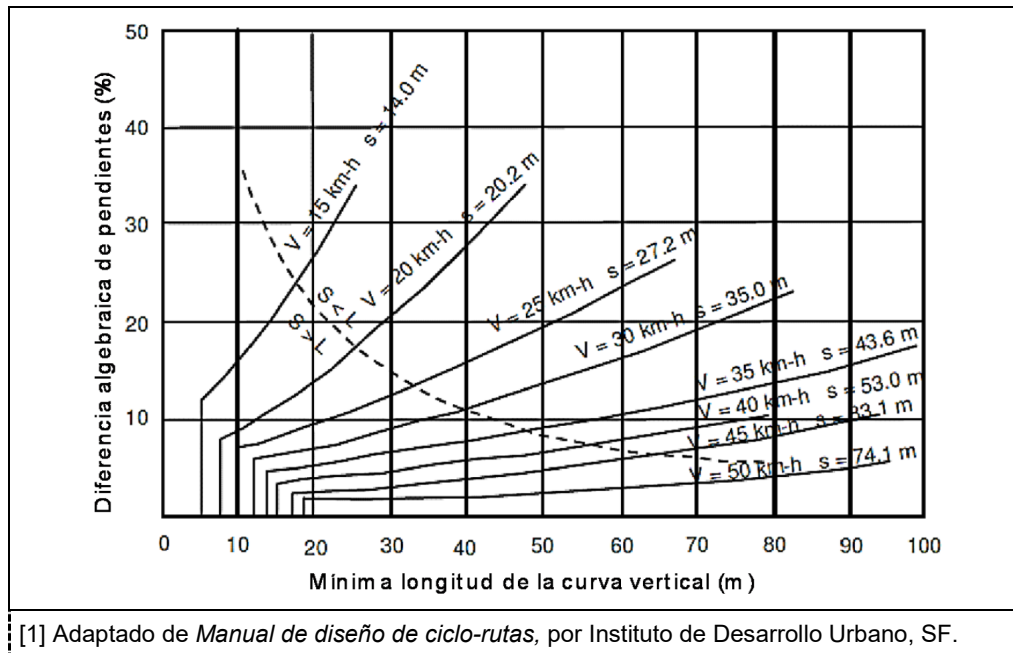
$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2} \text{ Cuando } S < L$$

En donde:

- L longitud mínima de la curva vertical, expresada en metros (m);
- S distancia de visibilidad, expresada en metros (m);
- A diferencia algebraica de las pendientes (metros)
- h_1 1,40 (altura de los ojos de la persona usuaria), expresada en metros (m);
- h_2 0,0 (altura del objeto), expresada en metros (m);
- A $P_1 - (-P_2)$;
- P_1 pendiente de la tangente de entrada, expresada en milímetros (mm); y
- P_2 pendiente de la tangente de salida, expresada en milímetros (mm).

La figura 14 muestra la longitud mínima de la curva para diferentes velocidades de proyecto, considerando la diferencia algebraica de las pendientes.

Figura 14.- Longitud mínima de la curva [1]



7.6.1.2. Curvas en cresta para vehículos motorizados: el mayor control para operar seguramente en curvas verticales en cresta, lo constituye la estipulación de distancias de visibilidad suficientes para la velocidad de proyecto. La distancia mínima de visibilidad para paradas debe estar prevista en todos los casos.

Si la longitud calculada es más grande que la distancia de visibilidad de parada (d_{vp}), se usa el valor de la ecuación 1. Si el valor es menor que d_{vp} , se usa el valor de la ecuación 2, excepto el valor de la longitud mínima de una curva vertical en cresta (L_{min}) nunca debe ser menor que la mitad de la velocidad de proyecto, considerando lo anterior, se debe utilizar las siguientes fórmulas:

$$\text{Si: } d_{vp} < L_{min}, \rightarrow L_{min} = \frac{A d_{vp}^2}{404}$$

$$\text{Si: } d_{vp} > L_{min} \rightarrow L_{min} = 2 d_{vp} - (404 / A)$$

En donde:

d_{vp} distancia de visibilidad de parada, expresada en metros (m);

L_{min} longitud mínima de una curva vertical en cresta;

d_{vp} distancia de visibilidad de parada; y

h 1,08 (altura del ojo de la persona conductora), expresada en metros (m).

7.6.2. Curvas en columpio: la longitud de la vía iluminada por las luces delanteras de un vehículo en la noche no debe ser menor a la distancia de visibilidad de parada para la velocidad de proyecto. Hay dos fórmulas dependiendo de si el valor calculado de L_{min} es más grande o menor que d_{vp} , si $d_{vp} < L_{min}$, se debe usar la fórmula 1, de otro modo se debe utilizar la fórmula 2, excepto que L_{min} nunca debe ser menor que la mitad de la velocidad de proyecto.

Caso 1: $d_{vp} < L_{min}$

$$L_{min} = \frac{A (d_{vp}^2)}{120 + 3,5 d_{vp}} \quad \text{[Fórmula 1]}$$

Caso 2: $d_{vp} > L_{min}$

$$L_{min} = 2 d_{vp} - \frac{120 + 3,5 d_{vp}}{A} \quad \text{[Fórmula 2]}$$

En donde:

L_{min} longitud mínima de una curva vertical en cresta;

d_{vp} distancia de visibilidad de parada; y

A ancho total del vehículo.

Los proyectos viales deben cumplir con las siguientes fórmulas:

a) Longitud: es la distancia medida horizontalmente entre el principio de curva vertical (PCV) y el principio de tangente vertical, final de la curva vertical (PTV). Se puede determinar por los siguientes cuatro criterios:

a.1) Criterio de comodidad: se aplica el proyecto de curvas verticales en columpio.

$$K = \frac{L}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

En donde:

K recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud;

L longitud de la curva vertical, expresada en metros (m);

A diferencia de pendientes, expresada en porcentaje (%); y

V velocidad, expresada en kilómetros por hora (km/h).

a.2) Criterio de apariencia: se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa, es decir, a las curvas en columpio, para evitar a la persona usuaria la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{L}{A} \geq 30$$

En donde:

K recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud;

L longitud de la curva vertical, expresada en metros (m); y

A diferencia de pendientes, expresada en porcentaje (%).

a.3) Criterio de drenaje: se aplica al proyecto de curvas verticales en cresta o en columpio, cuando están alojadas en corte.

$$K = \frac{L}{A} \leq 43$$

En donde:

- K recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud;
 L longitud de la curva vertical, expresada en metros (m); y
 A diferencia de pendientes, expresada en porcentaje (%).

a.4) Criterio de seguridad: se aplica a curvas verticales en cresta o en columpio. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada.

Para curvas en cresta:

$$D > L; L = 20 - \frac{C_1}{A}$$

$$D < L; L = \frac{AD^2}{C_1}$$

Para curvas en columpio:

$$D > L; L = \frac{20 - C^2 + 3,5D}{A}$$

$$D < L; L = \frac{AD^2}{C_2 + 3,5D}$$

En donde:

- L longitud de la curva vertical, en metros (m);
 D distancia de visibilidad de parada, expresada en metros (m);
 A diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%);
 C_1, C_2 constantes que dependen de la altura del ojo de la persona conductora o de la altura de los faros y de la altura del obstáculo o altura del vehículo; y

$C_1 = 425$ y $C_2 = 120$ para la distancia de visibilidad de parada.

b) Externa: es la distancia entre el punto de intersección vertical (PIV) y la curva, medida verticalmente.

$$E = \frac{AL}{800}$$

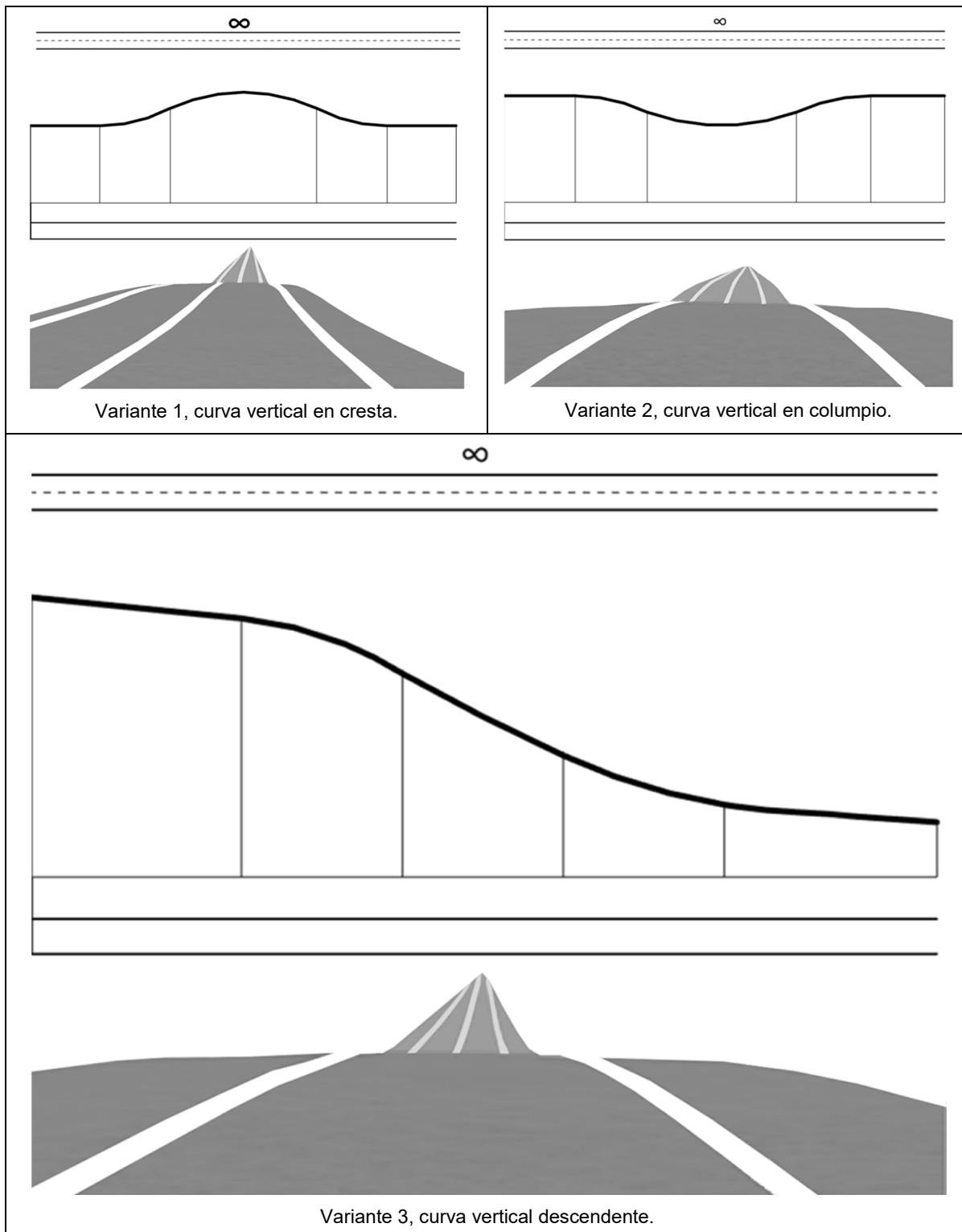
En donde:

- E externa;
 A diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%); y
 L longitud de la curva vertical, en metros (m).

7.7. Coordinación del trazo: el diseño en planta y alzado de una vía debe contar con una coordinación que permita que las personas usuarias puedan circular en condiciones de seguridad y comodidad. Las principales situaciones que pueden afectar significativamente a la percepción del camino se pueden clasificar en:

Pérdida de trazado: ocurre cuando la vía deja de estar en el campo visual de la persona conductora, la pérdida de trazado puede ser múltiple si no son visibles varios tramos a la vez. Las variantes de esta pérdida se muestran en la figura 15.

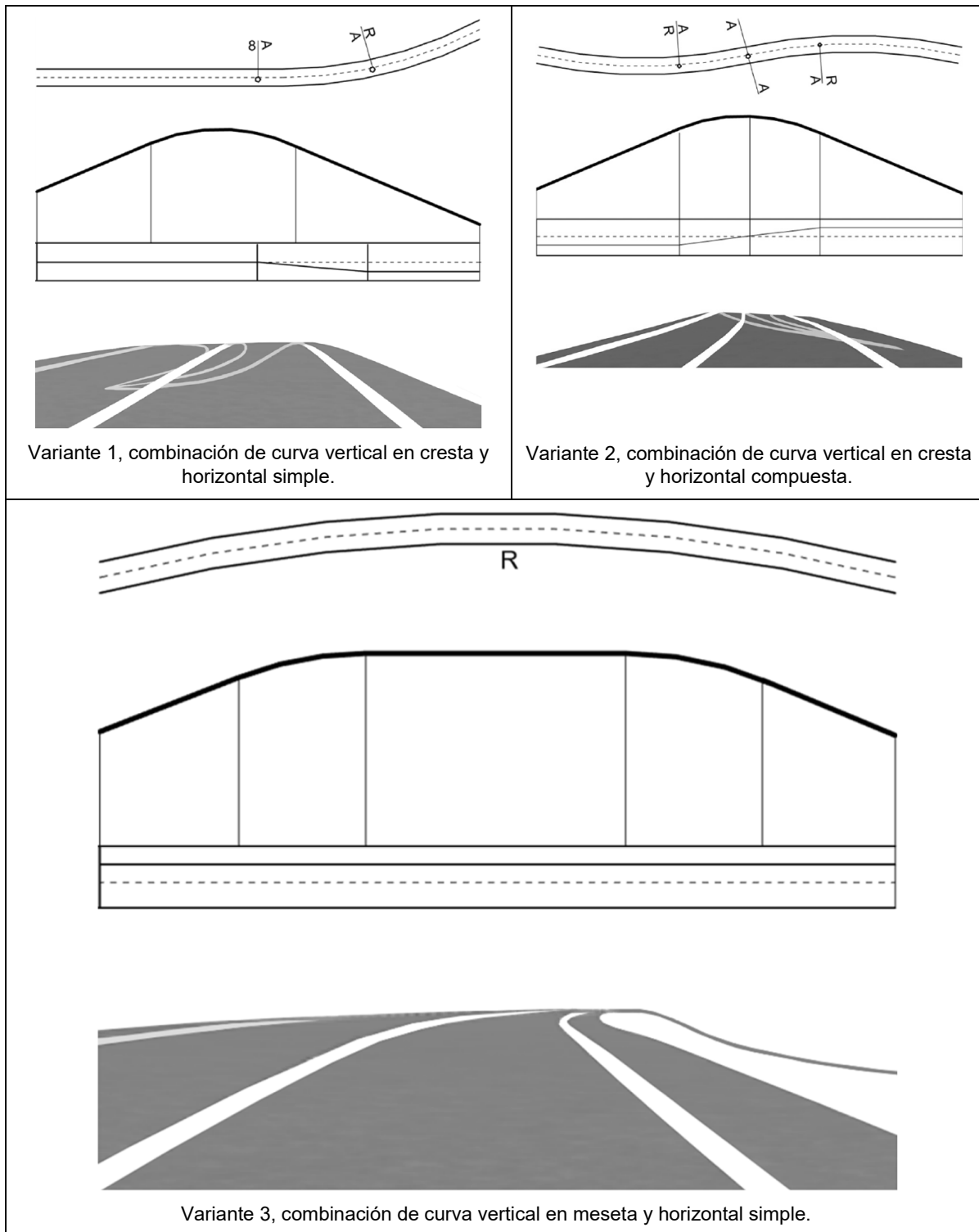
Figura 15 - Pérdida de trazado [1]



[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

Pérdida de orientación: ocurre cuando desaparece la totalidad de la vía del campo visual de la persona conductora, generando incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir. Las variantes de esta pérdida se muestran en la figura 16.

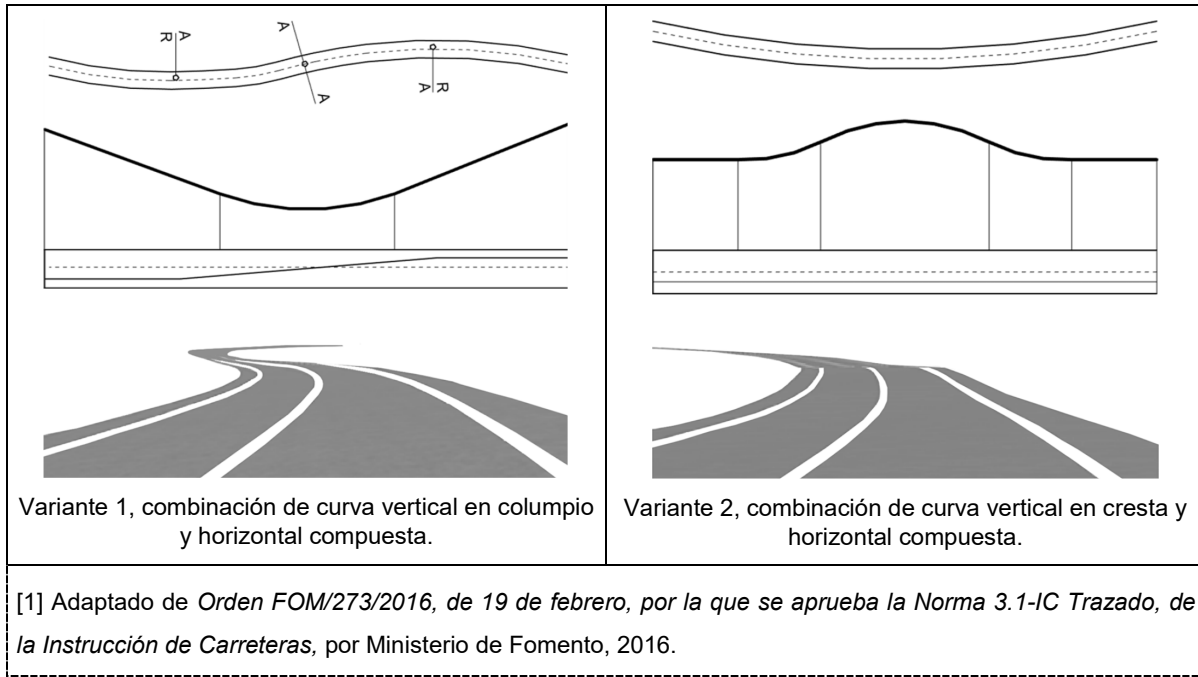
Figura 16 - Pérdida de orientación [1]



[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

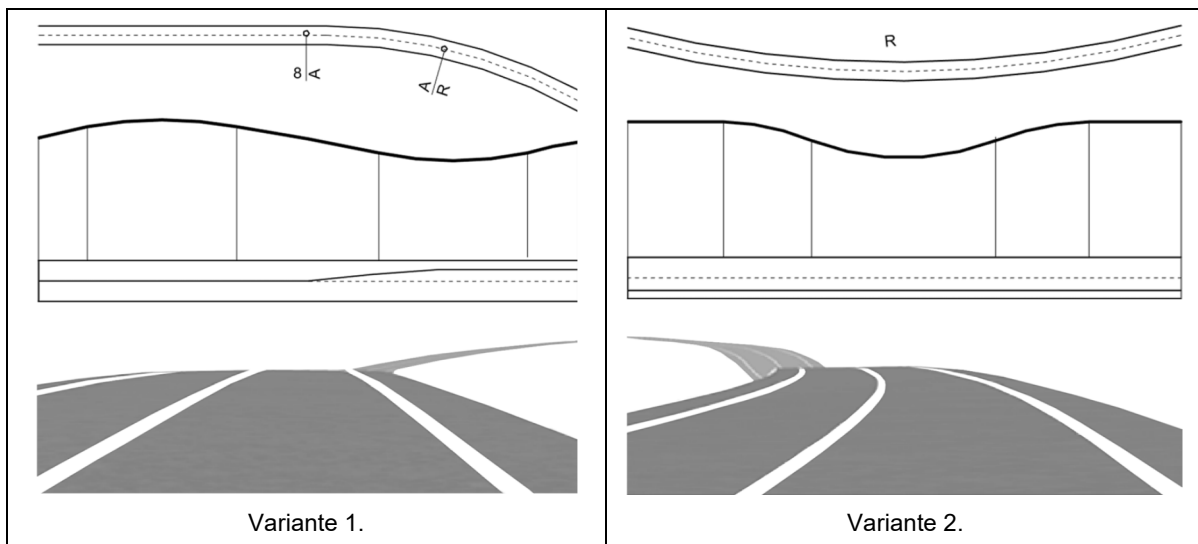
Pérdida dinámica: ocurre cuando se pierde el campo visual de la vía de forma parcial y en particular, de alguna de sus características que permiten a la persona conductora seguir su trayectoria (peralte, longitud de elementos, entre otros), Las variantes de esta pérdida se muestran en la figura 17.

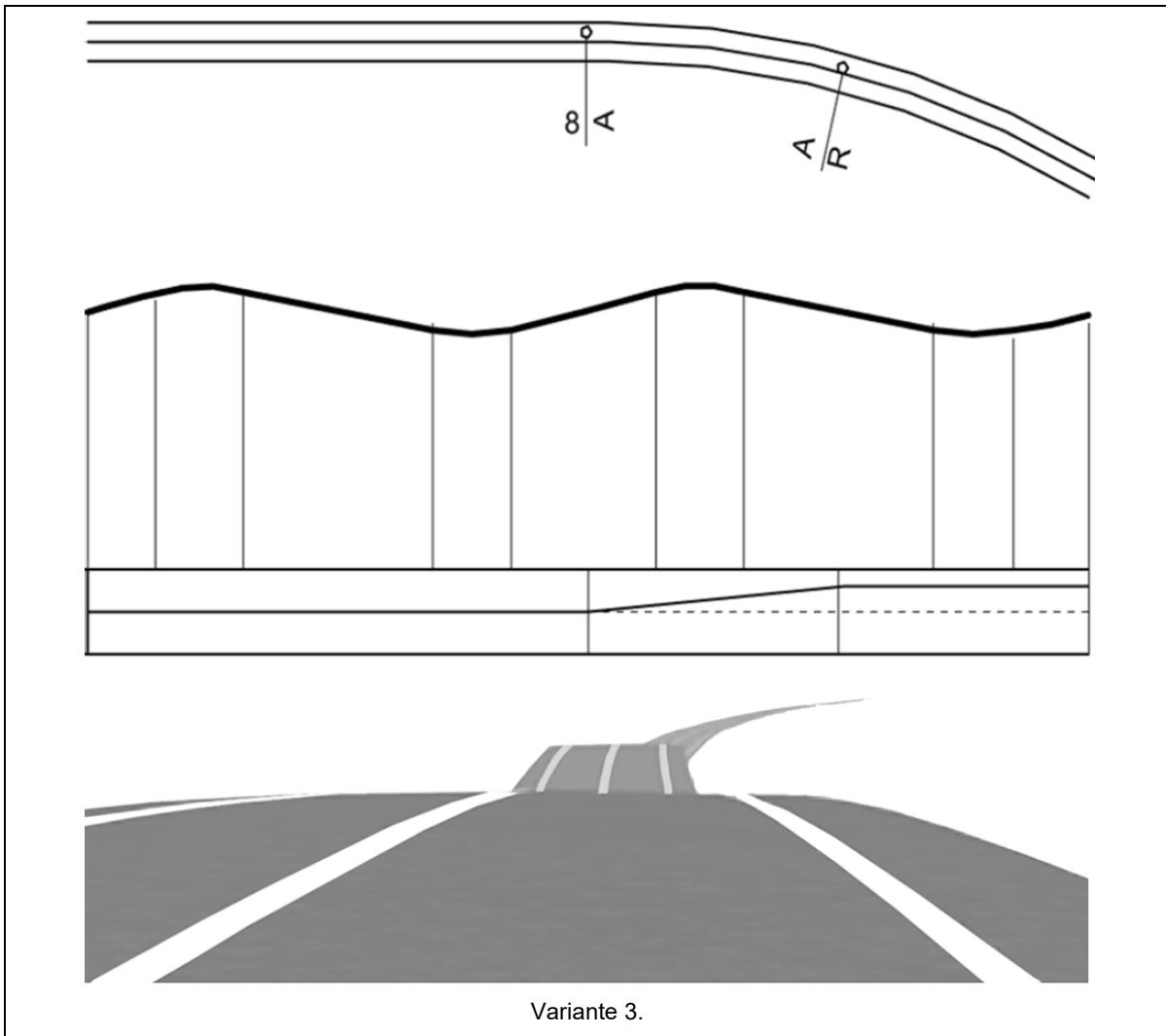
Figura 17.- Pérdida dinámica [1]



Estas situaciones se presentan de forma combinada o con cierta desproporción entre los elementos del trazado, tanto en planta como en alzado, lo que conlleva una diferencia de curvatura muy significativa entre dichos elementos. Las posibles variantes se muestran en las figuras 18 y 19.

Figura 18.- Combinación de curva vertical compuesta y horizontal simple [1]

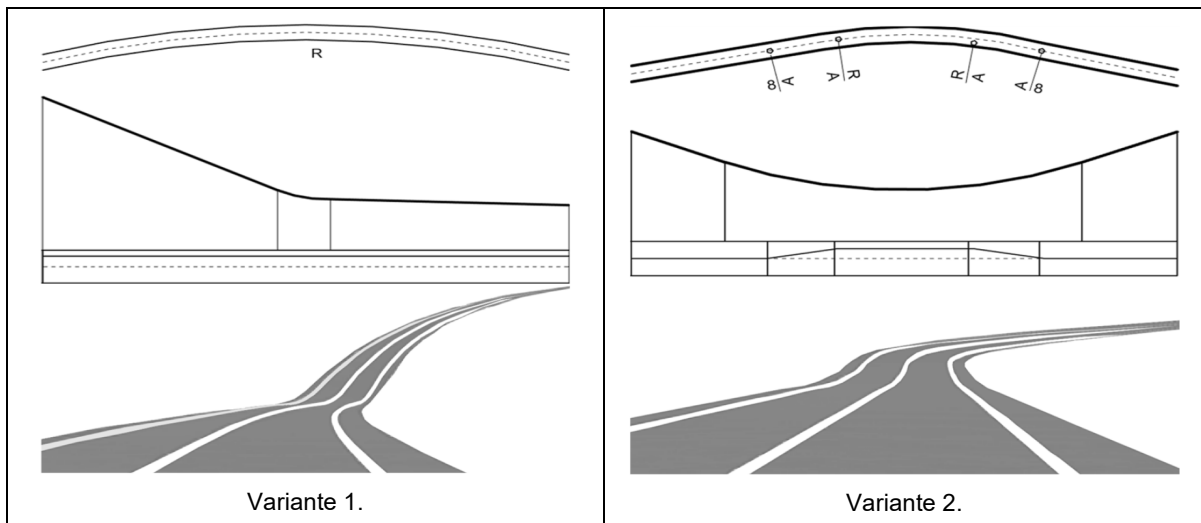




Variante 3.

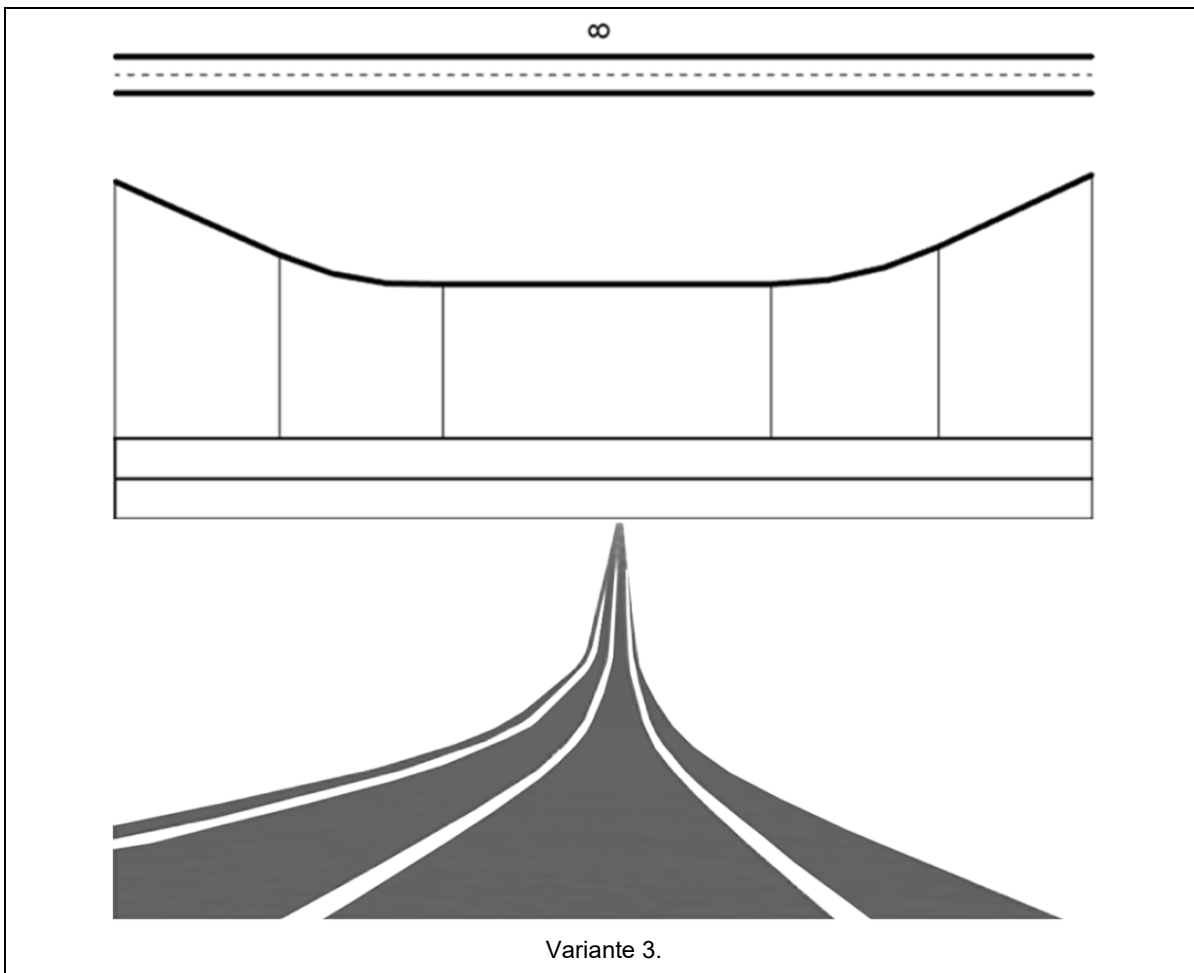
[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

Figura 19.- Acentuada desproporción entre elementos de trazo [1]



Variante 1.

Variante 2.



[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

A efecto de conseguir una adecuada coordinación del trazo, en todo tipo de vía, se deben considerar las siguientes condiciones:

Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, deben estar situados dentro de una clotoide en el plano horizontal y lo más alejados posible del punto de radio infinito.

En vías con velocidades de hasta sesenta (60) kilómetros por hora y en vías con sección reducida, se debe cumplir, en la medida de lo posible, la siguiente condición:

$$K_v = \frac{100 R}{p}$$

Si no fuese así, el cociente $\frac{K_v}{R}$ debe ser mayor o igual que seis

En donde:

K_v parámetro de la curva de acuerdo vertical, expresado en metros (m);

R radio de la curva circular en planta, expresada en metros (m); y

p peralte correspondiente a la curva circular, expresado en porcentaje (%).

7.8. Transición del ancho de carriles: cuando la geometría de la vía requiere la modificación del ancho de los carriles, su transición debe hacerse de forma gradual, en tramos rectos y nunca implementarlo dentro de las intersecciones. Para el cálculo de la longitud de la transición se debe cumplir la siguiente fórmula:

$$L \geq 40 \sqrt{T}$$

siendo deseable alcanzar el valor

$$L = 80 \sqrt{T}$$

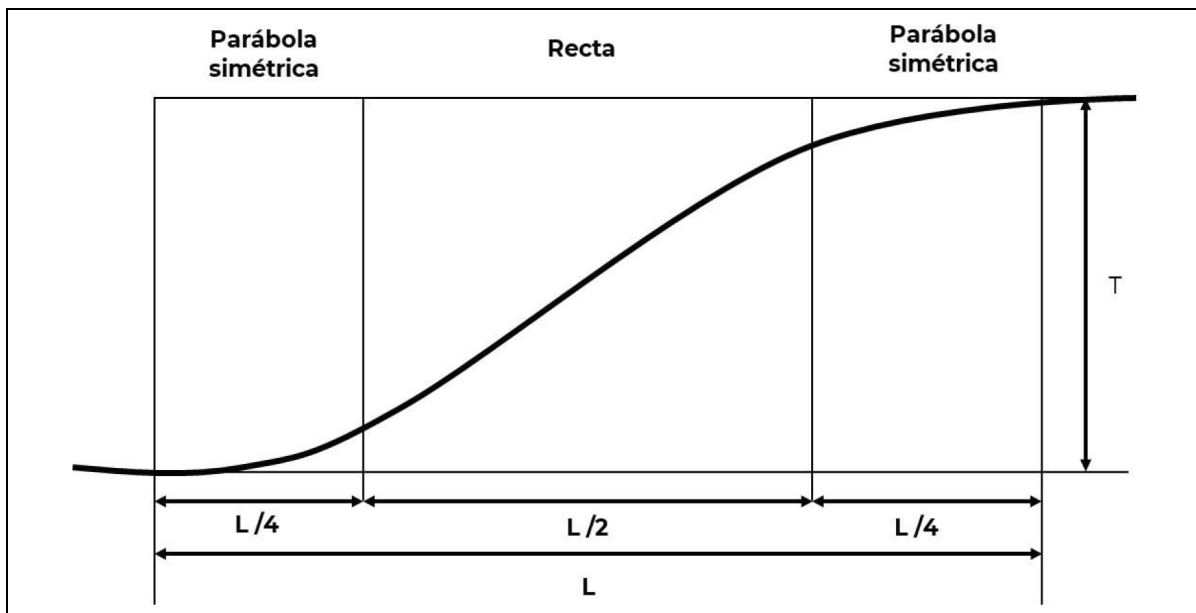
En donde:

L Longitud de la transición, expresada en metros (m); y

T Ensanche o reducción, expresada en metros (m).

La transición del ancho del carril se debe efectuar como una sucesión de parábola, como se muestra en la figura 20.

Figura 20.- Forma de la transición del ancho del carril [1]



[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

[L] Longitud de la transición.

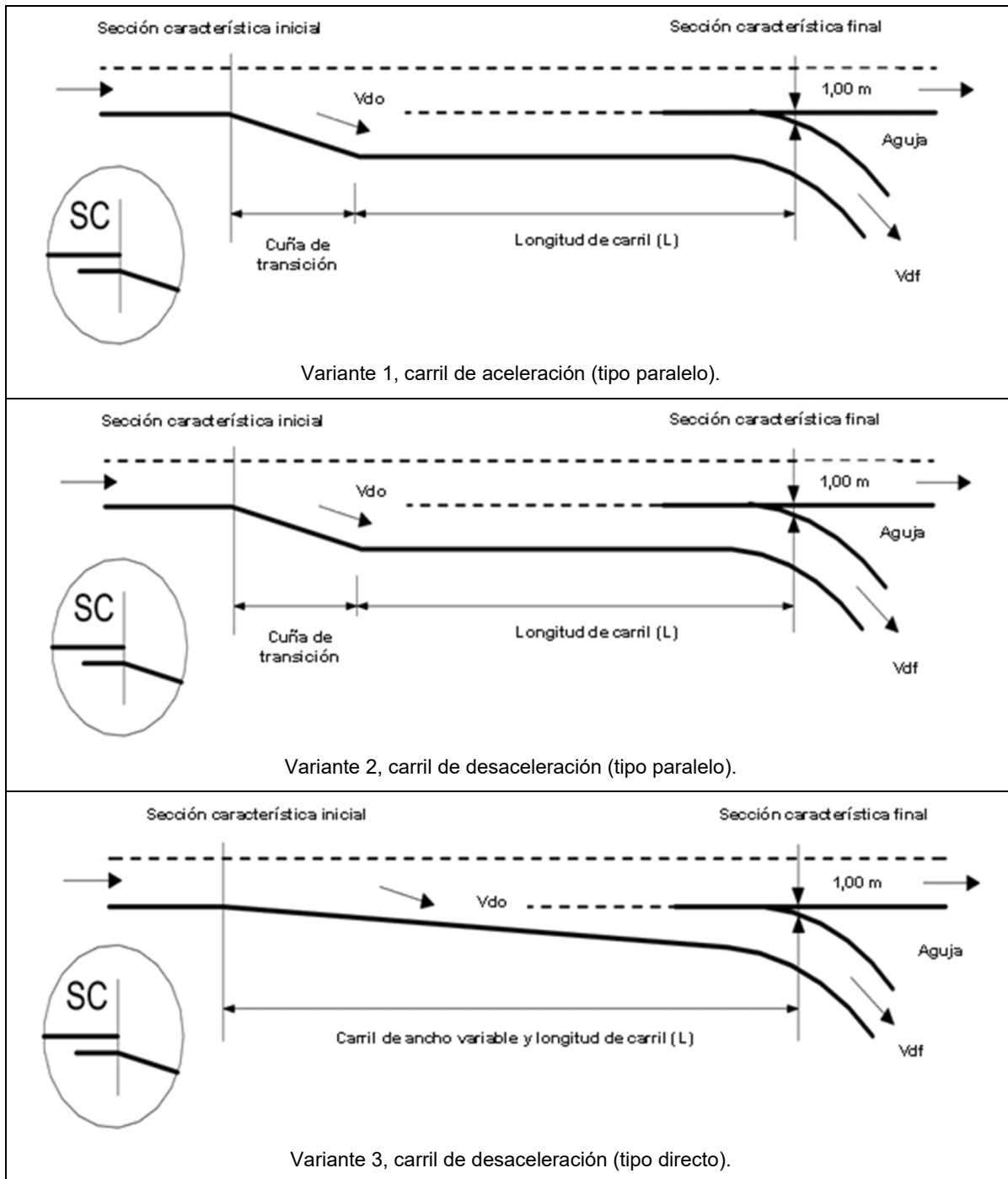
[T] Ensanche o reducción.

7.8.1. Elementos de cambio de trayectoria y velocidad: en las vías de circulación continua que operan a través de acceso controlado, se deben proyectar elementos que faciliten los movimientos de entrada y salida de los vehículos, tales como: carriles de cambio de velocidad, carriles de convergencia y divergencia, así como cuñas de cambio de velocidad.

7.8.1.1. Carriles de cambio de velocidad: permiten a los vehículos motorizados incrementar o reducir la velocidad de forma gradual en un acceso o salida. Existen dos tipos: de aceleración y de desaceleración, que pueden ser paralelos o directos, como se describen a continuación y en la figura 21.

- **Paralelo:** debe ser un carril de ancho constante con una cuña triangular de transición en su extremo.
- **Directo:** debe ser tangente al borde de la vía o con un ángulo cuya cotangente debe ser entre veinte (20) y treinta y cinco (35) grados y solo debe implementarse cuando existan restricciones de espacio.

Figura 21.- Carriles de cambio de velocidad [1] [a] [b]



[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

[a] Sección característica de cero (0) metros: el ancho de la aguja de transición medida perpendicularmente al eje de los carriles centrales es nulo y corresponde a la sección característica inicial del carril de desaceleración o a la final del carril de aceleración.

[b] Sección característica de un (1) metro: la separación entre los límites del carril de cambio de velocidad y de los carriles centrales, medida perpendicularmente al eje de estos, debe ser de un (1) metro y corresponde a la sección característica final de un carril de desaceleración e inicial de un carril de aceleración.

Los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo deben tener un ancho entre tres (3) y tres coma veinte (3,20) metros, cuando la vía cuente con acotamiento, el carril de cambio de velocidad debe tener la misma dimensión. En vías nuevas, las longitudes de las agujas de transición, así como los extremos de los carriles de cambio de velocidad deben estar en función de la velocidad de proyecto y se indican en la tabla 30.

Tabla 30.- Longitud de las agujas de transición [1]

Velocidad de proyecto km/h	Longitud de las agujas de transición m
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

[1] Adaptado de *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras*, por Ministerio de Fomento, 2016.

Para calcular la longitud de los carriles de cambio de velocidad, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Carriles de aceleración: la velocidad inicial de ser de cuarenta (40) kilómetros por hora y la final ser equivalente a la velocidad de proyecto de los carriles centrales.

Carriles de desaceleración: la velocidad inicial debe corresponder a la velocidad de proyecto de los carriles centrales y la final de ser de cuarenta (40) kilómetros por hora.

Cuando exista una inclinación de la rasante, los carriles de aceleración y desaceleración deben corresponder a lo indicado en la tabla 31.

Tabla 31.- Longitudes de los carriles de cambio de velocidad [1] [a]

Inclinación de la rasante - 2 % ≤ i ≤ + 2 % [b]				
		Velocidad final km/h		
		40	60	80
Velocidad inicial km/h	40	20	35	85
	60	40	30	50
	80	95	55	40
Inclinación de la rasante + 2 % < i ≤ + 4 % [b]				
		Velocidad final km/h		
		40	60	80
Velocidad inicial km/h	40	20	40	100
	60	35	30	60
	80	80	50	40

Inclinación de la rasante - 2 % < i ≤ - 4 % [b]				
		Velocidad final km/h		
Velocidad inicial km/h		40	60	80
	40	20	30	70
	60	50	30	40
	80	120	70	40
Inclinación de la rasante + 4 % < i ≤ + 6 % [b]				
		Velocidad final km/h		
Velocidad inicial km/h		40	60	80
	40	20	45	115
	60	30	30	70
	80	75	45	40

Inclinación de la rasante - 4 % < i ≤ - 6 % [b]				
		Velocidad final km/h		
Velocidad inicial km/h		40	60	80
	40	20	30	65
	60	60	30	40
	80	140	80	40

[1] Elaboración propia con base en *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras*, por Ministerio de Fomento, 2016.

[a] Los valores situados por debajo de las diagonales (color gris) corresponden a las longitudes de los carriles de desaceleración y los valores situados por encima de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de aceleración.

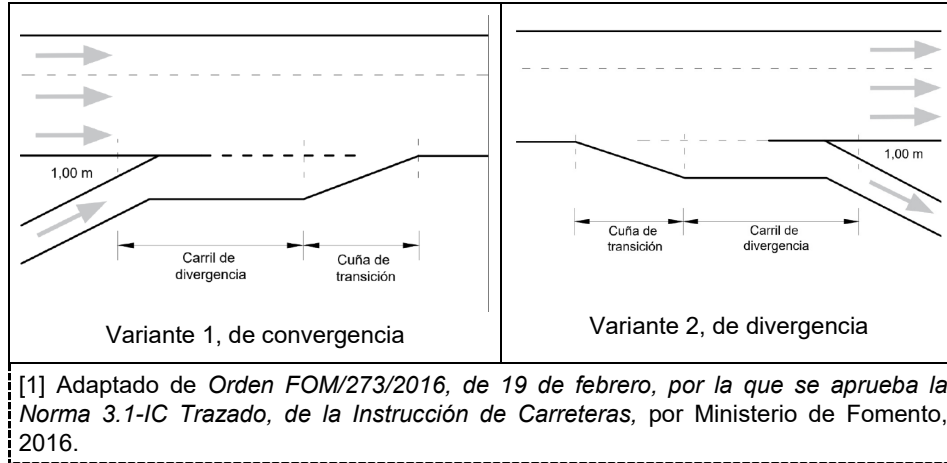
[b] Para calcular el valor de la inclinación se debe tomar el valor medio de las rasantes existentes entre las secciones características inicial y final de los carriles de cambio de velocidad.

Si existen diferencias de rasante mayores al seis (6) por ciento, se debe realizar un estudio de niveles de servicio para determinar si se requieren carriles de convergencia o divergencia, así como su longitud.

7.8.1.1.1. Carriles de convergencia y de divergencia: su función es mejorar la operación de los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo. Su diseño consiste en el aumento de la longitud indicada en la tabla 31, de tal forma que se obtenga un nivel de servicio igual o mejor al actual en el horizonte del proyecto, a efecto de evitar posibles retenciones en los ramales que afecten a los carriles centrales de la vía de circulación continua.

Al inicio de los carriles de divergencia y al final de los carriles de convergencia, se debe tener una aguja de transición, como se muestra en la figura 22, cuya longitud se establece en la tabla 30, en función de la velocidad de proyecto.

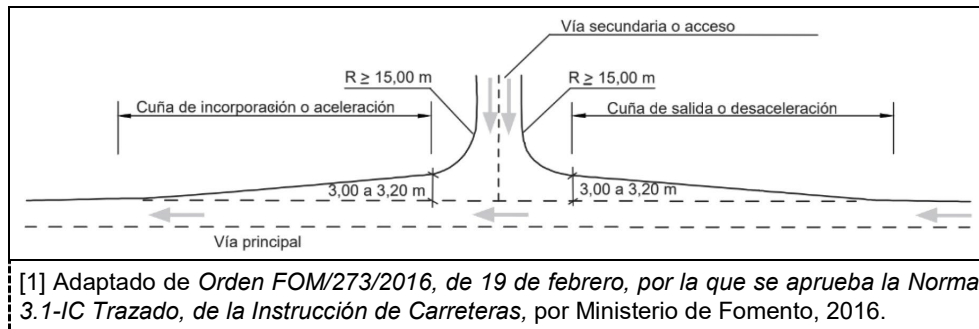
Figura 22.- Carriles de convergencia y de divergencia [1]



Estos carriles deben tener un ancho entre tres (3) y tres coma veinte (3,20) metros, en caso de que exista una curva, se debe considerar el sobreechanco requerido y la pendiente transversal debe ser igual que el de los carriles centrales.

7.8.1.1.2. Cuñas de cambio de velocidad: cuando las vías de circulación continua no tienen carriles laterales, la incorporación o desincorporación debe realizarse a través de una ampliación del arroyo vial de forma triangular cuya función es permitir el incremento o reducción gradual de la velocidad. Existen dos tipos: cuña de aceleración (de incorporación) y cuña de desaceleración (de desincorporación). En caso de que no sea posible implementar este tipo de cuñas, la velocidad de proyecto del carril de la extrema derecha debe ser de treinta (30) kilómetros por hora. La sección característica de la cuña corresponde a lo indicado en la figura 23.

Figura 23.- Cuñas de cambio de velocidad [1] [a]



La longitud de las cuñas de cambio de velocidad se establece en la tabla 32 en función de la velocidad del proyecto.

Tabla 32.- Longitud de las cuñas de cambio de velocidad [1]

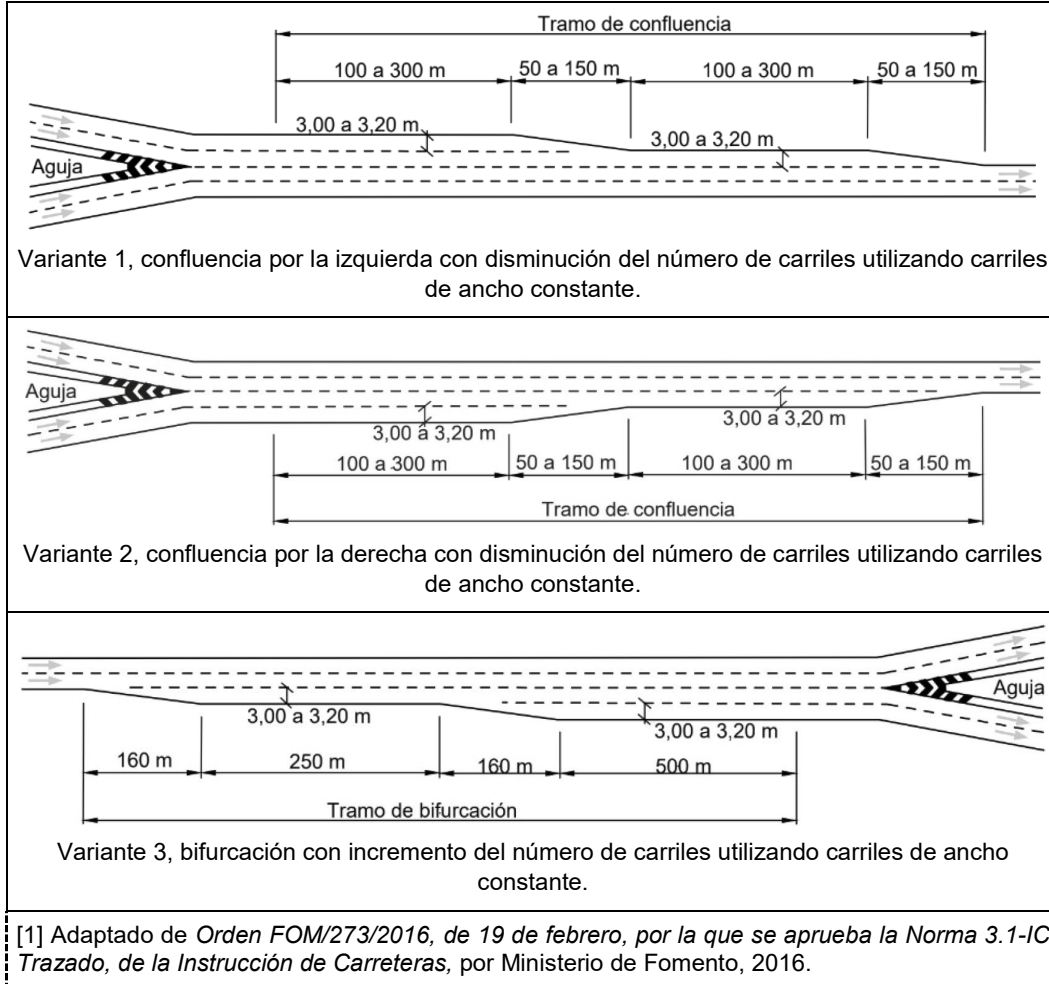
Velocidad de proyecto km/h	Longitud de las cuñas de aceleración y desaceleración m
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

[1] Adaptado de de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

7.8.1.1.3. Carriles de confluencia o bifurcación: esta configuración corresponde a la eliminación o aumento de carriles, de forma gradual, en la confluencia de dos vías hasta alcanzar la sección típica de la vía de circulación continua. Pueden ser de ancho constante o variable.

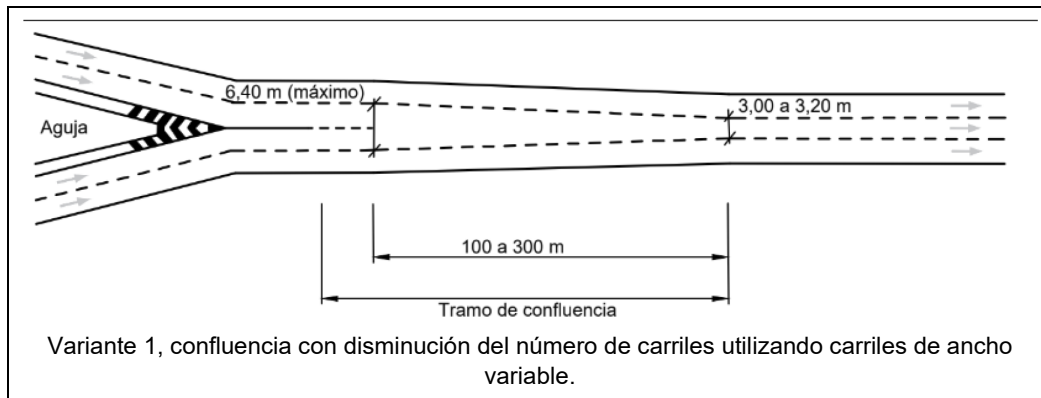
Carriles de ancho constante: debe ser entre tres (3) y tres coma veinte (3,20) metros y sus variantes se muestran en la figura 24.

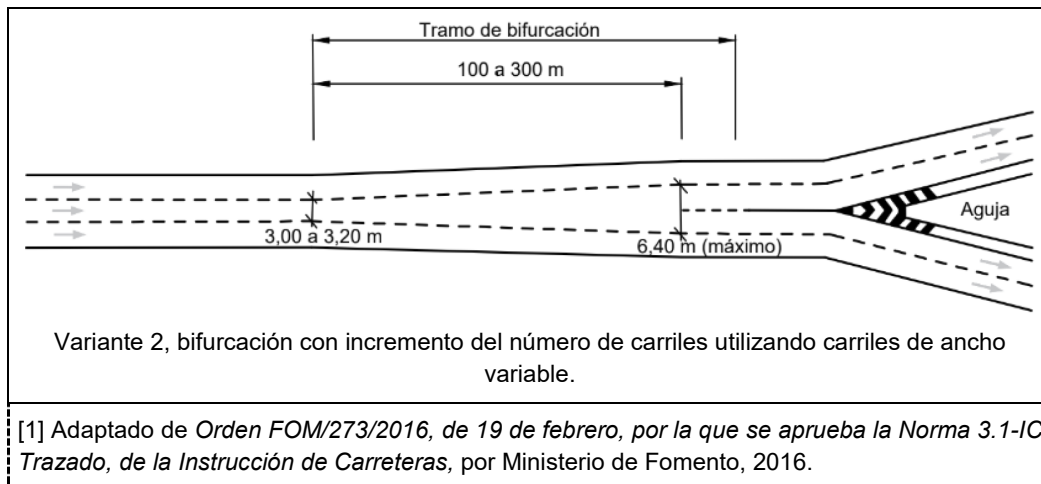
Figura 24.- Transiciones con modificación en el número de carriles [1]



Carriles de confluencia o bifurcación de ancho variable: deben proporcionar una variación lineal del ancho de carril entre tres (3) y seis coma cuarenta (6,40) metros, como se muestra en las variantes de la figura 25.

Figura 25.- Modificación de número de carriles con ancho variable [1]





7.9. Secciones: es la intersección de la vía con un plano vertical perpendicular al eje, en un punto cualquiera, (transversal) y muestra las dimensiones y características de los elementos que se mantienen constantes en un tramo específico de ella; existen tres tipos: sencilla, separada y compuesta.

7.9.1. Sección sencilla: consiste en un arroyo de uno o dos sentidos de circulación con aceras a cada lado. Se debe utilizar este tipo de sección cuando se presente alguna de las siguientes características:

- un derecho de vía restringido en donde se requiera aprovechar toda la capacidad de vía potencial para distribuir libremente los carriles de circulación y áreas de estacionamiento;
- se requiera un diseño sencillo de intersecciones; y
- en tramos de doble sentido con flujos vehiculares bajos que posibiliten el acceso directo a los predios desde cualquier dirección sin necesidad de retornos.

No se debe utilizar este tipo de sección en vías direccionales con una velocidad de proyecto de cincuenta (50) kilómetros por hora debido a que no existe ninguna protección contra impactos frontales.

7.9.2. Sección separada: consiste en dos arroyos de circulación de sentido único, divididos por una faja separadora y aceras a los dos lados. Se debe utilizar este tipo de sección cuando se presente alguna de las siguientes características:

- tramos de doble sentido con velocidad de proyecto mayor a cincuenta (50) kilómetros por hora;
- espacio para alojar faja separadora de por lo menos ciento cincuenta (150) centímetros en la que se pueda construir áreas de vuelta izquierda o de retornos en "U", las cuales de preferencia deben ser a través de carriles protegidos para disminuir el riesgo de alcances;
- se requiere resguardar el cruce de personas peatonas en el cambio de sentido de circulación del tránsito; y
- existen conflictos entre el tránsito de frente y los giros a la izquierda para entrar y salir de predios, que obligue a la consolidación de vueltas izquierdas a través de una faja separadora.

7.9.3. Sección compuesta: consiste en uno o dos arroyos viales centrales delimitados por fajas separadoras laterales, este tipo de sección se debe utilizar cuando exista un tránsito local a baja velocidad que requiera ser separado del tránsito de paso a efecto de ofrecer mayor agilidad del flujo.

Si existen intersecciones a nivel, los movimientos de entrada y salida de los arroyos centrales se deben realizar a través de carriles de incorporación y desincorporación en los tramos intermedios, a efecto de evitar añadir movimientos conflictivos en los cruces con otras vías, alargar el tamaño de la intersección o aumentar los tiempos de ciclos semafóricos.

Aunque no es muy habitual, la sección de una vía puede ser asimétrica, dependiendo de los requerimientos operacionales y constituyen un simple desajuste estético.

7.10. Gálibo vertical: es la altura libre mínima por encima del arroyo vial que debe ser al menos igual a la máxima altura de diseño de los vehículos autorizados en la vía, y considerando una dimensión adicional para contar con una tolerancia debido a las irregularidades de la vía o por las características de los vehículos. Para el caso de las áreas de circulación peatonal y no motorizada, la altura permite que las personas usuarias no impacten con estructuras u otros objetos y en espacios cerrados, evita la percepción de inseguridad. En la tabla 33 se indican las alturas mínimas para cada tipo de persona usuaria.

Tabla 33.- Alturas mínimas por tipo de persona usuaria [1]

Tipo de vía	Altura mínima
Áreas de circulación peatonal	2,50
Vías ciclistas	2,70
Vías para vehículos motorizados	5,00 [a] 5,50 [b]

Adaptado de Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV, por SEDESOL, 2001. [a] En proyectos de mejoramiento.

[b] En proyectos de vía nueva (deseable).

8. Técnicas de diseño

El diseño de las vías requiere de un conjunto de parámetros para cada tipo de persona usuaria. Las técnicas de diseño deben considerar sus necesidades, vulnerabilidades y las características estructurales de las vías; asimismo, a efecto de garantizar su seguridad, eficiencia, comodidad y convivencia respetuosa de los derechos de toda la población. Los criterios mínimos de los que debe partir todo diseño de calles son los siguientes:

- accesibilidad y conexión al mayor número posible de generadores de viaje, recorriendo distancias mínimas a los destinos y con tratamiento de las vías que permitan la fácil orientación de personas usuarias;
- geometría vial adecuada al tipo, necesidades y número de personas usuarias considerando las actividades que se realizan o se proyectan realizar en el espacio público, el comportamiento de los aforos y los usos de suelo adyacentes;
- diseño vial que garantice una distribución ordenada y segura de los flujos modales. Se debe observar en todos los casos la jerarquía de movilidad con el objeto de comunicar con efectividad, eficacia e inclusión social los movimientos peatonales y vehiculares para evitar siniestros viales;
- trayectorias claras y directas que permitan a las personas usuarias de vehículos motorizados enfocarse en los desplazamientos de otras personas y reducir el riesgo que implica concentrarse en sus propios movimientos;
- proyección de vías que propicien un uso equitativo, flexible, intuitivo, con posibilidades para medir errores y realizar rectificaciones, que reduzcan al mínimo el esfuerzo físico y que cuenten con información oportuna, suficiente y perceptible; y
- las técnicas de diseño de vías deben desarrollarse y considerar en su implementación datos verificables, claros, relevantes, económicos, disgregados por sexo y edad, susceptibles de ser monitoreados y evaluados en el tiempo para garantizar la transparencia en la aplicación de los criterios enunciados anteriormente.

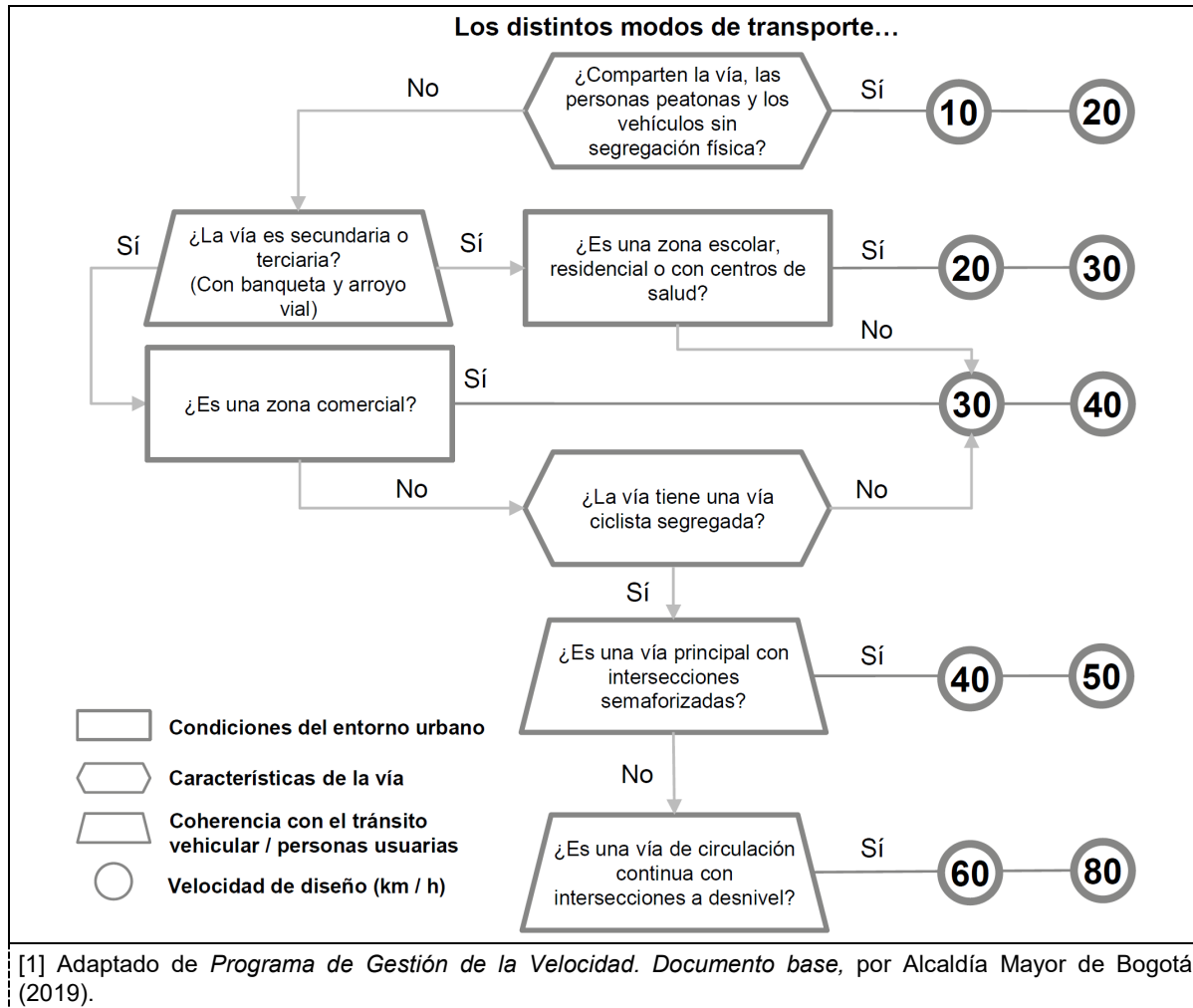
En el diseño de nuevas vías o en su rehabilitación, se debe plantear una distribución del espacio asignado a cada grupo de personas usuarias, por lo que se debe disponer de un nivel de servicio favorable a personas peatonas, ciclistas y conductoras de vehículos motorizados, así como el establecimiento de áreas estanciales dentro de la vía.

Se deben restringir los carriles de circulación o áreas de estacionamiento de vehículos motorizados para aumentar el ancho de aceras, así como implementar infraestructura ciclista y para el transporte público, los cuales, en el proyecto, deben tener las condiciones indicadas en este Proyecto de Norma.

La reasignación del espacio vial debe iniciar con la gestión de la velocidad, a efecto de lograr que los desplazamientos y las actividades estanciales se lleven a cabo en condiciones de seguridad y comodidad, se deben implementar medidas que contribuyan a igualar la diferencia entre la velocidad de operación con la velocidad proyectada. Para establecer los límites de velocidad se deben aplicar las siguientes medidas:

- clasificar las vías según sus especificaciones, características operacionales y las condiciones de su entorno;
- definir un límite de velocidad coherente para la vía según sus características, para lo cual se debe seguir la metodología indicada en la figura 27, e;
- implementar modificaciones al trazo geométrico y colocación de dispositivos para el control del tránsito que obliguen a las personas conductoras a respetar los límites de velocidad, de acuerdo con las especificaciones que se detallan en el inciso 10.8.

Figura 27.- Diagrama de flujo para establecer velocidades seguras [1]



8.1. Infraestructura vial peatonal: se debe conformar como una red de espacios estanciales y de tránsito que estructuren los desplazamientos dentro de los centros de población. El diseño de las redes peatonales principales debe generar contextos de seguridad y comodidad que incentiven los desplazamientos peatonales y ofrecer condiciones que reduzcan el ruido y la contaminación, dar protección a la persona peatona frente a los vehículos motorizados, conectar el mayor número posible de puntos de origen y destino de la manera más directa evitando recorridos innecesarios.

La rehabilitación de vías en centros históricos o áreas consolidadas deben ampliar la red peatonal y conectarla con las zonas adyacentes. El diseño de estos espacios debe basarse en los siguientes requisitos:

- seguridad vial y ciudadana: debe generar una percepción de protección a través de la vigilancia natural de los espacios y respecto a los vehículos motorizados;

- accesibilidad: debe contar con espacios de circulación sin obstáculos con tramos continuos para los desplazamientos peatonales.
- comodidad: debe contar con elementos que protejan de las inclemencias atmosféricas, el ruido y con óptimas condiciones del pavimento, así como mobiliario urbano que permita el descanso durante un trayecto peatonal;
- coherencia y continuidad: debe propiciar un diseño fácilmente comprensible que oriente a las personas usuarias a través de una de una red continua, legible y directa; y
- atractivo: debe tener factores estéticos que otorguen una sensación de agrado e interés por el entorno.

Para garantizar la integración de las actividades públicas se requiere dar continuidad al diseño de la vía por lo que se deben seguir los siguientes criterios:

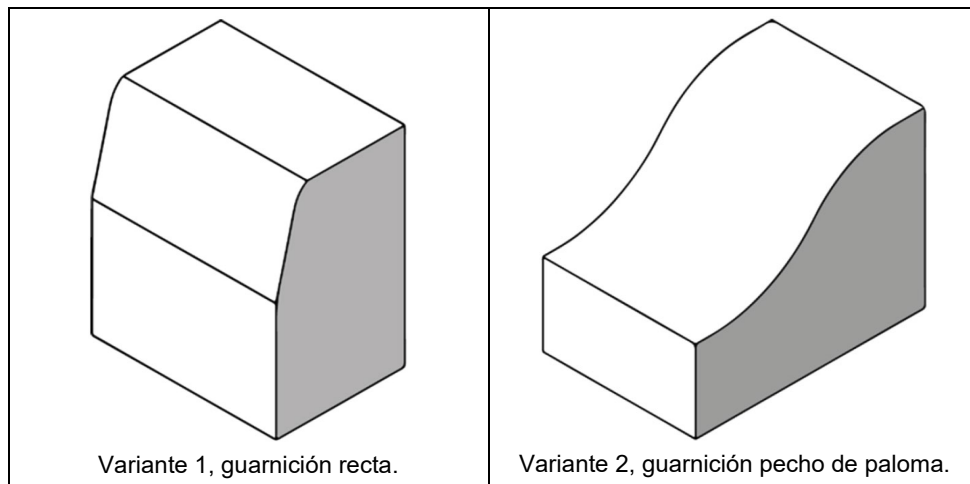
- se debe proveer de una orientación adecuada, de elementos de sombra y de pavimentos que no absorban calor a efecto de proteger los trayectos peatonales de las condiciones meteorológicas extremas;
- se deben reconocer funciones concretas por cada tramo, generando áreas amplias para permitir la presencia de otras personas usuarias sin reducir el área de circulación. Se deben evitar tramos rectos demasiado largos, que produzcan monotonía por lo que se deben crear espacios diversos que produzcan contrastes;
- para salvar desniveles se deben colocar rampas con pendientes acordes a lo estipulado en el inciso 8.1.1.1.;
- se debe propiciar que el espacio público se encuentre libre de obstáculos a efecto de que la persona usuaria tenga una amplia visión del entorno y que pueda reconocer hitos que le permitan guiarse, asimismo, se deben establecer sistemas de orientación e identificación; y
- se debe considerar alumbrado público a escala humana con postes a baja altura que generen una percepción de seguridad y que mejoren la imagen urbana. Se debe cuidar que las luminarias estén separadas de los árboles a efecto de evitar que su fronda obstruya el cono de iluminación.

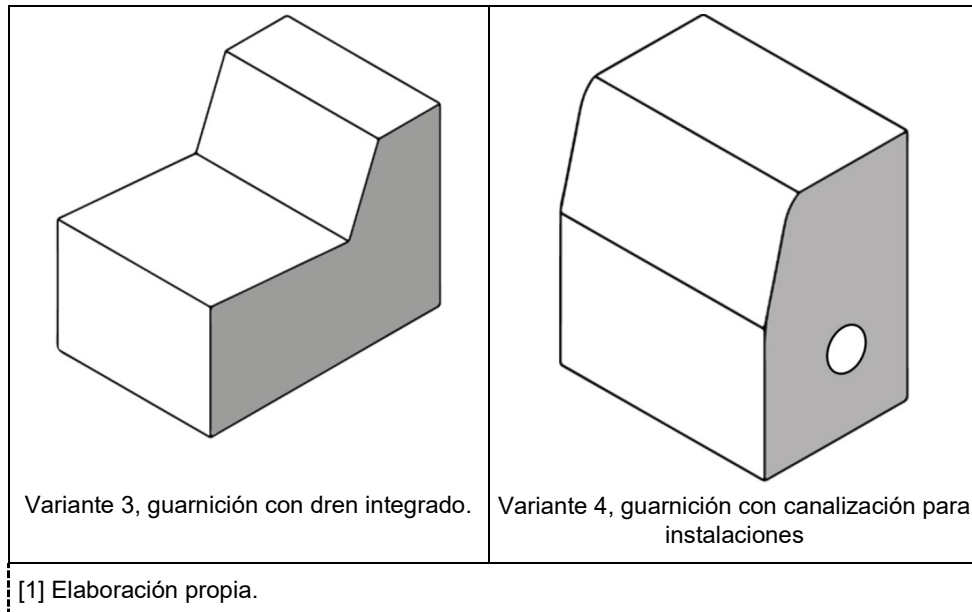
8.1.1. Acera o banqueta: franja longitudinal que sirve para la circulación y estancia de personas peatonas, así como para el alojamiento de infraestructura, servicios, mobiliario urbano y vegetación, generalmente pavimentada y elevada con respecto al arroyo vial, delimitada por este y los linderos de los predios. Se integra por los siguientes componentes:

Franja de guarnición: elemento longitudinal que delimita el área de circulación peatonal del área vehicular, para la construcción de banquetas la altura de las guarniciones debe tener entre quince (15) y dieciocho (18) centímetros con respecto al nivel del arroyo vial. En rampas peatonales, accesos vehiculares a predios o en vías ciclistas se debe reducir el peralte de las guarniciones a un máximo de un (1) centímetro. En calle de plataforma única, su inclusión debe considerar las necesidades del proyecto y características del sitio y en su caso, su altura debe estar nivelada a la franja de circulación peatonal.

Las guarniciones deben ser elementos constructivos independientes del pavimento de la acera a efecto de evitar fisuras, daños por efectos térmicos y por cargas físicas, pueden construirse in situ o ser piezas prefabricadas conforme a los tipos indicados en la figura 28; asimismo, antes de colocar las guarniciones, se deben prevenir las alturas en las rampas en esquinas y para los accesos vehiculares a predios.

Figura 28.- Tipos de guarniciones [1]





Franja de mobiliario urbano y vegetación: espacio destinado para colocar mobiliario, señalización, vegetación y otros elementos de infraestructura. Esta franja se debe suspender en las esquinas a siete coma cincuenta (7,50) metros previo a la guarnición de la acera transversal, por lo que en este espacio solo se debe colocar señalización vial, nomenclatura o elementos de protección a la persona peatona, siempre y cuando no genere obstáculos para el tránsito y visibilidad de las personas usuarias.

Franja de circulación peatonal: espacio para el desplazamiento de las personas usuarias en las banquetas. En caso de que la franja de circulación peatonal sea compartida o adyacente con la vehicular a un mismo nivel, se debe delimitar y diferenciar el límite de la acera mediante cambio de textura en pavimento con un ancho mínimo de treinta (30) centímetros, color de contraste y alineamiento de elementos de protección a la persona peatona, tales como bolardos.

Las circulaciones que cuenten con lados expuestos hacia vacíos deben contar con una protección lateral. La protección puede ser de cualquier material, firme y con una altura de diez (10) centímetros para desniveles laterales de máximo treinta (30) centímetros. Para mayores desniveles se debe colocar un barandal, muro o elemento de protección a una altura de mínimo 90 cm.

Franja de fachada: espacio de amortiguamiento entre la franja de circulación y el paramento de las edificaciones que sirve para la permanencia momentánea de la persona peatona, se define proporcionalmente en función de la actividad y de la intensidad de ésta, una calle con vocación comercial intensa requiere de más espacio para funcionar de manera adecuada, sobre todo cuando existen enseres en la vía.

Los elementos arquitectónicos tales como pilastras, sardineles, marcos de puertas y ventanas situados a una altura menor de dos coma cincuenta (2,50) metros sobre el nivel de acera, pueden sobresalir del alineamiento hasta diez (10) centímetros. Cualquier objeto que sobresalga de los paramentos más de diez (10) centímetros, su base puede empezar a sesenta y ocho (68) centímetros o menos del piso, siempre y cuando no invada la franja de circulación peatonal. Si sobresale menos de diez (10) centímetros, no importará la altura de la base del objeto. En caso de que exceda estas medidas se instalará franja de pavimento táctil, protecciones laterales o cualquier otro elemento que permita su detección con el pie o bastón blanco, en la proyección del objeto en piso.

Se pueden colocar jardineras internas de acuerdo al ancho de acera sin invadir la franja de circulación peatonal y las características de la vegetación deben impedir que una persona pueda ocultarse.

En un nuevo proyecto o de mejora de una calle se debe determinar la dimensión de la franja peatonal con base en sus niveles de servicio, la vocación y tipo de vía de la que se trate; sin embargo, el ancho total de la acera no debe ser menor a cuatro (4) metros en vías primarias, de tres coma treinta (3,30) metros en calles secundarias y de dos coma cincuenta (2,50) metros en calles terciarias. El ancho total de la acera debe ser igual a la suma de la franja de circulación peatonal más la franja de guarnición y a estas, añadir las otras franjas en función del uso y volumen peatonal. Para determinar las dimensiones de las franjas que integran la acera se debe seguir lo indicado en la tabla 50.

Tabla 50.- Secciones mínimas de las franjas que integran la banqueta [1]

Ancho de acera m	Franja de guarnición m	Franja de servicios m	Franja de circulación peatonal [a] m	Franja de fachada m
2,20 [b]	0,15	0,55	1,80	No aplica
≤ 4,00	0,15 a 0,30	0,55 a 0,80	1,80 a 2,75	0,05 a 0,30
≤ 7,00	0,15 a 0,40	0,80 a 2,75	2,75 a 3,50	0,30 a 0,60
≤ 10,00	0,15 a 0,40	2,75 a 3,65	3,50 a 5,00	0,60 a 1,20

[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

[a] Debe estar libre de cualquier obstáculo en toda su longitud.

[b] En zonas históricas, el valor mínimo puede ser 2,20 m con una franja de circulación peatonal de 1,50 m, en caso contrario, se debe implementar una calle de tránsito mixto y espacios de maniobras para personas usuarias de sillas de ruedas.

Todas las franjas deben estar preferentemente al mismo nivel y con una pendiente continua máxima del dos (2) por ciento en sentido transversal para el drenaje pluvial y evitar encharcamientos. En caso de existir diferencias de nivel en sentido longitudinal, se debe tener una pendiente máxima del cinco (5) por ciento con una longitud de ocho (8) metros, en caso de tener una pendiente o longitud mayor, se requiere de plataformas de descanso. Los desniveles de hasta treinta (30) centímetros y pendiente de hasta cinco (5) por ciento pueden ser salvados con rampas sin pasamanos.

Las áreas de circulación peatonal deben cumplir con alturas libres mínimas a efecto de otorgar condiciones de seguridad y comodidad libre de objetos volados, colgantes, adosados a los paramentos y salientes como lámparas, señalizaciones o similares, como se indica en la tabla 51.

Tabla 51.- Alturas mínimas libres [1]

Elementos	Altura libre m
Mínimo libre	2,50
Techo en pasos subterráneos	3,00
Señales en aceras	2,50
Ramas de árboles	3,00
Marquesinas, balcones y techos sobre aceras	2,50

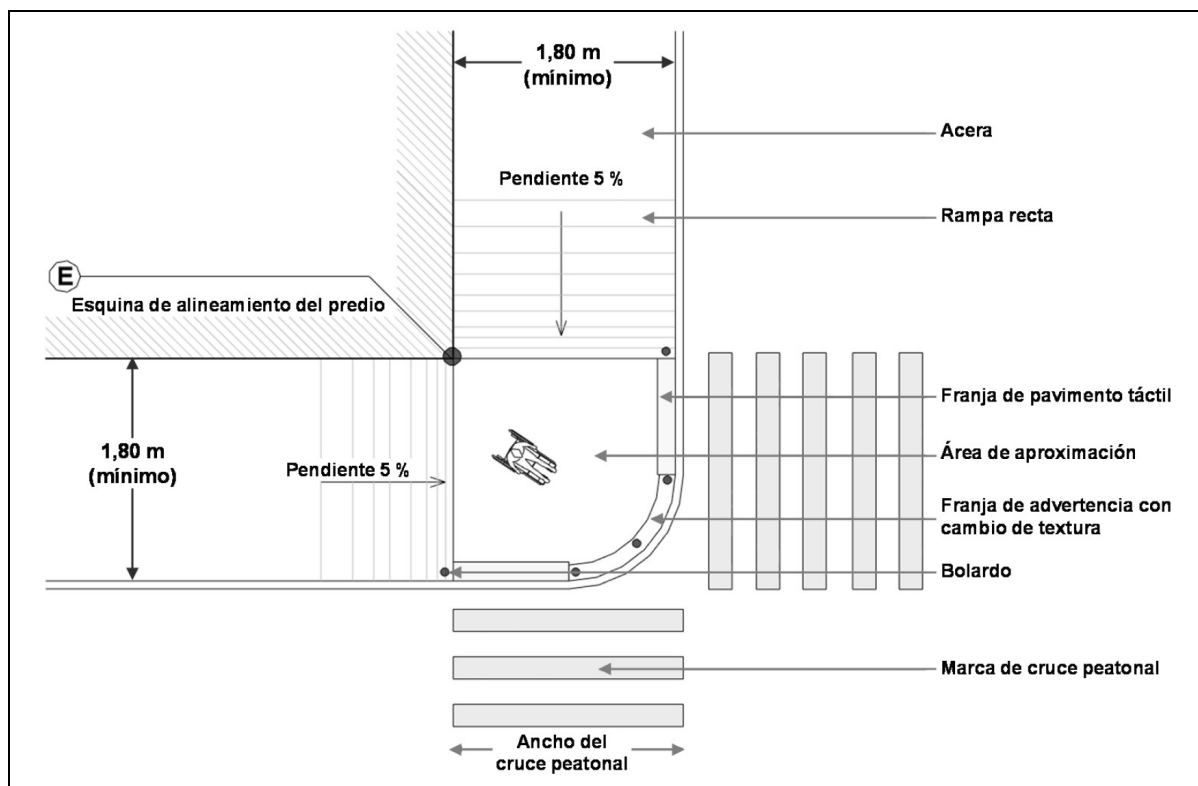
[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

8.1.1.1. Rampas en intersecciones: la transición entre la acera y el cruce peatonal a nivel del arroyo vial requiere de la colocación de rampas para salvar las diferencias de cota vertical a efecto de dar continuidad a la ruta accesible. Deben tener una pendiente máxima del cinco (5) por ciento para peraltes hasta de dieciocho (18) centímetros. Las rampas en ambos lados de la intersección deben estar alineadas entre sí y libres de obstáculos, la señalización vial, nomenclatura o elementos de protección a la persona peatona no deben representar un estorbo por lo que se debe evitar la colocación de postes, mobiliario urbano y objetos similares en estas áreas.

Durante el proceso de construcción de las rampas, se deben nivelar los registros, bocas de tormenta, coladeras o cualquier otro elemento que lo requiera, la superficie debe ser antideslizante y no requerir pasamanos. Las guarniciones que se interrumpen por la rampa se deben rematar con bordes boleados con un radio mínimo de veinticinco (25) centímetros en planta; las aristas de los bordes laterales de las rampas secundarias deben ser boleadas con un radio mínimo de cinco (5) centímetros. Deben contar con bolardos para evitar la invasión de vehículos motorizados y tener una franja de pavimento táctil, colocada posterior a la guarnición, en el límite entre el arroyo vial, en los bordes con el arroyo vial y en todo el ancho del cruce peatonal cuyas características físicas se indican en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). Dependiendo del ancho de la acera o de si se cuenta con extensiones de acera, las rampas se clasifican de la siguiente manera:

Rampas en abanico: rampas rectas laterales de forma rectangular del ancho de la franja de circulación peatonal con una pendiente máxima de cinco (5) por ciento, con área de aproximación con pendiente máxima de dos (2) por ciento hacia el arroyo vehicular, debe coincidir con la dimensión del cruce peatonal y corresponder con las características que se muestran en la figura 29.

Figura 29.- Rampa con abanico (planta) [1]

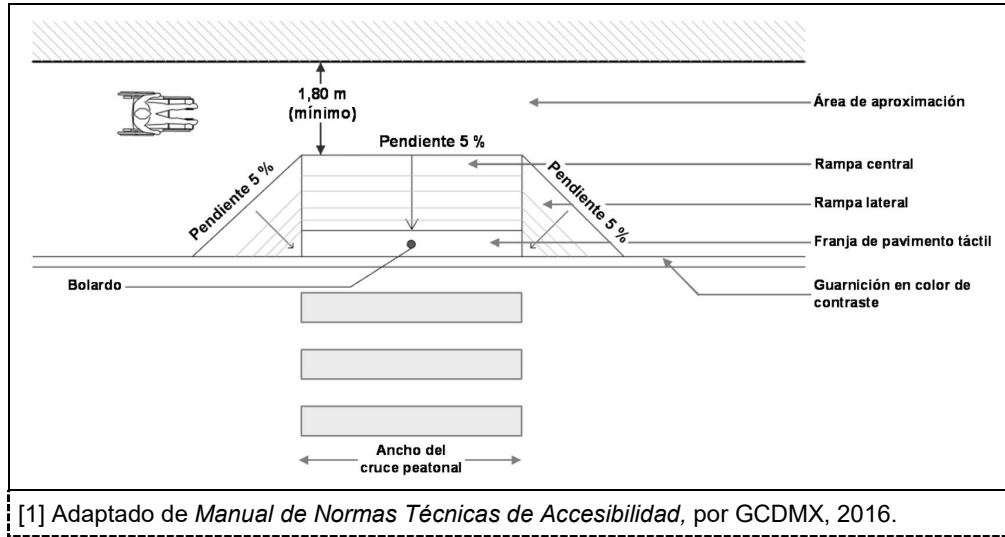


[1] Adaptado de *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*, por GCDMX, 2016.

Rampas con alabeo: se compone de una rampa recta central de forma rectangular con una pendiente máxima de cinco (5) por ciento y con rampas laterales en forma triangular con pendientes máximas de ocho (8) por ciento. Cuando la rampa se encuentra entre mobiliario urbano, postes, áreas ajardinadas u otro tipo de obstáculo, no es necesario alabeo sus bordes. El área de aproximación se encuentra previo al inicio de la rampa a nivel de acera.

El ancho de la rampa recta central debe coincidir con la dimensión del cruce peatonal, por lo que, en ningún caso, los lados alabeados deben estar localizados dentro del ancho del cruce peatonal. Las rampas en acera y los lados alabeados deben estar ubicados de forma que no se proyecten hacia los carriles vehiculares, espacios de estacionamiento, pasillos de acceso al estacionamiento. No se debe colocar ningún elemento a partir de cien (100) centímetros del vértice exterior de la rampa lateral en forma triangular hacia ambos extremos y debe corresponder con las características que se muestran en la figura 30.

Figura 30.- Rampa con alabeo (planta) [1]

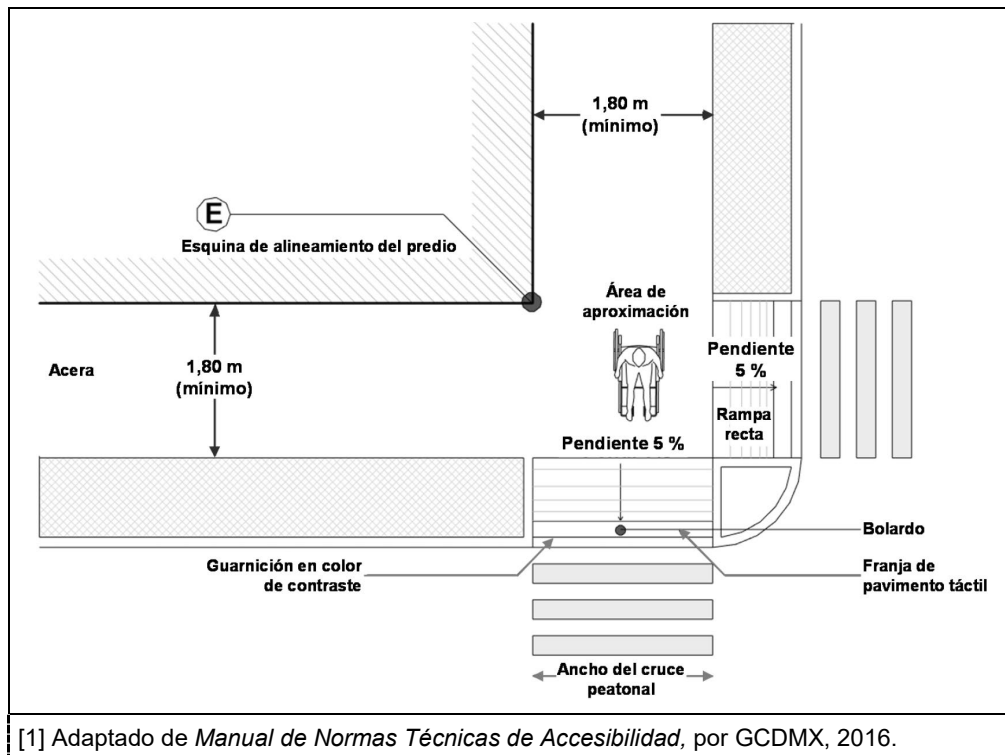


Rampas rectas: se compone de dos variantes.

Variante 1: debe ser de forma rectangular con el área de aproximación a nivel de acera previo al inicio de la rampa, de un ancho mínimo de uno coma cincuenta (1.50) metros, con una pendiente máxima de cinco (5) por ciento hacia el arroyo vial, el ancho de la rampa debe corresponder al ancho de la raya para cruce de peatones de paso peatonal y estar alineada con la rampa de enfrente. Los lados de la rampa recta deben estar confinados para evitar la circulación peatonal perpendicular y permitir la circulación continua sobre la banqueta, en caso de contar con una extensión de banqueta, se puede colocar en este punto.

Se utiliza en aceras mayores a cuatro (4) metros de ancho o que tienen extensiones, a efecto de permitir la circulación peatonal continua, aun cuando una persona usuaria de silla de ruedas se encuentre en el área de aproximación del cruce peatonal y debe corresponder con las características que se muestran en la figura 31.

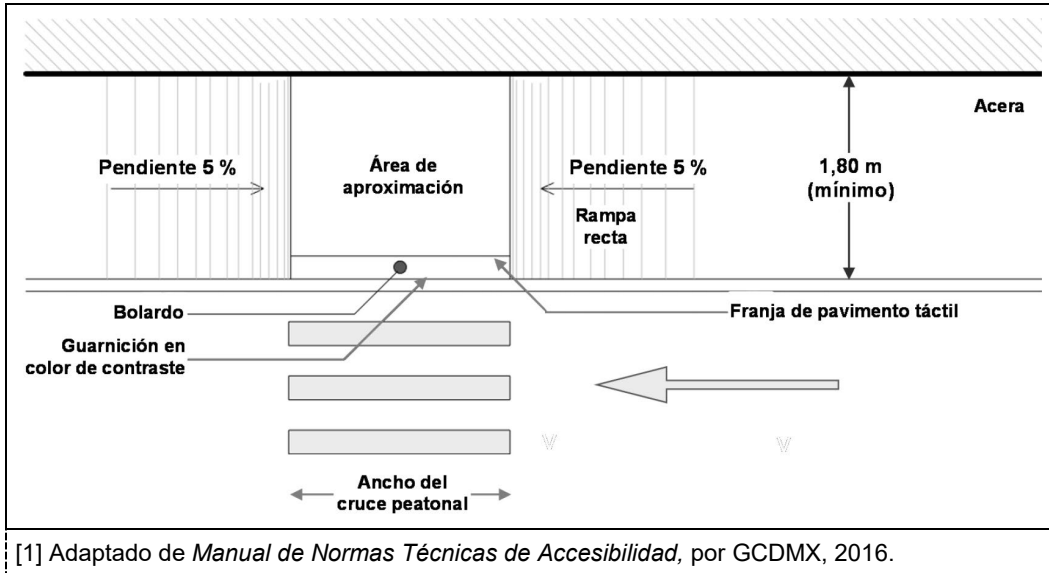
Figura 31.- Rampas rectas, variante 1 (planta) [1]



La cabecera entre ambas rampas debe tener una altura de treinta (30) centímetros y estar libre de elementos que obstaculicen la visibilidad hacia el sentido de la circulación vehicular.

Variante 2: deben ser dos rampas rectas de forma rectangular abarcando la franja de circulación peatonal con una pendiente máxima de cinco (5) por ciento, con un área de aproximación a nivel del arroyo vial con una pendiente máxima de dos (2) por ciento hacia el arroyo vial, debe coincidir con el ancho de la marca de cruce peatonal. Se utiliza cuando existe un cruce peatonal intermedio y el ancho de la acera es menor a cuatro (4) metros y debe corresponder con las características que se muestran en la figura 32.

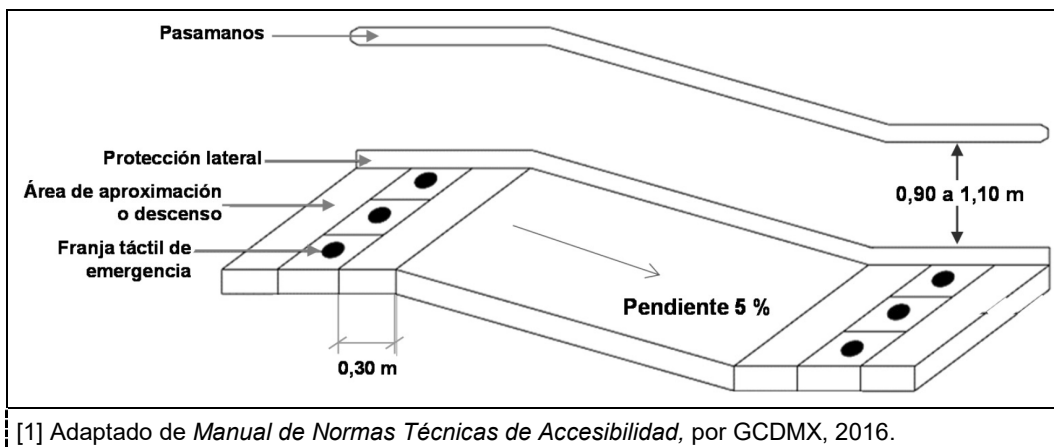
Figura 32.- Rampas rectas, variante 2 (planta) [1]



8.1.1.2. Rampas en tramos intermedios: cuando una acera, sendero o andador tiene una diferencia de nivel en sentido longitudinal o cuenta con escalones se deben librar mediante rampas rectas. Su longitud máxima debe ser con base en las siguientes pendientes máximas: cinco (5) por ciento en una longitud de seis (6) metros a diez (10) metros, ocho (8) por ciento en una longitud de tres (3) metros a cinco coma noventa y nueve (5,99) metros y con una pendiente transversal máxima de dos (2) por ciento.

En caso de contar con rampas de mayor longitud, se deben colocar descansos entre rampas que deben tener un largo mínimo de uno coma cincuenta (1,50) metros, asimismo, se deben colocar cuando existan cambios de dirección. Deben estar construidas con material antideslizante y contar con ruta de pavimento táctil treinta (30) centímetros posteriores al inicio y término de la pendiente de la rampa. Se debe complementar con pasamanos a doble altura de noventa (90) centímetros y setenta y cinco (75) centímetros en ambos lados y con barandal de protección en desniveles mayores a uno coma veinte (1,20) metros, como se muestra en la figura 33.

Figura 33.- Rampas en tramos intermedios [1]



En zonas montañosas con calles que tienen pendientes mayores a dieciocho (18) por ciento se deben implementar áreas de circulación peatonal a través de rampas con trazo en zigzag, por lo que se requiere restringir o eliminar la sección del arroyo vial. El desarrollo de las rampas debe tener una pendiente máxima de cinco (5) por ciento, preferentemente, tener descansos cada seis (6) metros y en cada cambio de dirección.

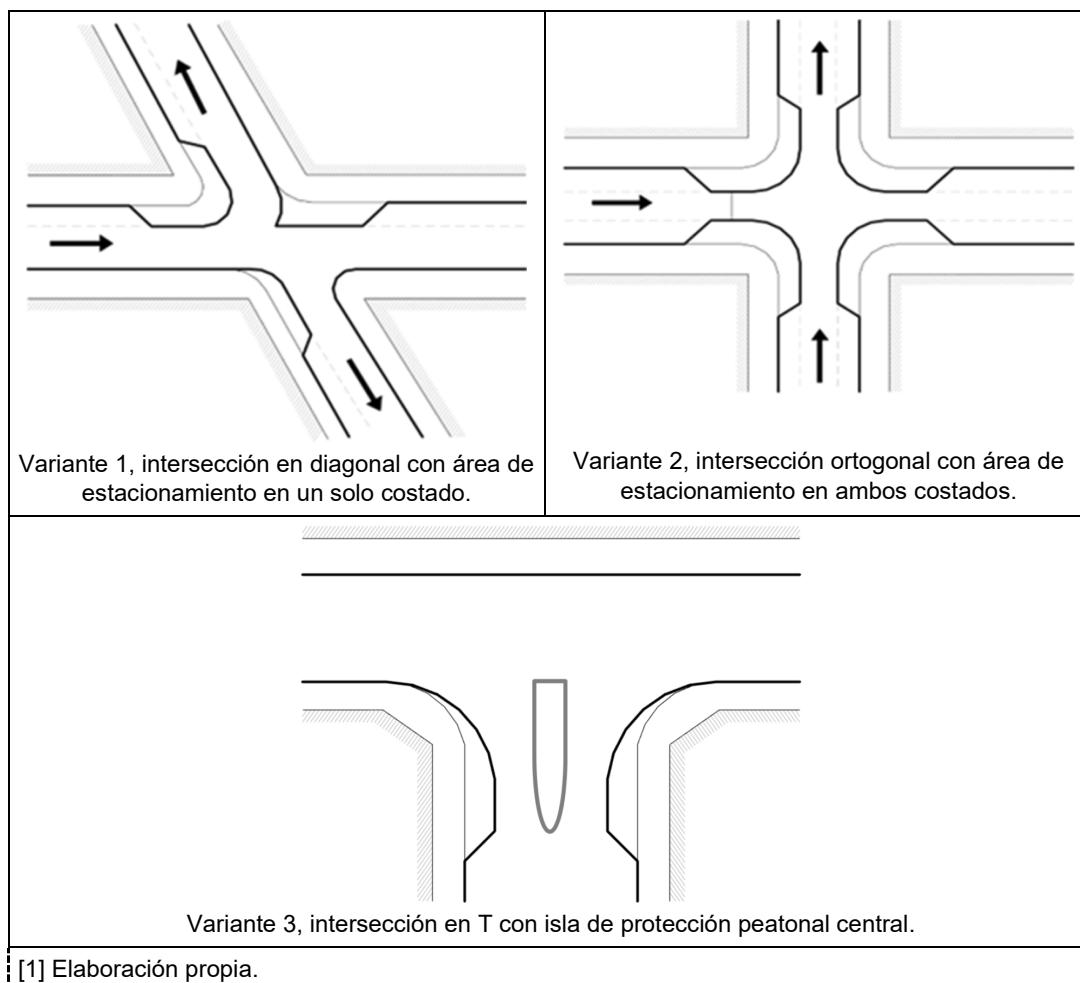
Las áreas de circulación deben estar protegidas por barandales con una altura mínima de noventa (90) centímetros para impedir que las personas usuarias caigan al vacío y deben estar constituidos de elementos que impidan el paso de una esfera de diez (10) centímetros de diámetro entre ellos.

Las rampas deben tener pasamanos a doble altura de noventa (90) centímetros y setenta y cinco (75) centímetros en ambos lados, deben ser de forma redonda u ovalada con un diámetro de tres (3) centímetros a cuatro (4) centímetros y separados cuatro (4) centímetros con respecto al barandal o paramento en el plano horizontal y deben ser continuos entre los tramos, abarcando descansos y cambios de dirección.

8.1.1.3. Extensiones de acera: es un crecimiento de banqueta sobre calles que cuentan con área de estacionamiento, se pueden colocar en las esquinas y tramos intermedios; su ancho es equivalente al cajón de estacionamiento o de las áreas residuales en el arroyo vial. Su objetivo es evitar que los cruces peatonales sean obstaculizados por vehículos detenidos, acortar la distancia de cruce, mejorar la visibilidad entre las personas usuarias y de la señalización vial, facilitar la construcción de rampas cuando existan aceras estrechas, así como evitar giros de vehículos en sentido contrario. Adicionalmente, se pueden utilizar para alojar mobiliario urbano como cobertizos en las áreas de transferencia de transporte público de pasajeros, puestos de comercio en vía pública o estacionamiento de vehículos no motorizados.

El trazo debe priorizar la seguridad de la persona peatona respetando el radio de giro vehicular conforme al inciso XX (radios de giro en extensión de acera) y sin obstaculizar el acceso vehicular a predios. En vías de plataforma única, las extensiones de acera se pueden generar con elementos de protección a la persona peatona. La forma de las extensiones de acera está condicionada a la geometría de la intersección como se indica en la figura 34.

Figura 34.- Extensiones de acera [1]



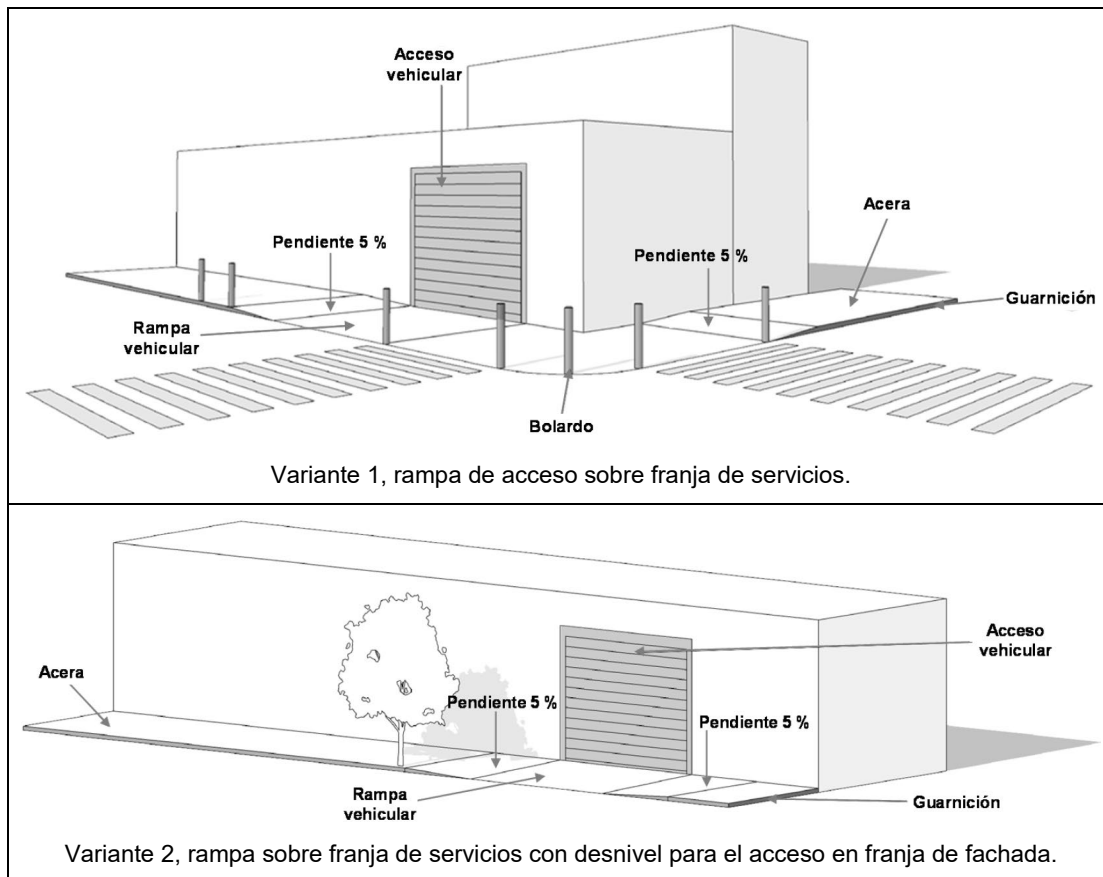
8.1.1.4. Accesos vehiculares a predios: se deben diseñar de tal forma que no representen una discontinuidad en la franja de circulación peatonal, tanto en el plano horizontal, como vertical. A efecto de evitar que vehículos motorizados se estacionen sobre la acera, se puede colocar bolardos en los costados del acceso vehicular. La configuración de los accesos, dependiendo del ancho de la acera y del nivel de piso terminado dentro de los predios, puede ser:

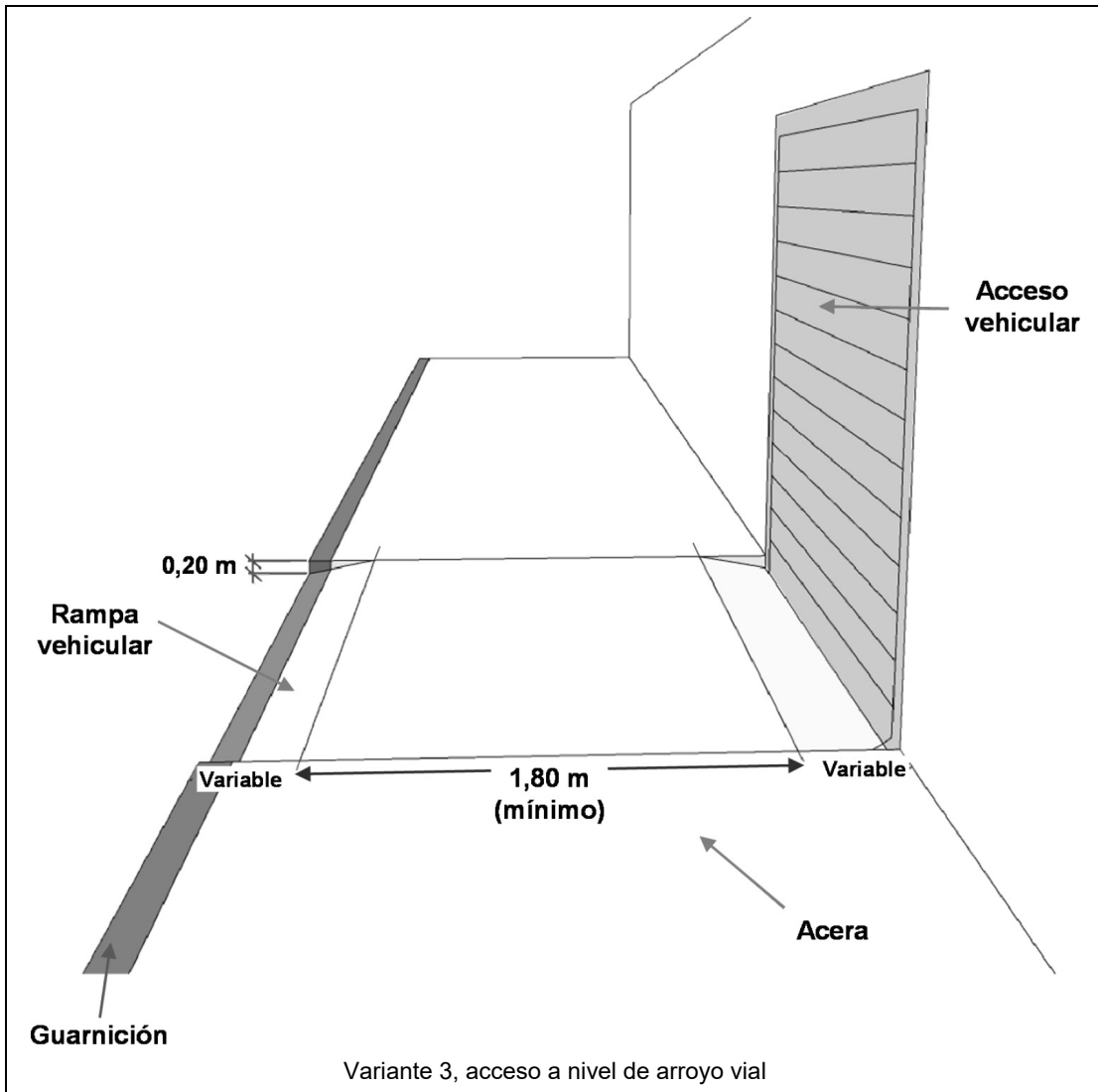
Variante 1: la franja de circulación peatonal conserva el nivel de acera con un ancho mínimo de uno coma cincuenta metros (1,50) metros a partir del paramento hacia el arroyo vial, con una rampa vehicular recta con un ancho no mayor a la franja de servicios. La rampa vehicular debe tener una pendiente máxima de veinte (20) por ciento y no debe ocupar más de una tercera parte del ancho de la banqueta, como se muestra en la figura 35.

Variante 2: cuando el desarrollo de la rampa no permita conservar una franja de circulación peatonal de, mínimo, uno coma cincuenta (1,50) metros de ancho, el acceso vehicular debe conservar el nivel del arroyo vial, por lo que se deben generar dos rampas rectas a los costados del acceso vehicular, con pendiente máxima de cinco (5) por ciento de forma perpendicular a la circulación peatonal, como se muestra en la figura 35.

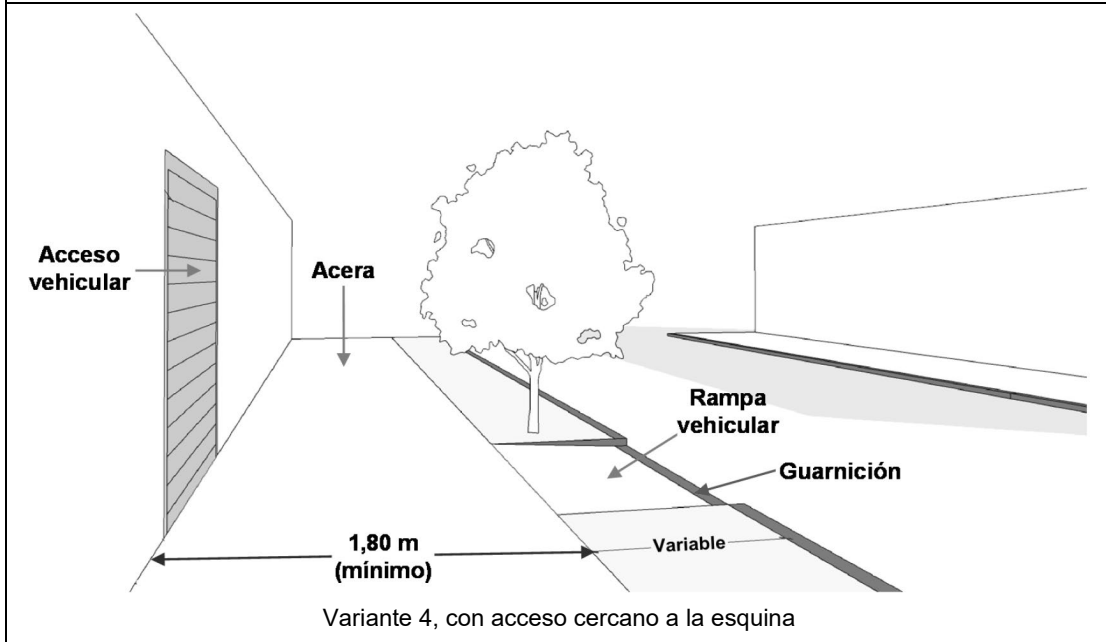
Dependiendo de las condiciones existentes, la solución del acceso vehicular puede presentar otras variantes, siempre y cuando se conserve la continuidad de la franja de circulación peatonal como se muestra en la figura 35.

Figura 35.- Configuración de circulación peatonal con acceso vehicular [1]





Variante 3, acceso a nivel de arroyo vial



Variante 4, con acceso cercano a la esquina

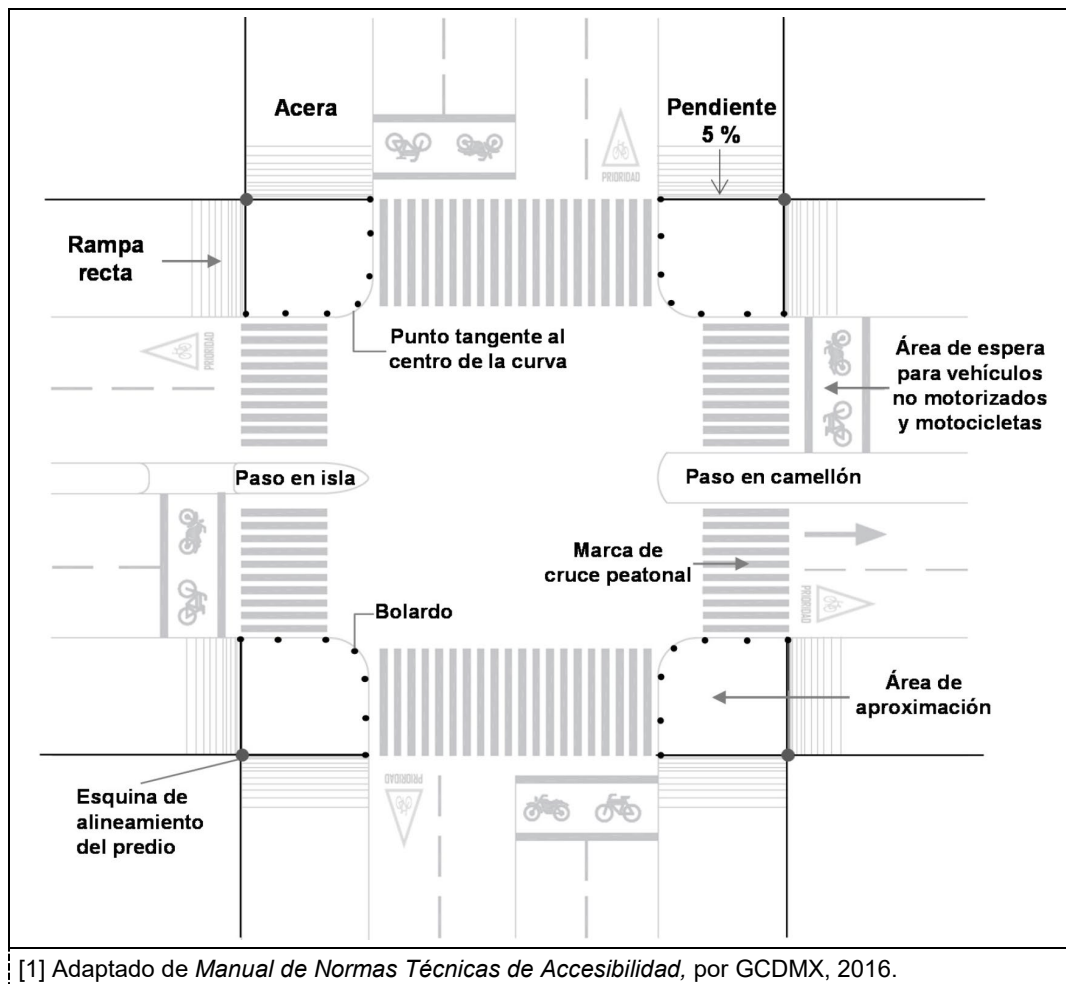
[1] Adaptado de *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*, por GCDMX, 2016.

8.1.1.5. Elementos de protección para la persona peatona: de forma complementaria, se pueden colocar dispositivos en aceras, senderos y andadores que impiden la invasión de vehículos motorizados a las franjas de circulación peatonal a efecto de evitar que las personas peatonas irrumpen en el arroyo vial.

Bolardos: cuando se reduzca el peralte de las guarniciones a nivel del arroyo vial en rampas peatonales, accesos vehiculares a predios o en vías ciclistas, así como para separar el área de circulación peatonal y vehicular en calles de plataforma única, se deben proteger los espacios con bolardos que deben tener una separación a paños entre uno coma cincuenta (1,50) metros a uno coma ochenta (1,80) metros entre ellos o con respecto a postes de señalización o instalaciones municipales. Cuando se coloquen en intersecciones deben estar alineados de forma perpendicular con respecto a los elementos de protección de la acera opuesta.

Cuando se ubiquen en franjas separadoras con un ancho de hasta dos (2) metros, se debe colocar un bolardo al centro, en franjas más anchos se deben colocar los bolardos alineados a las guarniciones. Sus características físicas deben corresponder a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). El emplazamiento de los bolardos debe corresponder a lo indicado en la figura 36.

Figura 36.- Emplazamiento de los bolardos (planta) [1]

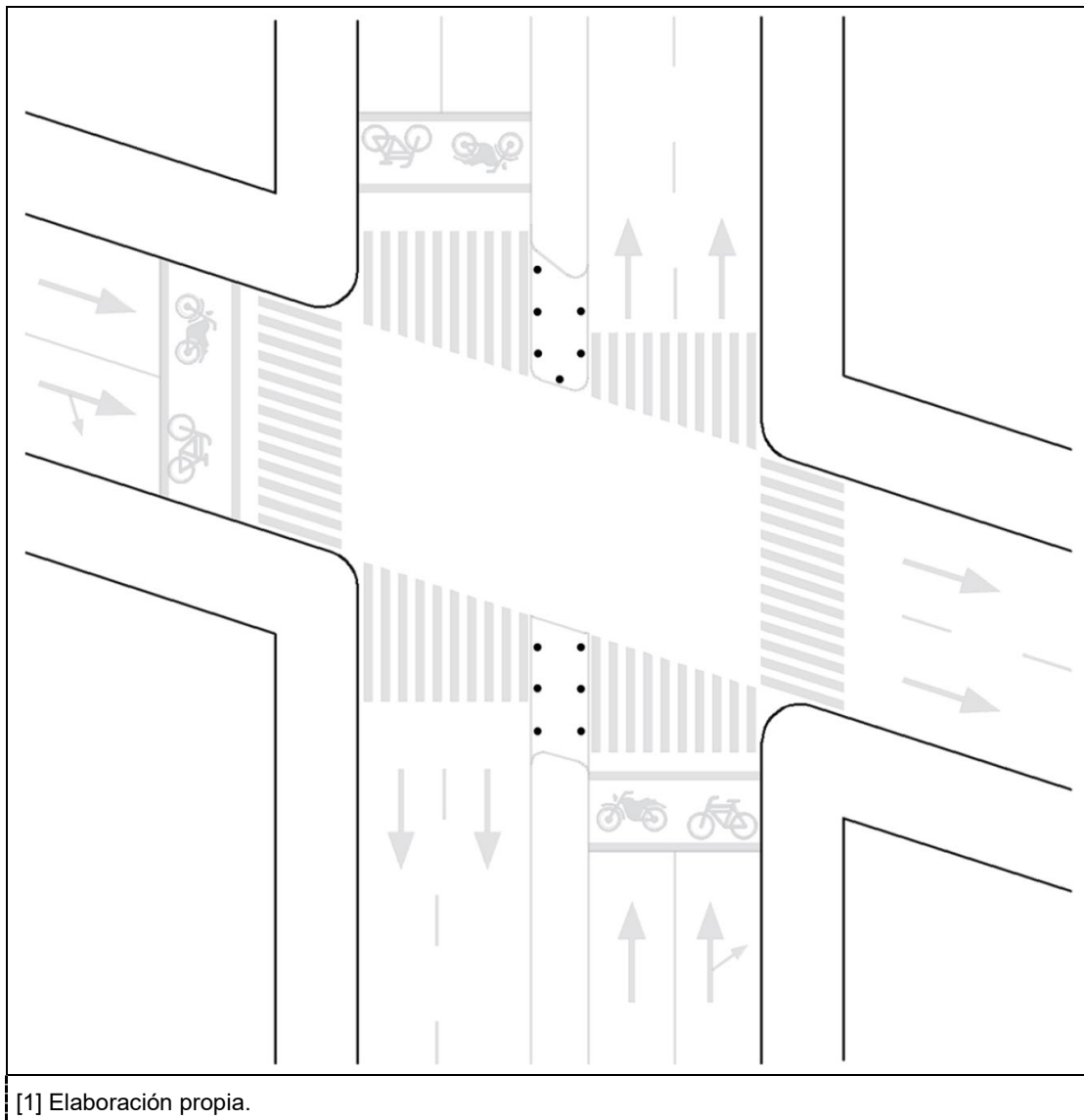


Barreras fijas de protección peatonal: se colocan contiguas a las guarniciones en aceras, senderos y andadores, en áreas escolares, de hospitales y de mercados, o en cualquier otra área donde se requiere encauzar el tránsito peatonal. Cuando se utilicen a efecto de evitar una línea de deseo peatonal desde un acceso a predio de forma perpendicular, deben tener una longitud que abarque el frente del acceso más cinco (5) metros hacia ambos costados; asimismo, cuando se coloquen en aceras con alto flujo peatonal para impedir que las personas peatonas circulen de forma longitudinal sobre el arroyo vial, se deben interrumpir previo a las esquinas siete coma cincuenta (7,50) metros con respecto a la guarnición de la acera transversal. Sus características físicas deben corresponder a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

8.1.2. Cruce peatonal: franja de circulación peatonal sobre el arroyo vial que puede ubicarse en esquina o en tramos intermedios dependiendo de las necesidades de movilidad de la zona y de la traza urbana que determina el largo de las cuadras. El ancho mínimo se determina conforme a lo establecido en la indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011) y, en caso de que el flujo peatonal exceda la capacidad del cruce, se debe definir su dimensión a través de un estudio de ingeniería de tránsito considerando que se requiere una extensión de un (1) metro por cada quinientas (500) personas peatonas por hora en el cruce por lo que se debe incrementar el ancho mínimo. Este cruce se delimita con marcas en pavimento con dimensiones que deben coincidir con las de la rampa en la acera y cuyas características físicas se especifican en la citada norma.

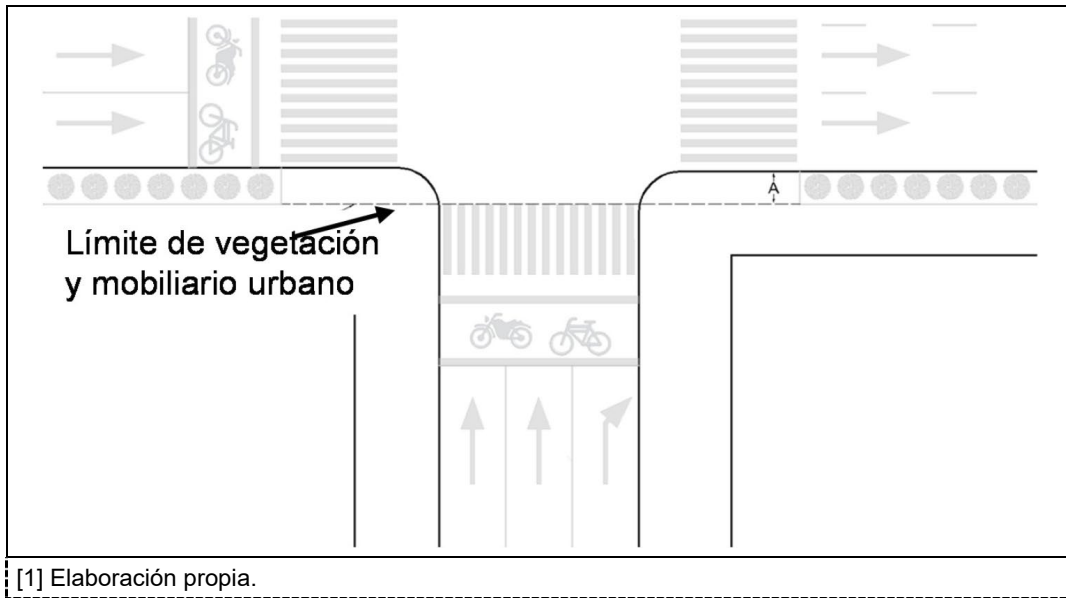
La forma del cruce está definida por la línea de deseo peatonal, normalmente es perpendicular en intersecciones de vías a noventa (90) grados y diagonal cuando la intersección no tiene un ángulo recto. En los sitios donde el cruce peatonal no tiene una trayectoria bien definida por motivos de la geometría de la intersección o por altos volúmenes peatonales, el cruce de peatones se debe definir mediante un estudio de ingeniería de tránsito en cuyo caso si existen rampas en acera, debe tener forma trapecial para permitir que un cruce recto por parte de personas con discapacidad visual como se muestra en la figura 37.

Figura 37.- Cruce peatonal en forma trapecial en intersecciones en diagonal [1]



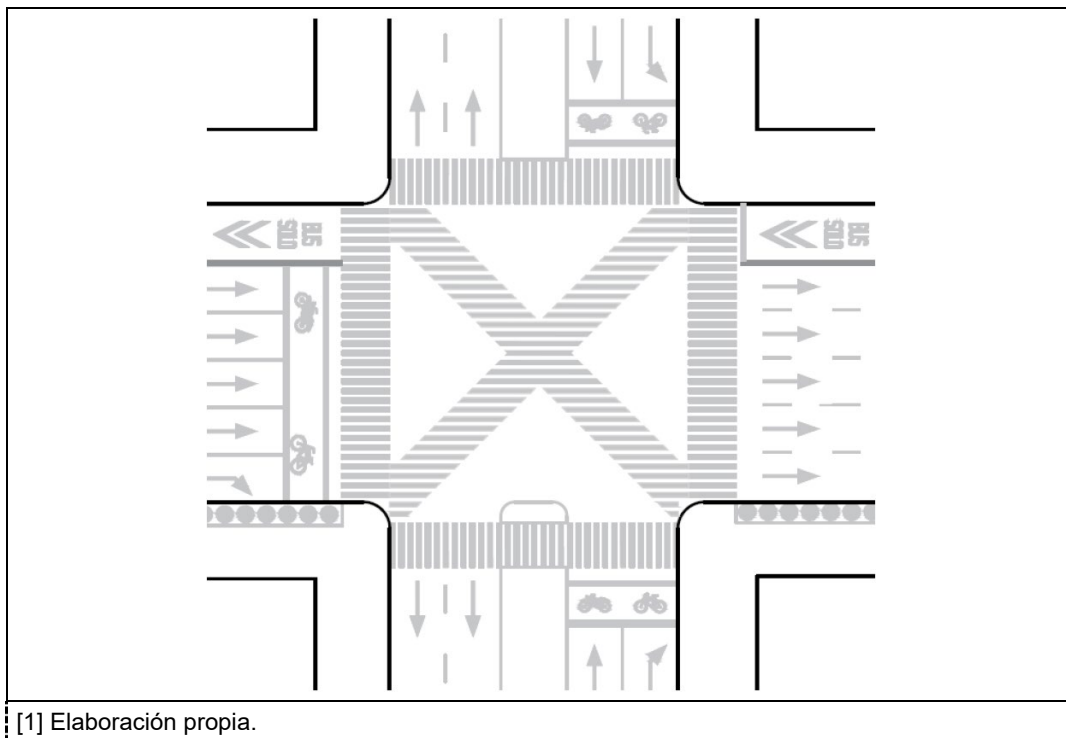
Cuando las aceras cuentan con una franja de servicios mayor a dos (2) metros, el cruce peatonal se debe remeter con respecto a la franja de circulación peatonal como se muestra en la figura 38.

Figura 38.- Cruce peatonal remetero con respecto a la franja de servicios [1]



En las intersecciones con semáforos programados con una fase exclusiva para las personas peatonas que permiten el cruce multidireccional, se debe colocar un cruce en forma diagonal para formar una cruz, como se muestra en la figura 39.

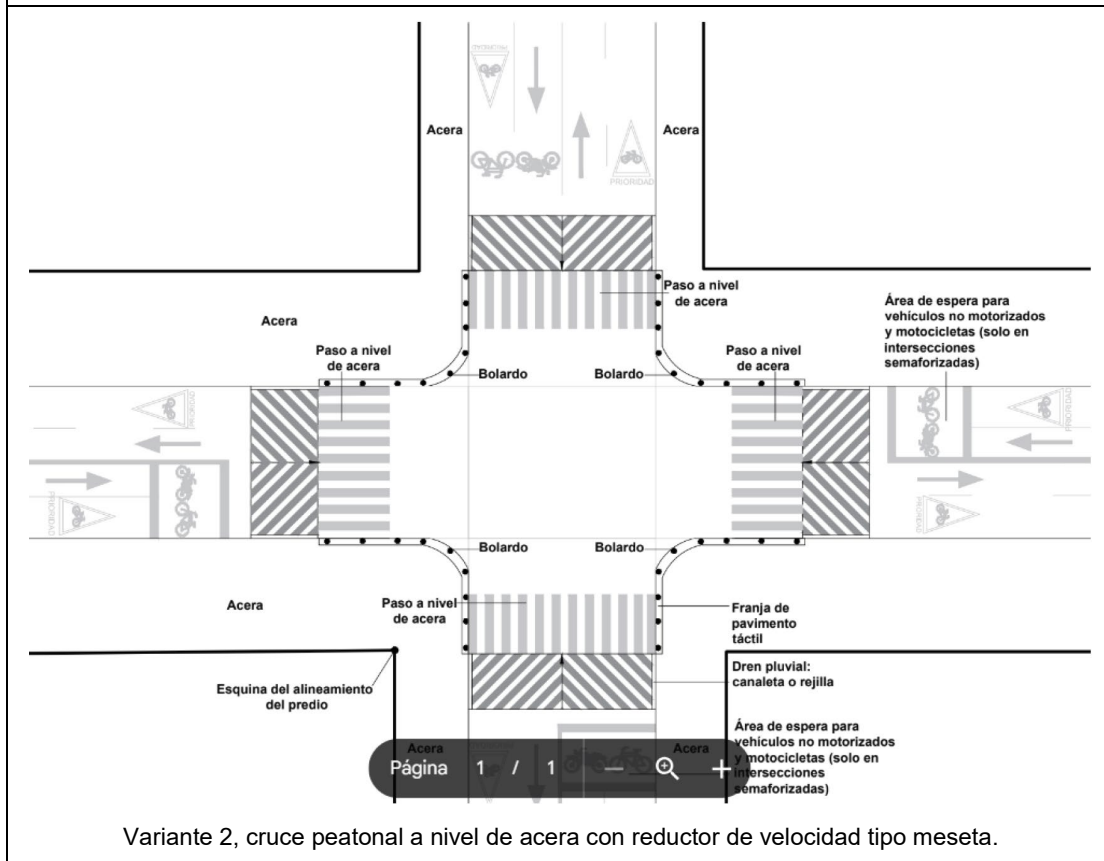
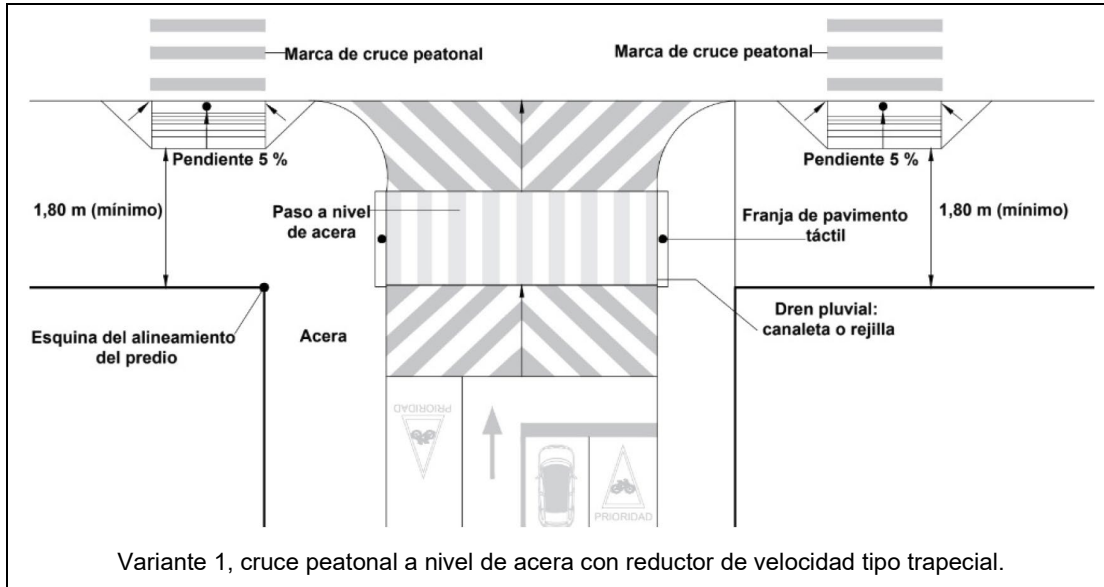
Figura 39 - Cruce peatonal en cruz [1]



Los cruces peatonales deben cumplir con los siguientes componentes, a efecto de garantizar las condiciones de seguridad vial y accesibilidad tales como: rampas y áreas de aproximación alineadas entre sí, franja de pavimento táctil con bolardos, marca de cruce peatonal en arroyo vial, semáforo peatonal audible cuyas características físicas se describen en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

8.1.2.1. Cruce peatonal a nivel de acera: cuando en una vía de hasta cincuenta (50) kilómetros por hora se coloca un reductor de velocidad de tipo trapecial o meseta, el cruce de peatones se debe realizar sin cambiar de nivel a efecto de aumentar las condiciones de seguridad vial y accesibilidad. La dimensión de la plataforma del reductor de velocidad debe ser igual o mayor a la dimensión del ancho del cruce peatonal, debe tener una superficie antideslizante, uniforme y libre de obstáculos como se muestra en la figura 40.

Figura 40.- Cruce peatonal a nivel de acera (planta) [1]



[1] Adaptado de *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*, por GCDMX, 2016.

8.1.2.2. Cruce peatonal en fajas separadoras e islas: cuando existen vías de doble sentido, existe un carril de transporte público de pasajeros en contraflujo o en las que las personas usuarias tienen que cruzar más de cuatro (4) carriles, se deben habilitar áreas de resguardo a personas peatonas a través de fajas separadoras o islas a efecto de disminuir conflictos entre personas peatonas y vehículos motorizados mediante áreas de espera en el cambio de sentido, reducir la distancia del cruce, así como aumentar la visibilidad entre personas usuarias.

Debe colocarse, principalmente, en intersecciones sin semáforo o en tramos intermedios. De igual forma, son adecuadas para los cruces con semáforo, siempre y cuando la fase semaforica tenga el tiempo suficiente para que las personas peatonas crucen la totalidad de la vía.

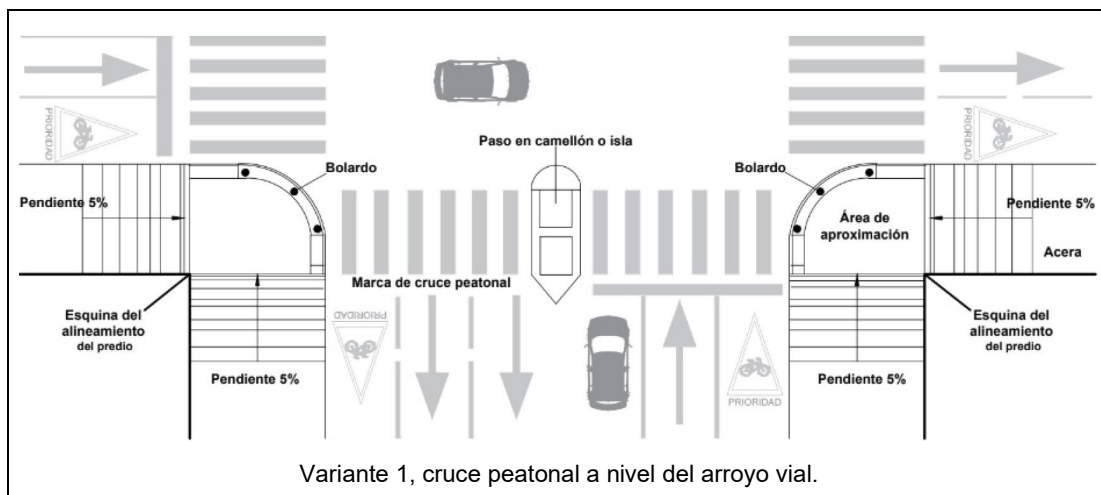
En vías con más de tres carriles por sentido, se recomienda colocar fajas separadoras cumpliendo con las mismas funciones que las islas y pueden ser utilizadas para mejorar la imagen urbana. El ancho del camellón debe ser de más de dos (2) metros (óptimo) o en su defecto, de uno coma cincuenta (1,50) metros (mínimo) para que una persona en silla de ruedas pueda resguardarse con su acompañante y una persona con carriola o con objetos pueda sentirse segura, el cruce peatonal puede tener tres variantes como se muestra en la figura 41.

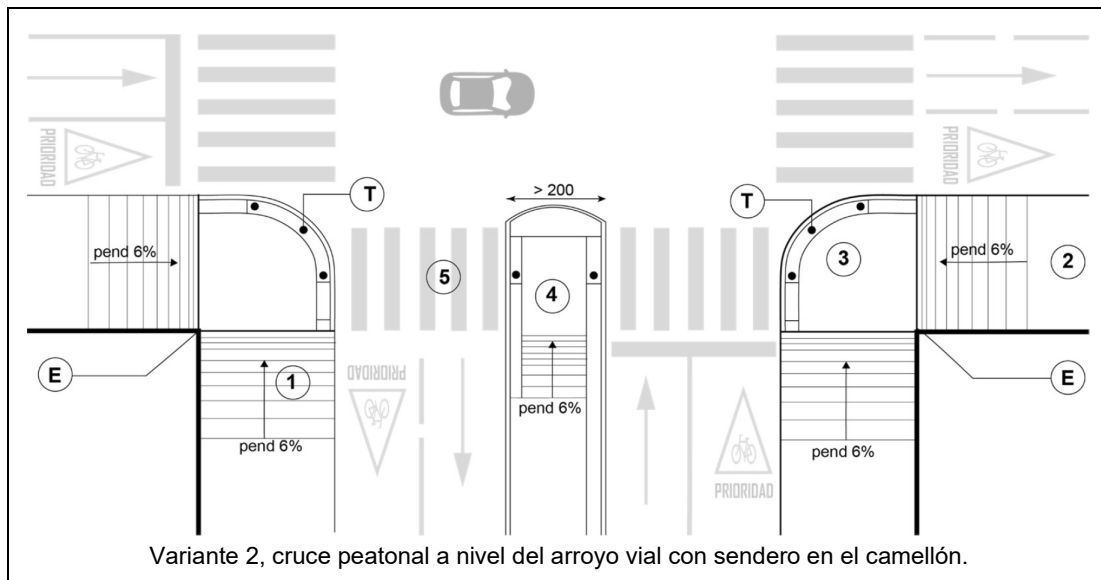
Variante 1: cuando la faja separadora mide entre uno coma cincuenta (1,50) metros y cinco (5) metros de ancho, la franja de circulación peatonal debe ser a nivel del arroyo vial y tener el mismo ancho que las marcas de cruce peatonal. Si el camellón mide menos de dos (2) metros de ancho, se debe colocar una franja de bolardos alineada al centro y el pavimento táctil debe cubrir toda la superficie, si el ancho es mayor a dos (2) metros, se deben colocar dos franjas de bolardos alineados a la franja de advertencia táctil adyacente a las guarniciones.

Variante 2: cuando la faja separadora mide entre dos (2) y cinco (5) metros de ancho y tiene un sendero o un área de transferencia para transporte público de pasajeros, se debe colocar una rampa de forma longitudinal posterior a la franja de cruce peatonal, manteniendo el ancho del cruce peatonal y al mismo nivel que el arroyo vial.

Variante 3: cuando la faja separadora mide más de cinco (5) metros de ancho, con o sin sendero o un área de transferencia para transporte público de pasajeros, la franja de circulación peatonal debe estar a nivel de acera y se deben colocar en los extremos dos rampas rectas con pendientes máximas de cinco (5) por ciento para el cruce peatonal. En caso de existir sendero, las rampas no deben interferir con el ancho de este.

Figura 41.- Cruces peatonales en fajas separadoras e islas [1]





[1] Adaptado de *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*, por GCDMX, 2016.

E. Esquina del alineamiento del predio.

T. Punto tangente al centro de la curva.

1. Rampa recta.

2. Acera.

3. Área de aproximación.

4. Paso en camellón o isla.

5. Marca de cruce peatonal.

Tanto en fajas separadoras como en islas, la franja de circulación peatonal debe estar protegida por una cabecera con guarnición a una altura de treinta (30) centímetros y estar libre de elementos que obstaculicen la visibilidad hacia el sentido de la circulación vehicular. De igual forma, deben tener franja de advertencia en el límite con el arroyo vial y en todo el ancho del cruce peatonal.

8.1.3. Calles peatonales: vías terciarias destinadas al tránsito y a la actividad peatonal, solo se permite el acceso a vehículos motorizados por emergencias, o en horarios especiales, a los vehículos de servicio y mantenimiento y, en su caso, a los vehículos de los residentes. Existen dos tipos:

Calles peatonales centrales: tienen flujo peatonal elevado y forman parte de las rutas peatonales principales por lo que se consideran como ejes prioritarios de desplazamiento. Generalmente, tienen una gran actividad comercial y están rodeadas de edificaciones con alto valor urbano-arquitectónico y en ellas se colocan hitos urbanos por lo que constituyen un espacio de identidad en el entorno urbano. Para que una vía vehicular pueda ser convertida a calle peatonal central, se requiere que cubra con alguna de las siguientes características:

- elevados flujos peatonales, superiores a cero coma cinco (0,5) personas peatonas por metro cuadrado, durante las horas de máxima demanda;
- vías en centros históricos con secciones inferiores a quince (15) metros, ambientalmente deterioradas y que presentan conflictos entre el tránsito vehicular y las actividades comerciales y de servicios; y
- áreas urbanas desarticuladas, donde se pretenda constituir un lugar de centralidad.

Calles peatonales residenciales: usualmente, tienen una sección menor al de las vías vehiculares terciarias, con menor frecuencia peatonal y su objetivo principal es dotar de espacios de convivencia vecinal y mejorar la calidad ambiental del entorno. Para que una vía vehicular pueda ser convertida a calle peatonal, se requiere que cubra con alguna de las siguientes características:

- secciones entre seis (6) metros y doce (12) metros;
- calles que dentro de la traza urbana no tienen una continuidad;

- calles que forman parte del centro de barrio y estar contiguas a una plaza o a un punto de reunión de la comunidad; y
- con usos de suelo que se desee proteger acústica o ambientalmente.

Las calles peatonales deben presentar un diseño urbano uniforme, con especial atención a elementos de paisaje urbano tales como la pavimentación, el alumbrado público y la vegetación. Debe tener mobiliario urbano que contribuya a la apropiación del espacio y debe ubicarse de tal forma que no obstaculice la libre circulación de las personas usuarias. Generalmente, este tipo de calles presentan una plataforma única por lo que se deben tener rampas para el paso de los vehículos motorizados de emergencia, de servicios o residentes.

8.1.4. Franjas peatonales en bulevares o paseos: cuando existen camellones centrales y/o laterales, en vías de doble sentido de circulación, se pueden habilitar franjas longitudinales para la estancia y circulación peatonal, generalmente con áreas ampliamente arboladas, iluminadas y con una imagen urbana de alta calidad. Para que una faja separadora constituya un área estancial debe tener un ancho mínimo de ocho (8) metros en vías nuevas y de seis (6) metros en vías existentes o de excepcionales restricciones en la sección de la vía; asimismo, a efecto de asegurar un óptimo uso peatonal no se deben cruzar más de tres (3) carriles de circulación vehicular.

Se recomienda asegurar la conexión peatonal directa entre los diferentes tramos de las fajas separadoras de forma longitudinal con objeto de garantizar la continuidad del área estancial a efecto de mejorar su atractivo como ruta. Lo anterior se puede lograr elevando a nivel de acera el cruce peatonal a través de reductores de velocidad tipo trapecial.

Con objeto de disponer de una faja separadora central o dos laterales que constituyan áreas estanciales, se recomienda una sección total de vía de mínimo treinta y cuatro (34) metros de ancho. En vías principales, los bordes de las fajas separadoras deben estar dispuestos y acondicionados para reducir las externalidades negativas de la circulación vehicular y con ello asegurar la estancia y circulación peatonal.

Las fajas separadoras laterales son adecuadas en vías con conflictos importantes entre el tránsito de paso y el de acceso a los predios por lo que se debe separar ambos flujos. Para acceder a estos camellones se debe disponer de un diseño sobre los carriles vehiculares de servicio que aseguren velocidades máximas de treinta (30) kilómetros por hora y facilitar la permeabilidad peatonal a través de múltiples cruces.

Para el desarrollo de proyectos de paseos y/o bulevares se debe tomar en cuenta su orientación dentro de la traza urbana, a efecto de aminorar condiciones que disminuyen la comodidad de las personas usuarias tales como deslumbramientos en el amanecer o atardecer y molestias por vientos dominantes. En caso de que no se tenga una orientación adecuada, se debe mitigar a través de arbolados o cambios en el trazado de los senderos peatonales.

8.1.5 Senderos y andadores: vías de circulación peatonal separadas de la circulación vehicular. Los senderos son espacios de circulación en zonas abiertas que, generalmente, se originan por el paso constante de las personas, una vez que se reconoce el comportamiento de las personas usuarias, se deben habilitar como áreas pavimentadas y con los requerimientos necesarios para ser sitios estanciales; mientras, que los andadores se rodean por construcciones, usualmente en manzanas de gran tamaño, donde se proyectan franjas de circulación que permiten el acceso a los predios.

El ancho de los senderos puede ser de uno coma ochenta (1,80) metros a seis (6) metros; para andadores puede ser de tres (3) metros a seis (6) metros. La pendiente máxima para ambos casos debe ser de cinco (5) por ciento y las rampas que tengan deben ser, según su tipo, acorde a los incisos cuaternarios 10.1.1.1 y 10.1.1.2.

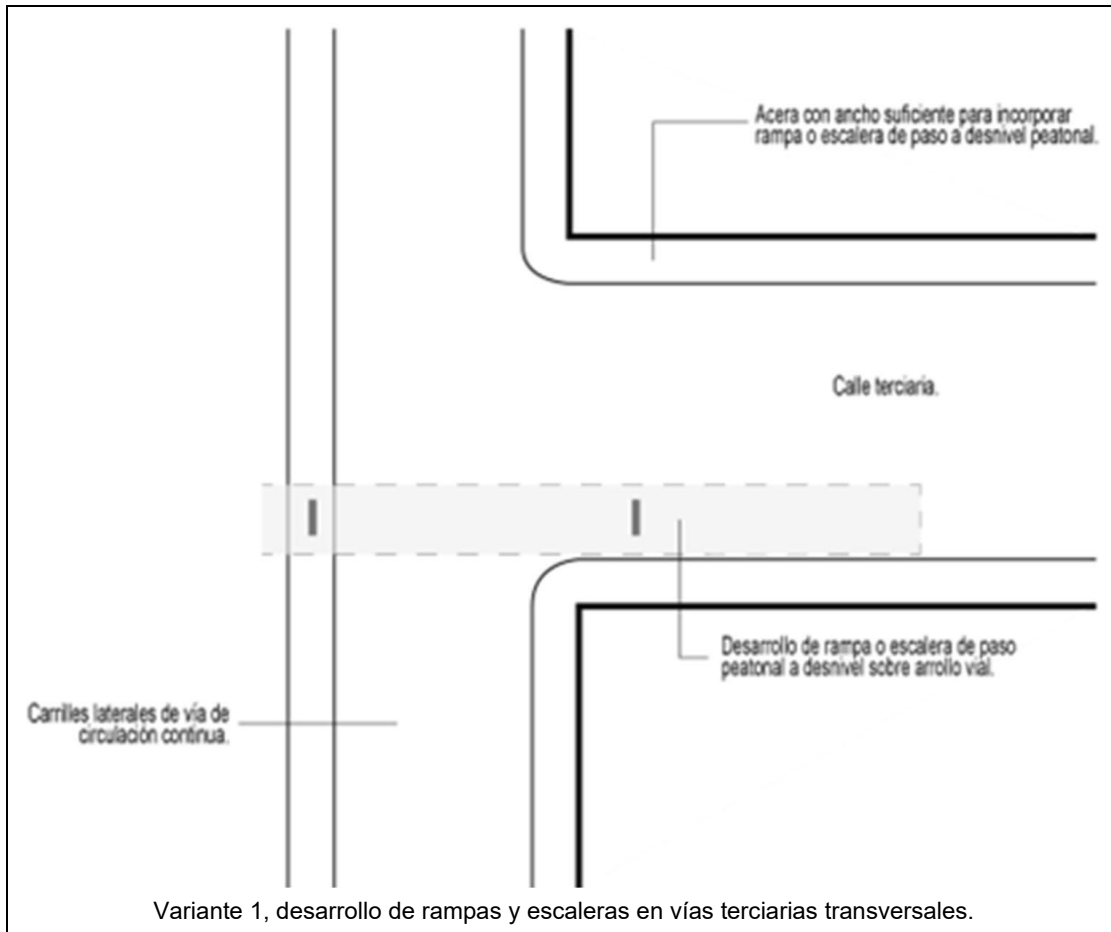
En el caso de senderos, se recomienda acondicionarlos para el tránsito ciclista, segregándolo a través de una faja separadora con vegetación; en caso de no ser posible, se deben colocar marcas en pavimento para separar los flujos. Los andadores se deben diseñar de forma que toda su longitud sea visible desde los accesos, por lo que se deben evitar trazos en sinuosos o con recovecos. En ambos casos, se debe evitar que la vegetación constituya un obstáculo a la visibilidad o funcione como un espacio donde se puedan ocultar personas.

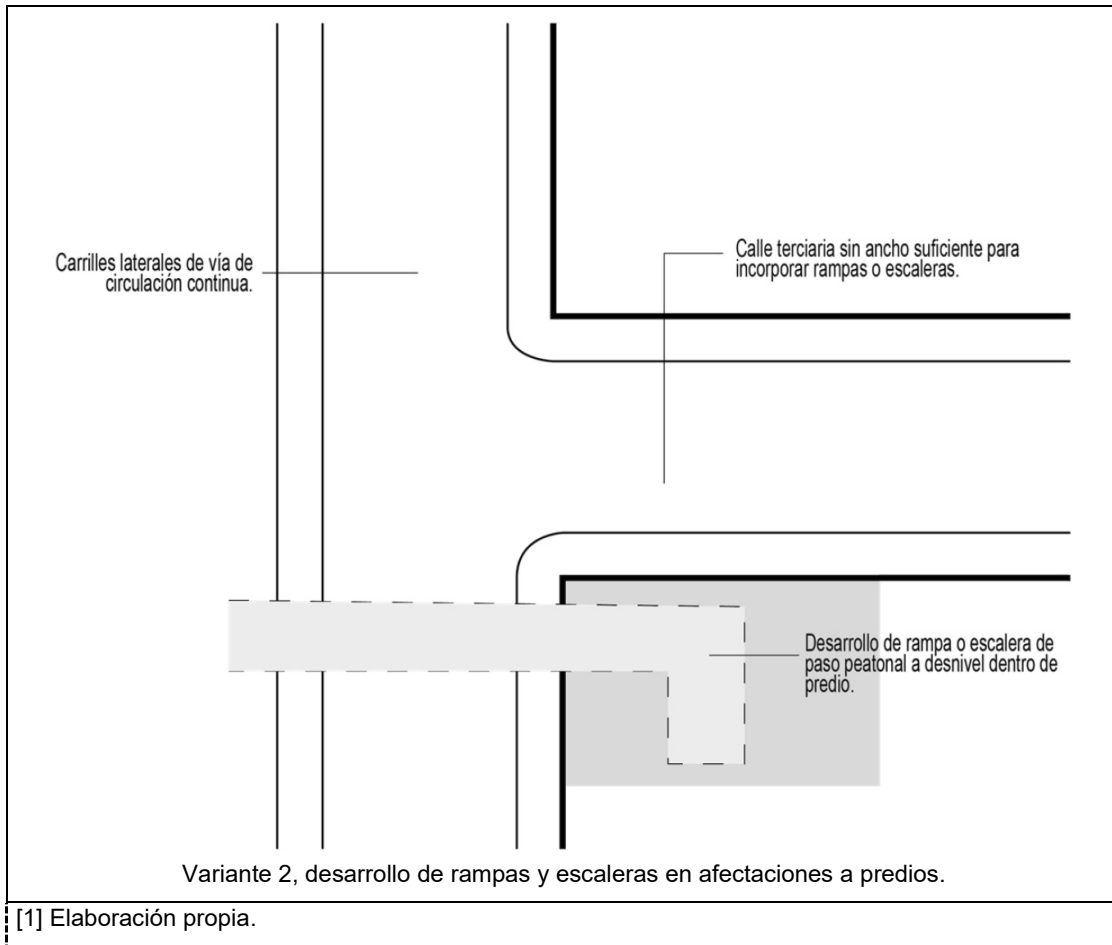
8.1.6. Pasos a desnivel peatonales: antes de considerar un cruce peatonal a desnivel (elevados o inferiores), se debe privilegiar el paso a nivel de calle. Esta solución solo se debe aplicar en barreras urbanas como ríos, barrancas, elevaciones topográficas y vías de circulación continua. La separación máxima entre cada paso a desnivel debe ser de quinientos (500) metros (óptimo), debido a que es la distancia promedio que una persona a pie recorre sin un desgaste excesivo, o en su defecto, de ochocientos (800) metros (máximo) sobre el eje longitudinal de la barrera. En todos los casos se debe considerar la seguridad y accesibilidad de las personas usuarias. Se pueden proyectar exclusivamente para la movilidad no motorizada o estar habilitados como pasarelas adyacentes en pasos a desnivel para vehículos motorizados. En vías con intersecciones controladas por semáforos se deben implementar pasos peatonales a nivel, por lo que no se deben construir pasos a desnivel.

El ancho de la rampa o escalera para acceder al paso a desnivel se debe determinar de acuerdo al flujo peatonal de la zona, pero no debe ser menor a uno coma ochenta (1,80) metros; estos elementos, junto con los soportes de la pasarela deben permitir que la franja de circulación peatonal de la acera sea de uno coma cincuenta (1,50) metros, mínimo, con un gálibo vertical libre de dos coma cincuenta (2,50) metros en el primer descanso, como se muestra en la figura 42.

Cuando lo anterior no es posible en vías de circulación continua, el desarrollo de rampas y escaleras se debe realizar sobre el arroyo vial de calles terciarias transversales, como se indica en la variante 1; en el caso de que el ancho del arroyo vial de dichas calles terciarias no es suficiente para incorporar las rampas y escaleras dejando por lo menos un carril de circulación, se recomienda generar la afectación de un predio para implementar el citado desarrollo, como se señala en la variante 2.

Figura 42.- Desarrollo de rampas y escaleras en pasos peatonales a desnivel para vías de circulación continua en aceras estrechas [1]





En el caso de que no se puedan habilitar rampas, se deben complementar las escaleras con un elevador, en ambos accesos, para personas con discapacidad y/o movilidad limitada, previendo las medidas de seguridad y mantenimiento requeridas para su operación. Los pasos a desnivel deben tener una iluminación constante que permita la orientación y desplazamiento seguro de las personas usuarias y sus parapetos deben corresponder a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

Cuando el acceso al paso a desnivel es a través de rampas, se recomienda tener pendientes de cinco (5) por ciento; sin embargo, cuando las dimensiones de la acera no permitan su desarrollo, se debe considerar lo indicado en la tabla 52.

Tabla 52. Desarrollo de rampas para pasos a desnivel peatonales [1]

Longitud máxima entre descansos m	Pendiente máxima %
15	8
20	6

[1] Adaptado de [Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad, por GCDMX, 2016.

Los pasos a desnivel elevados deben contar con una pasarela entre dos coma cincuenta (2,5) metros a cuatro (4) metros de ancho, y hasta cinco (5) metros cuando se combina tránsito peatonal y ciclista. A efecto de favorecer la legibilidad de los pasos inferiores, se debe garantizar la posibilidad de ver toda la extensión de la pasarela o túnel desde su inicio, se debe tener una proporción de uno a uno coma cinco (1:1,5) entre el gálibo vertical y horizontal, de tal forma que si se tiene una altura mínima recomendable de tres (3) metros, el ancho debe ser entre de cuatro coma cincuenta (4,50) metros y hasta seis (6) metros si se combina con el tránsito ciclista. En el caso de pasarelas adyacentes a pasos a desnivel de vehículos motorizados, se debe tener un ancho libre mínimo de dos coma cincuenta (2,50) metros y altura mínima de dos coma cincuenta (2,50) metros.

8.2 Infraestructura para vehículos no motorizados: se debe conformar como una red de vías para la circulación exclusiva y de preferencia para personas ciclistas que incluye: intersecciones a nivel, pasos a desnivel y otros elementos de infraestructura vial con dispositivos para el control del tránsito que permitan a las personas que utilizan este tipo de vehículo desplazarse de forma segura, eficiente y cómoda. Deben garantizar el acceso a los destinos de forma segura sin que se generen conflictos entre las personas usuarias de la vía.

El diseño de la infraestructura para vehículos no motorizados debe cumplir con una serie de requisitos que se reflejan a nivel de red, en los tramos e intersecciones, y en el arroyo vial:

- seguridad vial y ciudadana: debe priorizar la visibilidad entre personas usuarias y reducir los puntos de conflicto al clarificar las trayectorias y evitar el encuentro del tránsito ciclista con los vehículos motorizados a alta velocidad; así como proveer la distancia necesaria entre las personas ciclistas y obstáculos fijos o en movimiento;
- directo: deben trazarse rutas cortas en términos de distancia y tiempo de viaje, a efecto de evitar desvíos innecesarios y demoras en las intersecciones, así como promover diseños que generen una velocidad constante y rebases ágiles entre personas ciclistas;
- coherencia: debe proveer consistencia, continuidad y claridad en los recorridos a través de satisfacer las líneas de deseo ciclista, por lo que se deben asegurar las conexiones entre orígenes y destinos, así como la posibilidad de elegir entre varias rutas con una calidad uniforme en los tramos;
- comodidad: deben alentar el uso a través de una separación con el tránsito de vehículos motorizados con diseños que den permitan una percepción de amplitud, pavimentos lisos y uniformes y con elementos que, en lo posible, minimicen el efecto de las condiciones meteorológicas; y
- atractivo: deben trazarse rutas que generen una experiencia de viaje agradable y segura por zonas con alta calidad ambiental, por lo que se deben elegir vías con comercios y servicios, con arbolado, buena iluminación e imagen urbana adecuada.

Los anteriores requisitos tienen el mismo grado de importancia, por lo que se debe lograr un equilibrio entre ellos al implementar una ruta, es decir, no se debe construir una infraestructura ciclista muy atractiva pero indirecta o segura pero incómoda.

El diseño de la infraestructura para vehículos no motorizados requiere por parte del proyectista de una comprensión acerca de la conducción de este tipo de vehículos, sus necesidades y percepciones al circular por la vía, por lo que se deben seguir los siguientes criterios:

- se debe implementar el espacio de circulación de los vehículos no motorizados dentro del arroyo vial, por lo que no se deben eliminar espacios para la circulación de personas peatonas;
- se deben implementar las vías ciclistas con el mismo sentido de circulación de la vía; en caso de desarrollar soluciones de doble sentido ciclista, los carriles para vehículos no motorizados en contraflujo se deben establecer en el costado izquierdo de la calle. Las vías ciclistas bidireccionales solo se deben colocar en zonas aisladas del tránsito vehicular motorizado;
- se deben colocar las vías ciclistas en los carriles de la extrema derecha de la vía, por lo que se debe evitar su implementación en fajas separadoras o realizar cambios en su disposición en diferentes tramos;
- se deben proyectar vías ciclistas con ancho suficiente para que dos personas en bicicleta puedan circular de forma paralela a efecto de fomentar la interacción social, así como evitar conflictos al realizar un rebase;
- se debe aplicar el concepto de prioridad de uso en las vías que no cuenten con carriles exclusivos para la circulación de personas ciclistas, por lo que se debe colocar señalización y dispositivos que aseguren velocidades moderadas por parte de los vehículos motorizados; así como áreas de espera ciclista en todas las intersecciones semaforizadas para permitir el arranque preferencial de las personas usuarias de vehículos no motorizados;
- se deben implementar vías ciclistas con superficies y pendientes que eviten el gasto de energía necesaria en la persona usuaria y con un espacio amplio que reconozca la circulación serpenteada producto del pedaleo a efecto de evitar la pérdida de equilibrio y posibles caídas; y
- se debe evitar la invasión de vehículos motorizados en las vías exclusivas de circulación ciclista a través de elementos de segregación y señalización, de la misma forma se debe desincentivar que se camine sobre las vías ciclistas a través de la construcción de áreas de calidad para la circulación peatonal.

El tipo de infraestructura que debe instalarse en la vía se debe determinar de acuerdo con las velocidades de operación y volúmenes de vehículos motorizados, así como del dimensionamiento transversal de la vía, de acuerdo con la tabla 53.

Tabla 53.- Condiciones operativas para la definición de vías ciclistas [1]

Tipo de vía	Velocidad de operación vehicular [a] km/h	Volumen vehicular diario	Tipo de intervención [b]
Calle terciaria	≤ 30 [c]	≤ 4 000 [c]	Vía ciclista con prioridad de uso (calle compartida)
Calle secundaria	≤ 40 [c]	> 4 000	Carril ciclista con prioridad de uso (carril compartido)
			Vía ciclista delimitada (ciclocarril)
	> 40 [c]	> 4 000	Vía ciclista exclusiva (ciclovía unidireccional con cordón de estacionamiento)
Calle principal	≥ 50	Irrelevante	Vía ciclista exclusiva (ciclovía unidireccional) [d]
Calle principal (con presencia de transporte público)	≤ 50	Irrelevante	Vía ciclista exclusiva (ciclovía unidireccional) [d]
			Vía ciclista compartida con transporte público (carril bus-bici) [e]
Vía de circulación continua (carriles laterales)	≤ 40	Irrelevante	Vía ciclista exclusiva (ciclovía unidireccional) [d]
			Vía ciclista compartida con transporte público (carril bus-bici) [e]

[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

[a] Velocidad de operación de la vía.

[b] Para la elección de infraestructura en tramos con pendiente ascendente mayores a 4 %, se seleccionará el tipo de intervención con una velocidad adicional a 10 km/h, por ejemplo, en una vía de 40 km/h a la que le corresponde un ciclocarril, se debe colocar una ciclovía unidireccional.

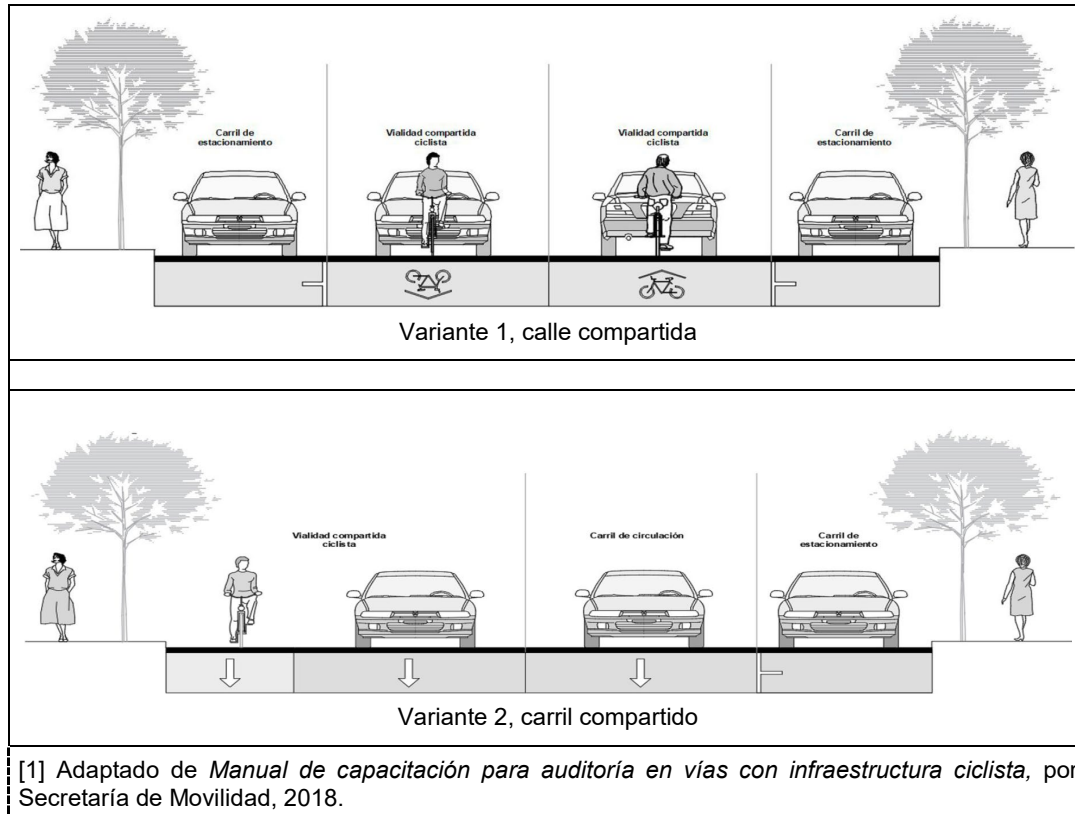
[c] Cuando en la vía se presenten velocidades o volúmenes mayores a los indicados, se deben aplicar técnicas de pacificación del tránsito, para reducir los valores al rango establecido en la tabla.

[d] Las vías ciclistas exclusivas bidireccionales solo se deben colocar en zonas aisladas al tránsito de vehículos motorizados y requieren del visto bueno por parte de la autoridad correspondiente.

[e] Para este tipo de intervención, los vehículos de transporte público no deben desarrollar velocidades mayores a 40 km/h.

8.2.1 Vías ciclistas con prioridad de uso (calle o carril compartido): son vías que tienen en uno, o en todos sus carriles, condiciones de seguridad que permiten compartir el espacio de circulación entre vehículos no motorizados y motorizados. Este tipo de intervenciones son óptimas para calles secundarias y terciarias, en zonas habitacionales o en centros. La gestión de la velocidad y volumen vehicular son claves para el diseño e implementación de una vía ciclista con prioridad de uso. Las vías que no cumplan con estos criterios pueden ser adaptadas a través de técnicas de pacificación de tránsito. Su configuración típica se muestra en la figura 43.

Figura 43.- Perfil tipo de vía ciclista con prioridad de uso [1]



Los carriles de las vías ciclistas con prioridad de uso pueden variar en su ancho, presentándose alguna de las siguientes opciones:

- carril angosto: las personas usuarias de vehículos no motorizados deben circular al centro del carril, por lo que los vehículos motorizados deben desplazarse detrás de las personas ciclistas o cambiar de carril para realizar un rebase; y
- carril amplio: se promueve que la persona usuaria circule por el costado derecho del carril y los vehículos motorizados por el izquierdo, existiendo una distancia de seguridad adecuada entre ambos, sin necesidad de cambiar de carril para realizar un rebase.

En la tabla 54 se indican los anchos de carril para vías ciclistas con prioridad de uso. Se deben evitar anchos mayores a tres (3) metros y menores a tres coma noventa (3,90) metros.

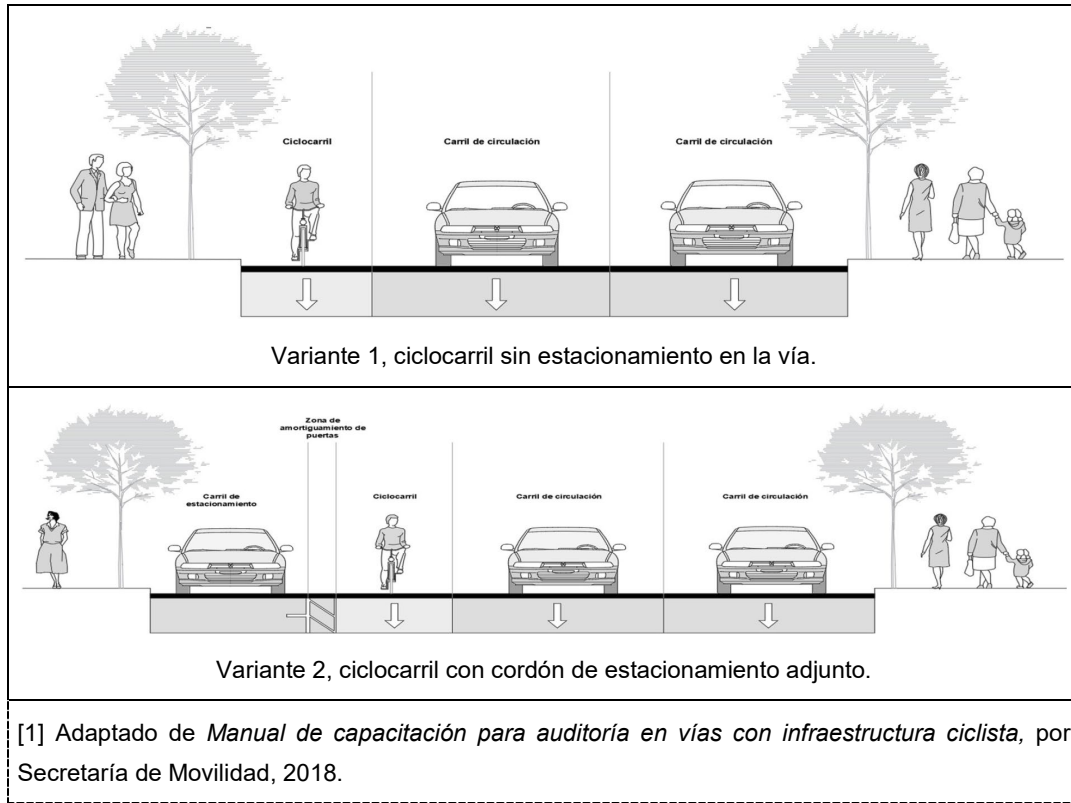
Tabla 54.- Dimensiones de vías ciclistas con prioridad de uso [1]

Velocidad vehicular km/h	Ancho de carril m
Hasta 30	2,50 a 3,00
Hasta 40	3,90 a 4,30

[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

8.2.2 Vías ciclistas delimitadas (ciclocarriles): son carriles exclusivos para la circulación de vehículos no motorizados definidos por marcas en el pavimento sin emplear elementos físicos para su separación. Este tipo de intervenciones son óptimas para vías secundarias, en zonas habitacionales y centros históricos. La gestión de la velocidad y volumen vehicular son clave para el diseño e implementación de un ciclocarril, así como la disposición de estacionamiento en vía pública y la disponibilidad de espacios de ascenso / descenso de pasajeros o carga / descarga de mercancías. Las vías que no cumplan con estos criterios pueden ser sujetas a técnicas de pacificación del tránsito y modificaciones en las áreas de estacionamiento. Su configuración típica se muestra en la figura 44.

Figura 44.- Perfil tipo de vía ciclista delimitada [1]



Cuando una vía tiene área de estacionamiento adjunta a un ciclocarril, se deben incorporar rayas de protección a la persona ciclista con las características indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), dichas rayas no se deben contabilizar como parte del área de circulación ciclista indicadas en la tabla 55.

Tabla 55.- Dimensiones de vías ciclistas delimitadas [1]

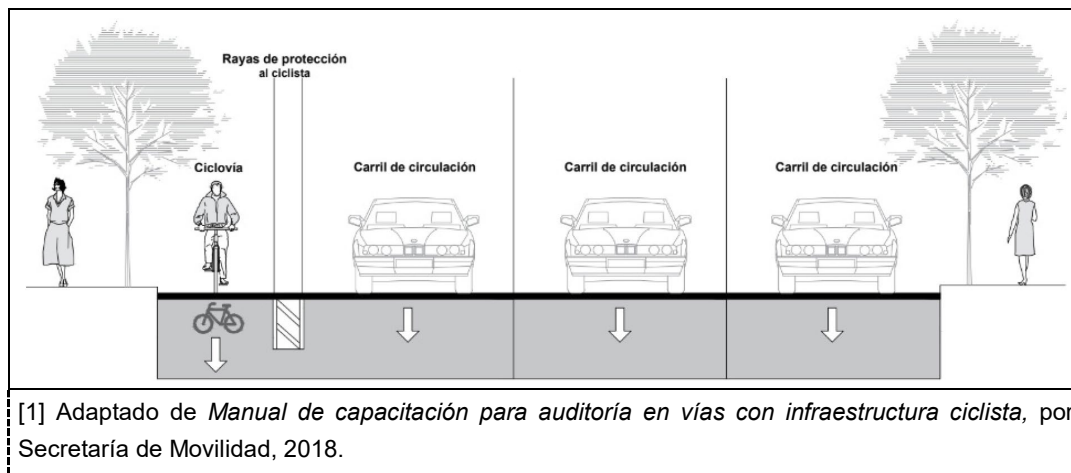
Dimensiones en metros

Tipo	Menos de 1 500 personas ciclistas/día m	Más de 1 500 personas ciclistas/día m
Ciclocarril sin estacionamiento a un costado	1,50	2,25
Ciclocarril con estacionamiento a un costado	1,50	2,50

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.2.3 Vías ciclistas exclusivas (ciclovías unidireccionales): vías ciclistas exclusivas (ciclovías unidireccionales): son carriles exclusivos para la circulación de vehículos no motorizados, segregados del tránsito de vehículos motorizados mediante separaciones físicas, como se muestra en la figura 45.

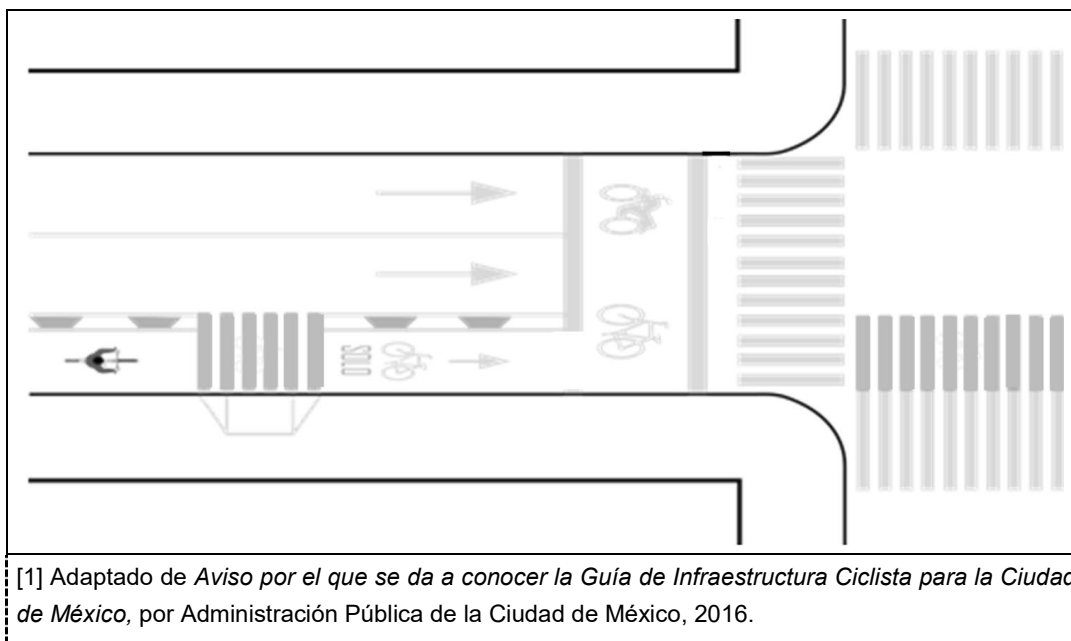
Figura 45.- Perfil tipo de vía unidireccional [1]



Las vías ciclistas exclusivas deben estar segregadas mediante delimitadores para confinamiento que cumplan con los requerimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), o a través de una faja separadora que debe medir, mínimo, cero coma cincuenta (0,50) metros de ancho en calles de hasta cincuenta (50) kilómetros por hora y de un (1) metro para vías con velocidades mayores.

Estas franjas deben iniciar detrás de la raya de alto y hasta tres coma cincuenta (3,50) metros antes del cruce peatonal de la intersección previa; asimismo, se debe interrumpir el confinamiento en los accesos a predios, dejando un espacio libre de un (1) metro antes y después de la proyección de los mismos, para facilitar la entrada y salida de vehículos, como se muestra en la figura 46.

Figura 46.- Disposición del delimitador para confinamiento en ciclovías unidireccionales [1]



Este tipo de intervenciones son óptimas para calles principales y carriles laterales de vías de circulación continua; el ancho mínimo de la ciclovía debe permitir la posibilidad de maniobras de rebase dentro de la misma cuando se cumple con los volúmenes y/o velocidades vehiculares especificadas en la tabla 56.

Tabla 56.- Dimensiones de vías ciclistas exclusivas [1] [a]

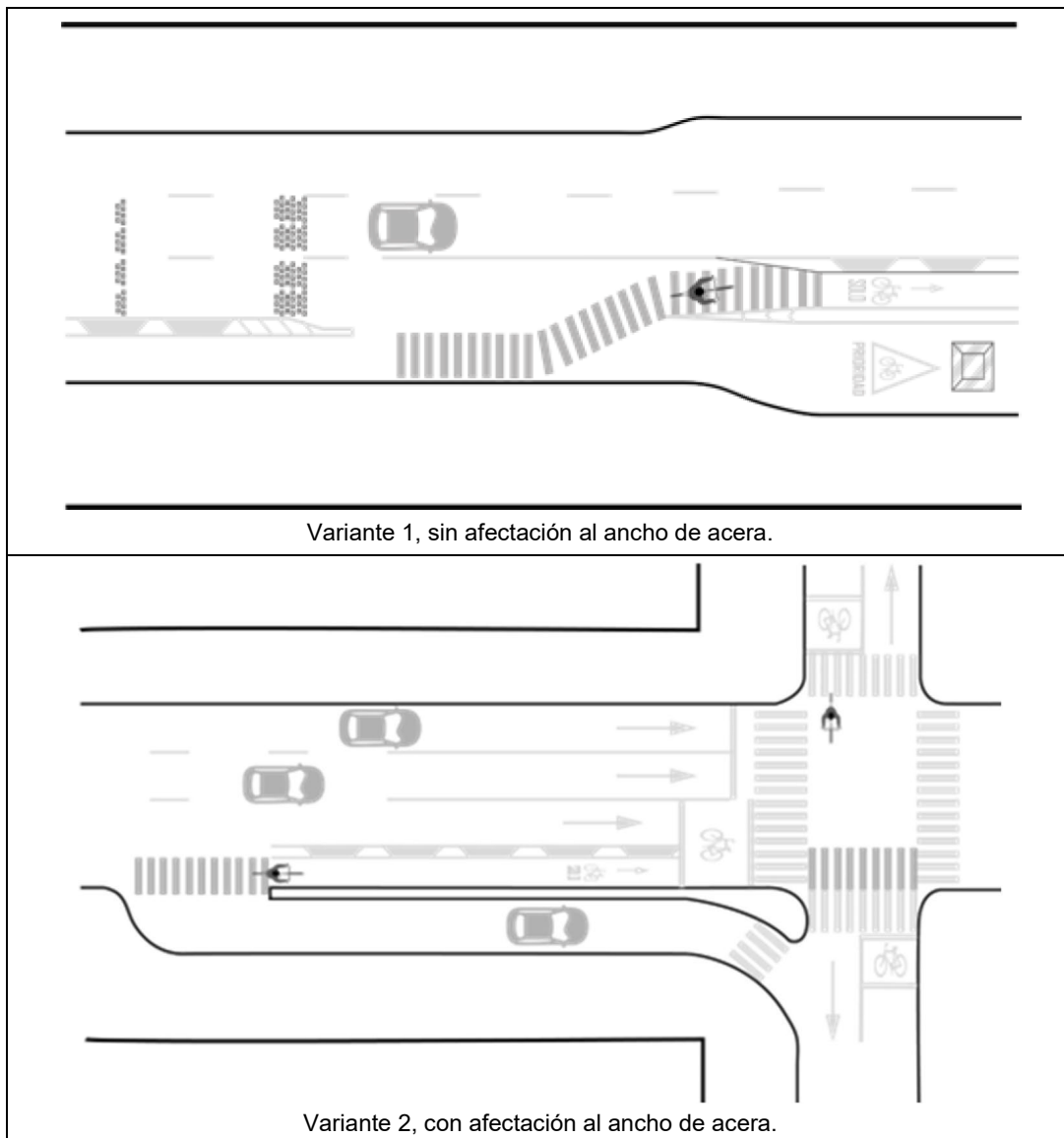
Volumen ciclista unidireccional en horas de máxima demanda personas ciclistas/h	Ancho de carril m
0 a 150	2,0 a 2,2
150 a 750	2,5 a 3,0
> 750	3,5 a 4,0

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

[a] Dimensiones para velocidades de proyecto de 30 km/h en zonas planas.

Cuando una intersección tiene un flujo importante de vehículos que dan vuelta a la derecha, se puede generar un carril exclusivo para dicho movimiento, como se muestra en la figura 47. Este tipo de intervención se debe realizar en intersecciones semaforizadas conforme a los resultados derivados de un estudio de ingeniería de tránsito, procurando tener el menor entrecruzamiento de las personas usuarias de la vía.

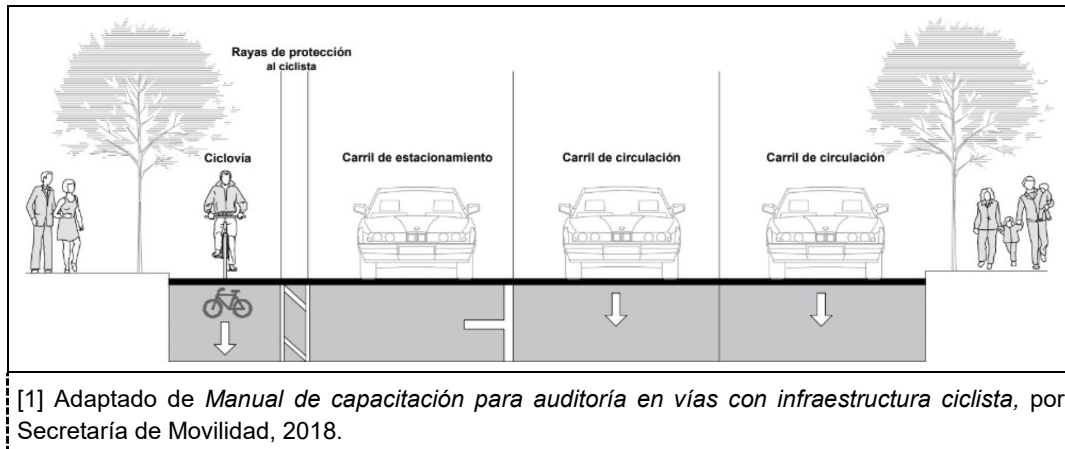
Figura 47.- Configuración de carriles para vuelta derecha en ciclovías unidireccionales [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.2.4 Vías ciclistas exclusivas (ciclovías unidireccionales confinadas por cordón de estacionamiento): son carriles exclusivos para la circulación de vehículos no motorizados que se ubican entre la acera y el cordón de estacionamiento que funciona como barrera física de protección. Este tipo de intervenciones son óptimas para vías secundarias en donde existen volúmenes y/o velocidades vehiculares de moderadas a altas y en las que, por las condiciones de operación de la vía y afectaciones a los residentes, no es posible eliminar el área de estacionamiento. La disponibilidad de espacios de ascenso / descenso de pasajeros o carga / descarga de mercancías, así como la disposición de paradas de transporte público y sus cobertizos son claves para el diseño e implementación para este tipo de vía ciclista. Su configuración típica se muestra en la figura 48.

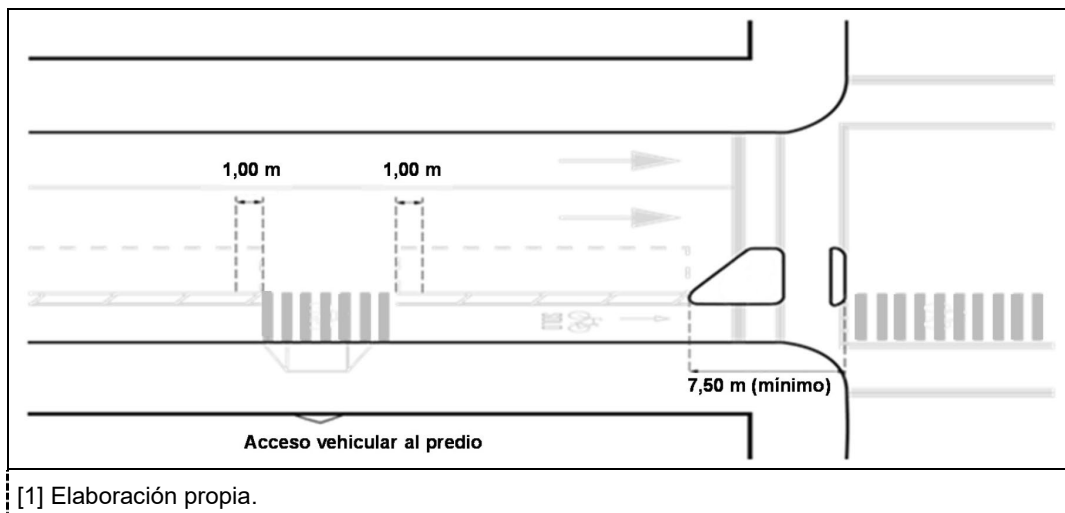
Figura 48.- Perfil tipo de vía unidireccional confinada por cordón de estacionamiento [1]



En las ciclovías unidireccionales confinadas por cordón de estacionamiento se deben incorporar rayas de protección a la persona ciclista, que no se deben contabilizar como parte del área de circulación ciclista, y balizas con una separación que coincida con los límites de los cajones de estacionamiento a efecto de no bloquear la apertura de las puertas de los vehículos. Las características de las marcas y de los dispositivos se indican en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). Las dimensiones del carril ciclista corresponden a las señaladas en la tabla 56.

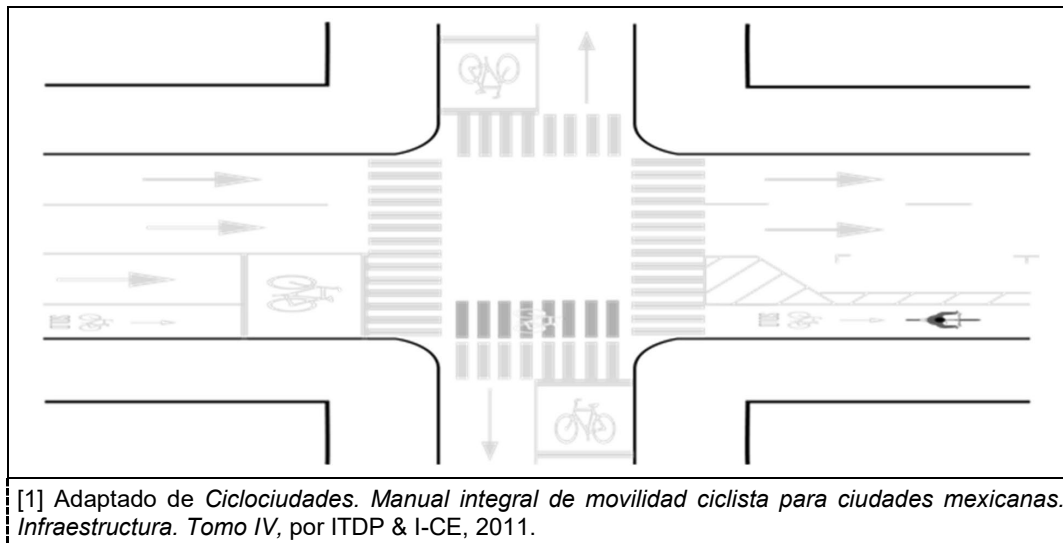
El cordón de estacionamiento debe iniciar, como mínimo, siete coma cincuenta (7,50) metros a partir de la proyección de acera de la vía transversal, con objeto de facilitar la visibilidad de las personas usuarias, por lo que se deben implementar islas antes y después de la intersección; asimismo, se debe interrumpir el estacionamiento en los accesos a predios, dejando un espacio libre de un (1) metro antes y después de la proyección de los mismos, para facilitar la entrada y salida de vehículos, como se muestra en la figura 49.

Figura 49.- Disposición del área de estacionamiento en ciclovías unidireccionales [1]



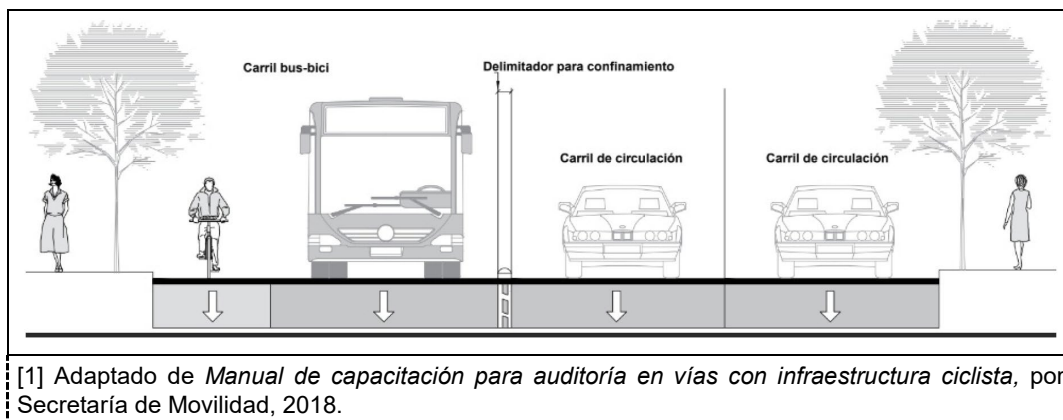
Cuando una intersección tiene un flujo importante de vehículos que dan vuelta a la derecha, se debe restringir el estacionamiento y sustituirlo por un carril para realizar dicho movimiento, como se muestra en la figura 50.

Figura 50.- Configuración de carriles para vuelta derecha en ciclovías unidireccionales confinadas por cordón de estacionamiento [1]



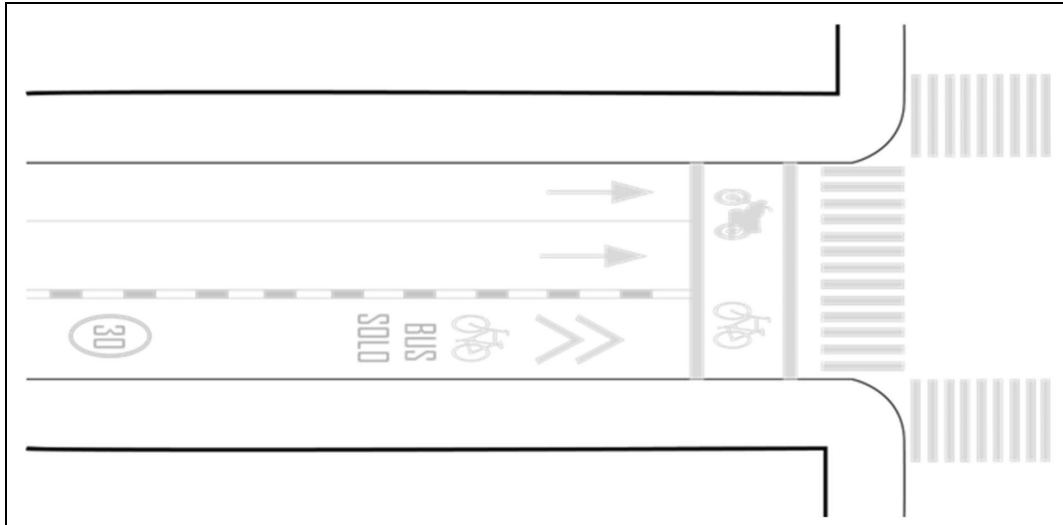
8.2.5 Vías ciclistas compartidas con transporte público (carriles bus-bici): son carriles exclusivos para vehículos de transporte público de pasajeros que tienen condiciones geométricas y operativas para compartir el espacio con vehículos no motorizados, segregados del tránsito general mediante separaciones físicas. Este tipo de intervenciones son óptimas en calles principales o en carriles laterales de vías de circulación continua en las que los buses circulan con una velocidad máxima de treinta (30) kilómetros por hora con una frecuencia mayor a dos (2) minutos. Para el diseño e implementación de un carril bus-bici, los aspectos clave son un ancho adecuado para compartir de forma segura el carril, la gestión de la velocidad, disposición de paradas de transporte público y los puntos de ascenso / descenso de pasajeros. Su configuración típica se muestra en la figura 51.

Figura 51.- Perfil tipo de vía ciclista compartida con transporte público [1]



Las vías ciclistas exclusivas deben estar segregadas mediante delimitadores para confinamiento con las características indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), o a través de una faja separadora que debe medir, mínimo, cero coma cincuenta (0,50) metros de ancho. Estas franjas deben iniciar detrás de la raya de alto y hasta tres coma cincuenta (3,50) metros antes del cruce peatonal de la intersección previa, además, se debe interrumpir el confinamiento en los accesos a predios, dejando un espacio libre de un (1) metro antes y después de la proyección de los mismos, para facilitar la entrada y salida de vehículos, como se muestra en la figura 52. Asimismo, deben tener reductores de velocidad tipo cojín con las especificaciones indicadas en la citada norma y su manual.

Figura 52.- Disposición de la franja de segregación en vías ciclistas compartidas con transporte público [1]



[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

El ancho mínimo del carril bus-bici debe permitir la posibilidad de maniobras de rebase entre personas ciclistas y buses dentro del mismo, por lo que su dimensión debe ser entre cuatro coma veinte (4,20) metros y cuatro coma sesenta (4,60) metros, la franja de confinamiento debe ajustarse a lo indicado en la tabla 58.

Tabla 58.- Dimensiones de las franjas de confinamiento en vías ciclistas compartidas con transporte público [1]

Velocidad vehicular km/h	Volumen vehicular
≤ 50	Vías ciclistas compartidas con transporte público con franja para confinamiento de 15 cm de ancho.
> 50	Vías ciclistas compartidas con transporte público con franja para confinamiento de, mínimo, 50 cm de ancho.

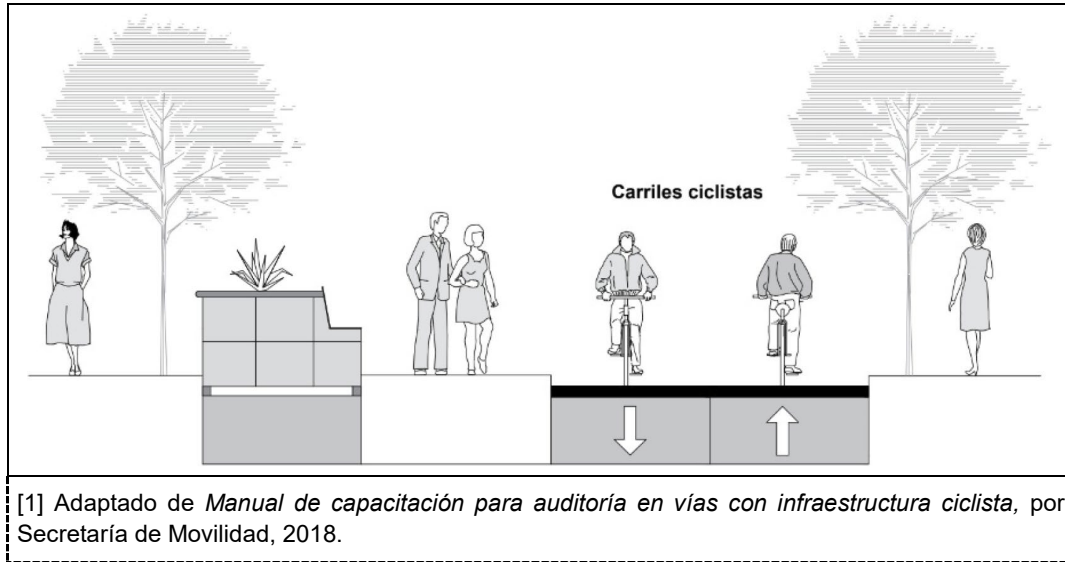
[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

En corredores de transporte público de pasajeros de sistemas de autobuses de tránsito rápido en el costado izquierdo de la vía, no se deben implementar carriles bus-bici, por lo que se debe colocar algún tipo de vía ciclista en el costado derecho a efecto de evitar que los carriles de transporte público de alta capacidad sean transitados por vehículos no motorizados que generen accidentes y afectaciones a la operación del sistema.

8.2.6 Tratamientos específicos: a efecto de dar solución adecuada a las zonas que tienen configuraciones geométricas y de operación atípicas, tramos donde se presentan posibles conflictos entre personas usuarias o espacios donde es necesario dar continuidad a la red ciclista, se deben implementar diseños particulares.

8.2.6.1 Vías ciclistas exclusivas (ciclovías de trazo independiente): son espacios exclusivos para la circulación de vehículos no motorizados en zonas abiertas, aisladas del tránsito motorizado. Este tipo de intervenciones son óptimas en áreas verdes, derechos de vía, cauces o zonas federales, que generalmente tienen un fuerte componente de viajes por motivos recreativos. Su configuración típica se muestra en la figura 53.

Figura 53.- Perfil tipo de vía ciclista de trazo independiente [1]



Generalmente, las ciclovías de trazo independiente son bidireccionales y sus dimensiones se establecen en la tabla 59; sin embargo, cuando el estudio de ingeniería de tránsito determine que en el trazo hay un flujo peatonal, debe implementarse lo indicado en el inciso cuaternario 10.2.6.3.

Tabla 59.- Dimensiones de vías ciclistas de trazo independiente [1] [a]

Volumen ciclista bidireccional en hora de máxima demanda personas ciclistas/h	Ancho de carril [b] m
0 a 50	1,4
50 a 150	1,5
> 150	2,0

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

[a] Dimensiones para velocidades de proyecto de 40 km/h en zonas planas.

[b] Dimensiones aplicables por cada carril de circulación en vías bidireccionales.

Se deben evitar vías ciclistas sobre fajas separadoras, debido a que ponen en riesgo a las personas usuarias en las intersecciones y tienden a ser ocupadas por personas peatonas. Cuando en áreas verdes, derechos de vías o cauces, se implementen ciclovías de trazo independiente paralelas a las vías para la circulación general, se debe considerar un área de amortiguamiento con las dimensiones que se especifican en la tabla 60.

Tabla 60.- Área de amortiguamiento en ciclovías de trazo independiente [1]

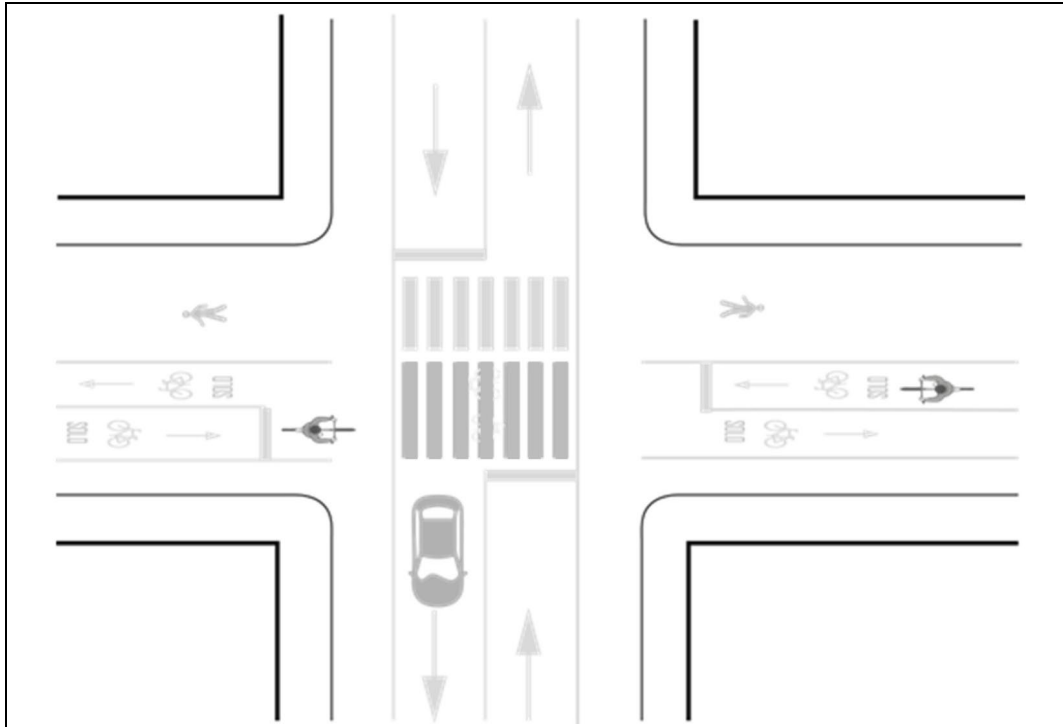
Velocidad máxima de la vía adyacente km/h	Ancho mínimo del área de amortiguamiento m
≥ 50	$\geq 1,5$
≥ 80	$\geq 4,5$

[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

Cuando una ciclovía de trazo independiente cruza con una vía de circulación general, se deben implementar tratamientos para el control de la velocidad, con las características indicadas en la Norma Oficial

Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), con una disposición como se muestra en la figura 54.

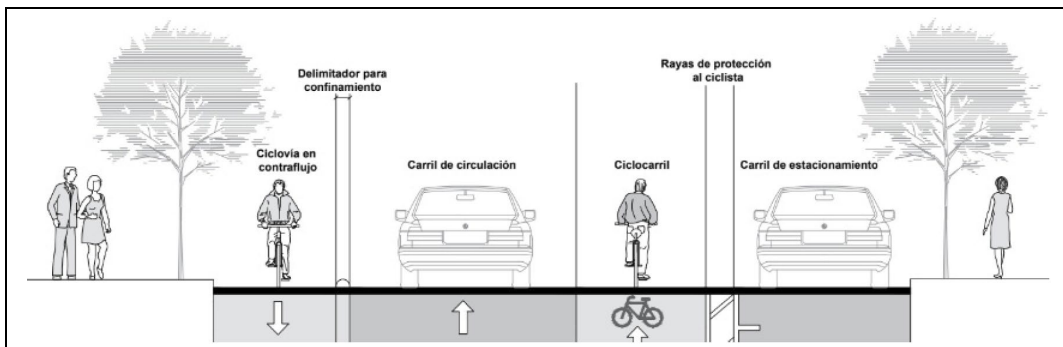
Figura 54 - Intersección de ciclovía de trazo independiente con una calle de circulación general [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.2.6.2 Vías ciclistas en contraflujo: son ciclocarriles o ciclovías unidireccionales dispuestas en dirección contraria al tránsito en calles de un solo sentido, con objeto de dar continuidad a la red ciclista y evitar recorridos excesivos a las personas usuarias. Este tipo de intervenciones son óptimas para calles secundarias o terciarias en zonas habitacionales, comerciales y de servicios, o en centros históricos. La gestión de la velocidad y volumen vehicular, el tratamiento de intersecciones, así como la disposición del estacionamiento en vía pública son clave para el diseño e implementación de este tipo de soluciones. Su configuración típica se muestra en la figura 55.

Figura 55.- Perfil tipo de vías ciclistas en contraflujo [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

La disposición de las vías ciclistas en contraflujo debe ser al costado izquierdo con respecto al sentido de la calle por lo que no debe existir cordón de estacionamiento en este lado a efecto de evitar accidentes por la apertura de portezuelas; asimismo, la intensidad del tránsito de vehículos motorizados debe ser menor a

seiscientos (600) vehículos por hora con una velocidad de circulación de hasta cuarenta (40) kilómetros por hora. Las vías que no cumplan con estos criterios pueden ser sujetas a técnicas de pacificación del tránsito y modificaciones en las áreas de estacionamiento. Las dimensiones de los carriles ciclistas deben ajustarse a lo indicado en los incisos terciarios 10.2.2 y 10.2.3.

8.2.6.3 Vías ciclistas compartidas con personas peatonas: calles o senderos compartidos entre el tránsito peatonal y de vehículos no motorizados que tienen condiciones geométricas y operativas a efecto de permitir la convivencia segura y cómoda entre ambos flujos. Este tipo de intervenciones son óptimas en calles y senderos peatonales, o plazas y que por su trazo permiten dar continuidad a la red ciclista, o cuando se cuente con un espacio para la circulación recreativa.

Los aspectos clave para el diseño e implementación de este tipo de vías son un ancho adecuado para compartir de forma segura el espacio, elementos de paisaje urbano tales como la pavimentación, el alumbrado público y la vegetación, así como mobiliario urbano que contribuya a la apropiación del espacio. Dependiendo del tipo de vía y su flujo peatonal, se pueden presentar diversos tipos de intervenciones para la circulación ciclista como se indica en la tabla 61.

Tabla 61.- Tipo de intervención para vías ciclistas compartidas con personas peatonas [1]

Vía peatonal	Tipo de intervención
Calle peatonal con tránsito máximo de 100 personas peatonas/h	Ruta ciclista sugerida mediante Botones ciclistas para áreas peatonales [a] [b].
Sendero peatonal con tránsito máximo de 100 personas peatonas/h	Espacio compartido entre personas peatonas y ciclistas [c].
Sendero peatonal con tránsito de 100 a 200 personas peatonas/h	Ciclovía de trazo independiente con área de circulación peatonal adjunta delimitada con marcas en pavimento.
Sendero peatonal con tránsito mayor a 200 personas peatonas/h	Ciclovía de trazo independiente con área de circulación peatonal adjunta con faja separadora intermedia de, mínimo, cero coma sesenta (0,60) metros de ancho.

[1] Elaboración propia.

[a] Las características de los botones se indican en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

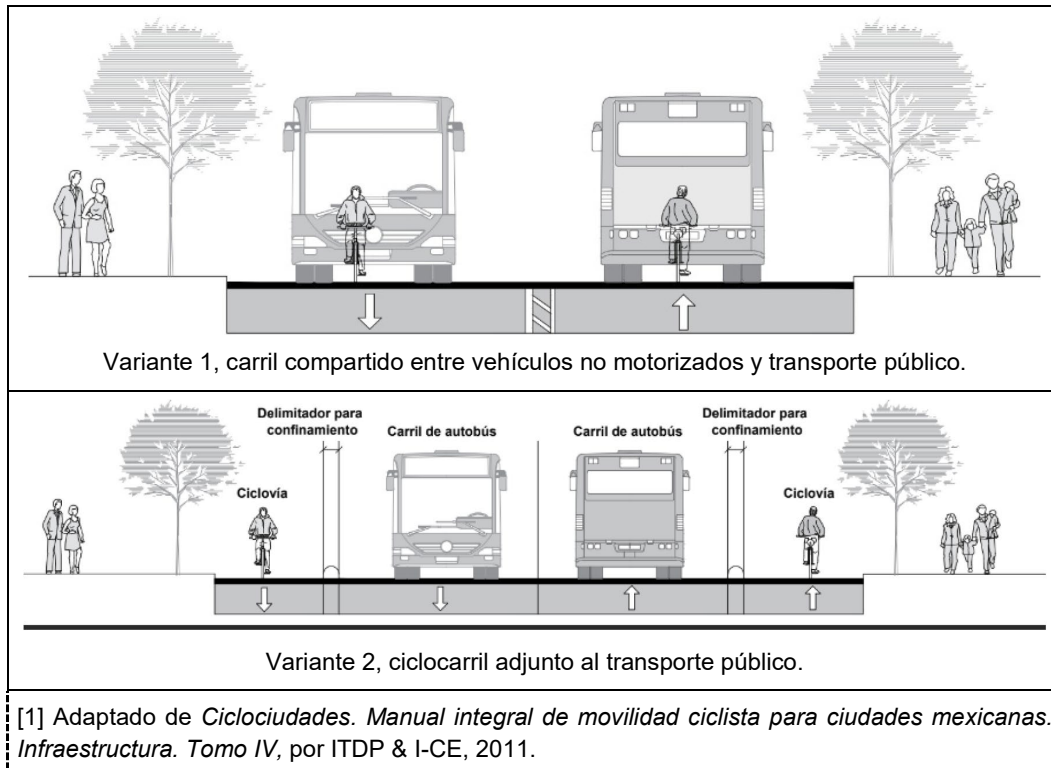
[b] Su diseño debe moderar la velocidad ciclista a través de trayectorias sinuosas.

[c] No se deben considerar sobreamanchos, peraltes y el radio de giro para bicicletas; estos elementos pierden relevancia por ser una vía de baja velocidad.

8.2.6.4. Vías ciclistas compartidas con transporte público (calles bus-bici): son vías exclusivas para vehículos de transporte público de pasajeros que tienen condiciones geométricas y operativas para compartir el espacio con vehículos no motorizados, donde la circulación de otro tipo de vehículos motorizados solo se permite para acceder a los predios, atender emergencias o brindar servicios. Este tipo de intervenciones se implementa en zonas con usos de suelo mixto que concentran o conectan destinos de relevancia histórica o comercial con alto flujo peatonal y ciclista en las que es necesario restringir la circulación de vehículos motorizados sin afectar las rutas de transporte público. Otro caso es cuando existen corredores de transporte público de pasajeros con carriles exclusivos sobre calles secundarias y terciarias con sección estrecha que no permiten incluir carriles para la circulación general, por lo que se deben habilitar espacios para el tránsito ciclista a efecto de no obstruir la operación de los buses.

Los aspectos clave para el diseño e implementación de una calle bus-bici son un ancho adecuado con objeto de habilitar el espacio de circulación ciclista, la gestión de la velocidad y la disposición de paradas de transporte público. Su configuración puede ser a través de carriles compartidos o ciclocarriles, como se muestra en la figura 56.

Figura 56.- Perfiles tipo de vías ciclistas compartidas con transporte público [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

La elección entre carriles compartidos o ciclocarriles debe estar condicionada a la velocidad que desarrollen los vehículos de transporte público de pasajeros de acuerdo con lo indicado en la tabla 62 y deben tener con geometrías o dispositivos para el control de velocidad.

Tabla 62.- Tipo de intervención para vías ciclistas compartidas con transporte público [1]

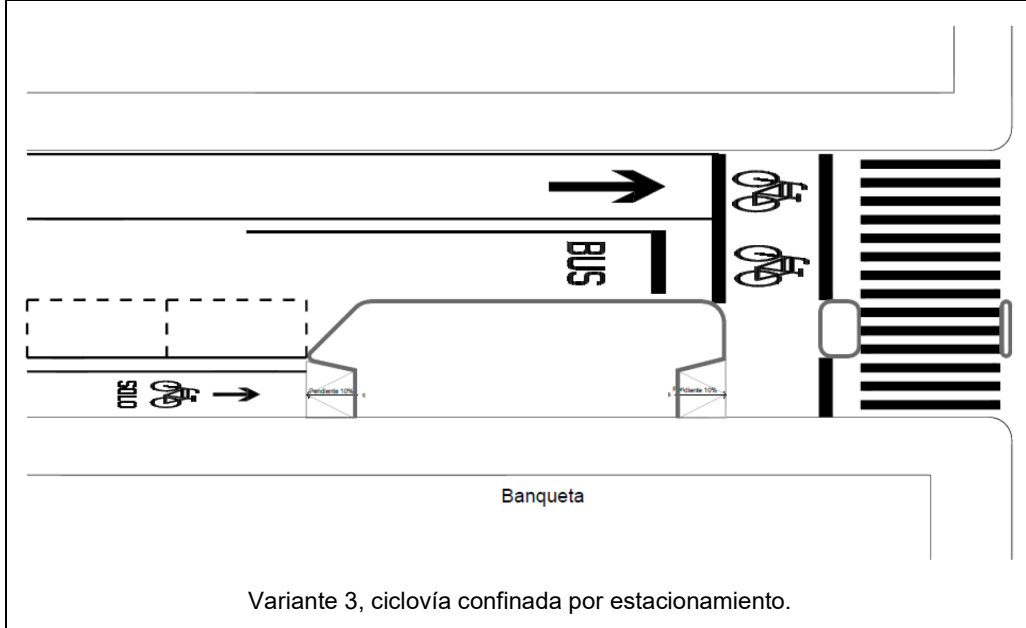
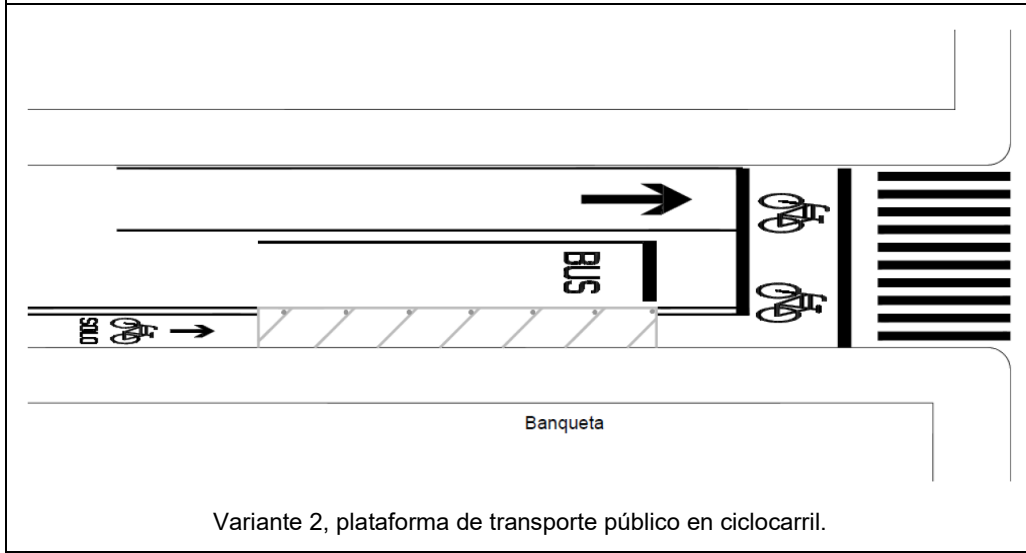
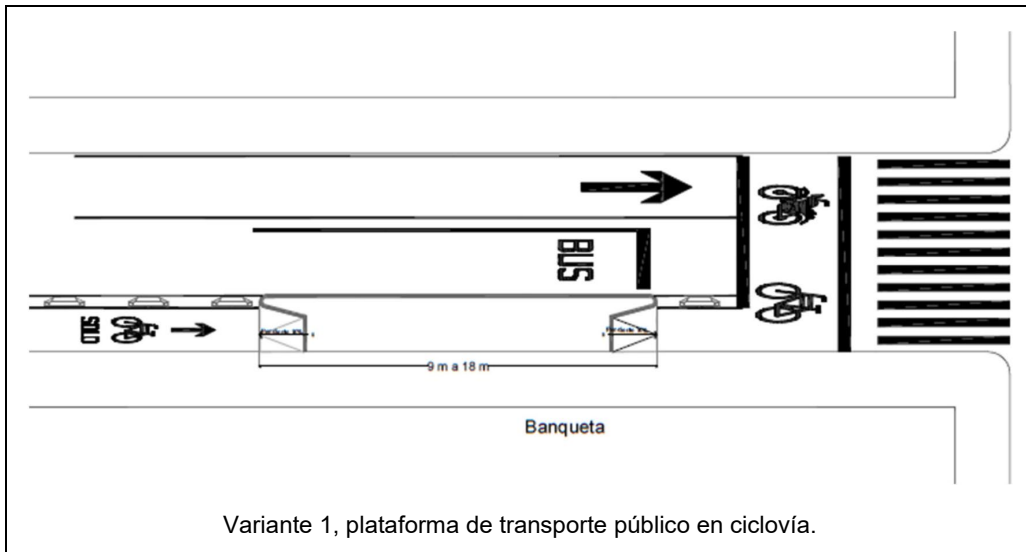
Velocidad vehicular km/h	Tipo de intervención
≤ 30	Carril bus-bici con ancho de 4,20 a 4,60 m.
≤ 40	Ciclocarril con ancho de 2 m.

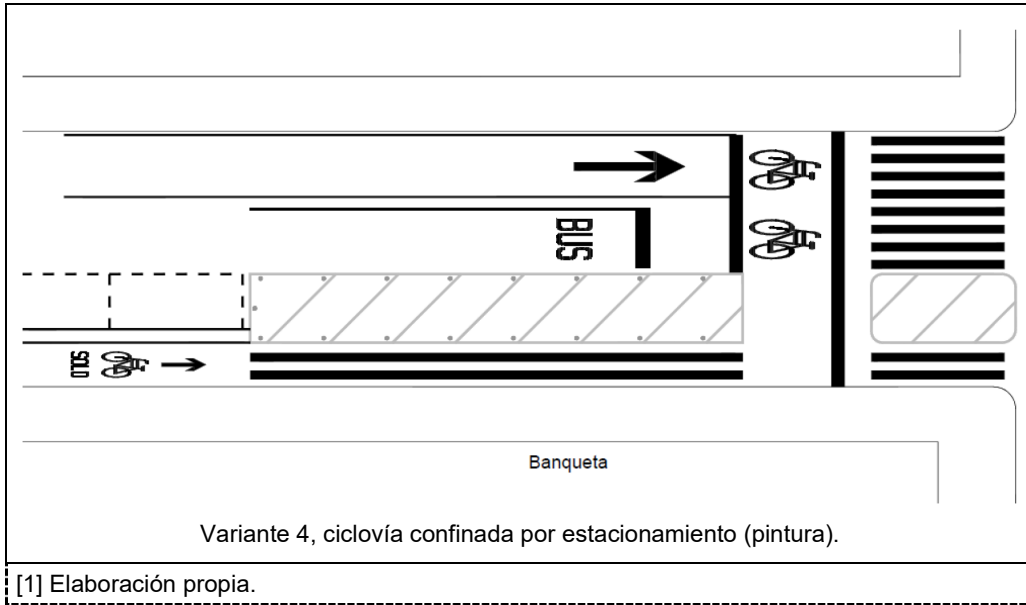
[1] Elaboración propia.

8.2.6.5 Paradas de transporte público y bahías: existen cuatro tratamientos para las paradas de transporte público que se ubican en el trazo de las vías ciclistas delimitadas y exclusivas, a efecto de minimizar los conflictos con las personas usuarias que ascienden y descienden de los vehículos del transporte público de pasajeros.

Parada de transporte público en plataforma: en esta solución se debe elevar el carril ciclista a nivel de acera, a través de un reductor de velocidad tipo trapecial cuyas rampas deben tener una pendiente del diez (10) por ciento, por lo que se genera una plataforma para el ascenso y descenso de pasajeros; el cobertizo debe quedar alineado a la franja de guarnición. Con dicha configuración, la persona peatona tiene preferencia de paso, por lo que la persona ciclista es obligada a detenerse cuando los vehículos de transporte público hacen alto para subir y bajar pasajeros. Para el caso de ciclovías unidireccionales confinadas por cordón de estacionamiento, la plataforma debe incluir una isla sobre el cajón de estacionamiento en el que se debe colocar el cobertizo, por lo que los buses realizan paradas sobre el primer carril de circulación. Estas soluciones pueden ser implementadas a través de elementos construidos o mediante marcas para indicar la prohibición de estacionarse y balizas que deben cumplir con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). Los casos expuestos se muestran en la figura 57.

Figura 57.- Parada de transporte público en plataforma [1]

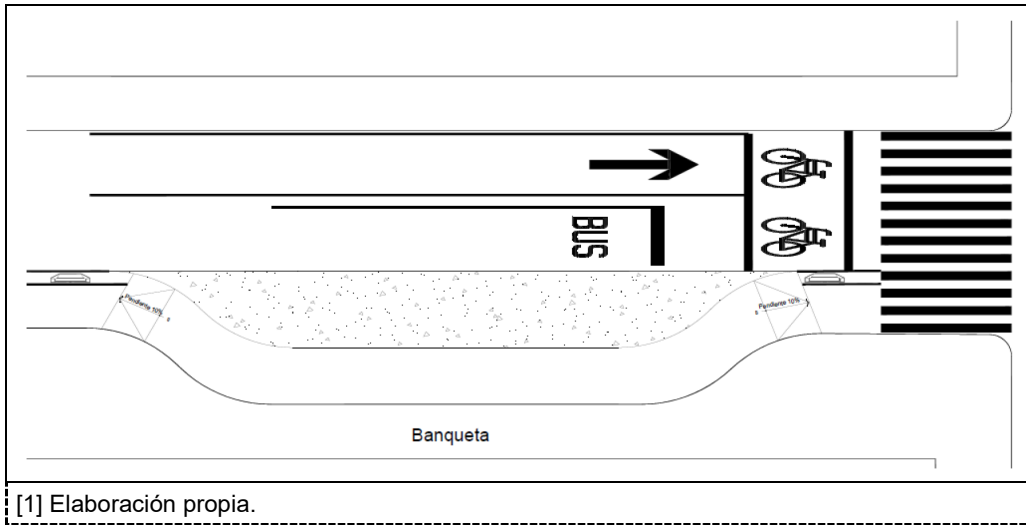




Parada de transporte público con desvío ciclista: en esta solución se coloca el cobertizo de la parada de transporte público sobre la trayectoria del carril ciclista, por lo que los vehículos no motorizados deben rodear el mobiliario urbano por la parte posterior. Las rampas para ascender y descender de la acera deben tener una pendiente del diez (10) por ciento. Los vehículos de transporte público deben realizar las maniobras sobre el primer carril de circulación. Esta opción se recomienda solo cuando la franja de mobiliario urbano tiene un ancho mínimo de dos (2) metros que permite la circulación ciclista sin invadir el área de circulación peatonal.

Para el caso de ciclovías unidireccionales confinadas por cordón de estacionamiento, se debe colocar un reductor de velocidad tipo trapecial sobre la vía ciclista y sobre el cordón de estacionamiento se debe implementar una bahía para la parada de los buses. Estas soluciones pueden ser implementadas a través de elementos construidos o mediante marcas para indicar la prohibición de estacionarse y balizas que deben cumplir con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). Los casos expuestos se muestran en la figura 58.

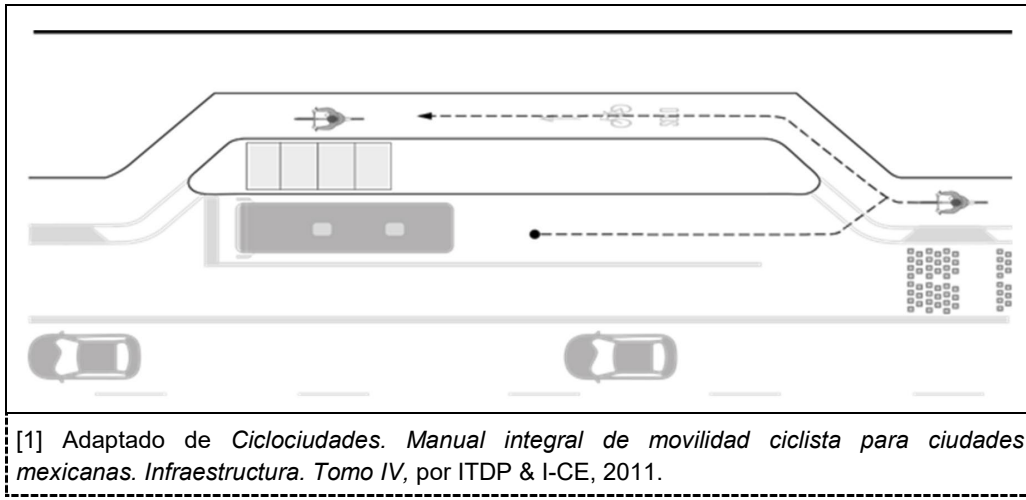
Figura 58 - Parada de transporte público con desvío ciclista [1]



Parada de transporte público con desvío ciclista y bahía: cuando se cuenta con una acera amplia, se puede implementar un diseño donde el cobertizo continúe alineado a la franja de guarnición y la vía ciclista es desviada a la parte posterior y el espacio obtenido por dicho desvío, es utilizado para habilitar una bahía de ascenso y descenso de pasajeros con el objetivo de que los buses no paren sobre el carril de circulación. Para

el caso de ciclovías unidireccionales confinadas por cordón de estacionamiento, la plataforma debe incluir una isla sobre el cajón de estacionamiento en el que se debe colocar el cobertizo por lo que los buses realizan paradas sobre el primer carril de circulación, como se muestra en la figura 59.

Figura 59.- Parada de transporte público con desvío ciclista y bahía [1]



Bahías para transporte de carga: las vías ciclistas delimitadas o segregadas que se encuentran sobre calles con comercios y/o servicios deben considerar la implementación de espacios para carga y descarga de los vehículos de distribución de mercancías, de forma preferente se deben colocar en las calles transversales, por lo que se deben realizar intervenciones en las áreas de circulación peatonal, a efecto de garantizar que los desplazamientos de mercancía entre las bahías y los comercios sean realizados de forma eficiente.

8.2.7. Pasos a desnivel ciclistas: esta solución solo se debe implementar cuando existe una barrera urbana que no permite el paso de los vehículos no motorizados a nivel, tales como vías de circulación continua, vías férreas de alta velocidad, cauces de ríos o barrancas. En los casos en que el contexto lo permita, se recomienda que los vehículos motorizados sean los que cambien de nivel a efecto de que el cruce de personas peatonas y ciclistas no se vea afectado. Se pueden proyectar exclusivamente para la movilidad no motorizada o estar habilitados como pasarelas adyacentes en pasos a desnivel para vehículos motorizados.

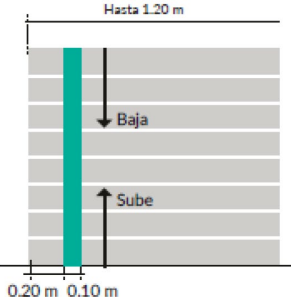
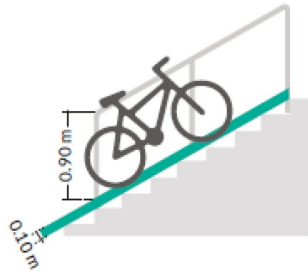
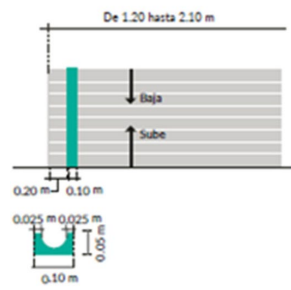
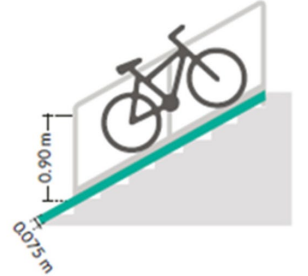
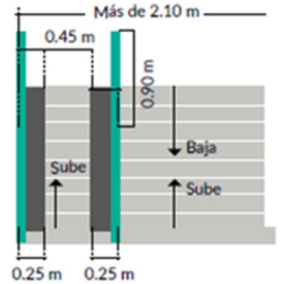

El ancho mínimo de la rampa para acceder al paso a desnivel debe ser de cuatro (4) metros para evitar conflictos entre la personas peatonas y ciclistas, debido a que esta infraestructura, generalmente, es utilizada por personas usuarias a pie; asimismo, su trazo debe corresponder con la distancia más corta de cruce y donde los estudios de ingeniería de tránsito indiquen que se presentan el deseo de paso más constante de la personas peatonas y ciclistas, así como realizar un análisis de seguridad personal en el sitio de grupos en situación de vulnerabilidad como infancias, mujeres y personas con discapacidad para identificar las problemáticas existentes y atenderlas antes de implementar el paso a desnivel.

El trazo de las rampas debe responder a las trayectorias descritas por las personas usuarias al subir una cuesta y considerando la velocidad que se desarrolla en el descenso; por lo que se recomienda que las pendientes no excedan el ocho (8) por ciento.

El ancho y gálibo vertical de la pasarela del paso a desnivel debe corresponder a lo indicado en el inciso 7.10. En el caso de pasarelas adyacentes a pasos a desnivel de vehículos motorizados, se debe tener un ancho libre mínimo de tres (3) metros y altura mínima de (3) metros. Se recomienda que, en los pasos a desnivel inferiores, la salida sea visible desde la entrada, por lo que se deben evitar curvas en su trazo e implementar iluminación y sistema de drenaje.

En los pasos a desnivel que, por restricciones de espacio, solo tienen escaleras se deben implementar rampas ciclistas con objeto de permitir que las personas usuarias desplacen el vehículo no motorizado sin necesidad de ser cargado. Estos dispositivos deben ser de material metálico color gris oscuro o de concreto hidráulico integrado a la estructura de la escalera. Las rampas ciclistas en escaleras pueden ser en barandal, en alfarda o integradas conforme a las características descritas en la tabla 63.

Tabla 63.- Rampas ciclistas en escaleras [1]

Tipo	Dimensiones	Elevación frontal y lateral.	
Barandal	Se usa en escaleras de hasta 1,20 m de ancho. Se deben colocar piezas metálicas en forma de «L» de 10 cm de lado ancladas a los costados de la misma.		
Alfarda	Se usa en escaleras con un ancho entre 1,20 y 2,10 m. Se deben colocar canaletas integradas al costado de la misma, el ancho del canal debe ser de 7,5 cm.		
Integrada	Se usa en escaleras con un ancho mayor a 2,10 m. Se deben colocar dos rampas con un ancho de 25 cm y una separación de 45 cm, situadas en uno de los costados de la misma y delimitadas con barandales.		

[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016 & *Manual de cicloparqueaderos. Manual de parámetros técnicos de cicloparqueaderos en vía pública, estaciones de transferencia modal, edificaciones públicas y privadas*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023.

8.3. Infraestructura para vehículos motorizados: se debe conformar como una red de vías para la circulación general diseñadas de forma continua e integrada en una concepción de conjunto con el espacio urbano y que responde a las distintas actividades que en él se desarrollan. La red tiene como objetivo fundamental satisfacer las necesidades de movilidad y accesibilidad, garantizando los desplazamientos de personas y mercancías en condiciones de seguridad, comodidad y funcionalidad, minimizando los recorridos vehiculares a través de adecuados modelos de trama, a efecto de facilitar la conexión directa con la red vial primaria, mediante una visión que privilegie la distribución equitativa entre los distintos modos de transporte conforme a la jerarquía de movilidad.

El diseño de la infraestructura para vehículos motorizados debe cumplir con una serie de requisitos de composición para satisfacer con su función, por lo que se debe considerar lo siguiente:

- seguridad: debe reducir el riesgo de las personas y propiciar una velocidad del flujo en niveles compatibles con las demás actividades en la vía y su diseño debe favorecer un ambiente que dificulte la aparición de comportamientos que generen conflictos entre las personas usuarias;
- eficiencia: debe proveer el cumplimiento de sus funciones minimizando los costos de construcción y mantenimiento. La sección de las vías debe ajustarse a las necesidades concretas, evitando su sobredimensionamiento; y

- calidad ambiental: se debe considerar la reducción de los niveles de ruido, de emisiones atmosféricas contaminantes, condiciones estéticas y que las vías terciarias constituyan espacios de convivencia.

El proyecto debe tener los requisitos antes señalados, a través del seguimiento de los siguientes criterios se debe:

- minimizar los recorridos vehiculares mediante adecuados modelos de trama, estudiando para ello las direcciones de los movimientos en periodos de máxima demanda, a efecto de facilitar la conexión directa con la red vial primaria;
- evitar que las áreas residenciales sean atravesadas por vías primarias o que las calles secundarias y terciarias sean utilizadas por el tránsito de paso;
- dar continuidad visual a las vías, a efecto de fomentar la integración con el entorno, cuidando la escala de los espacios y buscando la correcta proporción de la sección transversal con las edificaciones en el entorno;
- proyectar considerando el límite de velocidad establecido en los reglamentos de tránsito, sentidos de circulación, movimientos direccionales en intersecciones, radios de giro conforme al vehículo de diseño adecuado a los usos del suelo del entorno.
- considerar medidas de pacificación del tránsito en vías terciarias, a efecto de favorecer su función como calles de convivencia e instrumentándose, de forma sistemática en todo el tramo, para asegurar una velocidad constante.
- minimizar los conflictos entre personas peatonas y vehículos, garantizar el acceso y conexión a los generadores de viaje en condiciones de seguridad y comodidad;
- analizar en las intersecciones, las líneas de deseo de las personas peatonas y vehículos a efecto de asegurar las condiciones de legibilidad, visibilidad y orden en los movimientos. El trazo debe evitar puntos de conflicto y priorizar trayectorias lo más rectas posibles en los cruces.
- evitar obstáculos visuales que impidan percatarse de la presencia de otras personas, vehículos o señales de tránsito;
- incluir áreas de resguardo para personas peatonas en vías que tengan más de dos carriles por sentido; y
- considerar una velocidad de diseño de veinte (20) kilómetros por hora en el entorno de equipamientos con afluencia de personas usuarias vulnerables (escuelas, hospitales, parques, entre otros).

Las características y requisitos para el diseño o rehabilitación de las vías se describen a continuación.

8.3.1. Vías primarias: también denominadas vías arteriales, se identifican con la letra "P" y están divididas en vías de circulación continua (P1) y vías principales que pueden ser del tipo P2 y P3.

8.3.1.1. Vías de circulación continua (P1): son vías para realizar viajes metropolitanos dentro de las cuales se encuentran los accesos carreteros y diversos tipos de viaductos. Generalmente, cuentan con carriles centrales y laterales divididos por fajas separadoras y con intersecciones a desnivel; la incorporación y desincorporación al cuerpo de flujo continuo, regularmente, se realiza a través de carriles de aceleración y desaceleración en puntos específicos y pueden ser de tres tipos:

- a nivel: son aquellas cuya rasante está a la misma altura que el terreno natural, siendo las vías transversales las que cambian de nivel para permitir la circulación continua;
- elevadas: son aquellas cuya rasante se encuentra a un nivel mayor que el de las vías transversales, generalmente, soportadas a través de marcos (trabes y columnas);
- inferiores: son aquellas cuya rasante está por debajo de las vías transversales.

Las vías de circulación continua a nivel deben cumplir con lo que se indica en la tabla 64 y en la figura 60.

Tabla 64- Vías de circulación continua a nivel [1]

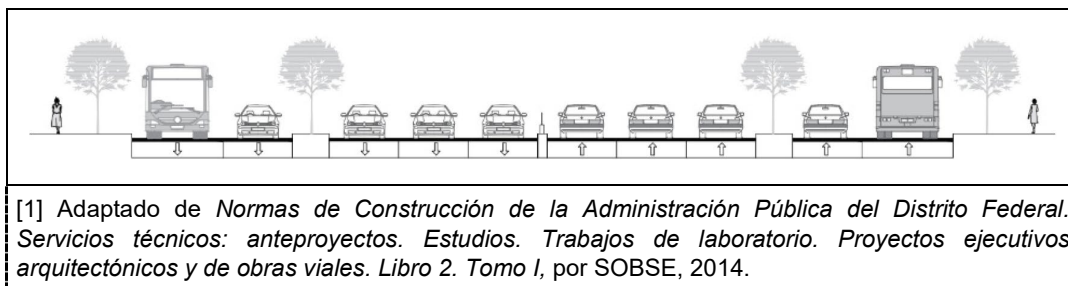
Volumen vehicular por carril veh/h		
En carriles centrales		1 000 a 1 500
En carriles laterales con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)		600
Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles		
Número de carriles por sentido		Derecho de vía [a] m
Centrales	Laterales [b]	
3	3	60
3	2	50
2	2	45
Pendiente longitudinal máxima		
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto	
	60 km/h	80 km/h
Plano	6,5 %	5,5 %
Lomerío	8 %	7 %
Montañoso	9 %	8 %
Distancia de visibilidad	85 m	140 m
Peralte máximo	10 %	
Bombeo	2 a 3 %	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Incluye vías peatonales, ciclistas y fajas separadoras.

[b] Incluye carril para transporte público de pasajeros.

Figura 60.- Vías de circulación continua a nivel [1]



Para las vías de circulación continua elevadas e inferiores se debe cumplir con lo que se indica en la tabla 65 y en la figura 61.

Tabla 65.- Vías de circulación continua elevadas e inferiores [1]

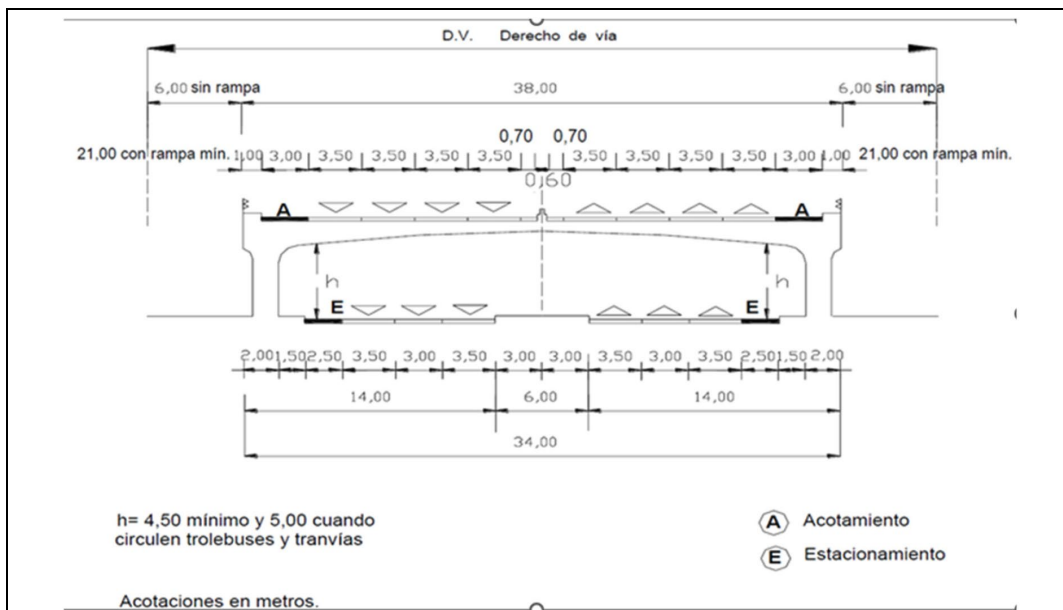
Volumen vehicular por carril veh/h			
En carriles centrales			1 000 a 1 500
En carriles laterales con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)			600
Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles			
Número de carriles por sentido			Derecho de vía [a] m
Centrales a nivel	Superiores/Inferiores	Laterales [b]	
3	3	3	80
3	3	2	70
2	2	2	65
Pendiente longitudinal máxima			
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto		
	60 km/h	80 km/h	
Plano	6,5 %	5,5 %	
Lomerío	8 %	7 %	
Montañoso	9 %	8 %	
Distancia de visibilidad	85 m		140 m
Peralte máximo	10 %		
Bombeo	2 a 3 %		
Altura libre	5,50 m		

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Incluye tramo con rampa.

[b] Incluye carril para transporte público de pasajeros.

Figura 61.- Vías de circulación continua elevada con dos sentidos de circulación [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Las vías de circulación continua se deben evitar debido a que su implementación promueve la aparición de tránsito inducido en su zona de influencia y, a largo plazo, se incrementan los viajes en vehículos motorizados a nivel metropolitano. Antes de realizar este tipo de infraestructura, se recomienda implementar estrategias que permitan hacer más eficiente la circulación de una vía principal semaforizada y solo considerar las vías de circulación continua como una opción para desviar el tránsito de paso de flujos interurbanos, por lo que se deben diseñar vías de circunvalación al centro urbano.

En caso de construir una vía de circulación continua, se recomienda que sea inferior, a efecto de aprovechar el espacio a nivel para implementar áreas estanciales. Cuando no exista otra alternativa a la circulación continua de vehículos, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- asegurar la existencia de un cruce peatonal seguro cada quinientos (500) metros, esto puede ser en las intersecciones semaforizadas de los carriles laterales en combinación con pasos a desnivel peatonales;
- implementar vías ciclistas exclusivas en los carriles laterales;
- priorizar la circulación de vehículos de transporte público de pasajeros, por lo que se debe considerar carriles exclusivos en los cuerpos centrales;
- instaurar sistemas electrónicos para el control de la velocidad en los carriles centrales;
- contar con carriles de desaceleración que permitan la adecuada visibilidad entre personas conductoras previo a realizar el movimiento de integración, principalmente, cuando exista un desnivel entre los carriles centrales y laterales;
- instrumentar, en los accesos carreteros, medidas para la reducción gradual de la velocidad que aseguren que en el momento en que se llegue a la primera intersección controlada por semáforos, el frenado de los vehículos se realice de forma segura; e
- implementar áreas arboladas que contribuyan a la calidad visual del espacio público y como medida para la reducción del ruido.

Para el caso de vías de circulación elevadas, se deben cumplir lo siguientes requisitos:

- la disposición de la estructura dentro de la vía debe permitir el adecuado solemamiento de los predios, por lo que la distancia entre las edificaciones y la proyección de la estructura debe ser, como mínimo, dos terceras partes de la altura entre el nivel natural del terreno y la rasante de la vía superior;
- las columnas no deben representar un obstáculo visual en incorporaciones y desincorporaciones de los carriles centrales a nivel con los carriles laterales;
- las rampas de salida deben contar con carriles de desaceleración que permitan la adecuada visibilidad entre personas conductoras, previo a realizar el movimiento de integración;
- la distancia entre rampas de acceso y de salida siempre debe ser mayor a dos (2) kilómetros con objeto de que éstas vías sean utilizadas solo para recorridos de larga distancia; y
- las estructuras deben contar con tratamientos que contribuyan a la calidad visual del espacio público.

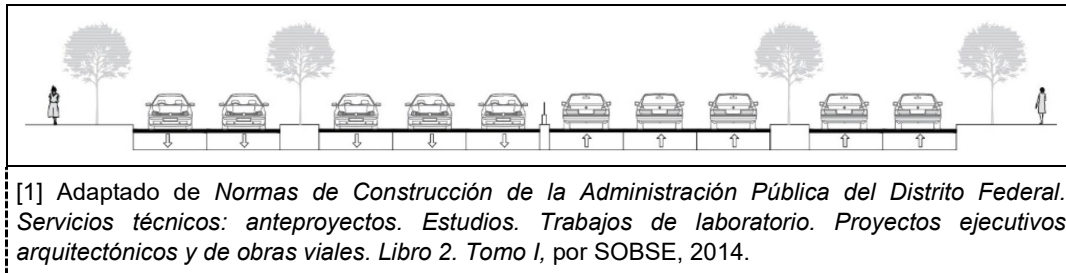
8.3.1.2. Vías principales (P2 y P3): son vías que unen subcentros urbanos tales como ejes viales, avenidas principales, bulevares o paseos. Se caracterizan por ser calles a nivel con intersecciones semaforizadas que pueden ser unidireccionales o bidireccionales con fajas separadoras y, generalmente, sin áreas de estacionamiento. Las vías principales deben cumplir con lo que se indica en la tabla 66 y figura 62.

Tabla 66.- Vías principales [1]

Volumen vehicular por carril veh/h	
En carriles centrales	1 300
En carriles laterales con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)	600
Ancho de carriles de circulación	2,70 a 3,00 m

Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles		
Número de carriles		Derecho de vía [a] m
Centrales	Laterales [b]	
8	6	80
8	4	73
8		36
6	6	73
6	4	66
6		30
6 (Unidireccional con contraflujo)		38
5 (Unidireccional con o sin contraflujo)		34
4	4	59
4		24
4 (Unidireccional)		25
Pendiente longitudinal máxima		
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto	
	40 km/h	50 km/h
Plano	5 %	4 %
Lomerío	6 %	5 %
Montañoso	8 %	7 %
Distancia de visibilidad		
	45 m	70 m
Peralte máximo	8 %	
Bombeo	2 a 3 %	
<p>[1] Adaptado de <i>Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I</i>, por SOBSE, 2014.</p> <p>[a] Incluye tramo con rampa.</p> <p>[b] Incluye carril para transporte público de pasajeros.</p>		

Figura 62.- Vía principal [1]



Consideraciones para su diseño y rehabilitación: este tipo de vías deben cumplir con los siguientes requisitos:

- todos los cruces peatonales deben ser resueltos a nivel incorporando equipos semafóricos y cuando los giros vehiculares en la intersección sean de alta afluencia, las fases semafóricas deben tener tiempos especiales para la circulación segura de las personas peatonas;

- a través de la estrategia de calle completa se debe priorizar la circulación de personas usuarias de vehículos no motorizados y de transporte público de pasajeros a través de la implementación de carriles exclusivos;
- en las vías que cuenten con carriles exclusivos en contraflujo se deben habilitar islas de protección peatonal en el cambio de sentido en todos los puntos de cruce;
- se deben proveer áreas para el ascenso y descenso de pasajeros, así como áreas de carga y descarga en las vías transversales que faciliten la accesibilidad a los predios sobre la vía primaria; y
- se deben establecer áreas arboladas que contribuyan a la calidad visual del espacio público y como medida para la reducción del ruido.

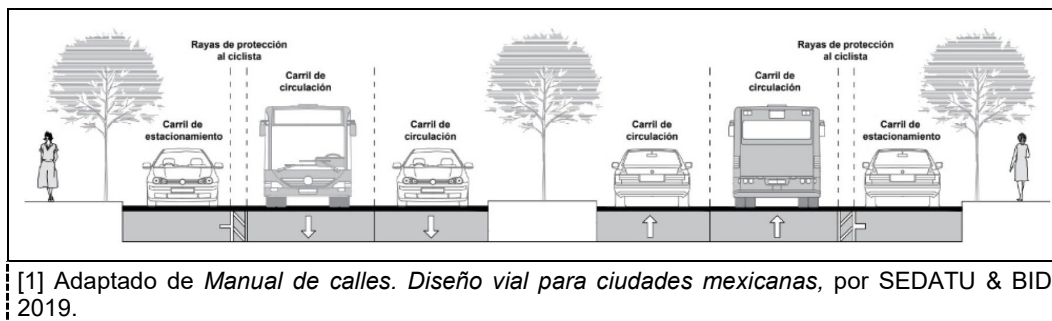
8.3.2. Vías secundarias: también conocidas como vías colectoras, se identifican con la letra “S” y están divididas en avenidas secundarias (S1) y calles colectoras (S2) y (S3).

8.3.2.1. Avenidas secundarias (S1): son aquellas que reúnen los flujos provenientes de las vías terciarias para dirigirlos hacia la red vial primaria, por lo que, comúnmente, cada comunidad llega a tener una vía representativa. Generalmente, son de doble sentido de circulación, con un camellón central y pueden tener intersecciones controladas por semáforos. Las características funcionales y de operación para las avenidas secundarias se especifican en la tabla 67 y figura 63.

Tabla 67.- Avenidas secundarias [1]

Volumen vehicular por carril veh/h		
En carriles con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)		600 a 400
Ancho de carriles de circulación		2.50 a 3.0 m
Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles		
Número de carriles por sentido		Derecho de vía [a] m
Circulación por sentido	Estacionamiento	
2	1	30
Pendiente longitudinal máxima		
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto	
	40 km/h	
Plano	5 %	
Lomerío	6 %	
Montañoso	8 %	
Distancia de visibilidad	45 m	
Peralte máximo	6 %	
Bombeo	2 a 3 %	
[1] Adaptado de <i>Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I</i> , por SOBSE, 2014.		
[a] Incluye tramo con rampa.		

Figura 63.- Avenida secundaria [1]



[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

Consideraciones para su diseño y rehabilitación: las avenidas secundarias deben cumplir con los siguientes requisitos:

- las fases semafóricas deben estar organizadas para priorizar el cruce seguro de las personas peatonas;
- para reducir la distancia del cruce peatonal se deben generar extensiones de banqueta en esquinas como prolongación de la faja de estacionamiento;
- en de no contar con camellón, se debe realizar una redistribución del espacio vial con el fin de alojar una faja separadora que permita el resguardo de las personas peatonas en las intersecciones y se logre la consolidación de giros izquierdos para acceder a los predios; si lo anterior no es posible, de forma supletoria, se deben implementar islas de protección peatonal en el cambio de sentido;
- el tratamiento de vías ciclistas en los tramos que cuenten con estacionamiento debe ser, preferentemente, a través de ciclovías unidireccionales con cordón de estacionamiento y en tramos sin estacionamiento a través de ciclocarriles.
- en vías con estacionamiento y que cuenten con rutas de transporte público de pasajeros, en los sitios de parada se deben generar extensiones de banqueta que permitan el ascenso seguro de las personas usuarias y en las que es conveniente colocar cobertizos para su resguardo;
- en el entorno de zonas comerciales y de servicios se deben implementar áreas para el ascenso y descenso, así como áreas de carga y descarga; y
- establecimiento de áreas arboladas que contribuyan a la calidad visual del espacio público, sobre todo en los camellones.

8.3.2.2. Calles colectoras (S2 y S3): estas vías también tienen la función de reunir los flujos provenientes de las vías terciarias y dirigirlos hacia la red vial primaria, generalmente, hay más de una por cada comunidad. Son calles unidireccionales organizadas en pares viales y dependiendo del flujo vehicular de las vías transversales, sus intersecciones pueden estar controladas por semáforos. Las características funcionales y de operación para las calles colectoras se especifican en la tabla 68 y figura 64.

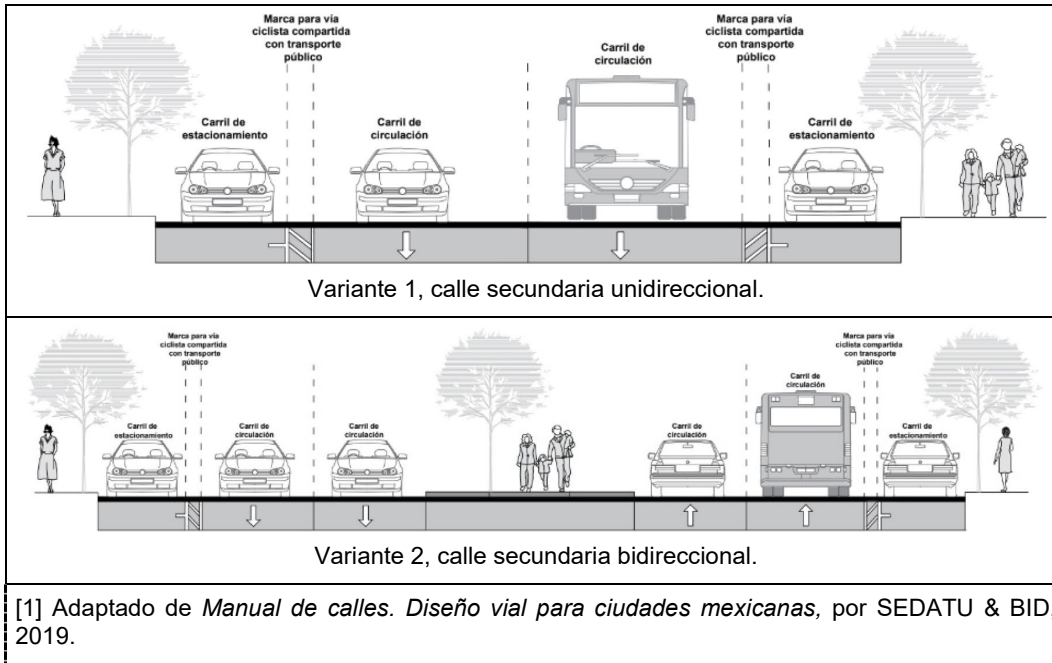
Tabla 68.- Calles colectoras [1]

Volumen vehicular por carril veh/h		
En carriles con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)		600 a 400
Ancho de carriles de circulación		2.50 a 3.0 m
Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles		
Número de carriles		Derecho de vía [a] m
Circulación	Estacionamiento	
3	1	20
2	2	20
Pendiente longitudinal máxima		
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto	
	40 km/h	
Plano	5 %	
Lomerío	6 %	
Montañoso	8 %	
Distancia de visibilidad	45 m	
Peralte máximo	6 %	
Bombeo	2 a 3 %	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Incluye tramo con rampa.

Figura 64.- Calles colectoras [1]



Consideraciones para su diseño y rehabilitación: las calles locales deben cumplir con los siguientes requisitos:

- las fases semafóricas deben estar organizadas para priorizar el cruce seguro de las personas peatonas;
- para reducir la distancia del cruce peatonal, se deben generar extensiones de banqueta en esquinas como prolongación de la faja de estacionamiento;
- el tratamiento de vías ciclistas en los tramos que cuenten con estacionamiento debe ser, preferentemente, a través de ciclovías unidireccionales con cordón de estacionamiento;
- en vías que cuenten con rutas de transporte público de pasajeros en los sitios de parada, se deben generar extensiones de acera que permitan el ascenso seguro y colocar cobertizos para resguardo de las personas usuarias;
- en el entorno de zonas comerciales y de servicios se deben implementar áreas de áreas para el ascenso y descenso de pasajeros, así como áreas de carga y descarga; y
- se deben establecer áreas arboladas que contribuyan a la calidad visual del espacio público, sobre todo si se cuenta con camellones.

8.3.3. Vías terciarias: también conocidas como vías de acceso, se identifican con la letra “T” y están divididas en calles locales (T1 y T2) y diversos tipos de calles con preferencia peatonal (T3).

8.3.3.1. Calles locales (T1 y T2): su función principal es permitir el acceso a los residentes y visitantes a los predios, por lo que la distribución y localización de las manzanas otorga la forma, longitud y características de estas vías. Pueden ser unidireccionales o bidireccionales con o sin camellón y, generalmente, tienen franjas de estacionamiento en ambos costados de la calle; sus intersecciones, raramente, están controladas por semáforos. Las características geométricas funcionales y de operación para las calles locales se especifican en la tabla 69 y la figura 65.

Tabla 69.- Calles locales [1]

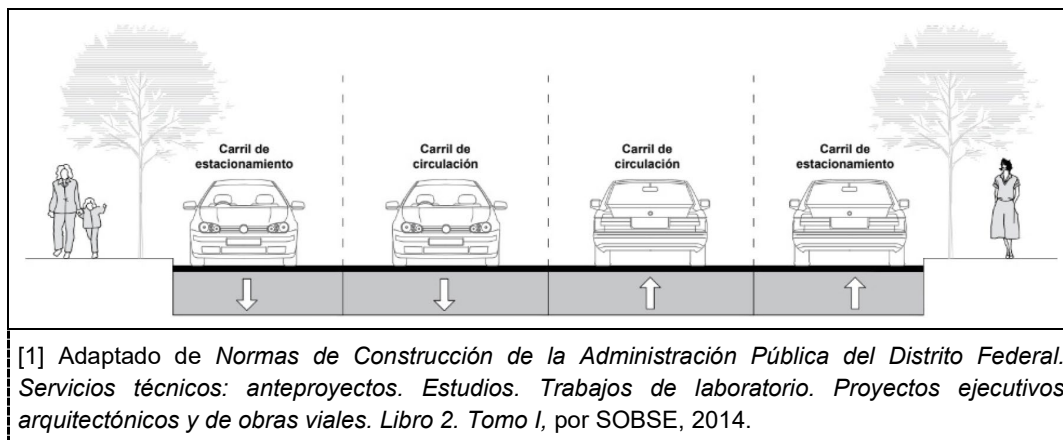
Volumen vehicular por carril veh/h	
En carriles con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)	Menor a 400
Ancho de carriles de circulación	2.50 a 3.0 m

Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles		
Número de carriles		Derecho de vía [a] m
Circulación por sentido	Estacionamiento	
2 (máximo)	1	18
2 (máximo)	1	15
1	1	12
1	1	10
Pendiente longitudinal máxima		
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto	
	≤ 30 km/h	
Plano	5 %	5 %
Lomerío	6 %	6 %
Montañoso	12 -15 %	
Distancia de visibilidad		
	30 m	45 m
Peralte máximo	6 %	
Bombeo	2 a 3 %	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Incluye tramo con rampa.

Figura 65.- Calles locales [1]



Consideraciones para su diseño y rehabilitación: las calles locales deben cumplir con los siguientes requisitos:

- para garantizar la circulación y estancia segura de las personas peatonas se deben implementar medidas de pacificación del tránsito de acuerdo con lo especificado en el inciso 8.8, y, en todos los casos, se debe contar con extensiones de banqueta en los puntos de cruce peatonal como extensión de la franja de estacionamiento;

- la circulación no motorizada debe realizarse a través de vías ciclistas con prioridad de uso;
- en vías que cuenten con rutas de transporte público de pasajeros, en los sitios de parada se deben generar extensiones de banqueta que permitan el ascenso seguro de las personas usuarias y donde es adecuado colocar cobertizos para su resguardo; y
- en el entorno de zonas comerciales y de servicios se deben implementar áreas para el ascenso y descenso de pasajeros, así como áreas de carga y descarga.

8.3.3.2. Calles con preferencia peatonal (T3): en este tipo de vías, el tránsito de vehículos es mínimo, en algunos casos está restringido solo a vehículos de residentes, de emergencia o de servicio; en esta clasificación se encuentran las privadas, callejones, rinconadas, retornos, las calles de tránsito mixto y las propiamente peatonales. La circulación es de doble sentido y las franjas de estacionamiento no deben superar el veinte (20) por ciento de su longitud e incluso puede estar restringido. Las características geométricas funcionales y de operación para las calles locales se especifican en la tabla 70 y la figura 66.

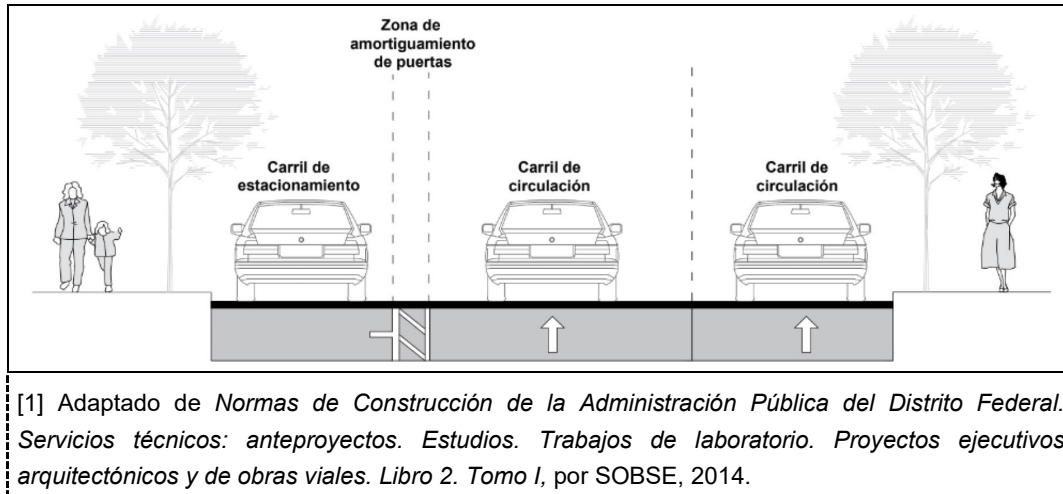
Tabla 70.- Calles con preferencia peatonal [1]

Volumen vehicular por carril		
veh/h		
En carriles con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)		Menor a 300
Ancho de carriles de circulación		2.50 a 3.0 m
Sección transversal y derecho de vía mínimo según el número de carriles		
Número de carriles		Derecho de vía [a]
Circulación	Estacionamiento	
1	2	12
1	1	9
1	0	7
Pendiente longitudinal máxima		
Tipo de terreno	Velocidad de proyecto	
	10 a 30 km/h	
Plano	5 %	
Lomerío	6 %	
Montañoso	15 %	
Distancia de visibilidad		
	20 m	30 m
Peralte máximo	4 %	
Bombeo	2 % a 3 %	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Incluye tramo con rampa.

Figura 66.- Calle con preferencia peatonal [1]



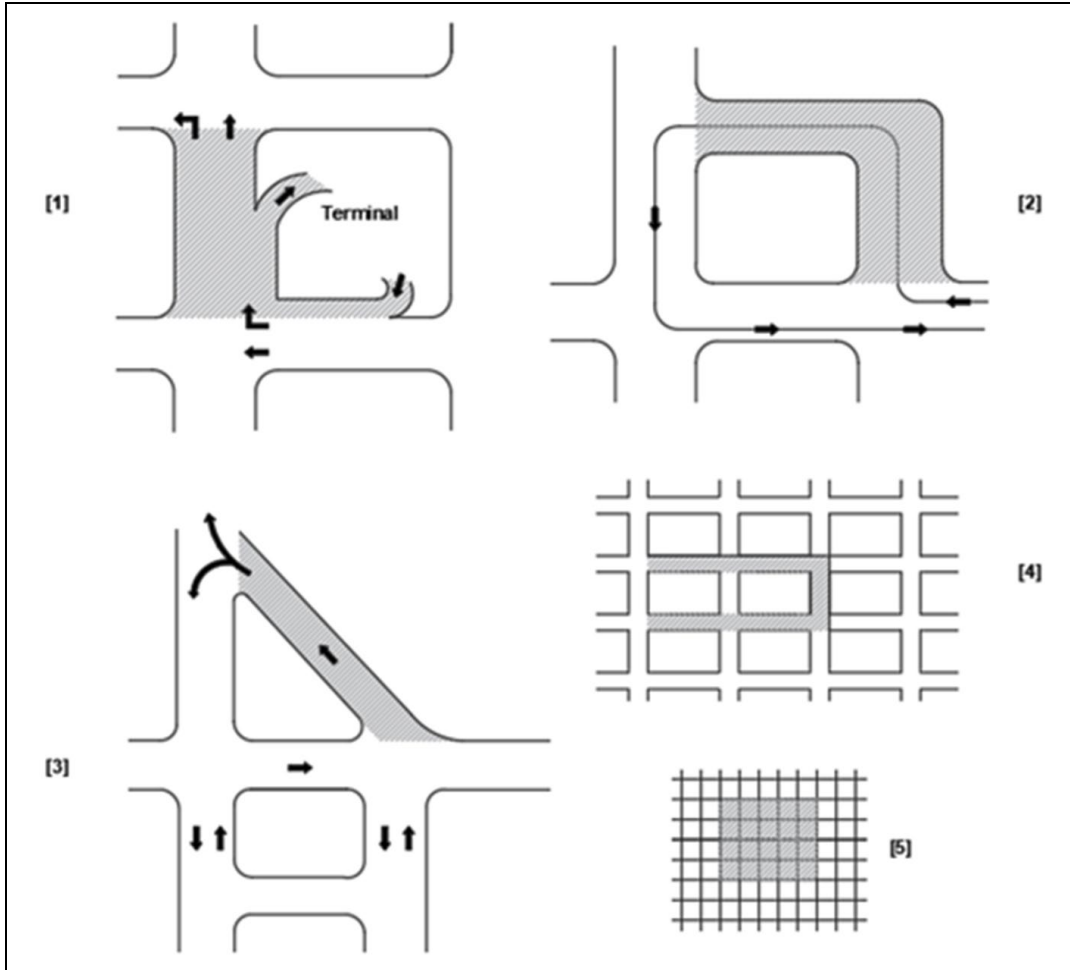
Consideraciones para su diseño y rehabilitación: las calles con preferencia peatonal deben cumplir con los siguientes requisitos:

- en todos los casos se deben implementar medidas de pacificación del tránsito de acuerdo con lo especificado en el apartado 8.8;
- los cruces peatonales deben construirse a nivel de banqueta;
- el número de carriles de circulación vehicular se deben restringir al mínimo con objeto de habilitar áreas de circulación y estanciales, así como áreas con jardín;
- se debe priorizar el acondicionamiento para la habitabilidad descrito en el capítulo XX; y
- la extensión máxima de los tramos para este tipo de calles debe ser de doscientos (200) metros.

8.3.4. Vías de transporte público de pasajeros: son vías que, en su totalidad o a través de carriles exclusivos o compartidos que dan prioridad a la circulación de vehículos de transporte público de pasajeros, tienen por objeto optimizar su circulación, promoviendo la eficiencia de la vía debido a que incrementa el total de personas trasladadas en un menor número de vehículos, reduciendo la congestión y los tiempos de viaje. Estas vías pueden estar destinadas a buses, buses articulados, trolebuses, tranvías o trenes ligeros. De acuerdo con su nivel de integración a la circulación vehicular se clasifican en:

- aisladas: vías separadas físicamente del tránsito general, se encuentran, generalmente, en camellones centrales y con intersecciones a desnivel;
- calles de transporte público: vías en las que el tránsito vehicular solo está permitido a buses o tranvías y están acondicionadas para una circulación peatonal y ciclista de forma compartida, generalmente, son de longitudes cortas y localizadas en el centro de población. Algunas de sus configuraciones se muestran en la figura 67;
- carriles compartidos: vías con franjas de circulación compartidas entre vehículos no motorizados y de transporte público; y
- carriles exclusivos: vías que cuentan con franjas de circulación confinadas para el tránsito único de vehículos de transporte público. Puede haber tres tipos de carriles:
 - o inmediato a la banqueta o al camellón lateral en el mismo sentido del tránsito;
 - o inmediato a la acera en contraflujo; y
 - o en la parte central del arroyo vial en ambos sentidos de circulación con o sin faja separadora.

Figura 67.- Casos en los que se requieren calles de transporte público [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Las características geométricas funcionales y de operación para las vías de transporte público de pasajeros se especifican en la tabla 71.

Tabla 71.- Características geométricas de las vías de transporte público [1]

Volumen vehicular por carril veh/h	
En vías con semáforos (con 50 % de tiempo en luz verde)	200 buses/sentido/día
Sección transversal y derecho de vía mínimo según tipo de intervención	
Tipo de intervención	Derecho de vía [a] m
Vía de transporte pública aislada	70
Calle de transporte público	8
Carriles bus-bici (vía bidireccional)	40 a 48
Carriles bus-bici (vía unidireccional con contraflujo)	34 a 38
Carriles exclusivos inmediato a la banqueta (vía bidireccional)	40 a 48

Carriles exclusivos inmediato a la banqueta (vía unidireccional) con contraflujo [b]	28 a 34
Carriles exclusivos en la parte central del arroyo vial (vía bidireccional)	40 a 48
Carriles exclusivos en la parte central del arroyo vial (vía originalmente unidireccional)	28 a 34
Carriles exclusivos en la parte central del arroyo vial (vía originalmente unidireccional)	28 a 34
Distancia lateral mínima a obstáculos fijo [c]	0,8 m
Pendientes máximas	
Vías para tren ligero o tranvía	4 %
Vías para buses	6 %
Rampas ascendentes para buses	7 %
Rampas descendentes para buses	8 %
<p>[1] Adaptado de <i>Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I</i>, por SOBSE, 2014.</p> <p>[a] Incrementar el ancho del carril en 0,3 m cuando se empleen guarniciones adyacentes a la superficie de rodamiento.</p> <p>[b] Distancia de la orilla del arroyo vial y la cara vertical o los obstáculos laterales, tales como postes, árboles, señales, muros de contención, entre otros.</p>	

Los anchos de los carriles se exclusivos para transporte de carga deben cumplir con las dimensiones indicadas en la tabla 72.

Tabla 72.- Tipos de carriles de circulación vehicular ^[1]

Tipo de carril	Velocidad km/h	Ancho [a] m
Carril de transporte público en el costado izquierdo de vías primarias	50	3,30 a 3,50
Carril de transporte público en el costado izquierdo de vías primarias - en el tramo de estación	< 30	3,00 [b] a 3,20
Carril de transporte público compartido con bicicletas en costado derecho o en contraflujo	30	4,20 a 4,60
<p>[1] Adaptado de <i>Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México</i>, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016 & <i>Guía de Planificación de Sistemas BRT. Autobuses de Tránsito Rápido</i>, por Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo [ITDP], 2010.</p> <p>[a] Las dimensiones indicadas no incluyen el ancho de las líneas separadoras de carril exclusivo y de los delimitadores para confinamiento.</p> <p>[b] En las estaciones, el carril puede ser reducido a tres (3) metros porque los buses circulan a una velocidad menor y debe detenerse junto a la plataforma de abordaje. Sin embargo, si se proporciona un carril de paso, el ancho total de los dos carriles debe ser de siete (7) metros.</p>		

Consideraciones para su diseño y rehabilitación: las vías de transporte público de pasajeros deben cumplir con los siguientes requisitos:

- se deben colocar en las vías donde hay retrasos recurrentes y significativos en el servicio de transporte público debido a la congestión vehicular; sin embargo, su implementación puede justificarse como instrumento de una política de promoción del transporte público, sin que sea necesario el cumplimiento de determinados volúmenes de tránsito;
- pueden implementarse en los carriles laterales y centrales de las vías de circulación continua, en vías principales y en avenidas secundarias cuando se cuente, mínimo, con tres (3) carriles de circulación;
- las vías ciclistas compartidas con transporte público de pasajeros se deben implementar en corredores donde los buses circulan a una velocidad máxima de treinta (30) kilómetros por hora con una frecuencia mayor a dos (2) minutos y en los que exista una capacitación de los operadores de transporte público para la sana convivencia entre personas usuarias;
- los delimitadores para confinamiento que se utilicen deben ajustarse a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), con objeto de generar una separación clara de los espacios de circulación, pero permitiendo el acceso a vehículos de emergencia.

En el caso de carriles exclusivos inmediatos a la banqueta, se debe permitir el acceso a los predios y cuando existan giros a la derecha, se recomienda suprimir el confinamiento quince (15) metros previos a la intersección;

- en el caso de carriles exclusivos inmediatos a la banqueta en el sentido de circulación general, se debe contemplar la posibilidad de realizar maniobras de ascenso y descenso en taxis, por lo que se deben establecer y señalizar dichos espacios de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011);
- cuando existan carriles exclusivos inmediatos a la banqueta se deben proveer áreas para el ascenso y descenso, así como áreas de carga y descarga en las vías transversales que faciliten la accesibilidad a los predios sobre la vía primaria, por lo que se deben establecer y señalizar dichos espacios de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011);
- los carriles exclusivos inmediatos a la banqueta en contraflujo deben diseñarse de tal manera que aseguren la comprensión de todas las personas usuarias de la vía acostumbradas a un solo sentido de circulación. Se debe generar una separación física con respecto a la banqueta, en los puntos de cruce peatonal se debe contar con islas de protección en la línea de cambio de sentido, y su operación debe ser reforzada con señalización;
- en el caso de carriles exclusivos ubicados en la parte central del arroyo vial, las intersecciones semaforizadas deben colocarse, en promedio, a cada doscientos (200) metros, con objeto de permitir que la circulación de los buses sea constante, pero sin que esto represente una distancia excesiva para el cruce peatonal;
- en vías bidireccionales con cuatro carriles de circulación donde se implementen corredores de buses rápidos (BRT), se debe considerar un ancho de los carriles exclusivos de transporte público suficiente para permitir el rebase entre vehículos de transporte público detenidos o averiados; y
- al incorporar carriles exclusivos en el cuerpo central de una vía, se debe asegurar que estos puedan desincorporarse de forma adecuada sobre todo si se encuentran adjuntos a una faja separadora. Es indispensable prever sistemas que permitan a los vehículos detenidos detrás de un vehículo de transporte averiado salir del carril; asimismo, se deben colocar señalización y dispositivos para el control del tránsito, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

8.3.5. Vías exclusivas para vehículos de carga: son vías que, en su totalidad o a través de carriles exclusivos dan prioridad a la circulación de vehículos de transporte de carga, tienen por objeto otorgar un espacio para un flujo seguro y constante de vehículos con una masa que exceda tres coma cinco (3,5) toneladas destinadas al transporte de mercancías. La decisión de implementar una vía para vehículos pesados debe ser objeto de un análisis de costo-beneficio.

8.3.6. Características de los carriles: en la tabla 73 se muestra la dimensión de los carriles de circulación general en tramos rectos dependiendo del tipo de vía y la velocidad que se puede desarrollar en ellos.

Tabla 73.- Anchos máximos de carril según la velocidad deseada [1]

Tipo de vía	Velocidad km/h	Ancho [a] [b] m
Acceso carretero	≥ 80	3,50
Vía de circulación continua - cuerpo central	60 a 80	3,00 a 3,20
Vía de circulación continua - cuerpo lateral	40	3,00 a 3,20
Vía primaria	50	3,00
Vía secundaria o terciaria	30 a 40	2,80 a 3,00
Vía en zona industrial	20 a 40	2,80 a 3,20

[1] Adaptado de *Programa de Gestión de la Velocidad. Documento base*, por Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019 & *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

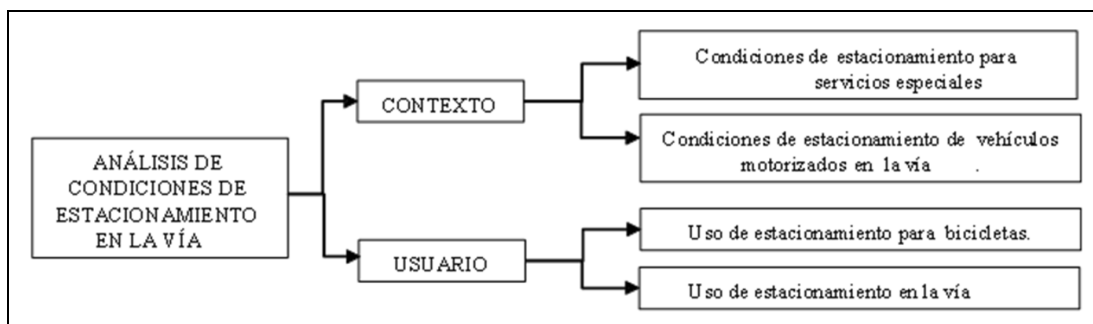
[a] Las dimensiones indicadas no incluyen el ancho de las rayas separadoras de carriles y la raya de delimitación de orilla del arroyo vial.

[b] El ancho de los carriles en curvas debe considerar el sobreaancho correspondiente.

8.4. Estacionamiento en vía pública: las vías deben contar con espacios para detener momentáneamente un vehículo motorizado o dejarlo por tiempo determinado, los cuales no deben ser considerados como áreas de circulación. El acondicionamiento del estacionamiento debe realizarse principalmente en calles secundarias y terciarias para que los residentes y visitantes de los predios puedan contar con este servicio en la vía, o en los puntos de acceso al transporte público, con objeto de permitir el intercambio de viajeros.

Se deben analizar las condiciones del estacionamiento en las calles a efecto de cuantificar la oferta de este servicio, con el fin de identificar los posibles conflictos por las maniobras de estacionamiento, así como las necesidades de implementación de espacios para servicios especiales. Por ello, el estacionamiento en la vía se debe evaluar a través de cuatro factores básicos, como se indica en la figura 68.

Figura 68.- Análisis de condiciones de estacionamiento en la vía [1]



[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

8.4.1. Estacionamiento general: se deben considerar franjas para el estacionamiento de vehículos situadas en los costados de las vías, generalmente, en disposición de cordón, pero cuando el ancho de las vías lo permita, puede ser en batería. Las franjas de estacionamiento deben alojarse en calles con una pendiente máxima al ocho (8) por ciento.

Para el estacionamiento en cordón se debe delimitar cada uno de los cajones, interrumpiéndose un (1) metro antes y después de los accesos a predios. El estacionamiento en batería puede ser a treinta (30), cuarenta y cinco (45), sesenta (60) o noventa (90) grados en toda la extensión de la cuadra, dejando libre los accesos a predios más de un (1) metro adicional a la proyección de esta área. Las dimensiones de cajones para el estacionamiento general se indican en la tabla 74 y las características de la señalización para indicarlos se encuentran en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

Tabla 74.- Dimensiones para cajones de estacionamiento de vehículos motorizados [1]

Disposición del área de estacionamiento	Largo del cajón m	Ancho del cajón m
Cordón	5,50 a 8,00 [a]	2,40 a 3,00 [b]
Batería	5,00 (mínimo)	2,50 a 3,00

[1] Adaptado de *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2/SEDATU-2021, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras*, por Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, 2022b.

[a] Se permite un largo de 4,50 m cuando exista un cajón franqueado por dos accesos a predios.

[b] En calles terciarias con una velocidad máxima de 30 km/h se permite que el ancho de los cajones en cordón sea de 2,20 m como mínimo.

Con objeto de tener una óptima visibilidad en las intersecciones, la franja de estacionamiento se inicia a tres coma cincuenta (3,50) metros de la raya de alto, de la marca ceda el paso o del área de espera de vehículos no motorizados o motocicletas, o bien de los cruces peatonales.

Para las franjas de estacionamiento en batería se deben dejar adyacentes áreas de circulación que, como mínimo, tengan las dimensiones indicadas en la tabla 75. La disposición de los cajones debe generarse de tal forma que, al llevar a cabo la maniobra de estacionamiento, el vehículo entre en reversa y al salir lo haga hacia el frente.

Tabla 75.- Dimensiones del área de circulación mínima adjunta a la franja de estacionamiento en batería [1]

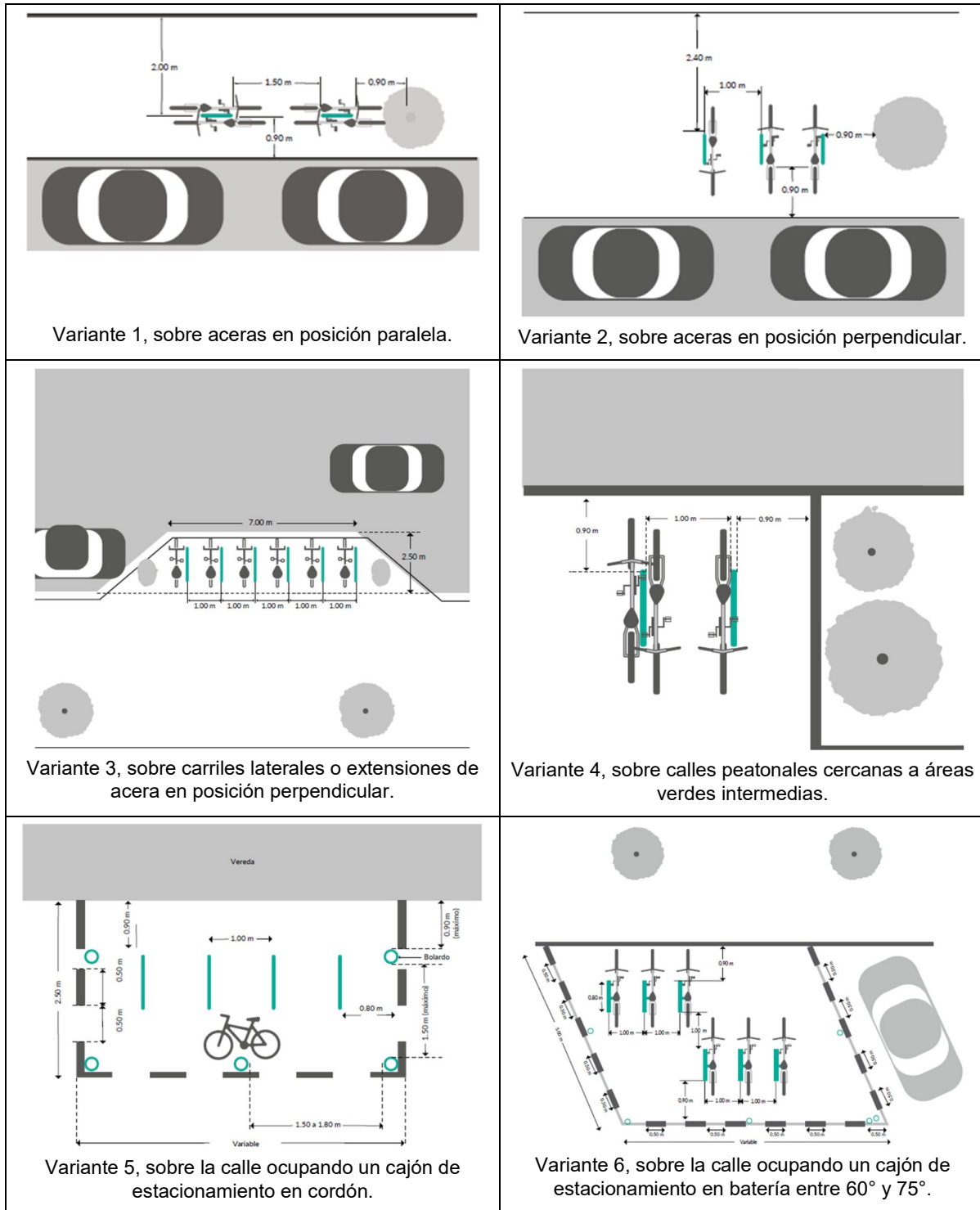
Ángulo del cajón °	Ancho del área de circulación m
30	3,00
45	3,30
60	5,00
90	6,00
90 (franja en ambos costados)	6,50

[1] *Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico*, por SOBSE, 2011.

8.4.2. Estacionamiento para servicios especiales: se usan para delimitar espacios exclusivos para maniobras de ascenso y descenso o reservadas para personas con discapacidad, representaciones diplomáticas, servicio de acomodadores, bicicletas, sitios y lanzaderas de transporte público, áreas para carga y descarga, transporte de valores, correos, mensajería y paquetería, recolección de residuos sólidos, vehículos de emergencia, entre otros servicios que determine la autoridad correspondiente. Se debe realizar una estimación de ocupación diaria y rotación de vehículos en la vía, así como considerar cantidad y tipo para dotar de los espacios necesarios.

8.4.2.1. Estacionamiento para vehículos no motorizados: debe evaluarse el emplazamiento, tipo de mueble, así como la capacidad, cobertura y calidad de los biciestacionamientos; se pueden colocar en banquetas y sus extensiones o en la franja de estacionamiento del arroyo vial, su ubicación debe estar vinculada a un establecimiento o servicio de transporte público, por lo que el mobiliario no debe obstruir el paso a las personas que caminan; en caso de ubicarse en la banqueta, debe estar dentro de la franja de servicios separado de la guaración a cero coma noventa (0,90) metros, mínimo, para evitar que las puertas de los vehículos motorizados choquen con vehículos no motorizados estacionados. En la figura 69 se muestran las diferentes formas de emplazar biciestacionamientos en la calle.

Figura 69.- Tipos de emplazamientos de biciestacionamientos en la calle [1]



[1] Adaptado de *Manual de cicloparqueaderos. Manual de parámetros técnicos de cicloparqueaderos en vía pública, estaciones de transferencia modal, edificaciones públicas y privadas*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2023.

Los tipos de mueble de estacionamiento y sus características se señalan a continuación y en la tabla 76.

Mobiliario estándar: es el mueble instalado en piso, con capacidad para dos bicicletas con la forma más común que es la “U” invertida y sus variantes; este mueble puede ser para bicicletas o bicicletas de carga.

Casillero: es el mobiliario tipo caja instalado en el piso, con capacidad entre una y cuatro bicicletas, generalmente con cerrojo integrado.

Tabla 76.- Funcionalidad de los biciestacionamientos [1]

Concepto	Requisitos (Deben)
Seguridad	Estar anclado al piso para evitar que sea robado junto con las bicicletas, en caso de que no se puedan cimentar los tornillos y tuercas con que se fije, estos deben ser reforzados con soldadura para que no puedan ser removidos fácilmente con ayuda de herramientas de mano.
	Estar colocado a una distancia no mayor a diez (10) metros del acceso y en un lugar visible e iluminado, ya que la vigilancia informal que proporciona el flujo de personas usuarias maximiza su seguridad, lo cual incrementa sustancialmente sus posibilidades de éxito.
Comodidad	Cumplir con las medidas y especificaciones recomendadas para la sujeción de las bicicletas.
	Permitir que la bicicleta permanezca recta y evitar muebles que obliguen a cargar la bicicleta.
	Estar diseñado para evitar que la dirección gire, lo cual ocasiona que la bicicleta ocupe más espacio del necesario.
	Contar con protección contra las inclemencias del estado del tiempo, como lluvia y exceso de luz solar.
Visibilidad	Tener iluminación que facilite la visibilidad durante horarios nocturnos.
	Contar con señalización que indique a la persona usuaria el lugar donde se encuentra.
Emplazamiento	Estar alineados paralelamente.
	Tener las siguientes distancias de separación básicas: cuando se encuentre sobre la acera, debe estar a un (1) metro entre los ejes de centro de cada mueble, cero coma noventa (0,90) metros con relación a paramentos, cero coma noventa (0,90) metros con relación a guarniciones, registros eléctricos o hidráulicos y a otro tipo de mobiliario urbano y/o jardineras.
	Conservar las distancias de separación básicas entre muebles, cuando se requiera un emplazamiento en diagonal.
	Utilizar un cajón de estacionamiento delimitado por elementos de protección y marcado conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), cuando se ubique sobre el arroyo vial se. La separación entre muebles debe corresponder a la indicada en las dos filas anteriores.
Accesibilidad	Permitir un fácil acceso, a efecto de que la persona usuaria tenga el suficiente espacio para circular con su bicicleta a un costado sin golpear otro vehículo u obstáculo.
	Permitir el tránsito peatonal evitando que las personas tropiecen con el mobiliario.

[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

8.4.2.2. Estacionamiento de motocicletas: los cajones para este tipo de vehículos se deben colocar en el arroyo vial en los espacios residuales de la franja de estacionamiento general; cuando la demanda no se satisface en dichos espacios, se pueden usar cajones cercanos a la esquina. Su emplazamiento debe ser en batería cuando la franja de estacionamiento se encuentre en cordón, y se debe ocupar un cajón cuando la franja de estacionamiento sea en batería con una franja de circulación adjunta como se muestra en la figura 70, con dimensiones de acuerdo con lo indicado en la tabla 77. Se puede complementar con un tope de rueda en la parte frontal del cajón que sirva para asegurar el vehículo.

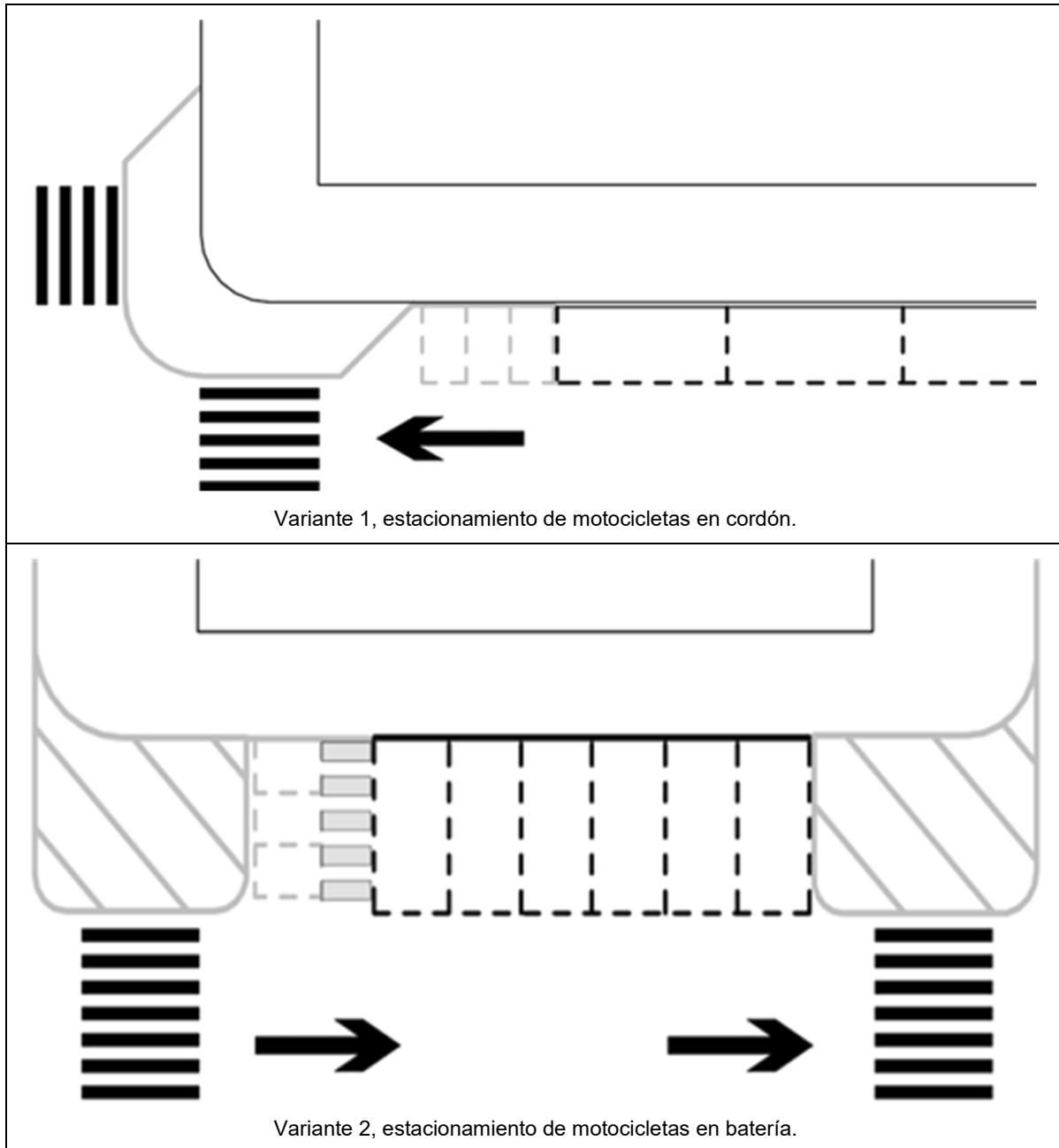
Tabla 77.- Dimensiones para cajones de estacionamiento para motocicletas [1]

Disposición del área de estacionamiento	Largo del cajón [a] m	Ancho del cajón m
Batería	2,40 a 3,00	1,50

[1] Adaptado de *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2/SEDATU-2021, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras*, por Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, 2022b.

[a] El largo del cajón debe coincidir con el ancho del cajón de estacionamiento general.

Figura 70.- Disposición de los cajones de motocicletas en relación con la franja de estacionamiento general [1]



[1] Elaboración propia.

8.4.2.3. Estacionamiento para vehículos de personas con discapacidad: deben tener dimensiones de acuerdo con lo indicado en la tabla 78 y contar con una franja de circulación peatonal en uno de sus costados y su marcaje debe ser de acuerdo con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

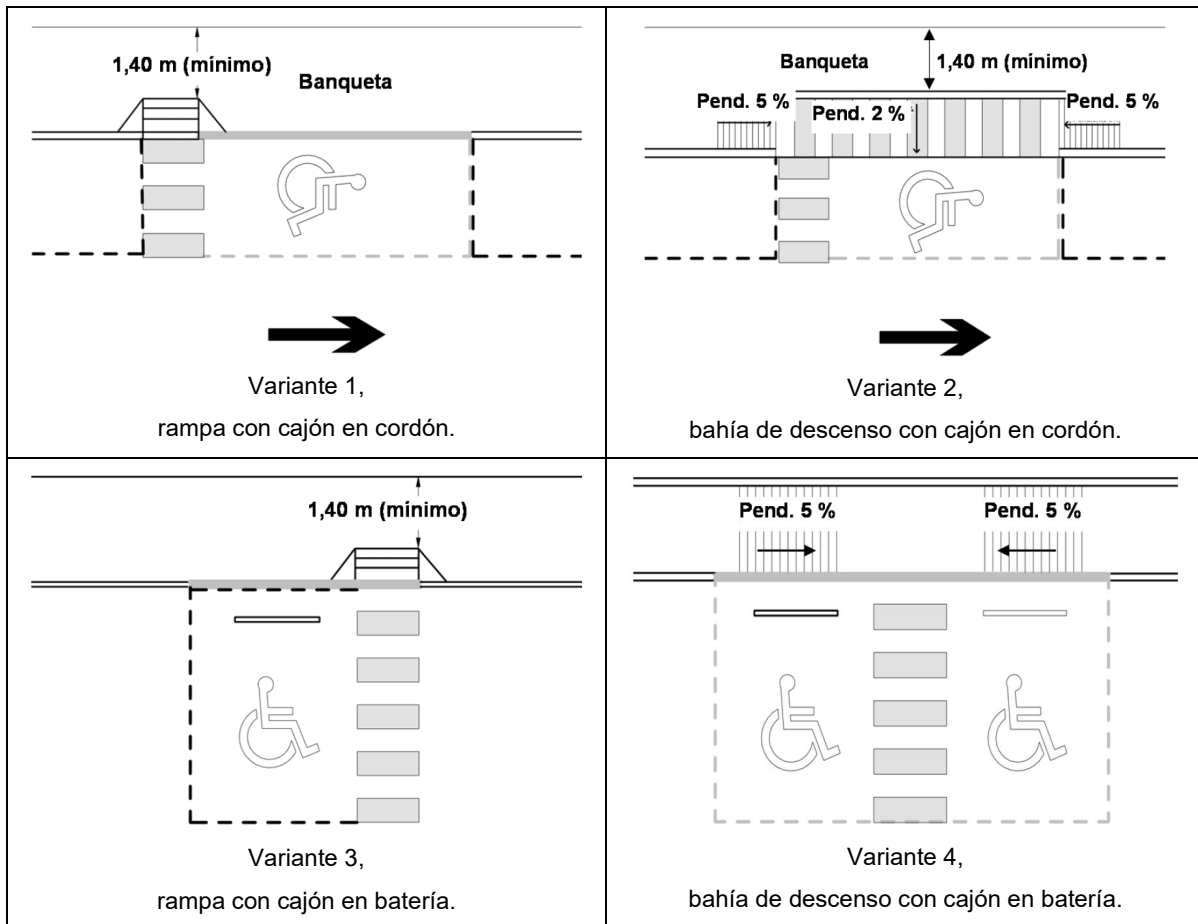
Tabla 78.- Dimensiones de cajones de estacionamiento para vehículos de personas con discapacidad ^[1]

Disposición del área de estacionamiento	Largo del cajón m	Ancho del cajón m	Largo de la franja de circulación m
Cordón	6,00	2,40 a 3,80	1,40
Batería	5,00	3,80	1,20

[1] Adaptado de PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2/SEDATU-2021, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras, por Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, 2022b.

Los cajones de estacionamiento para vehículos de personas con discapacidad, preferentemente, deben ir complementados con bahías de descenso en las aceras, compuestas con rampas y franjas de circulación peatonal con un ancho de uno coma cuarenta (1,40) metros, dispuestas como se muestra en las variantes de la figura 71.

Figura 71.- Disposición de las rampas y franjas de circulación en los cajones para vehículos de personas con discapacidad [1]

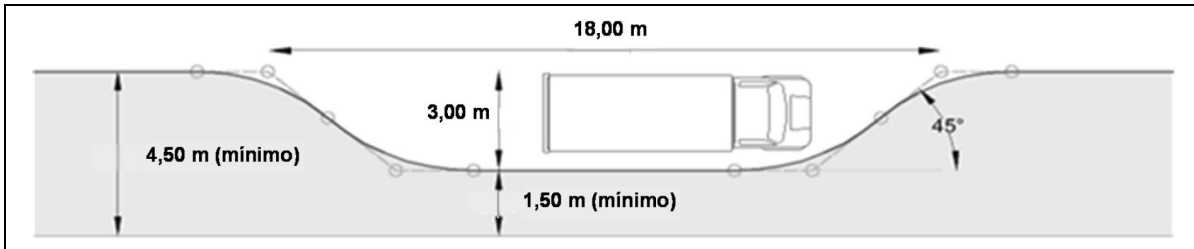


[1] Elaboración propia.

8.4.2.4. Cajones y bahías: en vías secundarias y terciarias, las áreas de estacionamiento para servicios especiales pueden estar dispuestas como cajones marcados en la franja de estacionamiento, su largo depende del tipo de vehículo al que está destinado y su ancho siempre debe coincidir con el establecido a la franja en cordón donde se encuentra. Si el área de estacionamiento es en batería se deben colocar cajones de servicios especiales cuando el largo del vehículo no sea mayor a cinco (5) metros.

En calles primarias que no cuentan con estacionamiento sobre la vía, se deben generar ensanchamientos del arroyo vial cuando la acera tenga una franja de servicios mayor a tres (3) metros que permita a los vehículos parar con seguridad sin obstruir el tránsito, mientras se efectúan las maniobras de ascenso y descenso o de carga y descarga, como se muestra en la figura 72. En caso de que la acera no cuente con el espacio suficiente, se deben generar este tipo de cajones sobre las vías transversales.

Figura 72.- Bahías [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.5. Áreas de transferencia para el transporte: dependiendo de la utilización del espacio vial, se pueden distinguir dos tipos de áreas de transferencia para el transporte, teniendo aquellas en las que los vehículos paran sobre el área de circulación y otras que, para realizar sus maniobras de ascenso y descenso, cuentan con bahías o dársenas.

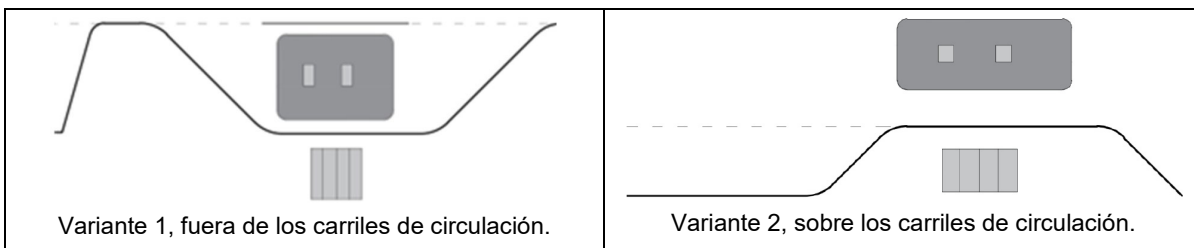
Se debe evitar que los vehículos de transporte público de pasajeros se detengan en sobre los carriles. Dependiendo del servicio que se preste, el tipo de vehículo y su permanencia, las áreas de transferencia para el transporte en la vía pueden ser: paradas, paraderos, estaciones, lanzaderas y sitios.

Se deben incorporar los criterios de accesibilidad en todas las áreas de transferencia para el transporte y en los tramos de circulación peatonal dentro de la vía, que sirvan para realizar el trasbordo entre diversos modos de transporte. Se debe contar con rutas de pavimento táctil desde el acceso al área de transferencia hasta el área de ascenso adyacente a la puerta accesible del vehículo, conforme a las características indicadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011); las plataformas de ascenso y descenso deben estar al mismo nivel del vehículo.

8.5.1. Paradas: para la implementación de paradas de autobuses, se debe elaborar un estudio de demanda y tránsito que debe considerar los siguientes criterios:

En vías principales se debe procurar que los vehículos de transporte público paren en ensanches adjuntos, ocupando, preferentemente, un ancho no mayor al del área de servicios con que cuente la banqueta; para el caso de vías secundarias, se debe suprimir el área de estacionamiento a efecto de generar la bahía para la parada, en ambos casos como se muestra en la figura 73.

Figura 73.- Tipos de paradas de transporte público [1]

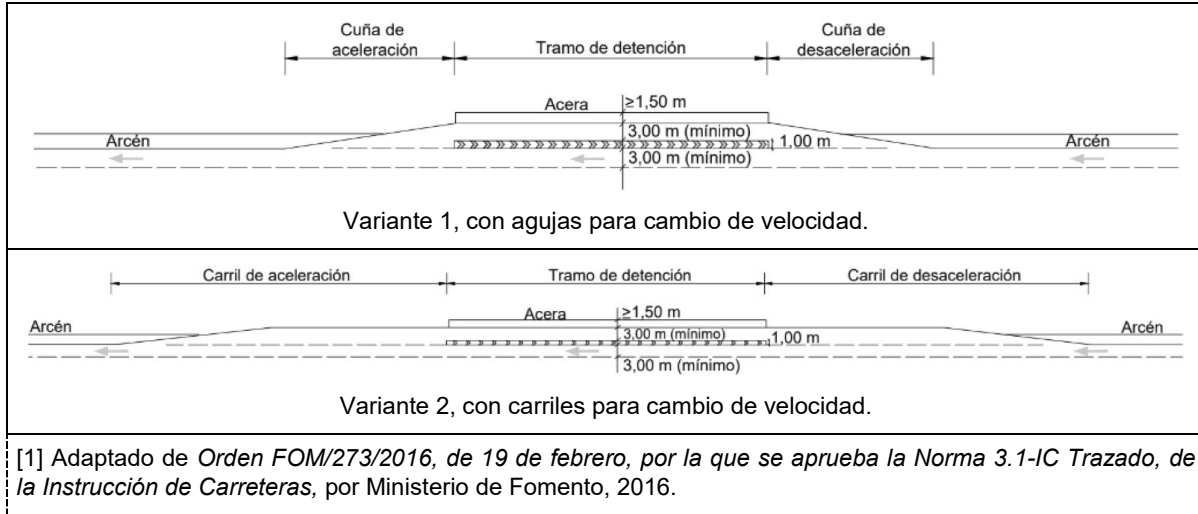


[1] Adaptado de *Instrucción de vía pública*, por Gerencia Municipal de Urbanismo, 2000.

Los vehículos de transporte público detenidos en las paradas deben ser visibles hacia las personas conductoras de otros vehículos a una distancia mayor o igual a la distancia de parada, se debe analizar su implementación en conjunto con el trazo en planta y alzado.

Las paradas deben de tener una cuña de desaceleración y una de aceleración; cuando las condiciones de la vía lo requieran, adicionalmente, se debe tener un área de cambio de velocidad como se muestra en la figura 74.

Figura 74.- Paradas de vehículos de transporte público de pasajeros [1]



En el tramo de detención se debe disponer de un área de circulación peatonal con un ancho, mínimo, de uno coma cincuenta (1,50) metros, más el espacio necesario para disponer de mobiliario urbano que permita el resguardo de las personas peatonas.

Las paradas y sus cuñas o carriles de cambio de velocidad deben de tener la misma pendiente transversal que los carriles de la vía.

La longitud del tramo de detención en las paradas debe corresponder a los tipos de vehículos que la utilizan y a la frecuencia de uso, de acuerdo con lo indicado en la tabla 79.

Tabla 79.- Dimensiones del tramo de detención en paradas de autobús [1]

Tipo de parada	Tipo de autobús	Longitud m
Para un bus	Convencional	12
	Articulado	20
Para dos buses	Convencional	22
	Articulado	38
Para más de dos buses [a]	Convencional	32
	Articulado	56

[1] Adaptado de Instrucción de vía pública, por Gerencia Municipal de Urbanismo, 2000 & Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

[a] En caso de requerir la detención simultánea de tres o más vehículos, se debe analizar el diseño de dársenas en paralelo.

Las paradas se deben localizar de acuerdo con la demanda potencial: concentraciones de empleo, comercio, habitacional; pero deben tener una separación máxima de trescientos (300) metros para las rutas de transporte colectivo.

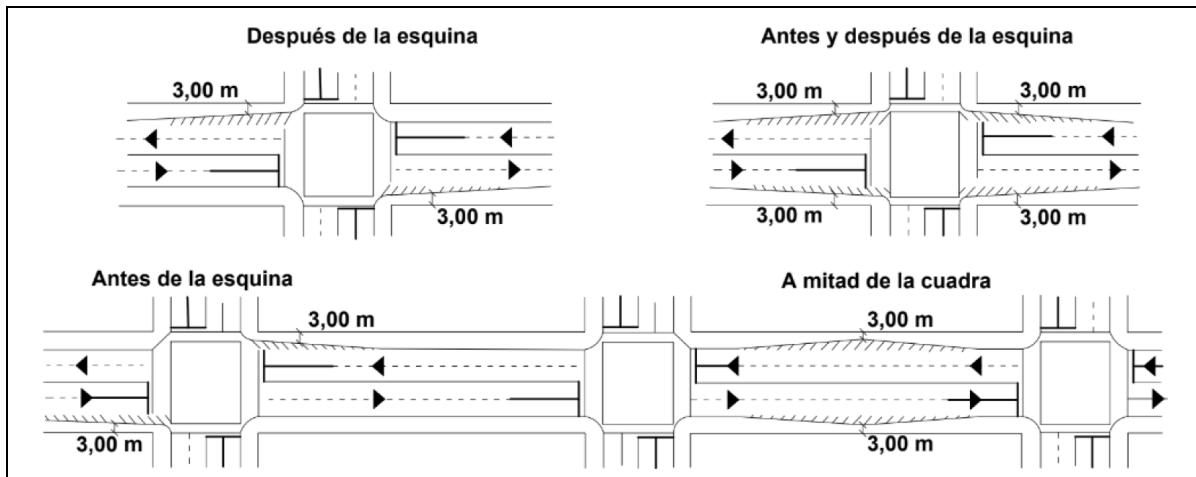
La implementación de paradas de transporte público debe considerar la existencia de paradas en vías transversales o de áreas de transferencia de otros modos de transporte público, congestión que puede haber sobre la vía y la seguridad vial de las personas usuarias.

Las paradas se deben localizar lo más cercano a las intersecciones, antes del cruce cuando se presenten los siguientes casos: gran parte de los vehículos siguen la dirección del autobús y no efectúan giros, el bus gira a la derecha en el cruce y gran número de vehículos hacen lo mismo o se cruza con una vía de un solo sentido con flujo de derecha a izquierda.

Las paradas pueden estar después del cruce cuando: una parte importante del tránsito gira a la derecha en dicho cruce, se cruza una vía unidireccional con flujo de izquierda a derecha, el autobús gira a la izquierda en el cruce, se quiere evitar dañar la visibilidad de semáforos, personas peatonas u otros vehículos procedentes de la derecha o la localización es más cómoda para las personas usuarias.

Las paradas a mitad de la cuadra solo deben permitir cuando la manzana tiene, mínimo, doscientos cincuenta (250) metros de longitud y que exista un inmueble atractor de viajes. La disposición de las paradas puede ser como se muestra en la figura 75.

Figura 75.- Diseño mínimo para paradas de autobuses (áreas de transferencia) [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

8.5.2. Estaciones: cuando existen servicios de transporte público troncales con carriles exclusivos, estos pueden ser de alta (BRT), mediana y baja capacidad.

Para los servicios de alta capacidad, se deben seguir los siguientes criterios:

- las estaciones deben estar emplazadas en la parte central de la vía, o dentro del camellón central y, generalmente, con una plataforma elevada;
- dependiendo del número de andenes de la estación (único o doble), se puede presentar puerta a la derecha o a la izquierda;
- el ancho de la plataforma debe medir como mínimo tres (3) metros: sin embargo, se recomienda que sea de cinco (5) metros; y
- la separación máxima entre estaciones debe ser de seiscientos (600) metros.

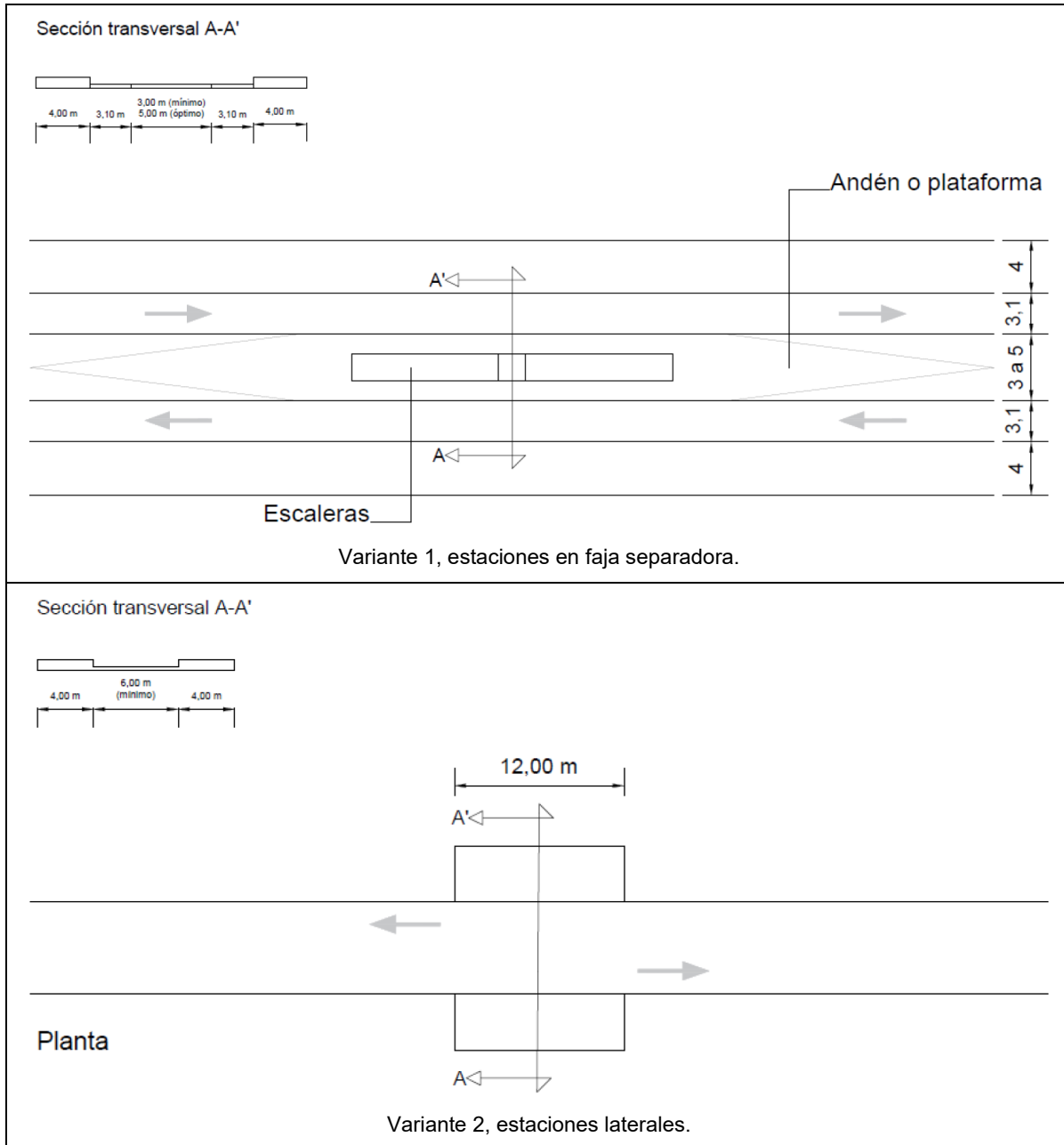
Para los servicios de mediana y baja capacidad, las estaciones deben de cumplir con lo siguiente:

- pueden estar en el costado derecho o en la parte central de la vía, dependiendo de la configuración del sistema, en plataforma elevada o baja;

- pueden ser cerradas o abiertas cuando los buses cuenten con sistema de validación a bordo;
- deben presentar una sección de, mínimo, dos (2) metros de ancho para sistemas de mediana capacidad; y de, mínimo, uno coma sesenta (1,60) metros en el caso de sistemas de baja capacidad;
- cuando se encuentran en la acera se debe respetar un área de circulación peatonal de uno coma ochenta (1,80) metros como mínimo; y
- la separación máxima para sistemas de mediana capacidad debe ser de cuatrocientos cincuenta (450) metros y de trescientos (300) metros para baja capacidad.

En la figura 76 se ilustran las posibles disposiciones de estaciones para servicios de transporte público de pasajeros con carriles exclusivos.

Figura 76.- Estaciones en vías exclusivas para el transporte público de pasajeros [1]

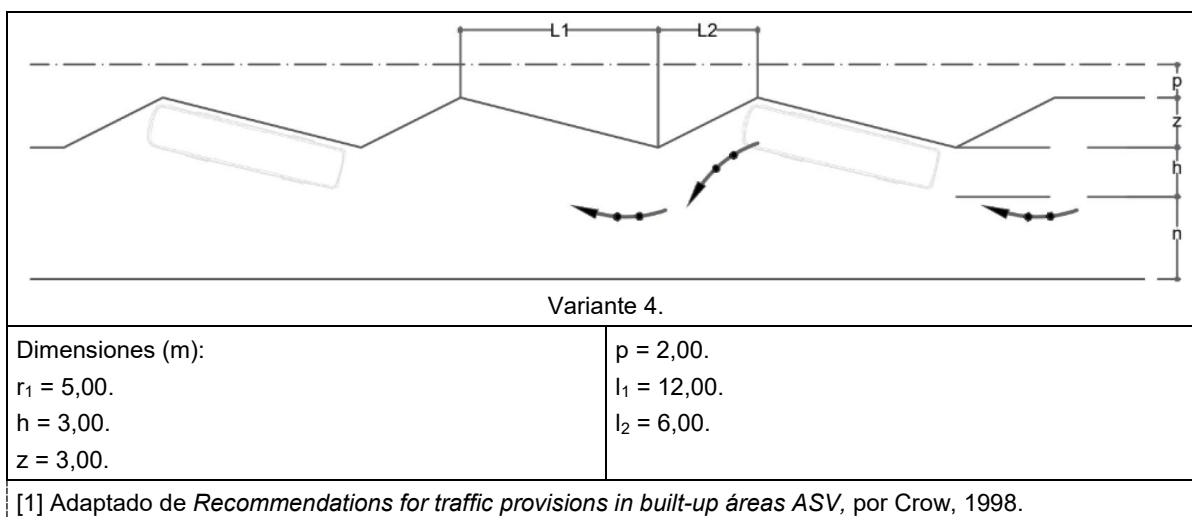


[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

8.5.3. Paraderos: cuando la demanda del servicio de transporte público genera obstrucciones en la vía, se deben habilitar espacios para las maniobras de ascenso y descenso que pueden estar ubicadas en áreas residuales de la vía o fuera de ella y su configuración básica debe responder a alguna de las alternativas indicadas en la figura 77.

Figura 77.- Paraderos para el transporte público de pasajeros [1]

<p>Variante 1.</p>	
<p>Dimensiones (m): $a = 2,50$ (con cobertizo). $= 2,00$ (sin cobertizo). $b = 3,00$. $d_1 = 1,00$ (aproximadamente). $R = 15,00$.</p>	<p>r con (m): Un bus estándar $= \geq 10,00$. Dos buses estándar $= \geq 22,50$. Un bus articulado $= \geq 16,00$. Un bus estándar más un bus articulado $= \geq 28,50$. Dos buses articulados $= \geq 34,50$. Sin cobertizo, sumar 10 %.</p>
<p>Variante 2.</p>	
<p>Dimensiones (m): $r_1 = 5,00$ $r_2 = 3,35$. $h = 3,00$. $p = 2,50$.</p>	<p>$l_1 = 12,00$, con bus estándar. $= 18,00$, bus articulado. $l_2 = 13,00$, cuando los autobuses pueden salir de forma independiente. $l_2 = 0,00$, cuando los autobuses no pueden salir de forma independiente.</p>
<p>Variante 3.</p>	
<p>Dimensiones (m): Ver 9,3/32. $R \geq 12$, si el bus rodea una isleta a 20 km/h.</p>	



8.5.4. Lanzaderas: cuando se requieran espacios para el estacionamiento momentáneo de los vehículos de transporte público de forma previa al sitio donde inicia su derrotero o en los cierres de circuito, con el propósito de evitar la saturación de las paradas se deben ocupar cajones en las franjas de estacionamiento de las calles secundarias o terciarias, delimitadas conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), a través de marcas para estacionamiento de servicios especiales.

8.5.5. Sitios: las bases de taxis o ciclotaxis se deben emplazar en zonas donde así lo requiera el servicio, en vías con alta concentración de empleo, comercio o uso habitacional. Se deben ubicar sobre calles secundarias o terciarias alineadas a la franja de estacionamiento y deben tener el número de cajones que se establezca en un análisis de demanda. Su delimitación debe ser a través de marcas para estacionamiento de servicios especiales de acuerdo con lo que establezca la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011). Se recomienda que las bases tengan cobertizos para que las personas conductoras y las personas usuarias puedan resguardarse.

8.6. Fajas separadoras: su función es dividir los cuerpos de una vía que permite tener un flujo separado entre carriles, diferentes sentidos o cuando se tiene carriles exclusivos, de tal forma que se puede tener camellones centrales para dividir los cuerpos en diferente sentido de circulación y camellones laterales para dividir cuerpos en el mismo sentido de circulación; asimismo, pueden mejorar la imagen urbana y alojar elementos de acondicionamiento para al ruido. Generalmente, cuentan con guarniciones, aunque en algunos casos se pueden formar a través de señalización horizontal que cumplan con las características descritas en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

El ancho requerido de las fajas separadoras depende de su función y se debe fijar a partir de un estudio técnico que considere el radio de giro de los vehículos, los requerimientos de los sistemas de contención de vehículos, la previsión para incrementar el número de carriles, incorporación de carriles de cambio de velocidad o consideraciones para la implementación de carriles exclusivos y áreas de transferencia para el transporte, alojamiento de estructuras de vías transversales o para señalización e infraestructuras urbanas como sistemas de drenaje, energía, entre otras.

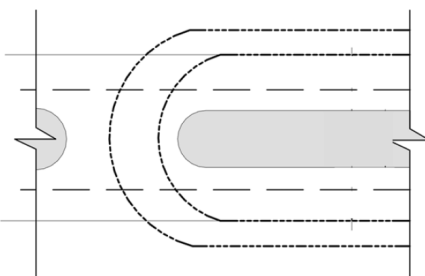
Para el caso de vías de circulación continua que tengan sistemas de contención en la faja separadora central, el ancho debe ser de por lo menos un (1) metro. Los camellones en vías principales o secundarias donde se alojen retornos en U, con volúmenes de tránsito en el carril de la dirección opuesta menores a trescientos (300) vehículos por hora, deben tener un ancho que permita la maniobra de giro entre el carril interior y el exterior del sentido opuesto.

Para vías nuevas en la que se proyecten volúmenes vehiculares mayores a los trescientos (300) vehículos por hora en el sentido contrario, se debe proporcionar un ancho suficiente para que el vehículo de proyecto realice completamente su giro del carril interior al carril interior del sentido contrario.

En la tabla 80 se muestran las dimensiones mínimas de la faja separadora con vuelta en U para diversos tipos de vehículos.

Tabla 80.- Diseños mínimos para la vuelta en "U" [1]

Tipo de maniobra		Anchura mínima de la faja separadora central por tipo de vehículo de proyecto			
		m			
		DE - 335	DE - 610	DE - 1220	DE - 1225
De carril interior a carril interior		10,00	20,0	18,00	21,00
De carril interior a primer carril exterior		6,00	16,00	15,00	18,00
De carril interior al segundo carril exterior		3,00	13,00	12,00	15,00
De carril exterior a carril exterior		2,50	12,00	11,00	14,00
De carril exterior al segundo carril exterior		-	9,00	8,00	11,00

De segundo carril exterior a segundo carril exterior		-	6,00	5,00	8,00
--	---	---	------	------	------

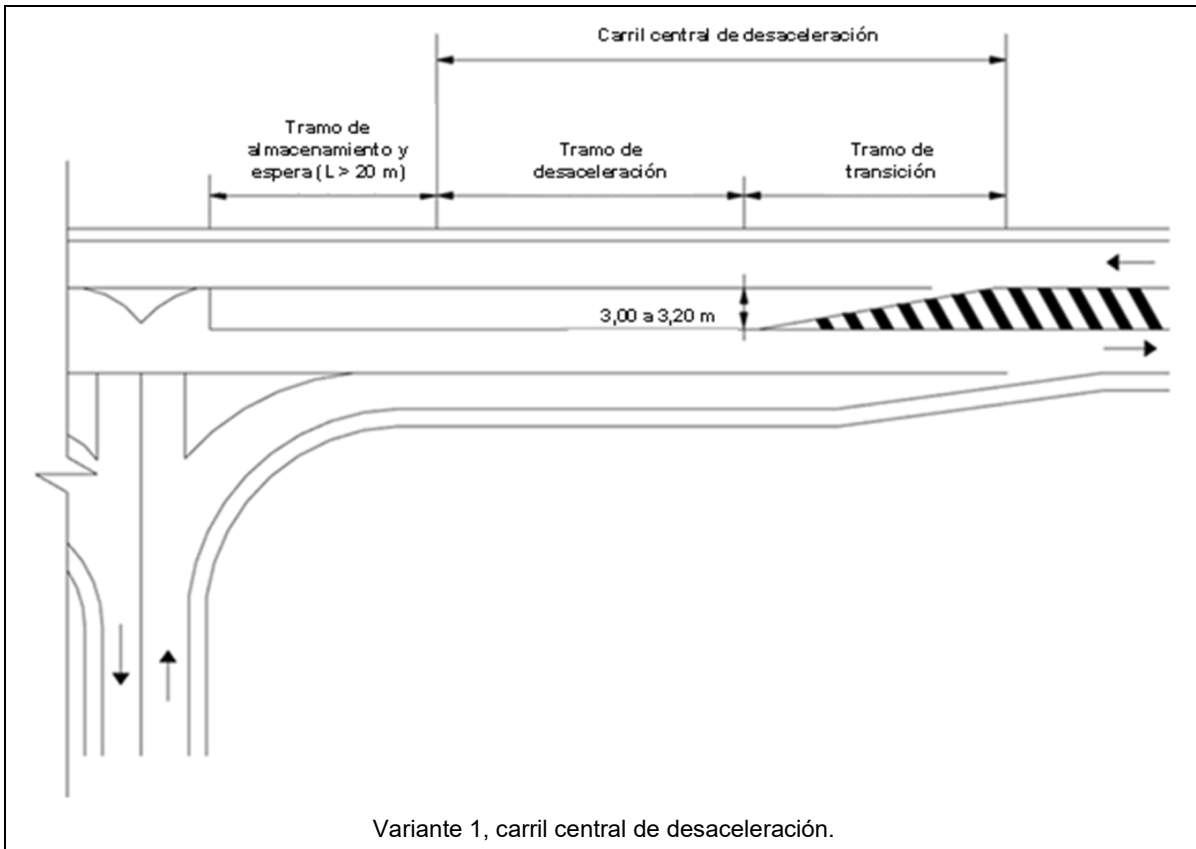
[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

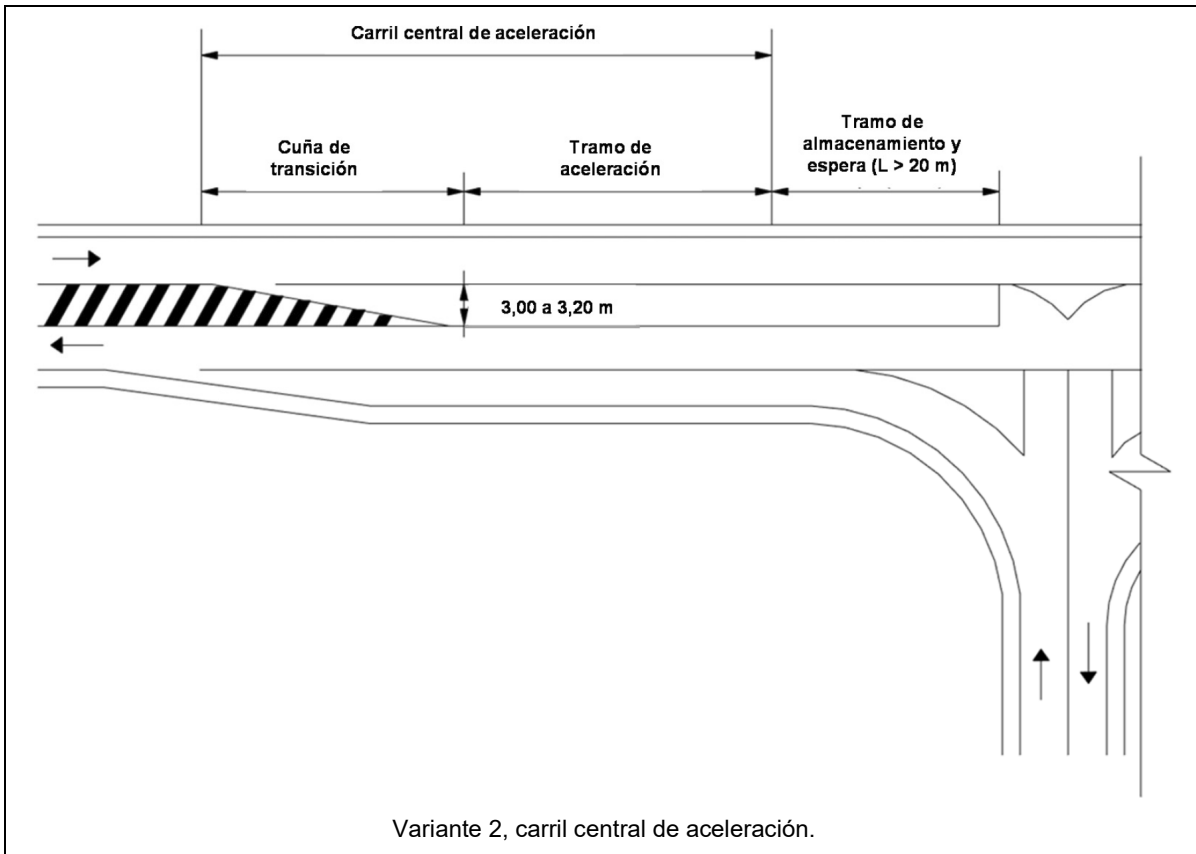
Si se prohíben los retornos en U, pero se requieren carriles protegidos para las vueltas a la izquierda, el ancho debe permitir alojar un carril de 3 (tres) metros de ancho y una faja separadora de no menos de una coma cincuenta (1,50) metros para el resguardo de personas peatonas; y si se prohíben tanto las vueltas a la izquierda como los retorno en U, el ancho mínimo debe ser de dos (2) metros a efecto de que funcione como isla de resguardo peatonal.

Carriles centrales de almacenamiento y espera: se sitúan en la faja separadora central para realizar una detención antes de efectuar una maniobra de giro, deben considerar el tramo de almacenamiento y el de cambio de velocidad, constituido por un carril o una cuña de cambio de velocidad, según corresponda.

La combinación de estos elementos contempla dos tipos de carriles, los centrales de almacenamiento y espera con desaceleración previa y los de almacenamiento y espera con aceleración posterior que deben permitir la incorporación a un carril después de una maniobra de giro, como se muestra en la figura 78.

Figura 78.- Tramos de almacenamiento y espera para maniobras de giro a la izquierda [1]





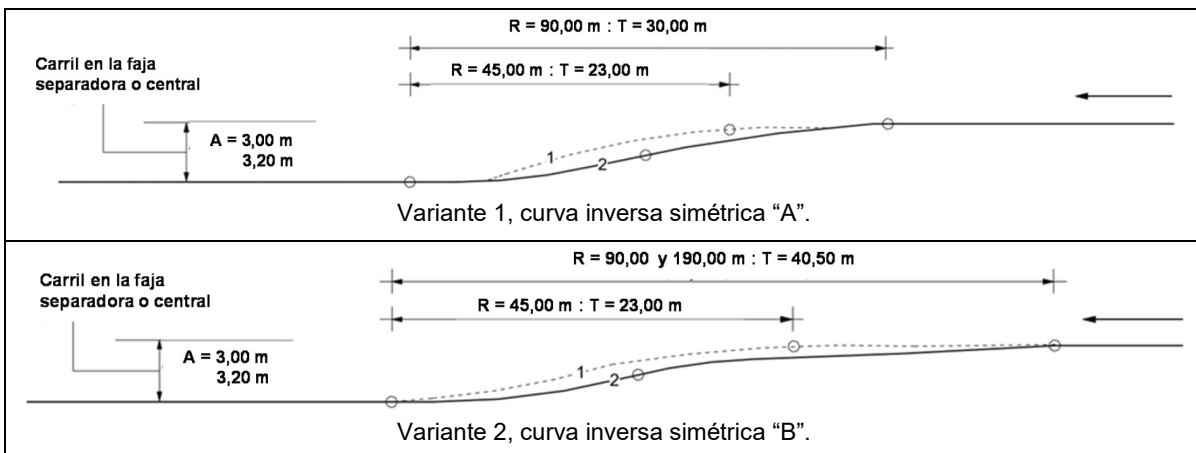
Variante 2, carril central de aceleración.

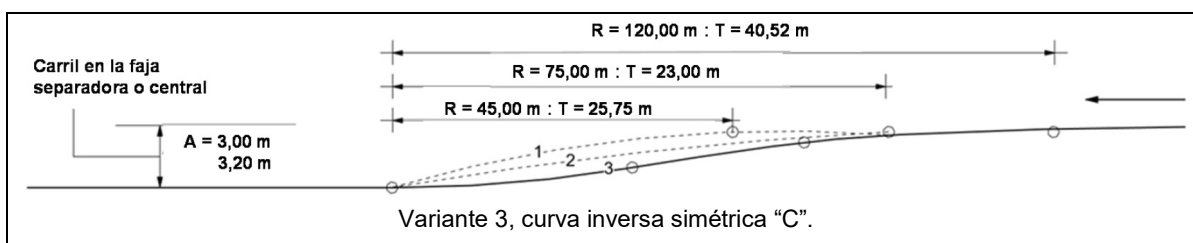
[1] Adaptado de Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, por Ministerio de Fomento, 2016.

La creación de carriles de almacenamiento y espera se debe efectuar de manera gradual, sin que las personas conductoras que circulan por el carril adyacente tengan que efectuar maniobras bruscas. El inicio de un carril de almacenamiento y espera debe situarse donde se tenga suficiente distancia de parada. En el tramo de aceleración, se debe permitir observar por los espejos retrovisores una longitud mayor o igual que la distancia de parada. Si la longitud de los elementos proyectados resulta excesiva o físicamente inviable, se puede reducir la velocidad de proyecto del tramo.

La longitud del tramo de almacenamiento y espera se debe determinar en función de la demanda de tránsito estimada para las vías conectadas por la intersección y debe tener la geometría descrita en las figuras 79 y 80.

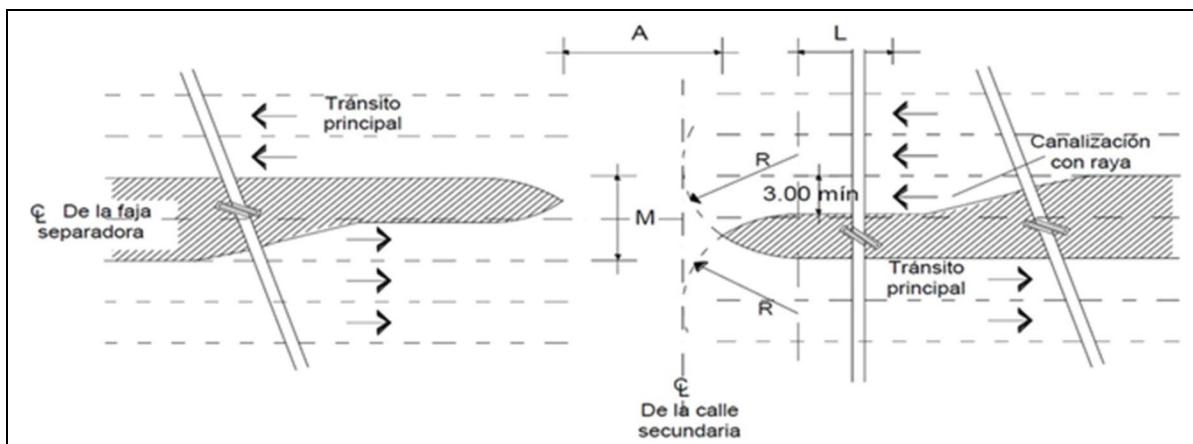
Figura 79.- Transición del carril en la faja separadora central [1]





[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014

Figura 80.- Diseños de carril en la faja separadora central con remate en forma de punta de bala [1]



R = 12,00 m conveniente para vehículos DE335 y ocasionalmente DE-610.
 R = 15,00 m conveniente para vehículos DE610 y ocasionalmente DE-1220.
 R = 23,00 m conveniente para vehículos DE1220 y ocasionalmente DE-1525.
 M = 5,00 m (mínimo).
 A = ancho máximo de la calle transversal (12,00 m mínimo).

L = 7,50 m cuando 30 vehículos por hora darán vuelta.
 L = 15,00 m cuando 60 vehículos por hora darán vuelta.
 L = 25,00 m cuando 100 vehículos por hora darán vuelta.
 L = 50,00 m cuando 200 vehículos por hora darán vuelta.
 L = 75,00 m cuando 300 vehículos por hora darán vuelta.

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014

Los carriles de almacenamiento y espera deben tener un ancho entre tres (3) y tres coma veinte (3,20) metros y estar colocados en una alineación recta.

8.7. Intersecciones: punto de cruce de dos o más vías donde se realizan movimientos direccionales de personas peatonas y vehículos, por lo que representan situaciones críticas al realizarse en ellas maniobras de convergencia y divergencia. Su tratamiento debe generar condiciones óptimas de seguridad y capacidad para lo cual se deben de seguir los siguientes criterios.

Se debe procurar un diseño lo más compacto posible, sobre todo para los movimientos peatonales. Los accesos y trayectorias deben lo más rectos posibles para fomentar la legibilidad en el cruce, por lo que los cambios en las trayectorias, número de carriles y su ancho deben realizarse en los tramos intermedios.

Para la modificación geométrica de una intersección se debe realizar un análisis de líneas de deseo de todas las personas usuarias, especialmente de las personas peatonas; asimismo, como responden a la ubicación de actividades y usos del suelo, áreas de transferencia para el transporte y otros polos de atracción y generación de viajes, se debe respetar su trazo y solo deben ser afectadas cuando existen obstáculos que no pueden ser eliminados, sin que esto genere un aumento de tiempo de cruce mayor al veinte (20) por ciento.

Deben respetarse los anchos efectivos de las áreas de circulación que cada modo requiere para circular de forma segura y sin generar estrés en las personas usuarias. El rediseño geométrico debe promover velocidades moderadas de los vehículos en la realización de los movimientos direccionales, buscando un equilibrio con la capacidad de la vía.

El campo visual de las personas usuarias debe ser analizado para garantizar su compatibilidad con la geometría de la intersección, que implica la remoción o reubicación de los obstáculos actuales o potenciales. En todas las aproximaciones a la intersección, se debe asegurar la visibilidad de parada, en función de la velocidad de referencia, como se indica en la tabla 81.

Tabla 81 - Distancias mínimas de visibilidad de parada en intersecciones [1]

Velocidad km/h	Distancias mínimas de visibilidad de parada m
20	15
30	20
40	32
50	50

[1] Adaptado de *Instrucción de vía pública*, por Gerencia Municipal de Urbanismo, 2000.

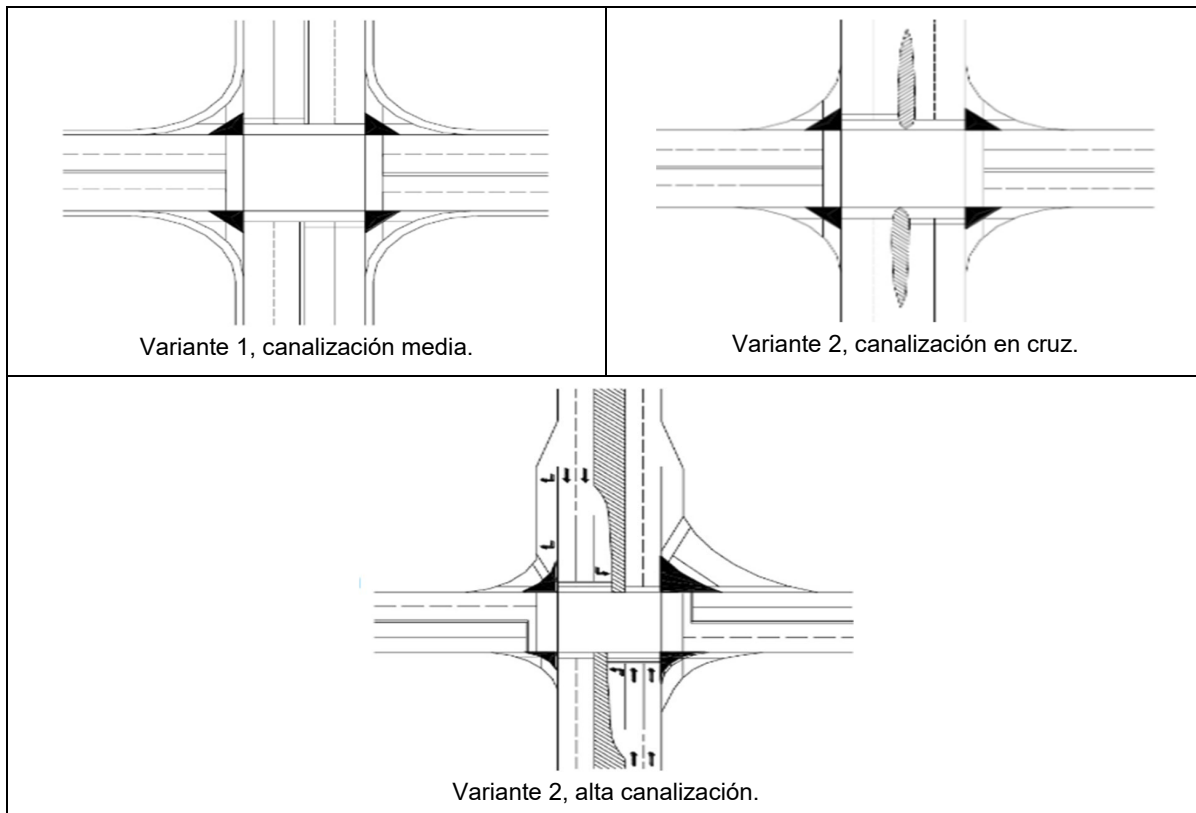
En cruces no semaforizados, con fuertes restricciones de espacio, se puede reducir la distancia hasta un mínimo de dos coma cincuenta (2,50) metros, por lo que se debe controlar la velocidad de los vehículos en los accesos al cruce.

La geometría dentro de la intersección debe promover movimientos compatibles con los radios de giro de los vehículos, considerando sus dimensiones a una velocidad que promueva niveles adecuados de seguridad y capacidad en el nodo.

Dependiendo de las vías que confluyen y la función del cruce, las intersecciones pueden ser de diferentes tipos: a nivel o desnivel, semaforizadas o sin regulación semafórica, canalizadas o sin canalizar.

8.7.1. Intersecciones a nivel: son aquellas en donde las vías que cruzan tienen la misma rasante y en la que se pueden separar los flujos a través islas y falas separadoras, como se indica en la figura 81.

Figura 81.- Tipos de intersecciones canalizadas [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Según su forma y número de ramales, las intersecciones a nivel se dividen en:

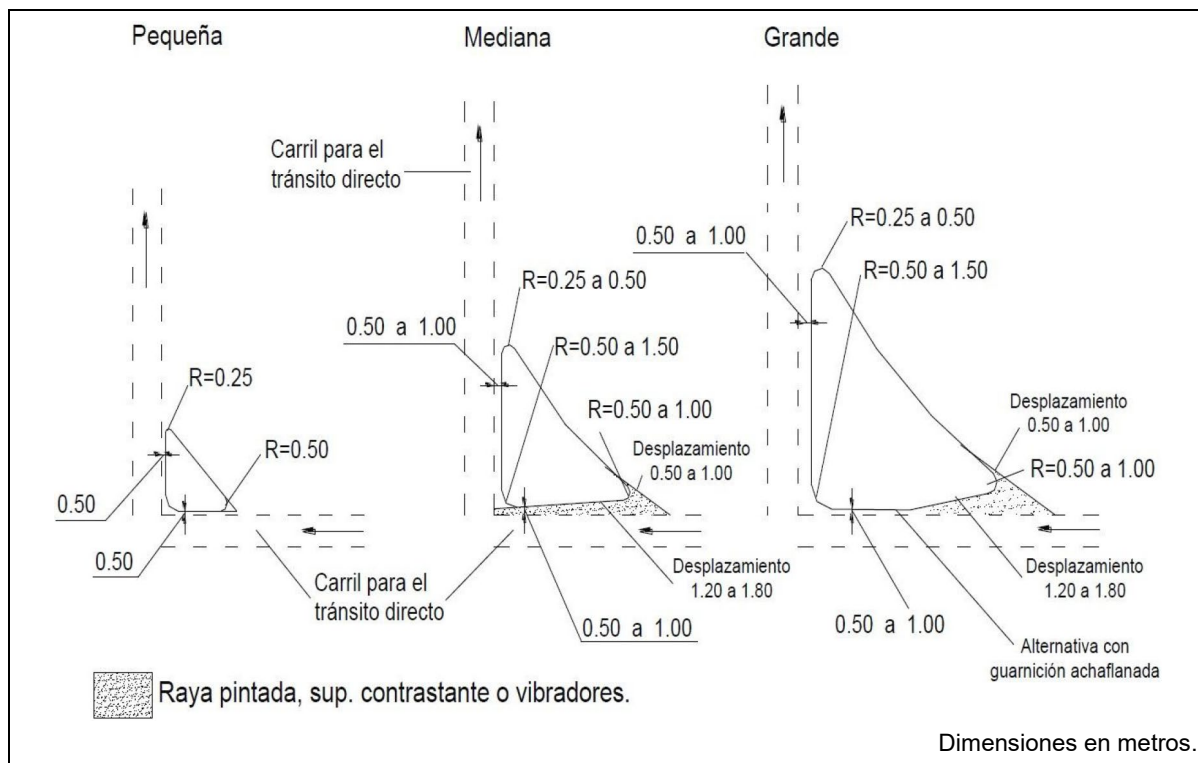
- en "T", con tres (3) ramales y el ángulo mínimo entre los accesos es superior a sesenta (60) grados;
- en "Y", con tres (3) ramales, cuando alguno de los accesos tiene un ángulo inferior a sesenta (60) grados;
- en "cruz", con cuatro (4) ramales y ángulos entre los accesos superiores a sesenta (60) grados;
- en "X", con cuatro (4) ramales, cuando el ángulo entre los accesos es inferior a sesenta (60) grados;
- intersecciones irregulares, con más de cuatro (4) ramales en la que los ángulos entre los accesos pueden ser menores o superiores a sesenta (60) grados; y
- en vía anular, con más de tres (3) accesos y diversos ángulos entre ellos, pueden ser de forma circular u ovalada.

Para el diseño de intersecciones a nivel se debe considerar lo siguiente:

- se debe apegar a las condiciones topográficas del lugar, a las características del tránsito y a la geometría de las vías que se cruzan;
- su diseño debe reducir los puntos de conflicto, dando preferencia de paso al flujo principal;
- se deben generar condiciones de seguridad a través del control de velocidad, sobre todo cuando se realicen giros, así como mejorar la visibilidad de las vías transversales;
- en las intersecciones controladas por semáforos se deben diseñar carriles de espera y almacenamiento para giros izquierdos, dimensionados de acuerdo con las colas previsibles y si se concede prioridad al transporte público, se deben tener carriles exclusivos para su paso por la intersección; y
- se deben colocar islas para el resguardo peatonal con un ancho mínimo de uno coma cincuenta (1,50) metros y ser construidas con guarniciones elevadas con objeto de facilitar que las personas conductoras las visualicen.

En la figura 82 se ilustran las dimensiones para el diseño de islas en las intersecciones.

Figura 82.- Diseño de islas en intersecciones [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Radios de giro: las esquinas de las intersecciones se deben ajustar a lo indicado en la tabla 82, con el objetivo de controlar la velocidad de giro de los vehículos. Los radios en las esquinas se deben ajustar dependiendo de la sección transversal de la vía a la que se incorporen los vehículos y de sus dimensiones, como se muestra en la figura 83.

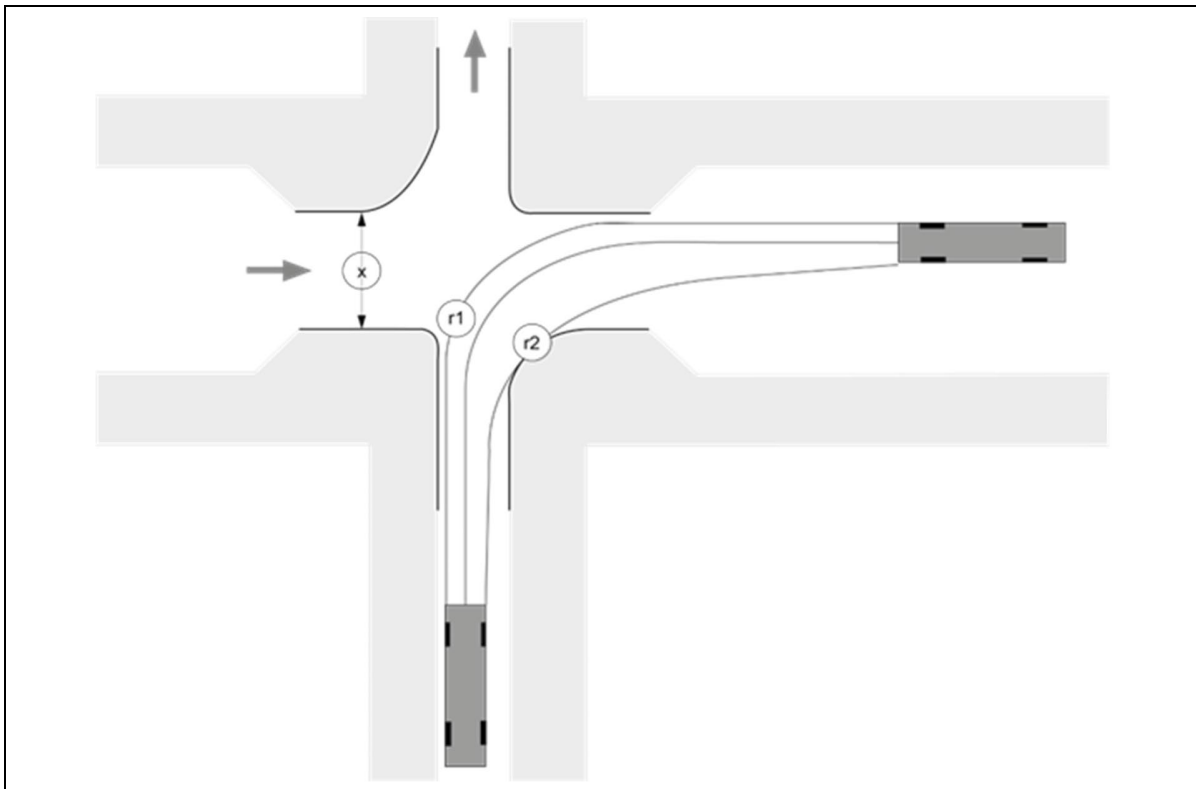
Tabla 82.- Radios de curva de acuerdo con el porcentaje de vehículos largos y secciones de vía transversales [1]

Sección de la vía transversal (X) m	Porcentaje de vehículos mayores a 9 m de largo que dan vuelta en intersección %	Radio de la curva (R1) [a] m
Menor a 6	Irrelevante	8
De 6 a 9	Menor a 5	6
De 6 a 9	Mayor a 5	8
De 9 a 15	Menor a 5	4
De 9 a 15	Mayor a 5	6
Mayor a 15	Irrelevante	4

[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

[a] Los radios descritos son para intersecciones a 90 grados, cuando el ángulo entre los accesos sea menor a 60 grados, los radios de la curva deben resolverse a través de un diseño específico en el que se analicen las trayectorias de los vehículos utilizando un programa informático especializado.

Figura 83.- Radios de giro [1]



[1] Adaptado de *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*, por Administración Pública de la Ciudad de México, 2016.

[X] Ancho de la vía.

[R1] Radio de la esquina coincidente con la trayectoria de giro del vehículo.

[R2] Radio de la esquina no coincidente con la trayectoria de giro del vehículo, que debe ser de un 1,00 m.

8.7.2. Intersecciones giratorias: es una suma de cruces sobre una vía anular en la que confluyen varios ramales en la que se transita en torno a una isla central con forma circular u ovalada, generalmente.

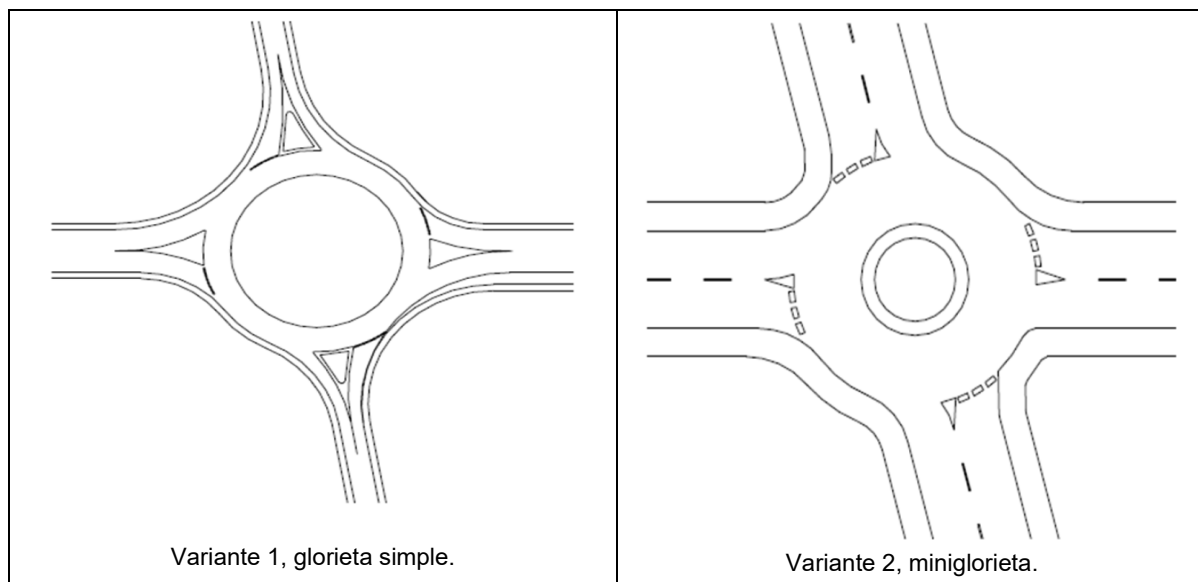
Son adecuadas para marcar cambios en la jerarquía vial y son adecuadas para enfatizar el cambio de una vía interurbana a la red vial urbana y el acceso a una zona habitacional, comercial o histórica, así como, hacer más sencillo el trazo de los ramales con diversos ángulos y como medida de pacificación del tránsito. Además, constituyen una oportunidad para la colocación de hitos urbanos y mejoramiento de la imagen urbana.

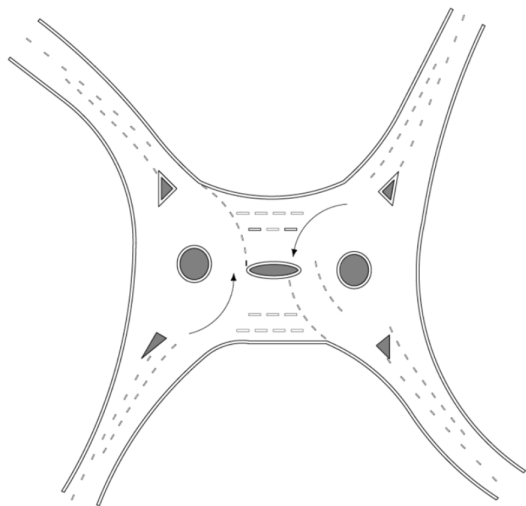
Funcionan con preferencia de paso para los vehículos que circulan dentro de ella y se clasifican en:

- miniglorieta: intersección con una isla central cuyo diámetro mide entre cuatro (4) y (8) metros, generalmente es montable para permitir el paso de vehículos pesados;
- glorieta simple: intersección con una isla central cuyo diámetro mide entre ocho (8) y treinta (30) metros;
- glorietas dobles: conjuntos de dos islas centrales completas, de similares dimensiones, que se sitúan contiguas, unidas por un tramo recto de vía;
- turboglorieta: los flujos que entran al cruce son segregados a través de guarniciones, por lo que las personas conductoras deben decidir la trayectoria a seguir antes de entrar al carril. La reducción de los puntos de conflicto hace que este tipo de intervenciones sean mucho más seguras en su operación;
- glorieta partida: la vía principal atraviesa la isla central. No son propiamente intersecciones giratorias, debido a que en ellas gran parte del tránsito no circula por la vía anular, sino que la atraviesa y los vehículos que circulan por ella deben ceder paso al ramal principal;
- glorietas semaforizadas: intersecciones con vía giratoria que cuentan con un sistema de semaforización permanente o activable en horas de máxima demanda. No son intersecciones giratorias puras, pero constituyen a menudo la forma de mejorar el rendimiento de las glorietas congestionadas;
- intersección anular: aquella donde existe una circulación doble, en los dos sentidos, a lo largo de la una vía anular y, generalmente, dispone de miniglorietas de tres ramales frente a las vías que confluyen en ella; y
- glorietas a distinto nivel: aquellas que se construyen directamente encima o debajo de una vía, para solucionar la intersección con una calle transversal.

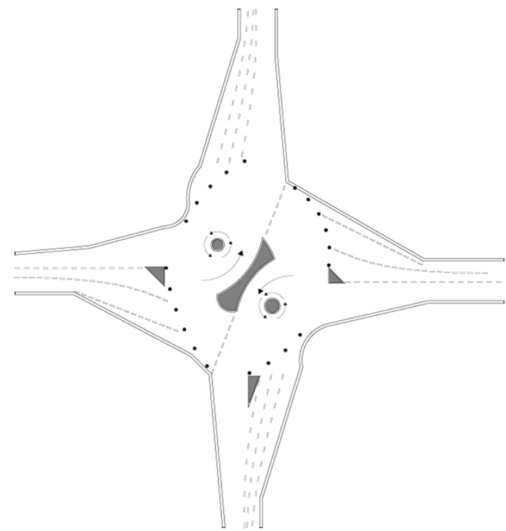
En la figura 84 se muestran los diversos tipos de intersecciones anulares.

Figura 84.- Tipos de intersecciones giratorias [1]

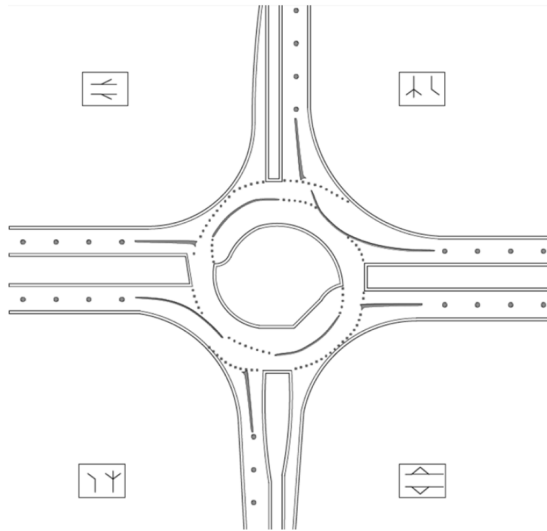




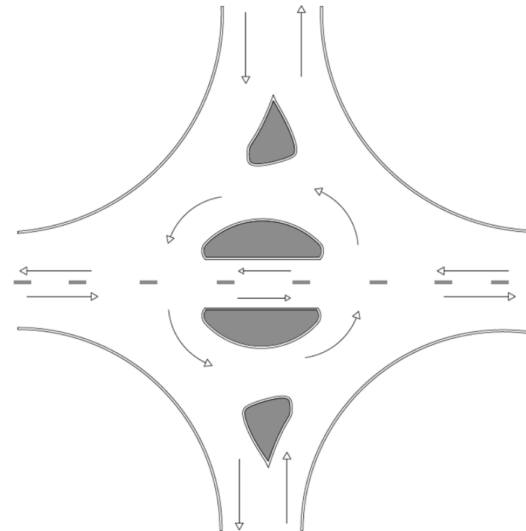
Variante 3a, glorietas dobles.



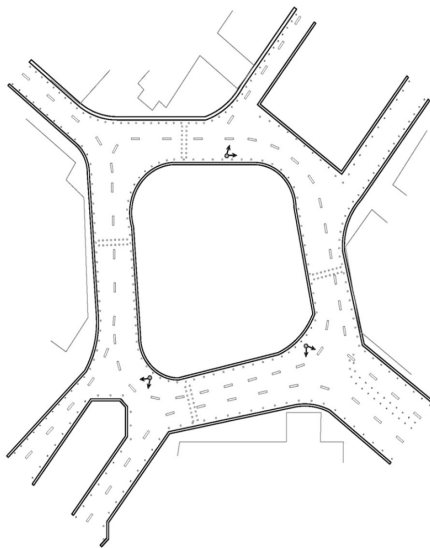
Variante 3b, glorietas dobles.



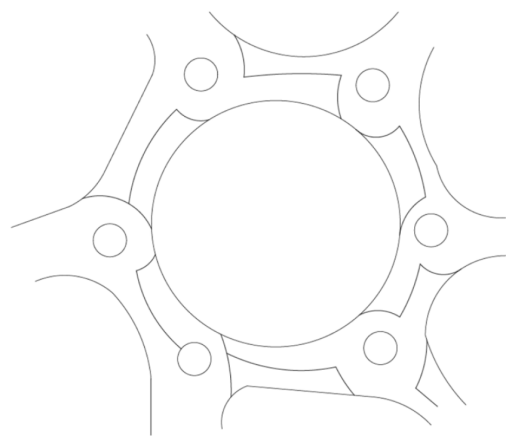
Variante 4, turboglorieta.



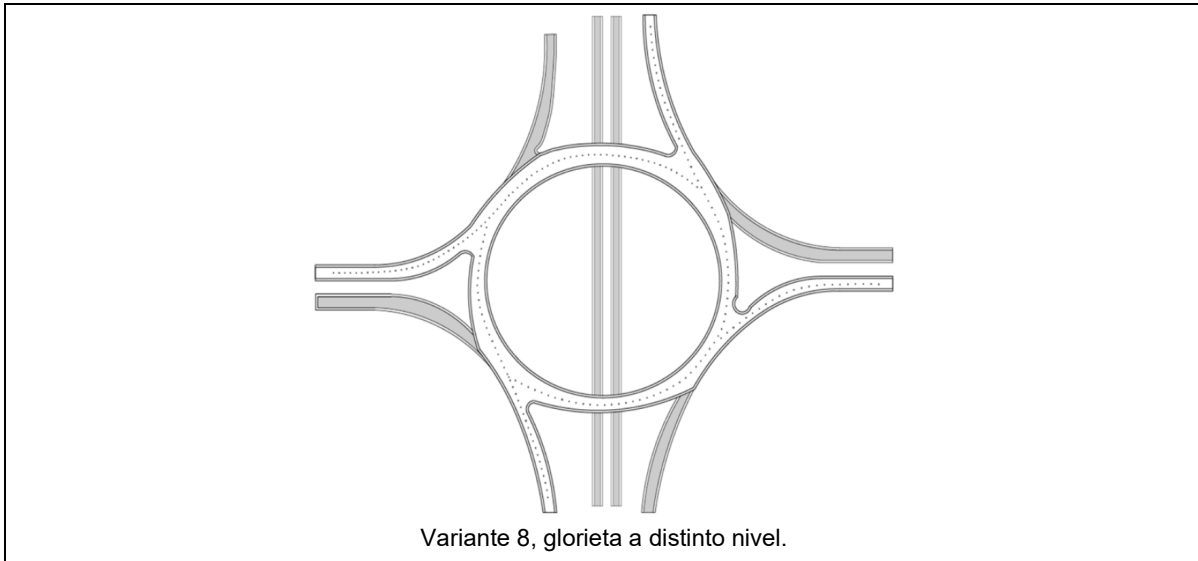
Variante 5, glorieta partida.



Variante 6, glorieta semaforizada.



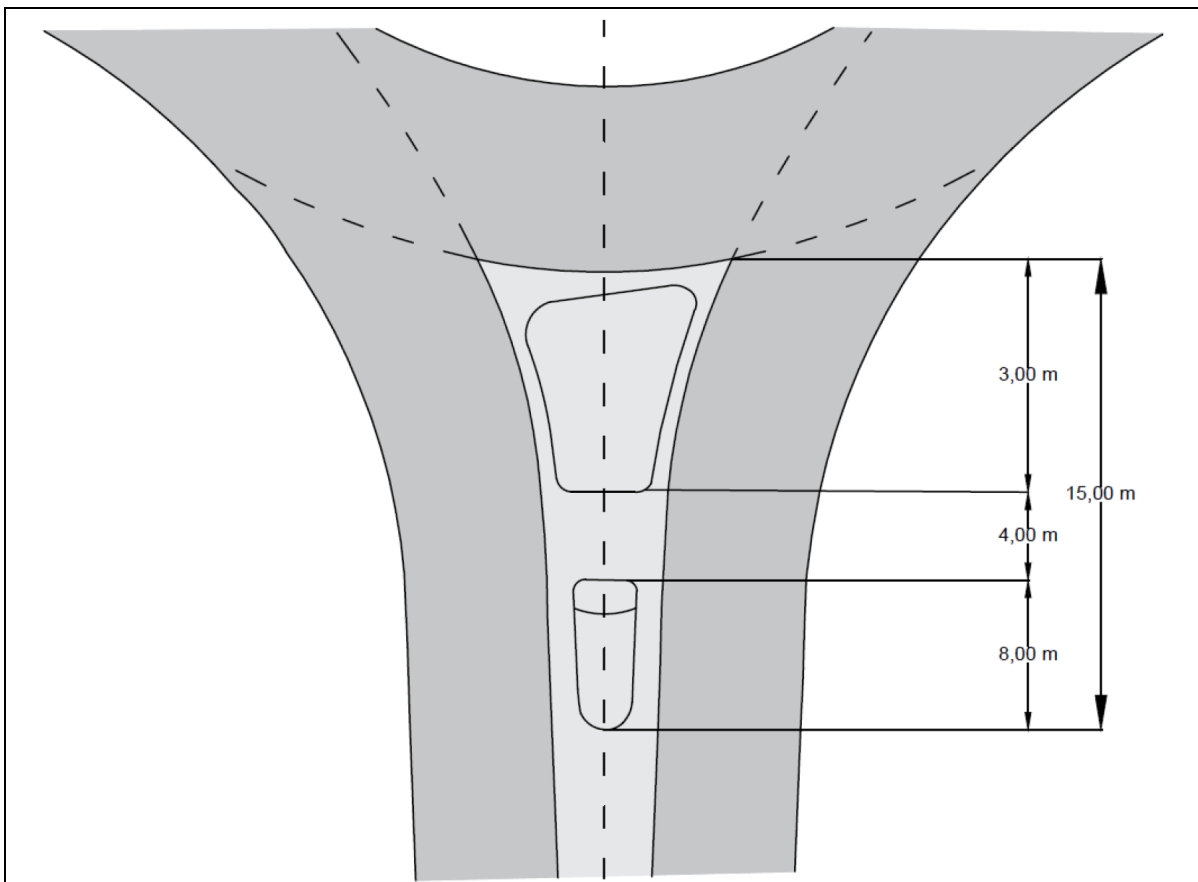
Variante 7, intersección anular.



[1] Elaboración propia & adaptado de [*Instrucción de vía pública*, por Gerencia Municipal de Urbanismo, 2000.

En el caso de glorietas simples, la isla central debe tener una forma circular u ovalada, con una excentricidad entre cero coma setenta y cinco (0,75) a uno (1). Se recomienda que las guarniciones en torno a la isla central sean montables y tengan islas deflectoras en los accesos de doble sentido con las características indicadas en la figura 85.

Figura 85.- Geometría de las islas deflectoras en los accesos a glorietas [1]

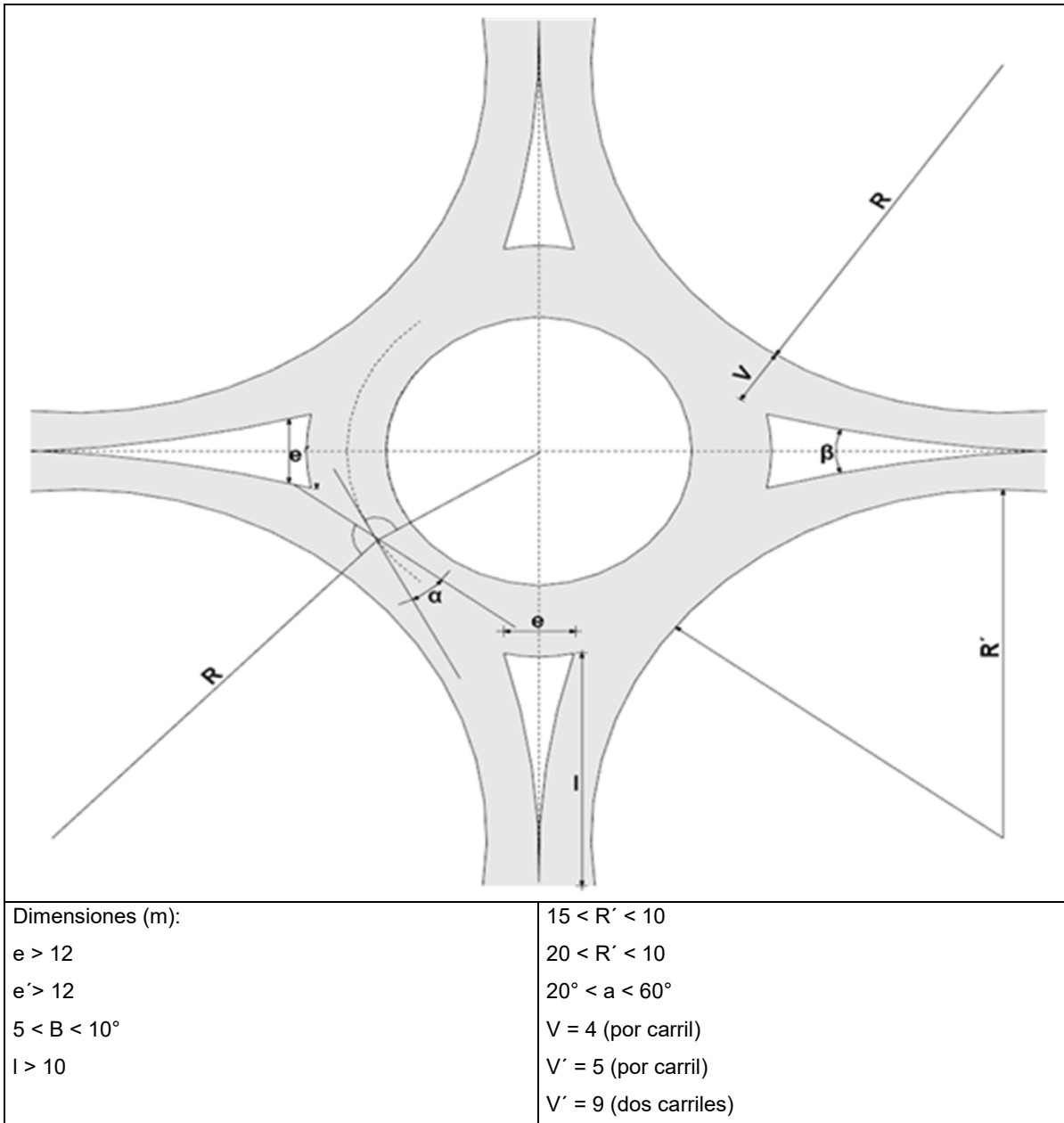


[1] Adaptado de *Estudio y mejora de la fluidez del tránsito mediante el diseño de una rotonda en la intersección Los Robles - Los Laureles, Valdivia*, por Vera, D, 2014.

La vía anular debe tener carriles con el sobreebanco necesario, para el caso de vías de un solo carril, este debe medir cinco (5) metros de ancho, mínimo; para dos carriles se requiere un ancho entre ocho (8) y nueve (9) metros; asimismo, el peralte debe tener una pendiente de tres (3) por ciento hacia el exterior.

A efecto de mejorar la visibilidad, todos los ejes de los ramales que confluyen deben pasar por el centro de la isla; asimismo, el trazo debe promover el cambio de la trayectoria de ingreso para reducir la velocidad por lo que se deben evitar entradas tangenciales. Los carriles de entrada deben formar un ángulo entre veinte (20) a sesenta (60) grados con respecto a la tangente de la vía circular en el punto en que la cruzan. La geometría con la que se debe trazar una glorieta simple se muestra en la figura 86.

Figura 86.- Geometría de una glorieta simple [1]



[1] Adaptado de *Instrucción de vía pública*, por Gerencia Municipal de Urbanismo, 2000.

A efecto de que no se congestione la glorieta se debe calcular la capacidad de entrada en todos los ramales, a través de la siguiente fórmula:

$$Q_e = 1\,500 - 5/6 (Q_c + 0,2Q_s)$$

En donde:

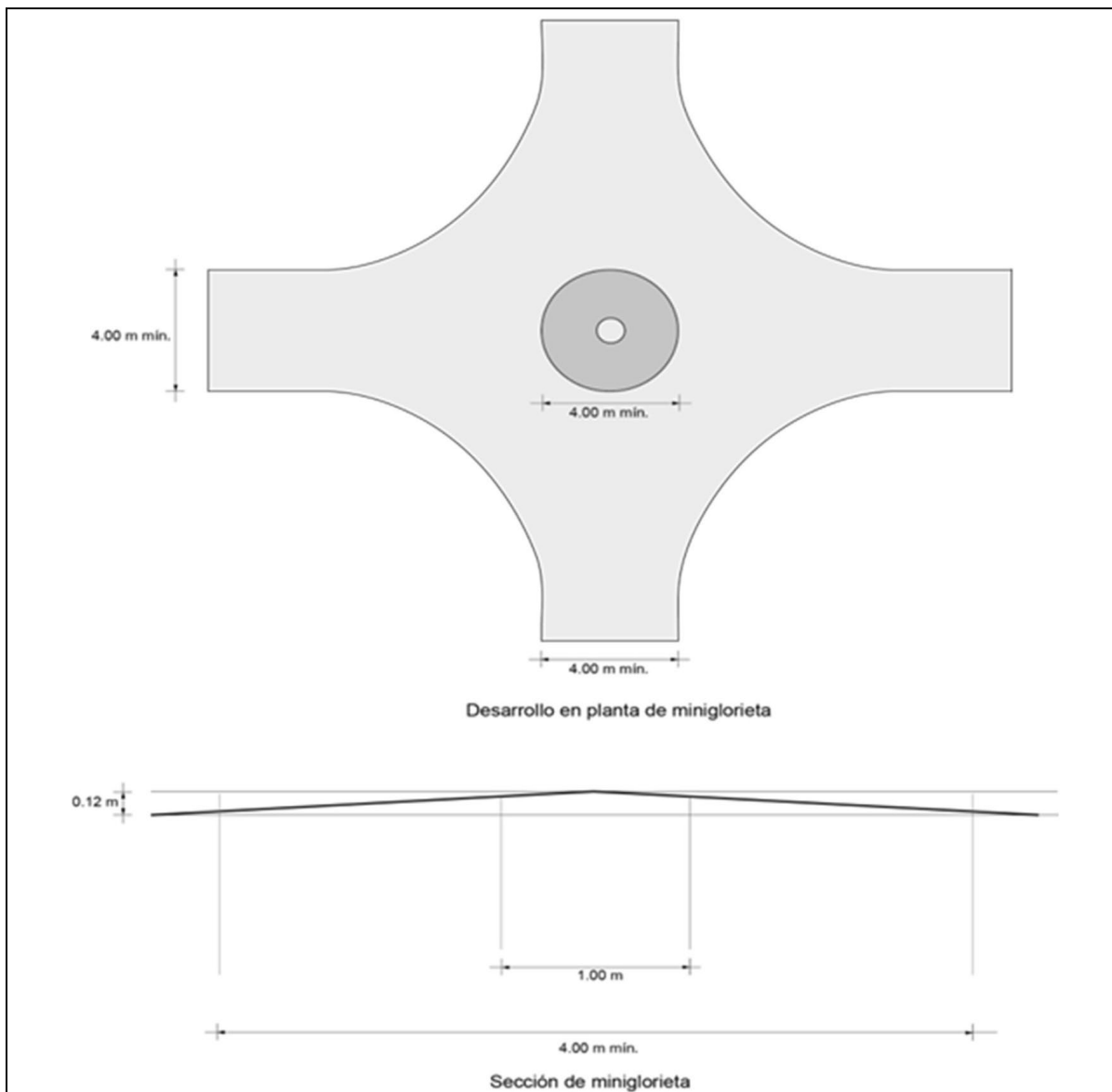
- Q_e capacidad de una entrada, expresada en vehículos por hora (veh/h);
 Q_c tránsito que circula por la vía anular enfrente de la entrada (tránsito molesto), expresada en vehículos por hora (veh/h); y
 Q_s tránsito que sale por el mismo brazo, expresada en vehículos por hora (veh/h).

En caso de que la glorieta no tenga un solo carril en la entrada y en el anillo, se debe realizar una corrección, por lo que, en los accesos con dos carriles, la capacidad debe estimarse un cuarenta (40) por ciento mayor.

Las glorietas dobles y las que están a distinto nivel son una opción para resolver las intersecciones de las vías de circulación continua con calles principales y secundarias. En este caso, el cálculo de la capacidad de las entradas puede verse afectado, por lo que se debe extender la longitud de la rampa de conexión para que las colas de la glorieta no alcancen a la vía principal.

La isla central de una miniglorieta debe tener una sección sinusoidal semejante a un reductor de velocidad, con materiales que tengan color y textura diferentes a los del resto de la vía, sin guarniciones ni obstáculos físicos. Cuando los accesos a la intersección sean de doble sentido, la sección del arroyo vial no debe ser superior a seis coma cincuenta (6,50) metros. La geometría de una miniglorieta debe corresponder a lo indicado en la figura 87.

Figura 87.- Geometría de una miniglorieta [1]



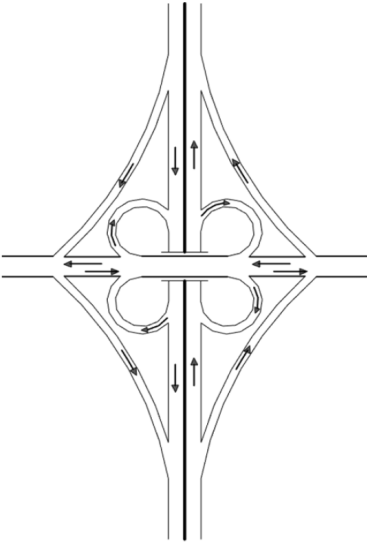
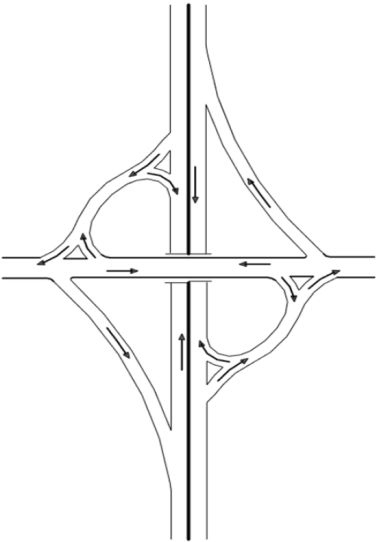
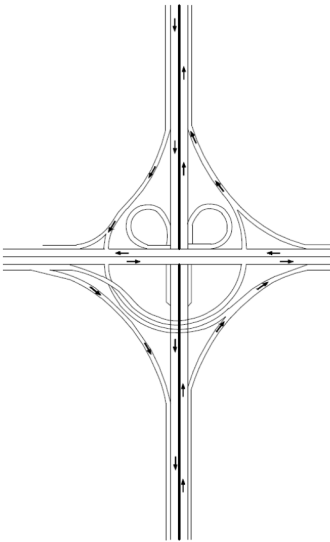
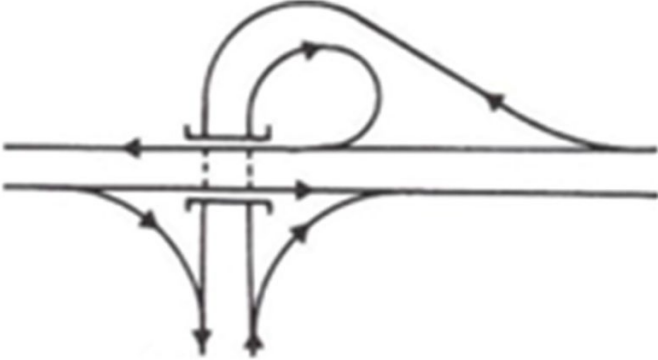
[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008.

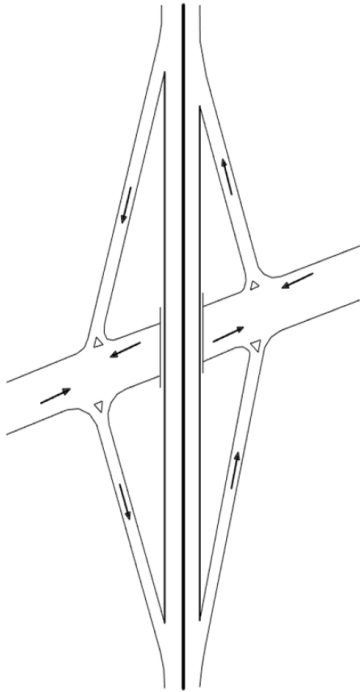
8.7.3. Intersecciones a desnivel: son aquellas donde las vías que se cruzan tienen sus rasantes a diferente nivel. Se distinguen dos grupos:

- **sin solución de parada o enlaces puros:** el cruce de vías se da sin que se generen puntos de parada de alguno de los flujos, son indicados para intersecciones con vías principales en situaciones de campo abierto; y
- **con solución de parada o enlaces parciales:** en el cruce de vías se generan puntos de parada en alguno de los flujos, son adecuados cuando la sección es limitada.

A su vez, estos grupos se subdividen en función del número de ramales que confluyen, la forma, el número y niveles de las estructuras, entre otros, como se muestra en la tabla 83. Los tipos más frecuentes de enlaces puros son:

Tabla 83.- Ejemplos de intersecciones a desnivel [1]

Grupo	Tipo	
Sin solución de parada o enlaces puros	Con cuatro (4) ramales: trébol, trébol parcial, niveles múltiples. Cuando suficiente espacio, el trébol completo es la alternativa que resuelve todos los movimientos vehiculares, en caso de disponer de poco espacio, se puede implementar el trébol parcial.	
 <p data-bbox="282 1325 574 1356">Variante 1, trébol completo.</p>	 <p data-bbox="712 1325 980 1356">Variante 2, trébol parcial.</p>	 <p data-bbox="1073 1325 1382 1356">Variante 3, niveles múltiples.</p>
Grupo	Tipo	
Sin solución de parada o enlaces puros	Con tres (3) ramales: trompeta y T direccional.	
 <p data-bbox="743 1881 878 1913">En trompeta.</p>		

Grupo	Tipo
Con solución de parada o enlaces parciales	<p>Con cuatro (4) ramales: diamante.</p> <p>Se debe implementar en vías de circulación continua con alta intensidad de tránsito.</p> <p>Se recomienda que la vía de mayor tránsito ocupe el nivel inferior del enlace a efecto de abaratar costos y disminuir impactos ambientales.</p> <p>Se puede regular a través de intersecciones convencionales, glorietas a desnivel, dobles glorietas o semáforos, dependiendo de las intensidades del tránsito y el suelo disponible).</p>
 <p data-bbox="738 1171 880 1197">En diamante.</p>	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Quando un cruce inferior tenga una longitud mayor a cien (100) metros, se deben implementar banquetas de mínimo cero coma setenta y cinco (0,75 cm) metros de ancho en ambos costados del arroyo vial y tener cuerpos separados por cada sentido de circulación.

En el caso de intersecciones con longitud mayor a quinientos metros (500) metros se debe implementar un área de circulación peatonal, en el costado derecho, de uno coma veinte (1,20) metros y salidas de emergencia en pasos a desnivel inferiores [1]

Las intersecciones a desnivel solo deben implementarse cuando a partir de veinte mil (20 000) vehículos de intensidad media diaria, mil quinientos (1 500) vehículos/carril en hora de máxima demanda o cuando existen excesivamente complejos en los que ya no es posible solucionarlos a través de semaforización, siempre y cuando se vaya a implementar un corredor de circulación continua. Lo anterior debe ser justificado a través de un estudio de ingeniería de tránsito avalado por la autoridad competente.

8.7.3.1. Enlaces y rampas: son los tramos de vía que sirven para regular la velocidad entre las vías que se cruzan, por lo que su geometría debe garantizar una adecuada transición y ser el principal inductor del cambio de velocidad.

Si el tránsito que gira desde la avenida principal es considerable, se puede facilitar la desaceleración a través de rampas ascendentes, cuya pendiente debe ser de hasta seis (6) por ciento para vehículos ligeros y, en caso de presentarse vehículos de transporte público o de carga, la pendiente debe ser al cinco (5) por ciento.

Cuando se utilicen rampas en los enlaces se deben cumplir con los valores indicados en la tabla 84; el ancho de los enlaces o rampas es el establecido en la tabla 85; y la longitud de los enlaces o rampas en tangente horizontal para aceleración o desaceleración se muestran en las tablas 86 y 87.

Tabla 84.- Sobreelevación de las rampas en curva [1]

Radio	Rango de sobreelevación (metro por metro) para rampas con velocidad de proyecto [a]					
	km/h					
	25	30	40	50	55	65
15	0,02 a 0,12	-	-	-	-	-
30	0,02 a 0,07	0,02 a 0,12	-	-	-	-
45	0,02 a 0,05	0,02 a 0,08	0,04 a 0,12	-	-	-
70	0,02 a 0,04	0,02 a 0,08	0,03 a 0,08	0,06 a 0,12	-	-
95	0,02 a 0,03	0,02 a 0,08	0,03 a 0,06	0,05 a 0,09	0,08 a 0,12	-
130	0,02 a 0,03	0,02 a 0,08	0,03 a 0,05	0,04 a 0,07	0,06 a 0,09	0,09 a 0,12
180	- 0,02	0,02 a 0,08	0,02 a 0,04	0,03 a 0,05	0,05 a 0,07	0,07 a 0,09
300	-	0,02 a 0,08	0,02 a 0,03	0,03 a 0,04	0,04 a 0,05	0,05 a 0,06
460	-	-	- 0,02	0,02 a 0,03	0,03 a 0,04	0,04 a 0,05
600	-	-	- 0,02	0,02 a 0,03	0,02 a 0,03	0,03 a 0,04
900	-	-	-	- 0,02	- 0,02	0,02 a 0,03

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Es preferible usar sobreelevaciones mayores de la mitad o a la tercera parte de los valores de los rangos indicados.

Tabla 85.- Ancho de vía en los enlaces o rampas [1]

Radios de la orilla interna de la calzada m	Caso I			Caso II			Caso III		
	Operación en un solo sentido, con un solo carril y sin previsión para el rebase m			Operación en un solo sentido, con un solo carril y con previsión para el rebase o vehículos estacionados m			Operación en uno o dos sentidos de circulación y con dos carriles m		
Condiciones de tránsito [a]									
R	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15,00	5,50	5,50	7,00	7,00	7,50	8,75	9,50	10,75	12,75
23,00	5,00	5,25	5,75	6,50	7,00	8,25	8,75	10,00	11,25
31,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,75	7,50	8,50	9,50	10,75
46,00	4,25	5,00	5,25	5,75	6,50	7,25	8,25	9,25	10,00
61,00	4,00	5,00	5,00	5,75	6,50	7,00	8,25	8,75	9,50
91,00	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,75	8,00	8,50	9,25
122,00	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,75	8,00	8,50	8,75
152,00	3,65	4,50	4,50	5,50	6,00	6,75	8,00	8,50	8,75
Tangente	3,65	4,50	4,50	5,25	5,75	6,50	7,50	8,25	8,25

Tipo de orilla	Modificaciones al ancho de acuerdo con el tratamiento de las orillas de la vía		
Guarnición achaflanada	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Guarnición vertical			
Un lado	Aumentar 0,30 m	Ninguna	Aumentar 0,30 m
Dos lados	Aumentar 0,60 m	Aumentar 0,30 m	Aumentar 0,60 m
Acotamiento en uno o en ambos lados	Ninguna	Restar el ancho del acotamiento. Ancho mínimo de la vía el del caso 1.	Cuando el acotamiento sea de 1,20 m o mayor, reducir 0,60 m.

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] A B y C indican los niveles de servicio: A 500 veh/h, B 520 veh/h y C 550 veh/h

Tabla 86.- Longitud de enlaces o rampas de aceleración y desaceleración [1]

Velocidad de proyecto en el enlace km/h		Condición de parada	25	30	40	50	60	70	80	
Radio mínimo de curva m			15	24	45	75	113	154	209	
Velocidad de proyecto en el enlace km/h	Longitud de la transición m		Longitud total del carril de desaceleración incluyendo la transición m							
50	45	64	45	-	-	-	-	-	-	
60	54	100	85	80	70	-	-	-	-	
70	61	110	105	100	90	75	-	-	-	
80	69	130	125	120	110	95	85	-	-	
Velocidad de proyecto en el enlace km/h	Longitud de la transición m		Longitud total del carril de desaceleración incluyendo la transición m							
50	50	170	45	-	-	-	-	-	-	
60	60	110	85	75	-	-	-	-	-	
70	70	160	135	125	100	-	-	-	-	
80	80	230	205	190	170	125	-	-	-	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Tabla 87 - Relación de la longitud en pendiente con respecto la longitud a nivel para enlaces o rampas de desaceleración [1]

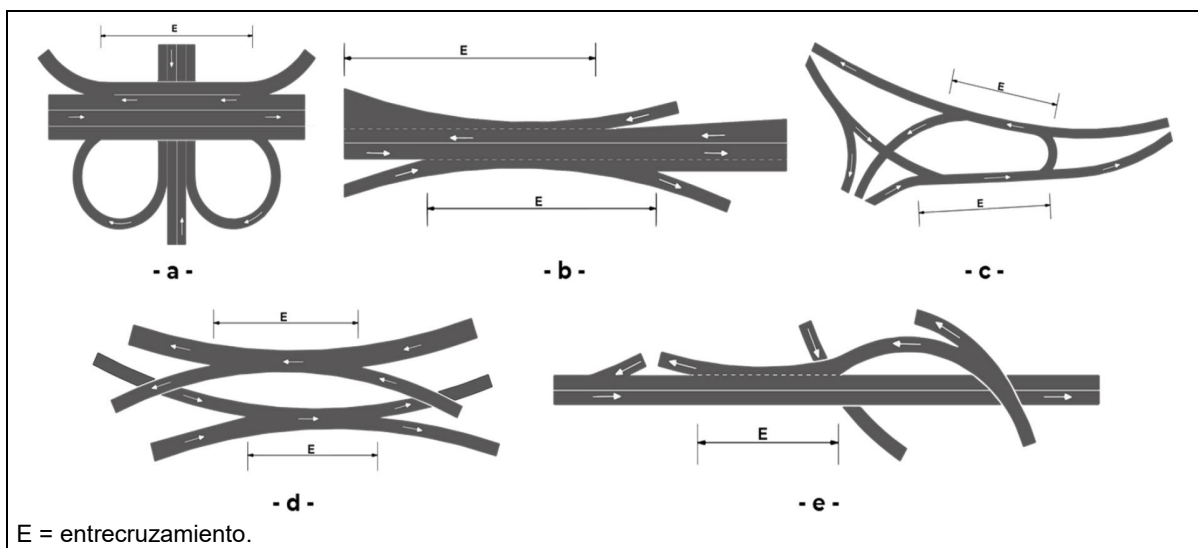
Velocidad de proyecto de la vía km/h Todas	Relación de la longitud en pendientes a la longitud en nivel [a]							
	En pendiente ascendente del 3 al 4 % 0,9				En pendiente ascendente del 3 al 4 % 1,2			
Todas	En pendiente ascendente del 5 al 6 % 0,8				En pendiente ascendente del 5 al 6 % 1,35			
Velocidad de proyecto de la vía km/h	Carriles de aceleración							
	Relación de la longitud en pendientes a la longitud en nivel para velocidades de proyecto en el enlace km/h							
	25	30	40	50	60	70	80	Para todas las velocidades en pendiente descendente del 3 al 4 %
	En pendiente ascendente del 3 al 4 %							
	50	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
60	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,40	0,70
70	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,40	1,40	0,70
80	1,30	1,30	1,30	1,40	1,40	1,40	1,50	0,70
	Para todas las velocidades en pendiente descendente del 5 al 6 %							Para todas las velocidades en pendiente descendente del 5 al 6 %
50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,60	
60	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,60	1,70	
70	1,50	1,50	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	
80	1,50	1,50	1,60	1,70	1,90	2,00	2,10	

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

[a] Los valores de esta tabla multiplicados por la longitud a nivel con la longitud del carril de cambio de la velocidad en pendiente.

El ancho y longitud de los entrecruzamientos se indican en la figura 89.

Figura 89.- Secciones de entrecruzamiento [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

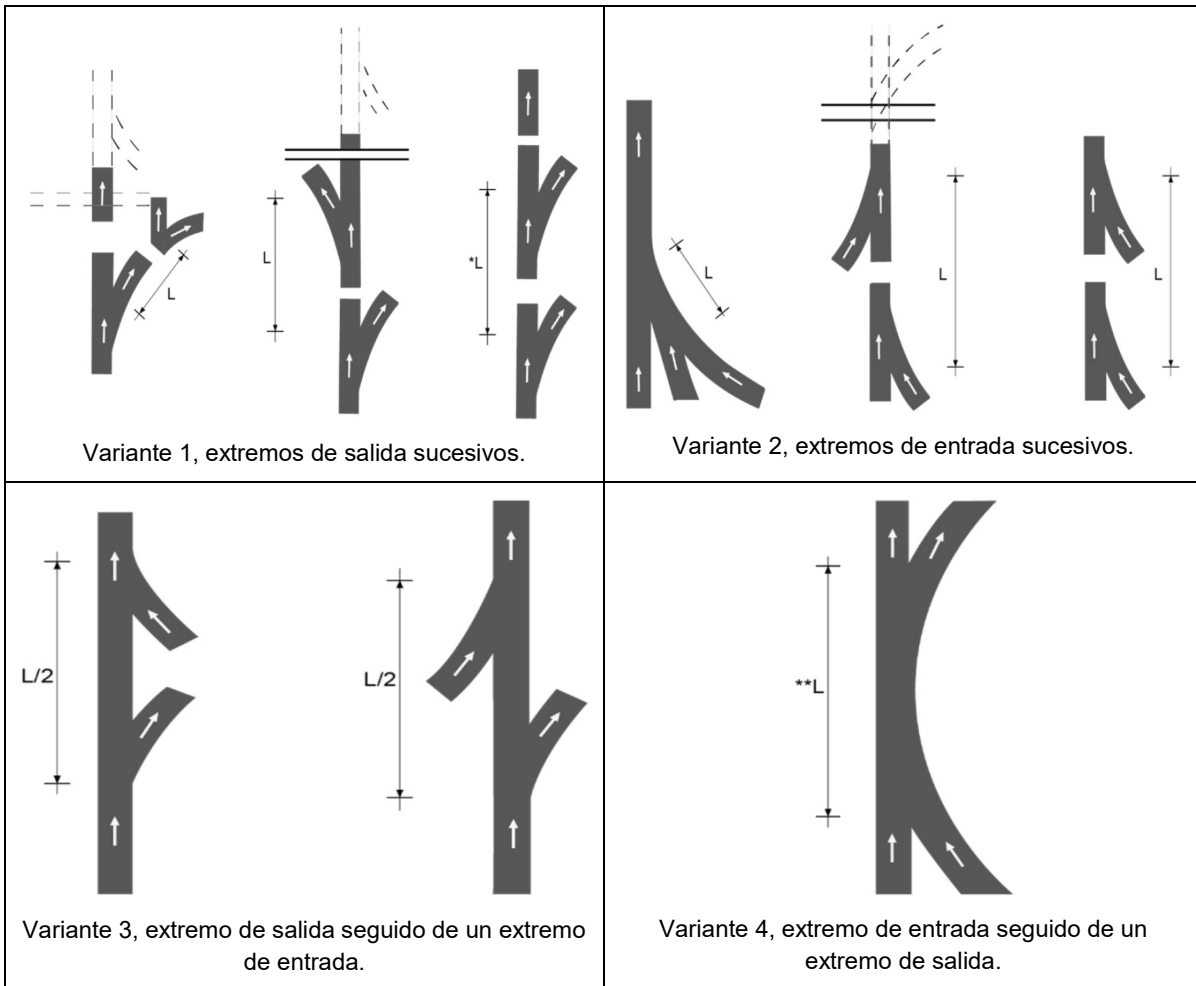
La distancia entre extremos de ramales sucesivos se muestra en la tabla 88 y figura 90.

Tabla 88.- Distancia entre extremos de ramales sucesivos [1]

Velocidad de proyecto km/h	30 a 40	50 a 60	70 a 80
Velocidad de operación km/h	28 a 37	46 a 55	67 a 71
Distancia mínima m	40	60	90
Distancia deseable m	100	150	200

[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

Figura 90.- Distancia entre extremos de ramales sucesivos [1]



[1] Adaptado de *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*, por SOBSE, 2014.

8.8. Técnicas para la pacificación del tránsito: es el conjunto de medidas encaminadas a reducir la volumen y velocidad de los vehículos motorizados hasta hacerlos compatibles con las actividades, diferentes a la circulación, que se desarrollan en la vía. La utilización de medidas tiene por objeto optimizar la calidad de vida de las zonas habitacionales y áreas de conservación patrimonial, al mejorar tanto las condiciones de seguridad vial, como las condiciones ambientales, facilitando la habitabilidad de la vía pública.

En el diseño de la red se tratará de evitar o minimizar el tránsito de paso en zonas habitacionales, centros de barrio, áreas de conservación patrimonial o de alta concentración peatonal. En las primeras permite integrar las áreas inconexas por vías de alto flujo de vehículos motorizados.

Estas técnicas se pueden utilizar en el diseño de nuevas vías con objeto de que sea respetada la función para la cual ha sido planeada; para el caso de vías existentes, las hace compatible con las actividades de habitabilidad que se presentan en la calle. Para lograr lo anterior, deben ser compatibles la cantidad y velocidad de los vehículos motorizados, con los desplazamientos peatonales y en bicicleta, a través de modificaciones geométricas y colocación de dispositivos para el control del tránsito que eviten la circulación de paso y velocidades mayores a veinte (20) o treinta (30) kilómetros por hora.

Los objetivos concretos de la política de pacificación del tránsito son:

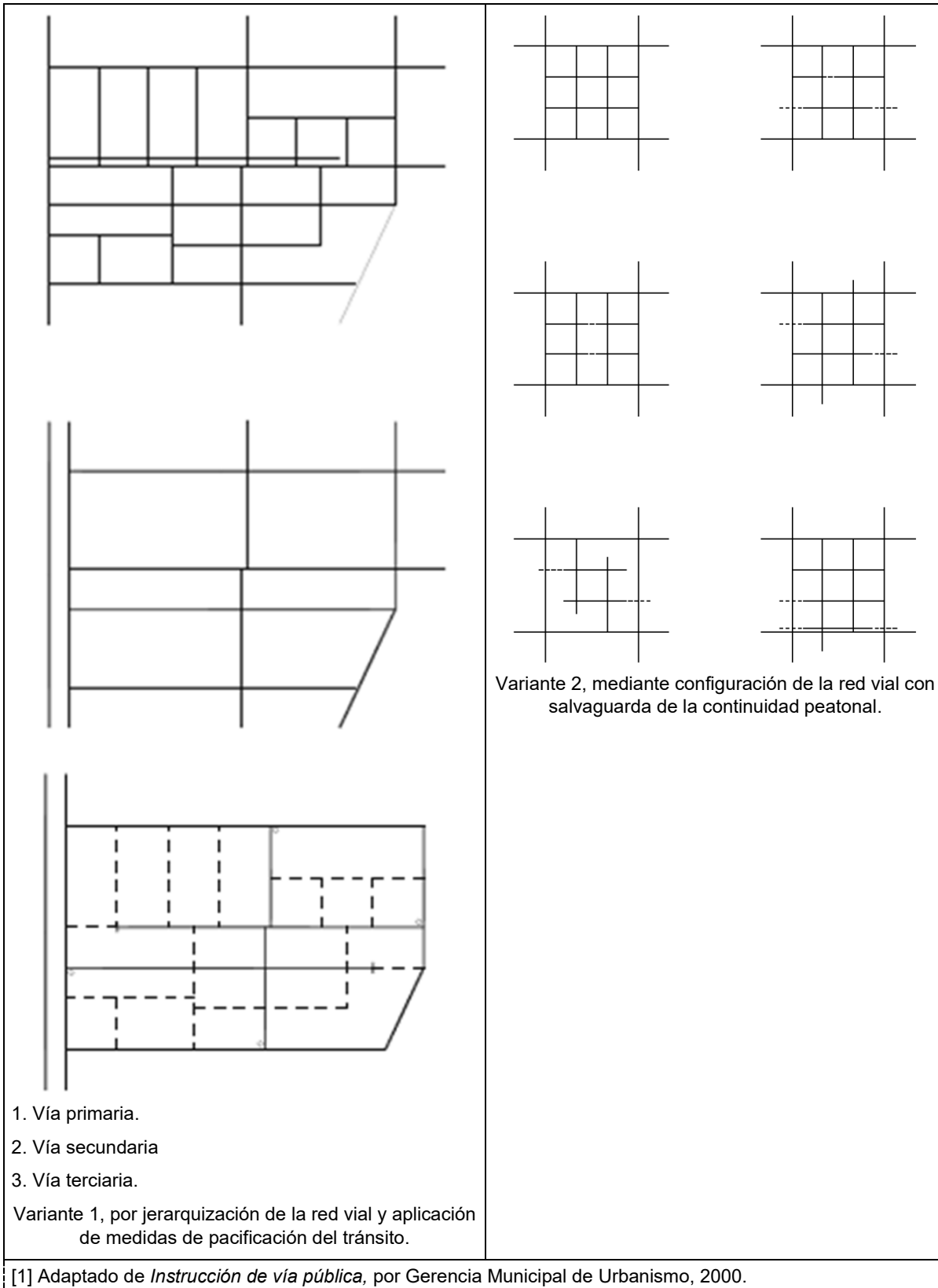
- otorgar una mayor importancia a la circulación peatonal: al pacificar el tránsito se propicia el encuentro social, debido a una equitativa redistribución del espacio público;
reducir el tránsito de paso: desincentivar que los vehículos motorizados utilicen las calles locales o terciarias, así como aquellas de baja velocidad en la zona como atajos, con lo que se reduce la cantidad de vehículos en circulación en las vías designadas, creando circuitos de circulación cerrados;
- Incrementar la seguridad vial: permitiendo la velocidad de 20 km/h o hasta 30 km/h (máximo) se reduce el riesgo de muertes y lesiones severas en siniestros de tránsito. La persona conductora tiene mayor tiempo, capacidad de reacción y frenado ante una situación inesperada; y
- reducir las emisiones contaminantes y el ruido: disminuir el volumen de vehículos motorizados regulando el acceso solo a los vehículos de residentes, al reparto de bienes y a los servicios de emergencia.

Las medidas de pacificación del tránsito se deben implementar en una zona definida de forma sistemática y percibirse con la adecuada antelación, por lo que se debe indicar la entrada a las calles pacificadas, a través de portales y señalización.

Cuando se aplican en la zona este tipo de técnicas en calles con presencia de rutas de transporte público se debe considerar la utilización de diseños especiales que eviten los efectos negativos sobre los buses.

Las medidas de pacificación del tránsito deben respetar los elementos inherentes e incorporados a la vía, tales como pasos peatonales, paradas de buses, drenaje, accesos a predios, entre otros y garantizar el acceso fácil de los servicios de emergencia, como se muestran en la figura 91. En todos los procesos de pacificación se deben involucrar a los vecinos en la toma de decisiones, debido a que estas técnicas modifican los espacios de circulación y el comportamiento de las personas usuarias sobre estas.

Figura 91.- Gestión del tránsito de paso [1]



Las formas de pacificación del tránsito se pueden generar a través de dos puntos de intervenciones: zonas 30 y zonas de tránsito mixto.

8.8.1. Zonas 30: es un conjunto de vías locales delimitada por vías primarias y secundarias. Su característica principal es que la velocidad de los vehículos motorizados se limita a treinta (30) kilómetros por hora mediante señalización y la colocación sistemática de elementos físicos que gestionan la velocidad. Para implementarlas, el flujo de vehículos motorizados debe estar por debajo de cuatro mil (4 000) al día. En estas zonas se conserva el diseño a través de arroyos viales y aceras.

A efecto de garantizar los objetivos de pacificación del tránsito, la implementación se debe hacer de forma integral y en una sola etapa, se deben hacer las adecuaciones necesarias en las intersecciones; así como llevar a cabo la ampliación de aceras para mejorar la movilidad peatonal.

8.8.1.1. Zonas de tránsito mixto: se constituye de una vía o un conjunto de calles locales en las que se da prioridad a la circulación peatonal sobre el tránsito de vehículos, su característica principal es la supresión de la geometría, es decir, no existen banquetas y arroyo vial, por lo que la circulación de las personas usuarias se realiza en una plataforma única, evitando trayectorias lineales para los vehículos motorizados y eliminando todos los dispositivos para el control del tránsito por lo que se genera una incertidumbre en las personas conductoras sobre el espacio por el que deben circular, y en consecuencia, el desplazamiento de estos se realiza a menos de veinte (20) kilómetros por hora.

Este tipo de intervenciones se pueden implementar en la parte central de una zona 30, en las calles con mayor circulación peatonal de un centro de barrio en el que es necesario la circulación de vehículos para ingresar a los predios, permitir la distribución de mercancías y el acceso de vehículos de emergencia, así como en calles residenciales como privadas, retornos y cerradas.

Se deben efectuar en calles donde el tránsito de vehículos motorizados es inferior a mil (1 000) vehículos/día, o bien, a sesenta (60) vehículos en hora de máxima demanda. Se debe implementar un drenaje pluvial; sin embargo, la plataforma única no debe tener pendientes transversales mayores al tres (3) por ciento y longitudinales mayores al ocho (8) por ciento.

El área para la circulación de vehículos debe diseñarse a través de trayectorias sinuosas delimitadas mediante áreas ajardinadas, postes, mobiliario urbano o cajones de estacionamiento, los cuales no deben superar el veinte (20) por ciento del área total de la vía.

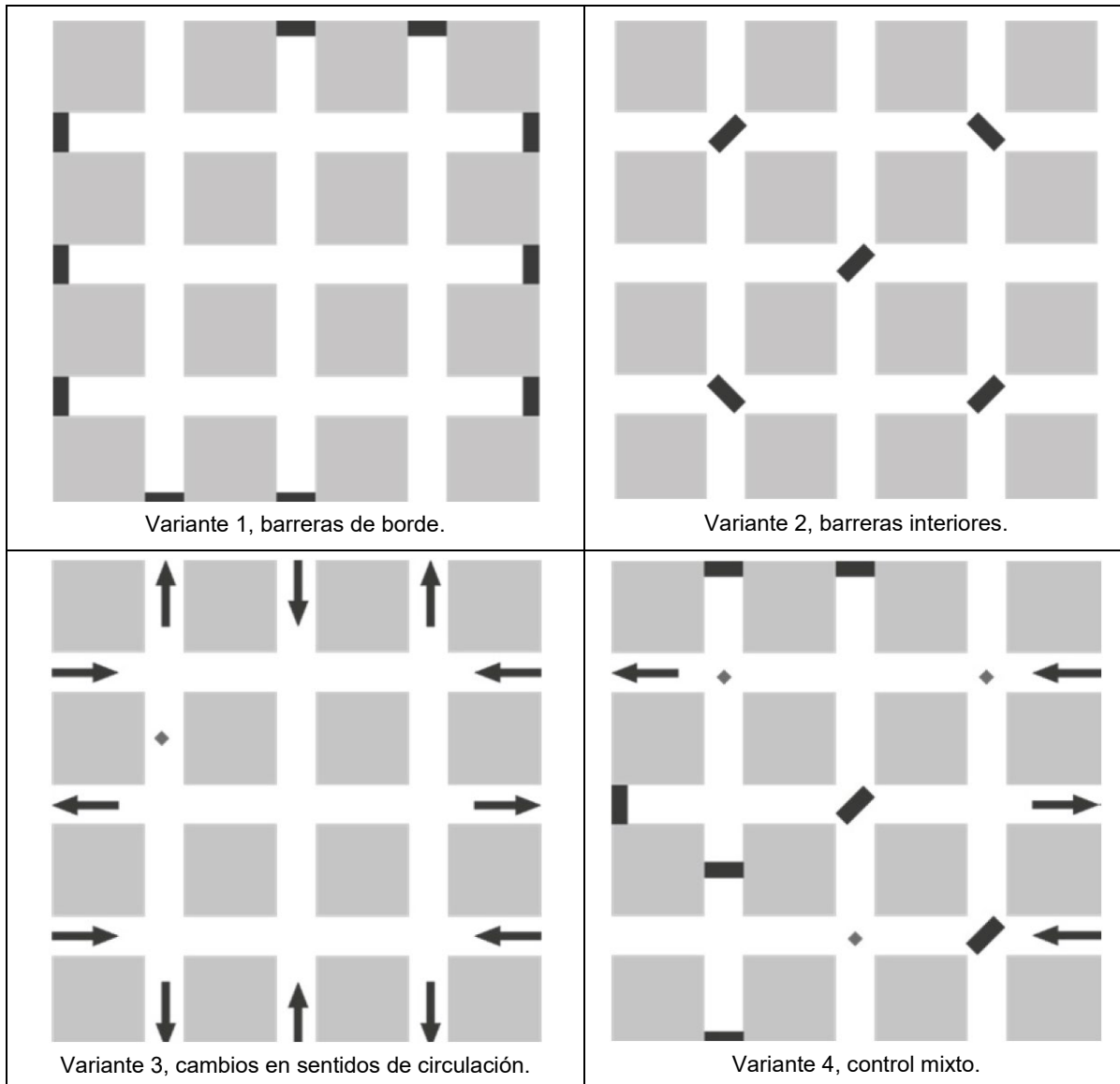
Solo se debe colocar la señal para identificar que se está ingresando a una vía de este tipo, en conjunto con la de límite de velocidad permitido, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

8.8.2. Técnicas para la reducción del volumen vehicular: como parte de una política integral para moderar el tránsito, se debe disminuir la cantidad de vehículos motorizados en circulación, lo que implica la utilización de diversas medidas para potenciar el número de viajes en modos no motorizados y en transporte público.

Antes de evitar el tránsito de paso en una zona, se debe analizar si las vías circundantes tienen capacidad para recibir a los vehículos motorizados por desviar, por lo que se debe implementar un tratamiento a las intersecciones que reciben el flujo adicional, para reducir los impactos negativos a la circulación peatonal.

8.82.1. Control de circulación. Hay cuatro opciones para moderar el tránsito a partir de las restricciones a la circulación: barreras de borde, barreras interiores, cambios en sentidos de circulación y control mixto, como se muestra en la figura 92.

Figura 92.- Esquemas de ordenación para la moderación de tránsito en áreas delimitadas [1]

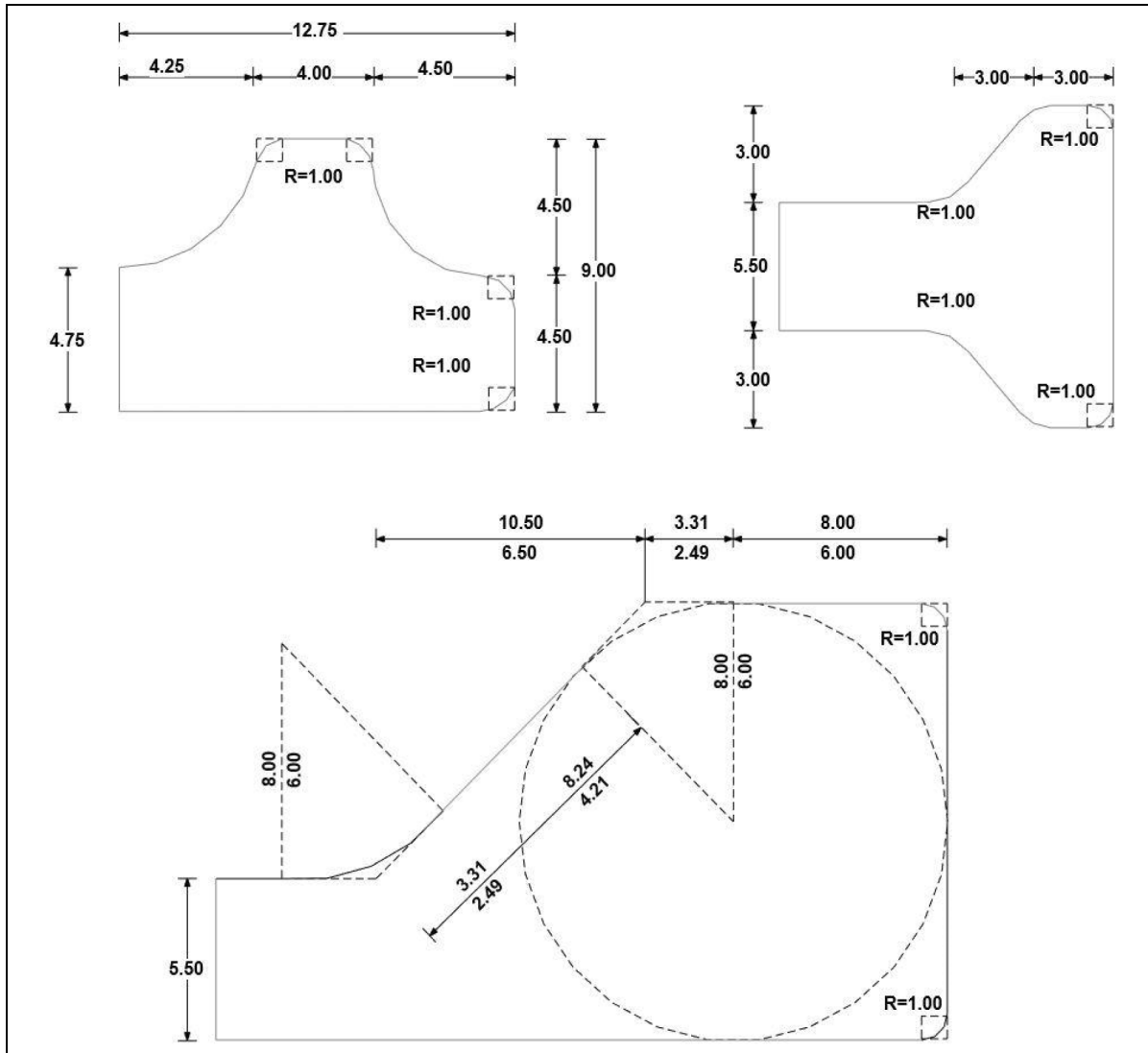


[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.8.2.1.1. Barrera de borde: se realiza a través de elementos físicos (banquetas, macetas o bolardos) que cierran la circulación de vehículos motorizados en la calle, obligándolos a girar ciento ochenta (180) grados en un retorno. El cierre de la calle debe permitir la libre circulación de personas peatonas, por lo que no se deben colocar bardas, cercas o portones; asimismo, se debe contar con rampas para que las personas ciclistas puedan seguir de frente, como se muestra en la figura 93. Impide el tránsito de paso de frente para vehículos motorizados, pero permite el flujo de personas peatonas y ciclistas, a través de aperturas centrales.

Si la calle es una ruta de emergencia o si circulan autobuses escolares, esta medida se debe implementar a través de dispositivos para el control del tránsito, tales como bolardos retractiles que permitan el paso solo a este tipo de vehículos.

Figura 93.- Tipos de retorno para barreras de borde [1]



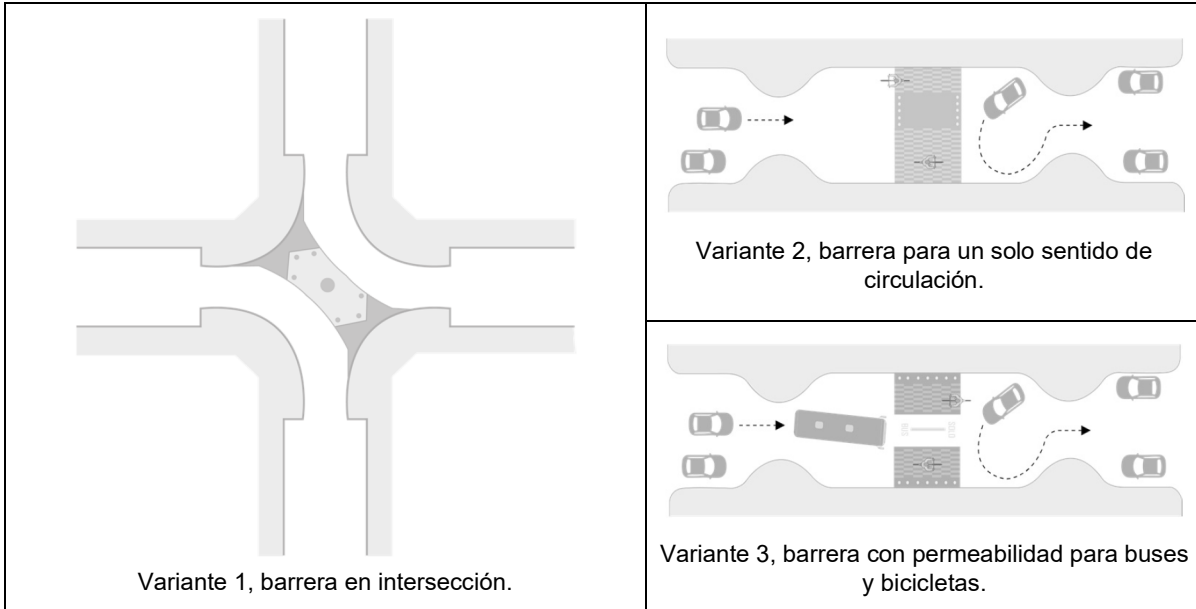
[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.8.2.1.2. Barrera interior: consiste en colocar elementos físicos (isletas, macetas o bolardos) a efecto de que los vehículos no puedan seguir de frente y se vean obligados a girar, con excepción de personas peatonas y ciclistas quienes sí pueden realizar todos los movimientos. Esta medida se puede aplicar en tramos intermedios o intersecciones, como se muestra en la figura 94, variantes 1 y 2. Impide el tránsito de paso de frente para vehículos motorizados, pero permite el flujo de personas peatonas y ciclistas, a través de aperturas en los extremos.

Para el acceso de bicicletas y transporte público se debe generar una isleta en la parte central del carril con una altura mayor a 0,12 m, a efecto de evitar que los automóviles circulen, como se muestra en la figura 94, variante 3.

Si la calle es una ruta de emergencia o si circulan autobuses escolares, se deben colocar bolardos retractiles que permitan el paso solo a este tipo de vehículos, El cierre parcial de la vía permite restringir el acceso sin necesidad de crear calles de un solo sentido.

Figura 94.- Barreras [1]

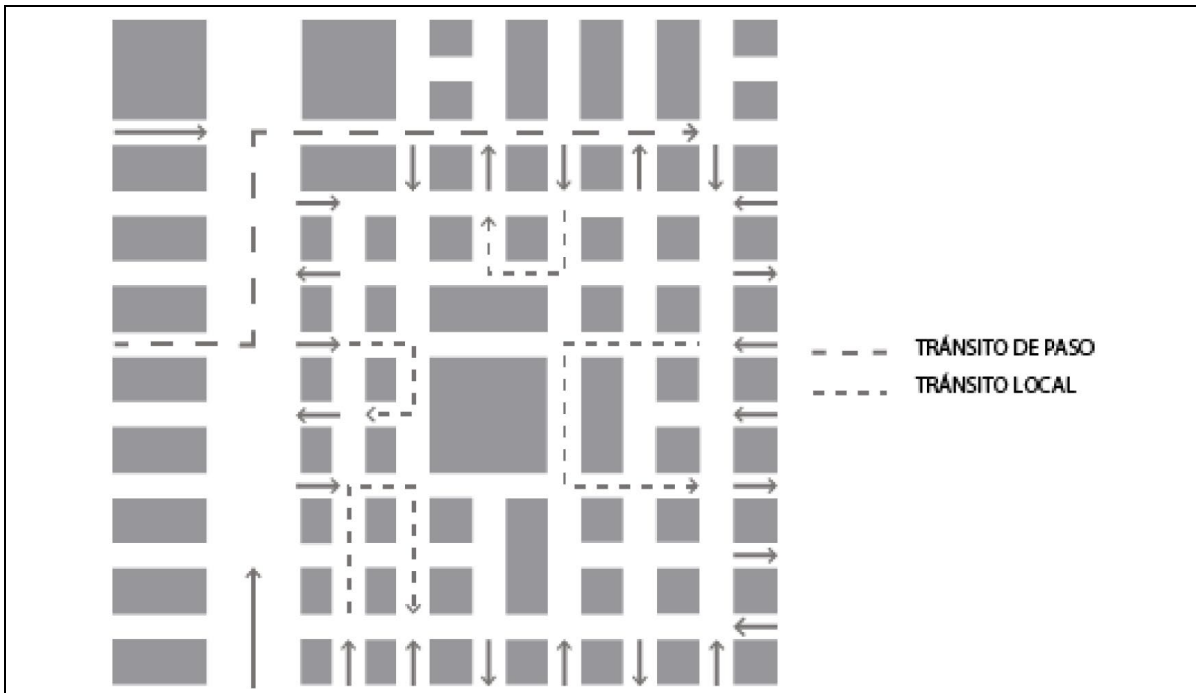


[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

8.8.2.1.3. Cambios en sentidos de circulación. Es una forma económica y eficiente para desmotivar el tránsito de paso, consiste en modificar la dirección de la vía en el tramo central de la zona a pacificar, de tal forma que los autos no pueden seguir de frente y deben salir por donde entraron.

Lo anterior implica que cuando existan calles bidireccionales, estas se conviertan en unidireccionales. Se recomienda considerar vías ciclistas en contraflujo para permitir que puedan seguir de frente en el punto donde se realiza el cambio de sentido, como se muestra en la figura 95.

Figura 95.- Zona con sentidos encontrados [1]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011

8.8.2.1.4. Control mixto. Es la combinación de las tres técnicas antes mencionadas, a efecto de evitar el tránsito de paso, así como adaptarse a las condiciones específicas de las calles y necesidades de los residentes en la zona a pacificar.

8.8.3. Técnicas para la gestión de la velocidad vehicular: la aplicación de estas medidas permite que la circulación de vehículos motorizados sea compatible con la vocación de habitabilidad en las zonas a pacificar, reduciendo la velocidad máxima de circulación a treinta (30) kilómetros por hora, a efecto de que todos los tipos de vehículos circulen utilizando la misma infraestructura vial.

Estas técnicas pueden aplicarse en las calles terciarias, su implementación en vías principales y secundarias queda sujeta a casos específicos y acompañada de un proyecto integral de gestión de la velocidad. Se pueden combinar distintas técnicas y toda modificación a la vía debe estar correctamente señalizada.

Se debe considerar que el efecto de una medida sobre la velocidad de los vehículos tiene un efecto limitado en la longitud de la calle, por lo que estas deben implementarse de forma sistemática.

Las técnicas de control de velocidad se basan en modificaciones geométricas y en la instalación sistemática o supresión total de los dispositivos para el control del tránsito. Las modificaciones en el diseño vial en la superficie de rodadura y la señalización tienen por objeto generar una sensación de incomodidad en las personas conductoras de vehículos motorizados que los obliga a reducir la velocidad y a estar más atentos a lo que sucede en su entorno.

8.8.3.1. Modificaciones del pavimento: al momento de implementar un cambio en el pavimento, solo se debe afectar a los vehículos motorizados, a través de cambios de textura en la superficie de rodadura, la cual genera una reducción en la velocidad de cinco (5) kilómetros por hora, aproximadamente, por lo que se considera que su efecto es limitado. Se deben proporcionar áreas lisas para la circulación de personas peatonas y ciclistas.

Ayuda a enfatizar otros cambios en la vía. En el caso de empedrados, tienen un alto impacto en la movilidad de personas con discapacidad y movilidad limitada.

En los puntos de cruce peatonal se deben colocar superficies lisas antideslizantes.

Al centro del carril se debe generar una banda lisa de 0,50 m (mínimo) de ancho para facilitar el tránsito de bicicletas.

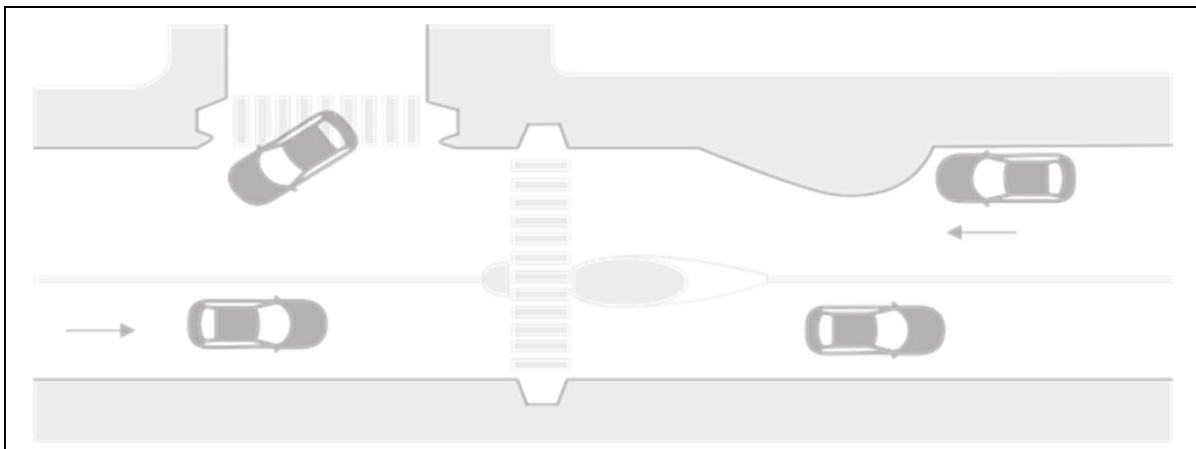
Los cambios de textura se pueden hacer a través de materiales como: concreto estampado, adoquín o empedrados. Se debe considerar la durabilidad de cada uno y el nivel de tránsito que pueden recibir.

8.8.3.2. Isletas y fajas separadoras: son áreas de resguardo que se colocan en el centro de las vías bidireccionales para facilitar el cruce de personas peatonas, permitiendo esperar en la mitad de la vía y realizar un cruce por etapas. Ayuda a reducir la distancia de cruce en vías con dos (2) o más carriles.

Las isletas son utilizadas en intersecciones sin semáforo y en cruces a mitad de cuadra, aunque también se implementan en intersecciones semaforizadas, siempre y cuando se permita que las persona peatonas crucen en una fase.

En las avenidas con más de tres (3) carriles se deben implementar fajas separadoras que dividan diferentes carriles, brindando la posibilidad de crear refugios peatonales o isletas y que puedan ser utilizadas para colocar vegetación, a efecto de mejorar la imagen urbana, como se muestra en la figura 96.

Figura 96.- Isleta [1] [a]



[1] Adaptado de *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV*, por ITDP & I-CE, 2011.

[a] El ancho de las isletas debe tener un mínimo de 2 metros

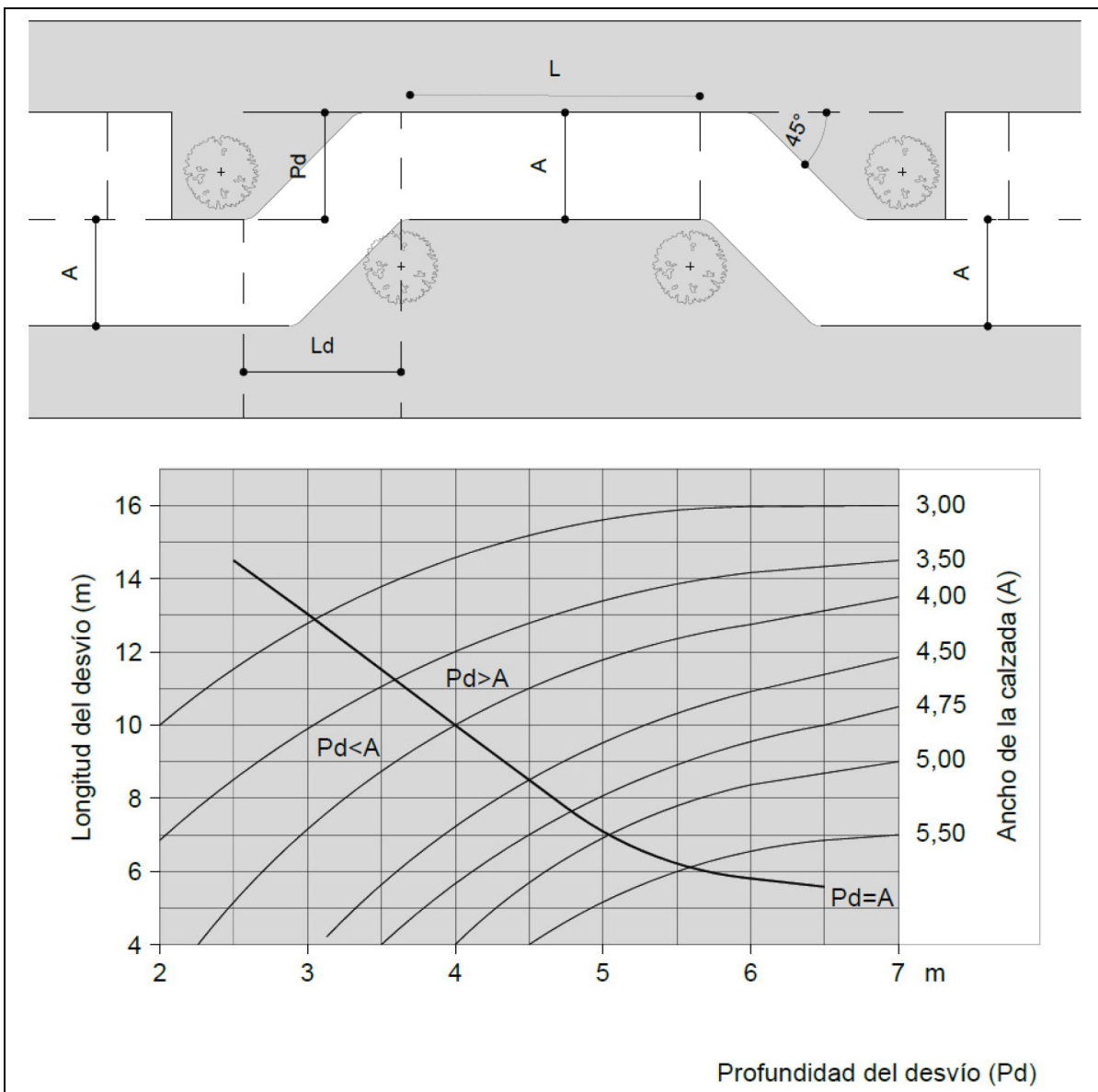
8.8.3.3. Circulación en zigzag: el carril de circulación vehicular describe trayectorias sinuosas que obliga a mantener una velocidad moderada, se puede realizar a través de cambios en la geometría o al intercalar el área de estacionamiento de un costado de la calle al otro, tal como se muestra en la figura 97.

Los giros deben diseñarse con objeto de permitir el tránsito de vehículos de servicios y de distribución de mercancías sin que se pierda el efecto de cambio de trayectoria en los vehículos ligeros. Se puede realizar con extensiones de banquetas, instalación de mobiliario, áreas verdes o alternando las áreas de estacionamiento.

Para velocidades inferiores a treinta (30) kilómetros por hora, la profundidad (Pd) del zigzag debe ser superior al de la vía (A). La longitud del tramo recto (L) debe ser entre cincuenta (50) y setenta y cinco (75) metros. Las aristas de las guarniciones dentro del zigzag deben un radio máximo de cero coma cincuenta (0,50) metros, a efecto de que la calle no sea percibida como una vía rápida.

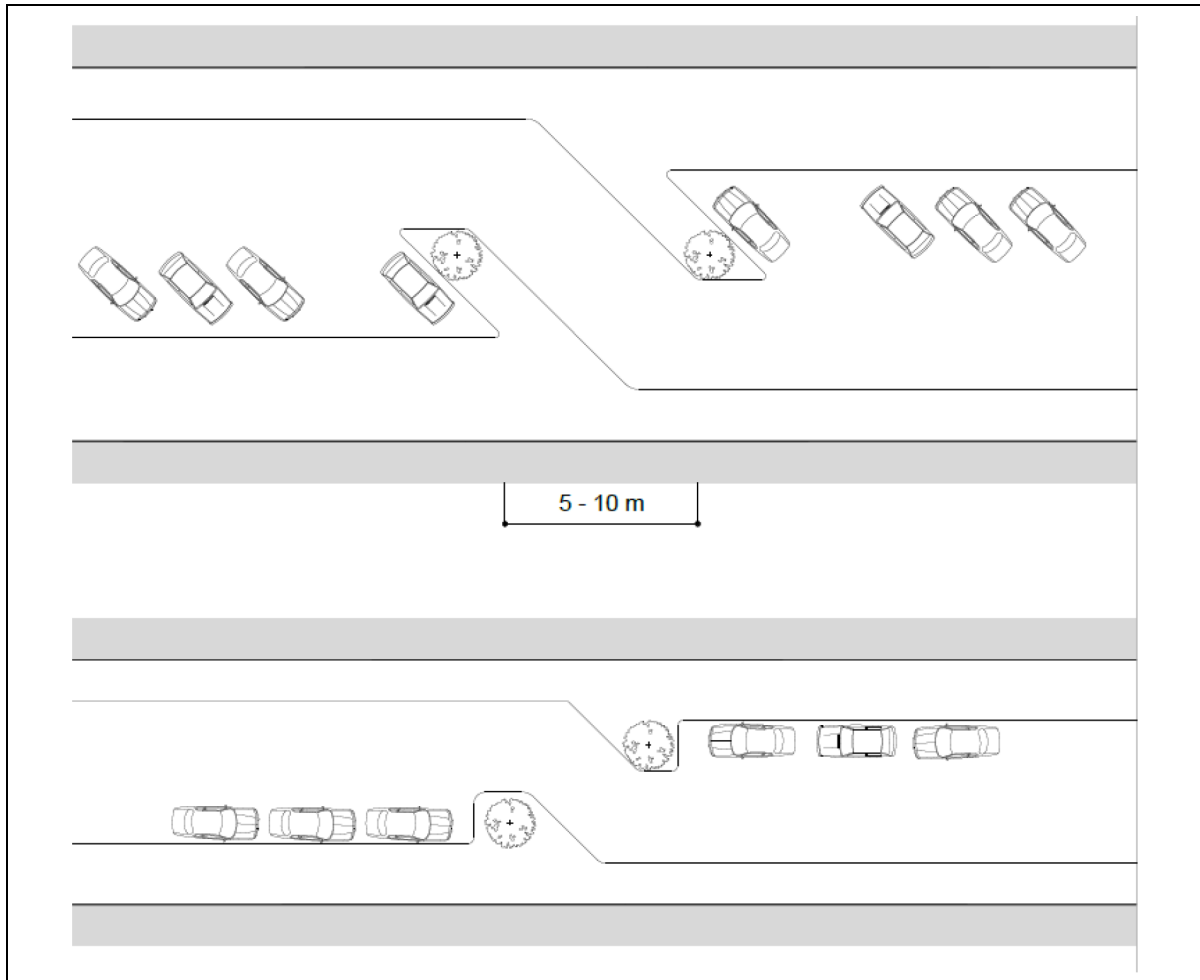
Cuando se requiere el cruce de un vehículo ligero con uno de carga, en el tramo del zigzag, el ancho (A) del arroyo vial debe medir seis (6) metros (mínimo). Cuando el zigzag debe permitir el cruce de dos vehículos de carga, la longitud (Ld) debe medir quince (15) metros (máximo), como se muestra en las figuras 97 y 98.

Figura 97.- Dimensionamiento de zigzag [1]



[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008

Figura 98.- Zigzag creados por estacionamiento alternado [1]

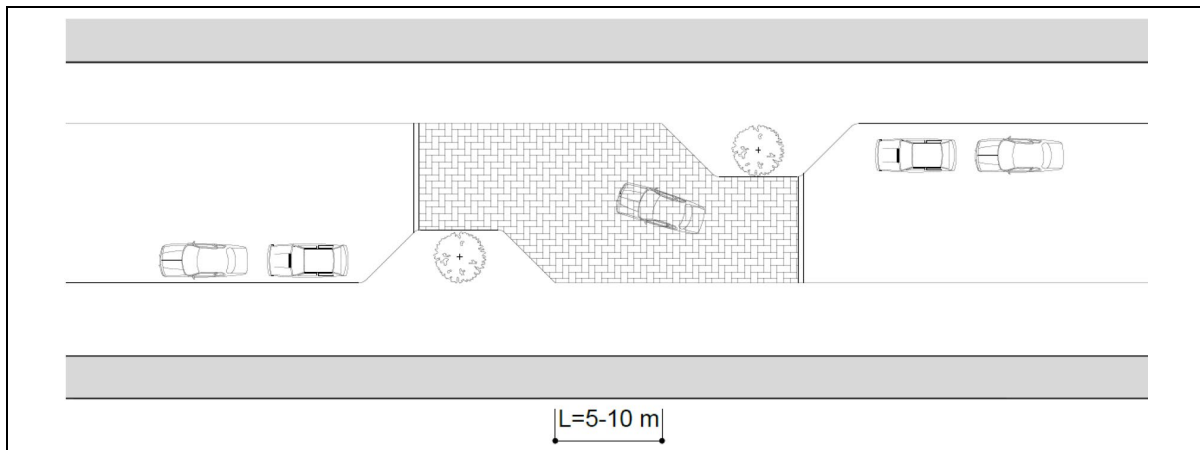


[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008

Para calles de un solo sentido de circulación, el paso de vehículos de carga requiere un mínimo de dos coma cincuenta (2,50) metros de arroyo vial, mientras que, para una calle bidireccional, el ancho del arroyo vial debe ser de cuatro coma cincuenta (4,50) metros.

Cuando el espacio de giro sea muy largo, el zigzag puede complementarse con un reductor de velocidad de tipo trapecoidal, como se muestra en la figura 99.

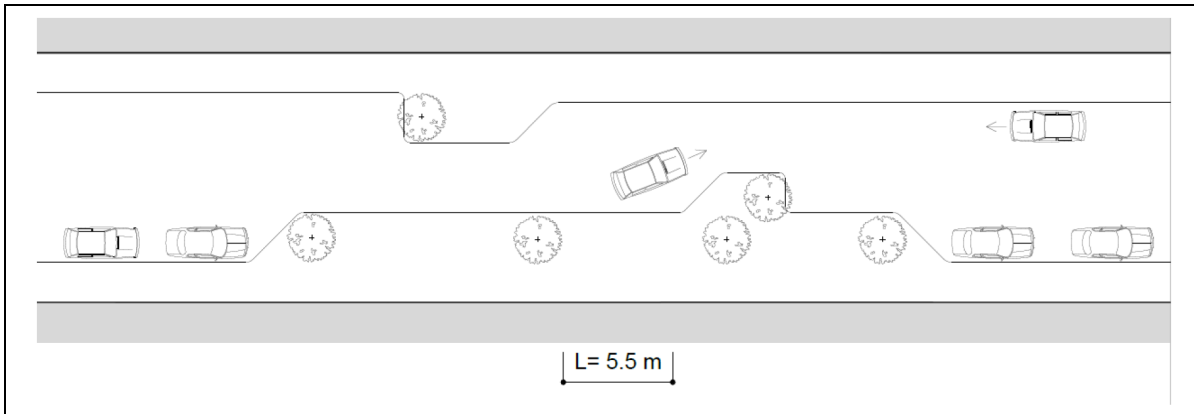
Figura 99.- Zigzag creado por estrechamiento lateral alterno con meseta [1]



[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008

Se puede hacer una combinación de zigzag con estrechamiento, para calles bidireccionales, se recomienda un ancho en el arroyo vial de cinco (5) metros, con un ancho mínimo, en el punto más estrecho, de dos coma veinte (2,20) metros, y en caso de haber presencia de vehículos de carga, el ancho mínimo debe ser de dos coma cincuenta (2,50) metros, como se muestra en la figura 100.

Figura 100.- Zigzag creado por estrechamiento lateral alternativo de la calzada [1]

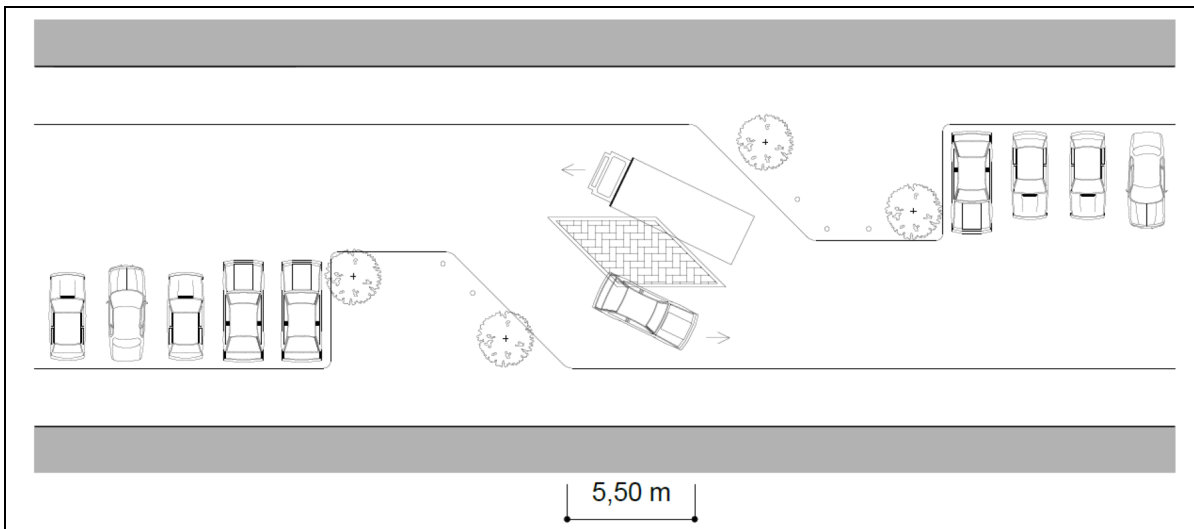


[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008

Para posibilitar el cruce de dos vehículos pesados se requiere una anchura de la calzada de cinco coma veinticinco (5,25) metros y otros cuatro cincuenta (4,50) metros para las plazas de estacionamiento. Las dimensiones que se recomiendan y que se muestran en la figura 101, son:

- ángulo del zigzag: cuarenta y cinco (45) grados;
- dimensión (L): cinco coma cincuenta (5,50) metros;
- anchura de la isleta central: dos (2) metros; y
- altura máxima de la isleta central: cero coma doce (0,12) metros.

Figura 101.- Zigzag creado por estacionamiento alternado e isleta central [1]



[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008

8.8.3.4. Estrechamiento: consiste en modificar la perspectiva y provocar sensación de estreches en el espacio vial para generar incertidumbre en la conducción. Ayuda a reducir distancias de cruce peatonal y en vías de doble sentido genera el paso intercalado por sentido.

8.8.3.4.1. Estrechamiento lateral: afecta solo un tramo de la vía, puede establecerse en uno o en ambos costados de la calle.

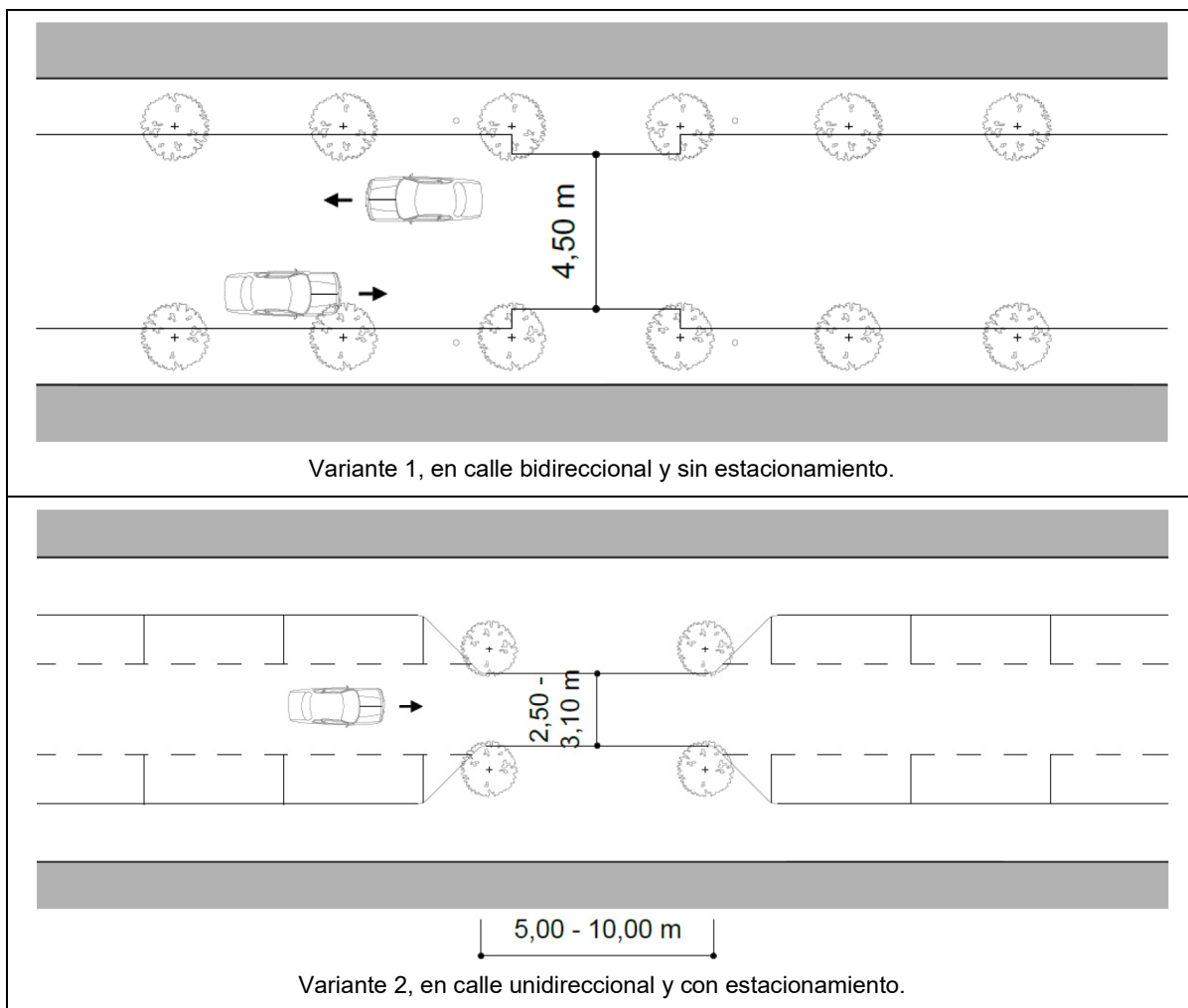
Las intensidades adecuadas se sitúan entre los cuatrocientos (400) y los seiscientos (600) vehículos en horas de máxima demanda. Más allá de esas intensidades se recomiendan estrechamientos que admiten. Simultáneamente, los dos sentidos de circulación.

El ancho del estrechamiento puede diseñarse para que circulen un vehículo o bien, dos simultáneamente. Para el primer caso, el ancho del arroyo vial debe ser entre dos coma setenta (2,50) y tres coma diez (3,10) metros, mientras que en segundo caso debe medir máximo cuatro coma cincuenta (4,50) metros. Se debe implementar como máximo cada cincuenta (50) metros.

Se recomienda para calles con un flujo vehicular entre cuatrocientos (400) a los seiscientos (600) vehículos en horas de máxima demanda para estrechamiento con paso de un solo vehículo. Cuando hay un flujo mayor y se trate de una calle bidireccional se debe optar por un estrechamiento que permita la circulación de dos vehículos a la vez.

Se puede implementar colocando un reductor de velocidad de tipo trapezoidal, modificando la textura del pavimento, a efecto de romper la rectitud de la perspectiva. Esta técnica puede encontrarse en el acceso a la zona pacificada a manera de portal. En la figura 102 se muestran los tipos de estrechamiento.

Figura 102.- Tipos de estrechamientos laterales



[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008.

El estrechamiento lateral se puede complementar con pavimentación especial a efecto de reducir la velocidad si existen flujos equilibrados en ambos sentidos de circulación, como se muestra en la figura 103. Las dimensiones recomendadas son las siguientes:

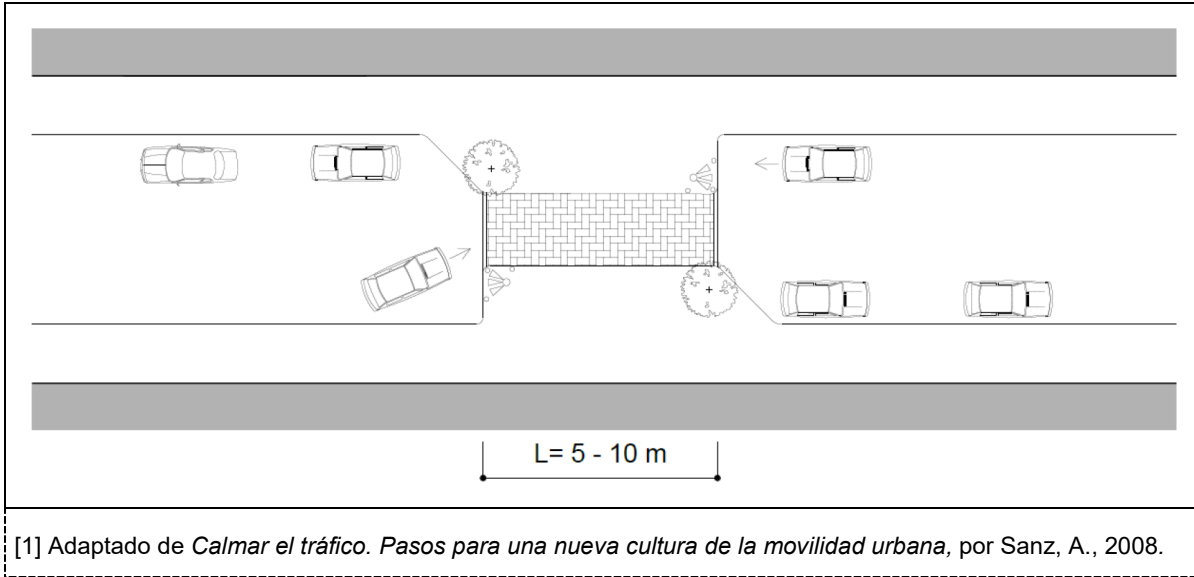
Ancho del carril de circulación: máximo 3,10 metros.

Longitud del espacio central: entre 5 y 10 metros.

Ancho de la franja de estacionamiento: 2,40 metros.

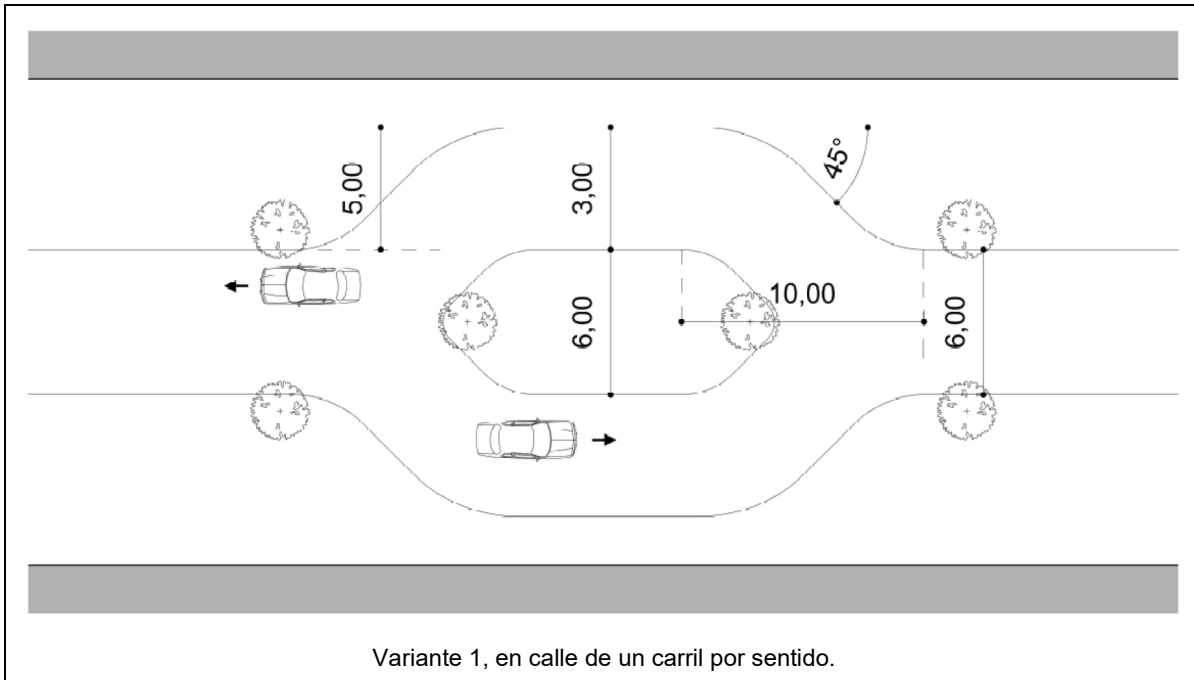
Se puede establecer la preferencia de paso de uno de los sentidos, a través de una señal de ceda el paso conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

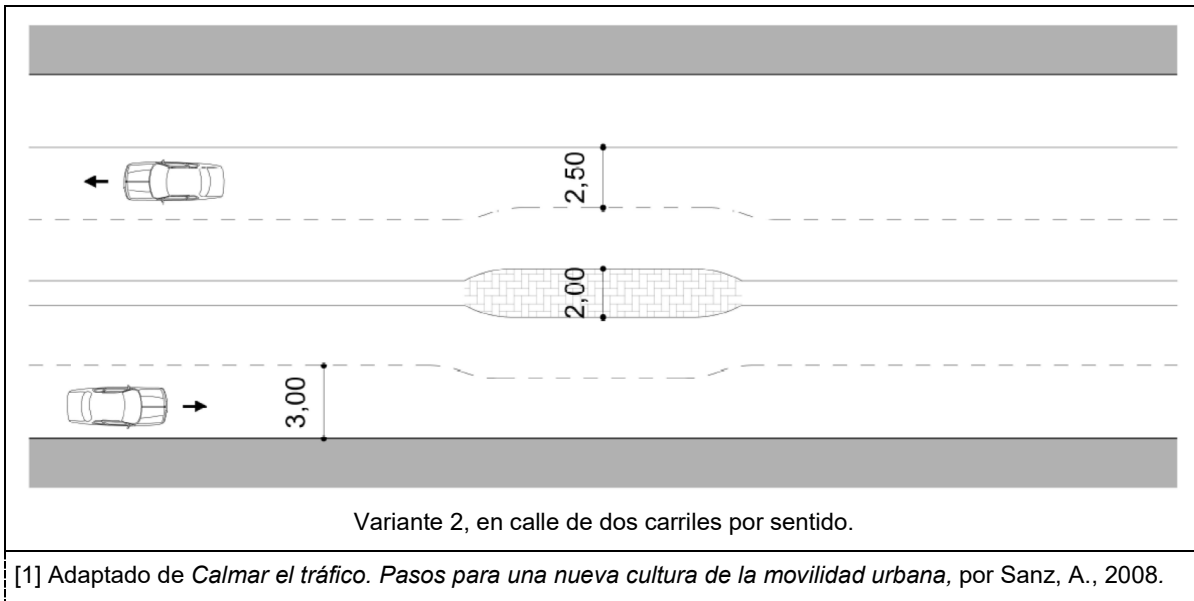
Figura 103.- Estrechamiento lateral con pavimentación especial [1]



8.8.3.4.2. Estrechamiento central: se puede obtener mediante la implementación de camellones o islas al centro de la calle, como se muestra en la figura 104.

Figura 104.- Tipos de estrechamiento central





8.8.3.5. Reductores de velocidad: el cambio en el alineamiento vertical de la superficie de rodadura es eficiente para gestionar la velocidad al generar una incomodidad a los ocupantes de los vehículos si se excede la velocidad para la cual está diseñado el dispositivo. Son de tipo sinusoidal, trapecial, circular, cojín, meseta, delantal, vibrador y bordo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

En calles con velocidad de treinta (30) kilómetros por hora o menos que cuentan con tramos rectos de más de setenta y cinco (75) metros de longitud o en intersecciones que no cuentan con preferencia de paso, se deben utilizar estos dispositivos para asegurar una velocidad de operación por debajo del límite de velocidad.

La instalación de estos dispositivos debe ir acompañada de señalización horizontal y vertical conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011), además, considerar un sistema de bombeo pluvial.

8.8.3.6. Modificación geométrica en intersecciones: consiste en rellenar los espacios residuales en la intersección para facilitar el cruce peatonal y clarificar la trayectoria de los vehículos. Ayuda a regenerar espacios públicos y forzar velocidades de tránsito más seguras, como se muestra en la figura 105.

Esta técnica se puede realizar de cuatro diferentes formas: ajustando el espacio de circulación, desviando las trayectorias de los vehículos, colocando reductores de velocidad de forma parcial o total en la intersección y cambiando la textura del pavimento, esta última se debe realizar en combinación con una de las tres formas previas.

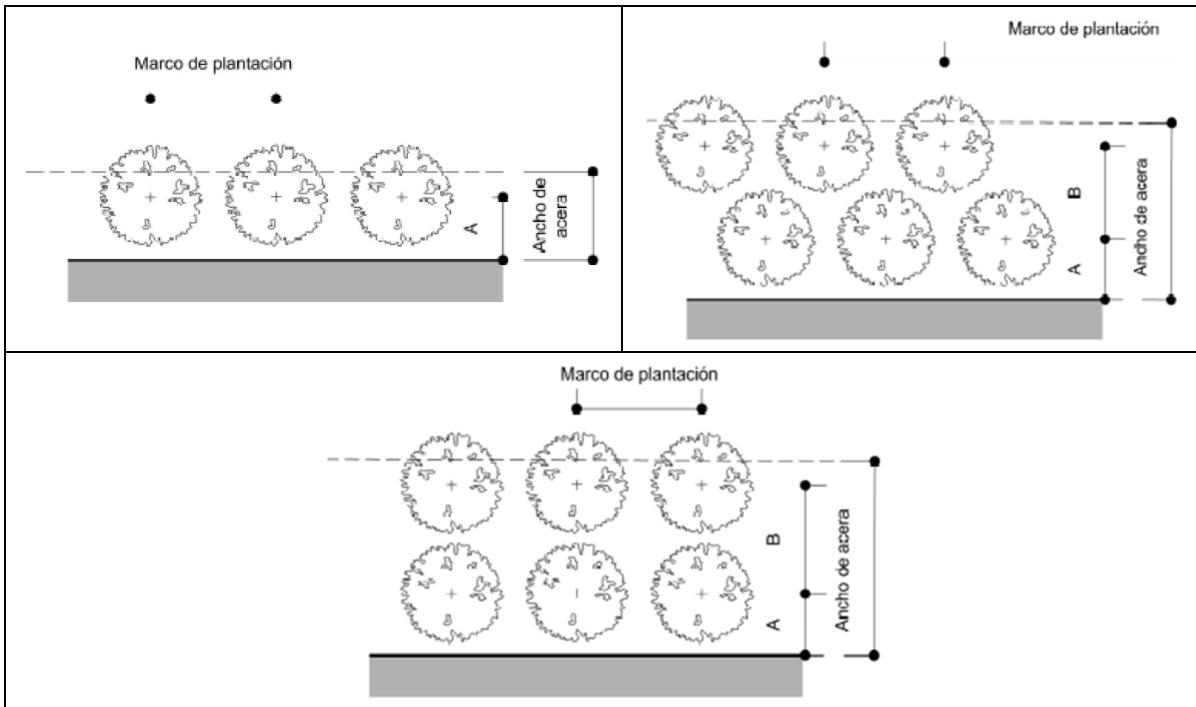
Figura 105.- Modificación geométrica en intersecciones [1]



[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

8.8.3.7. Masa vegetal: reduce la amplitud del campo visual que ayuda a concentrar la atención de la persona conductora. Ayuda a ordenar otros elementos como el estacionamiento de vehículos y facilita el cruce peatonal transversal, como se muestra en la figura 106. Se debe tener una iluminación adecuada a efecto de reducir la percepción de inseguridad en las personas. El arreglo de los árboles puede ser aleatorio y no de forma lineal adjunto a la guarnición

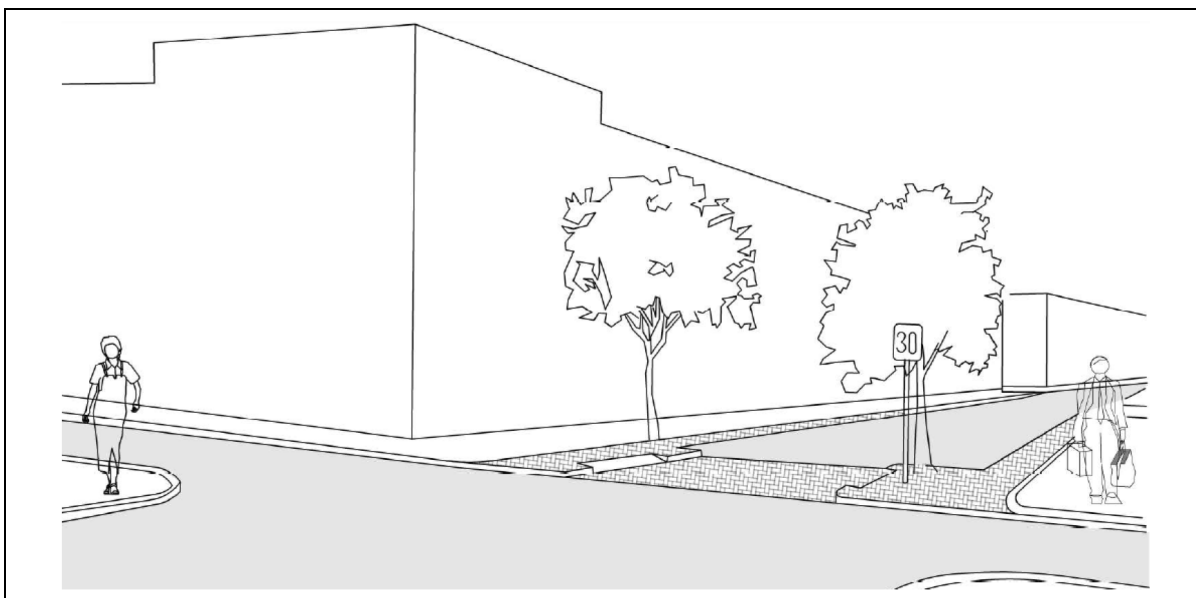
Figura 106.- Dimensiones de referencia para la colocación de árboles en las banquetas



[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008.

8.8.3.8. Portal: sirve para que la persona usuaria identifique que está ingresando a una zona de pacificación del tránsito, como se muestra en la figura 107. Se realiza a través de vegetación elementos arquitectónicos como arcos o estrechamientos de la vía. Se debe complementar con la señalización respectiva, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

Figura 107.- Portal de acceso a zona de tránsito calmado



[1] Adaptado de *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana*, por Sanz, A., 2008.

8.8.3.9. Conversión de vías unidireccionales a bidireccionales: al convertir calles a doble sentido se reduce el volumen vehicular y su velocidad, además de que se incrementa la caminabilidad en la zona.

La conversión de estas calles implica cambios en la geometría para la seguridad peatonal como la colocación de camellones o isletas. Para convertir una calle de un sentido a una bidireccional se deben hacer adaptaciones en la señalización horizontal y vertical, así como cambios en la disposición de semáforos, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas (SCT, 2011).

Las extensiones de banquetas y las glorietas también reducen la velocidad y cumplen con el objetivo de pacificar el tránsito, cuyas características se pueden consultar en los incisos 8.1.1.3. y 8.7.2.

9. Implementación del proyecto vial

Durante los trabajos previos al inicio de obra y el proceso de construcción se deben realizar todas las acciones de prevención, conservación, integración, mitigación o compensación con objeto de reducir las afectaciones sociales, ambientales y al entorno urbano paisajístico que se pudieran producir, así como disminuir los impactos en la movilidad y seguridad vial de las personas dentro del centro de población.

Como parte de estas acciones es necesario ejecutar un proceso de socialización que involucre a las comunidades y dé a conocer los beneficios de realizar las obras. Asimismo, se debe cuidar la calidad de todos los elementos de construcción.

9.1. Evaluaciones de impacto: considerando las normativas locales aplicables se debe realizar la evaluación, así como la dictaminación de las posibles influencias o alteraciones al entorno urbano ambiental y de movilidad, a efecto de establecer las medidas correspondientes.

Las evaluaciones deben ser flexibles y acordes con la realidad de cada centro de población, con objeto de lograr un equilibrio entre el ambiente y las necesidades sociales que permitan obtener una visión global, para determinar los impactos directos, indirectos, así como acumulados.

Como producto de la evaluación de impacto, se deben determinar medidas destinadas a prevenir y evitar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto vial, o reducir la magnitud de los que no pueden ser evitados por lo que se debe elaborar un programa de gestión que contenga los indicadores de impacto y las acciones para su monitoreo, así como las técnicas de muestreo y la frecuencia con la que se debe dar seguimiento.

9.2. Desvíos y protección de obra: con objeto de evitar afectaciones a los desplazamientos de las personas usuarias y reducir la posibilidad de siniestros de tránsito, cuando se realicen obras en la vía se debe contar con toda la señalización y dispositivos establecidos en el proyecto de protección de áreas de trabajo y desvíos indicado en el inciso 6.4.2. Se deben realizar las siguientes acciones:

- cuando se realicen trabajos que obstruyan el tránsito de personas usuarias en las áreas de circulación peatonal, se deben generar senderos, que en caso de ser necesario, se pueden colocar sobre el arroyo vial, debidamente señalizados y protegidos con un ancho mínimo de uno coma ochenta (1,80) metros, rampas y con los dispositivos para protección de zonas de obra que se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales (Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT], 2016b). En calles que tengan áreas de estacionamiento de vehículos se debe suprimir este espacio para colocar los senderos peatonales.
- en obras sobre vías ciclistas exclusivas que obstruyan la circulación de los vehículos no motorizados, se deben incorporar un carril paralelo debidamente protegido y señalizado;
- cuando los trabajos realizados impliquen que los semáforos existentes sean apagados, se deben implementar semáforos portátiles o contar con personal de apoyo vial para regular los movimientos peatonales y vehiculares;
- cuando las obras impliquen generar excavaciones con más de un (1) metro de profundidad o que ocasionen molestias excesivas por polvo o escombros, se deben colocar tapias;
- se deben colocar lonas informativas con los datos generales de la obra, cuando las afectaciones a la vía sean por un lapso mayor a un mes; y
- todo el personal que realice trabajos en la vía pública debe portar el equipo individual de protección que los haga visibles hacia las personas usuarias de la vía, conforme a lo que se establece en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales (SCT, 2016b).

9.3. Participación ciudadana en la planeación y diseño vial: se deben realizar procesos participativos, así como de comunicación para generar insumos y recopilar información base para el proyecto vial. La participación de la población es esencial para su éxito, debido a que el diseño de las calles debe responder a los requerimientos y necesidades de todas las personas usuarias de la vía.

9.3.1. Participación ciudadana: conjunto de actividades a través de las cuales toda persona tiene el derecho individual o colectivo para intervenir en las decisiones públicas, deliberar, discutir y cooperar con las autoridades, así como para incidir en la formulación, ejecución y evaluación de las políticas y actos de gobierno de manera efectiva, amplia, equitativa, democrática y accesible; ya sea en el proceso de planeación, elaboración, aprobación, gestión, evaluación y control de planes, programas, políticas y presupuestos públicos.

9.3.2. Participación ciudadana con perspectiva de género: estrategia destinada a hacer que las preocupaciones y experiencias de las mujeres, así como de los hombres, sean un elemento integrante de la elaboración, la aplicación, la supervisión, así como la evaluación de las políticas y programas en todas las esferas políticas, económicas y sociales, a fin de que mujeres y hombres se beneficien por igual y se evite que se perpetúe la desigualdad.

Se debe considerar la participación igualitaria en número de mujeres y hombres, así como llevar a cabo acciones que faciliten el acceso a esta, tales como horarios flexibles, espacios y actividades para el cuidado de infancias, entre otras.

9.3.3. Participación en el proyecto vial: debe incorporarse de manera transversal en cada una de las etapas del proyecto vial, como se muestra en la figura 108.

Figura 108.- Participación ciudadana en el proyecto vial [1]



[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

9.3.4. Características de la información: durante los procesos de participación ciudadana, la información que se utilice y proporcione a las personas debe tener las siguientes características:

- pronta y oportuna: involucrar a la población a tiempo y a la par del proceso;
- continúa y completa: estar a disposición de todas las personas durante todo el proceso;
- interactiva: permitir una comunicación entre las personas responsables del diseño y la ciudadanía;
- universal: estar dirigida a todas las personas, grupos sociales y sectores de la sociedad; y
- transparente: cumplir con los criterios de transparencia establecidos en la normatividad correspondiente.

9.3.5. Herramientas para la participación ciudadana: los procesos de participación ciudadana se deben implementar desde una base técnica, para ello se recomienda el uso de herramientas y metodologías que permitan el involucramiento de todas las personas participantes del proceso. En la tabla 89 se enuncian algunas herramientas.

Tabla 89.- Herramientas para la participación ciudadana.

Tipo de herramienta	Nombre de la herramienta
Recopilación de información	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa de personas y grupos clave; • observación: • encuesta; • recorrido de reconocimiento, prueba, supervisión y evaluación; y • ejercicio de contextualización y dimensionamiento del proyecto.

Consulta	<ul style="list-style-type: none"> • Buzón público; • asamblea comunitaria; y • consulta digital.
Diálogo	<ul style="list-style-type: none"> • Café mundial; • entrevista; y • grupo focal.
Co-creación	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de trabajo; • taller de diseño participativo; y • urbanismo táctico.
Activación de las intervenciones	<ul style="list-style-type: none"> • Cartelera cultural; • rodada ciclista; y • pícnic urbano.
Comunicación en el lugar de la intervención	<ul style="list-style-type: none"> • Campaña de comunicación en sitio; y • desvíos y señalización.

[1] Adaptado de *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*, por SEDATU & BID, 2019.

9.4. Calidad de las obras: las autoridades correspondientes deben supervisar que las obras viales estén sujetas a las normas de calidad de productos utilizados en la construcción, traducidas en requisitos, tolerancias, transporte, almacenamiento y bases de aceptación, que deben cumplir los diversos materiales y productos utilizados en las obras, aplicando para ello métodos de prueba para comprobar los requisitos establecidos y decidir sobre la aceptación o rechazo de ellos, a efecto de asegurar la calidad y el buen funcionamiento. Se deben contemplar las normas correspondientes a materiales usados en su forma natural o que precisan de dos o más materiales básicos para su integración.

La gerencia del proyecto debe fijar los requisitos necesarios para que los estudios, diseños, construcción, pruebas y puesta en marcha del proyecto se ejecuten y concluyan con calidad, en tiempo y costo, así como hacer cumplir las disposiciones que marcan las distintas reglamentaciones, normatividades, políticas, bases y lineamientos en materia de obra pública.

Desde la fase de anteproyecto se deben tener presentes las obras inducidas para considerar los tiempos y costos de mover instalaciones y mobiliario urbano que se requiera; asimismo, se debe verificar, previo al inicio de la construcción, la concurrencia con otras obras sobre todo con lo referente a las instalaciones en el subsuelo a efecto de que se evite romper los pavimentos en más de una ocasión en banquetas y el arroyo vial.

10. Evaluación y conservación del proyecto

A efecto de que un proyecto vial cumpla con el objetivo de mejorar los viajes de las personas usuarias bajo un enfoque de sostenibilidad y seguridad vial, se debe llevar a cabo un proceso donde se valore si se cumplen las mejoras de conectividad, movilidad, y habitabilidad, así como con los fines sociales, ambientales y económicos determinados durante el proceso de planeación. Los instrumentos para llevar a cabo la evaluación son las auditorías e inspecciones que deben estar contenidas dentro del programa de seguimiento y conservación de la vía para que la calle mantenga los niveles de eficiencia y seguridad vial establecidos.

10.1. Inspección: es una evaluación cualitativa de las condiciones que presenta una vía existente, debe estar basada en la capacidad técnica y experiencia de quien evalúa, siguiendo las prácticas más idóneas y estudios sistémicos, a efecto de identificar problemas que no son evidentes con los datos disponibles.

En la inspección se deben analizar los datos disponibles, realizar visitas a campo para observar las condiciones de la vía y elaborar un reporte con recomendaciones que den solución al problema de movilidad o seguridad vial planteado.

10.2. Auditorías e inspecciones de seguridad vial: son procedimientos técnicos que permiten identificar problemas en la infraestructura vial y de transporte, así como facilitar la definición de recomendaciones que eliminen o mitiguen los riesgos de siniestralidad identificados en cada una de las etapas de un proyecto.

Su aplicación debe ser llevada a cabo por un equipo técnico autónomo e independiente de las personas diseñadoras o administradoras de la infraestructura, aunque también será válida para auditorías internas cuando las condiciones del proyecto o esquema a implementar lo requieran, adaptando los lineamientos y contenidos según las condiciones particulares.

10.1.1. Auditoría de seguridad vial: es un examen sistemático de un proyecto vial o de movilidad, cuyo objetivo es evaluar la manera en que funcionará el proyecto e identificar los principales riesgos potenciales de seguridad vial para todas las personas usuarias de la vía emitiendo soluciones para minimizarlos o eliminarlos.

10.1.2. Fundamentos de las auditorías e inspecciones: el enfoque de seguridad vial debe ser esencial y debe estar orientado hacia el análisis y evaluación de los factores de riesgo ocasionados por la infraestructura, las características geométricas y su entorno, por los elementos del tránsito y transporte, por las personas usuarias de la vía, con el fin de recomendar las mejores alternativas de acciones y medidas para eliminar o mitigar potenciales siniestros viales y su gravedad.

Las auditorías deben llevarse a cabo en cada etapa del ciclo de vida de un proyecto vial y ser realizadas por personas auditoras independientes o por la autoridad correspondiente. Debe estar integrado por un grupo multidisciplinario de personas especialistas en diferentes áreas, respaldado por la experiencia y formación académica en seguridad vial.

10.1.3. Equipos involucrados: las auditorías e inspecciones deben involucrar a tres equipos directamente: instancia responsable del proyecto, el equipo de diseño, así como el equipo auditor. Cada instancia debe tener las siguientes funciones y responsabilidades:

- **instancia responsable del proyecto:** son las personas o instancias responsables de la gestión del proyecto. La entidad responsable del proyecto en conjunto con el equipo de diseño debe valorar las diferentes alternativas de solución y determinar si se hacen, se modifican o no se aplican;
- **equipo de diseño:** son las personas responsables del diseño. Este equipo es el receptor final de las recomendaciones hechas en el informe de auditoría y/o inspección, el que debe realizar el reporte de respuesta en el cual acoge las decisiones por la que se modifican aspectos del diseño o construcción, justificar técnicamente en caso de que no se contemplen y cuando se implementa una medida de mejora distinta a la recomendada.

Igualmente, debe coordinar y supervisar la ejecución de las medidas recomendadas en las auditorías e inspecciones. El equipo de diseño no debe ser parte del equipo auditor, ni viceversa, pues se debe mantener la independencia y objetividad de las auditorías e inspecciones; y

- **equipo auditor:** debe estar conformado por personas dentro de la administración pública que tienen injerencia en el proyecto, pero independiente del equipo de diseño, deben revisar todos los documentos técnicos, cifras de siniestralidad cuando aplique, planos, auditorías anteriores (si existen); cuando el proyecto está en fase operativa y sobre vías existentes deben inspeccionar el sitio (incluyendo visitas en la noche); debe consolidar el informe de auditoría y/o inspección en el que analiza las condiciones de seguridad del proyecto o situación existente, describir y justificar los hallazgos encontrados, hacer recomendaciones de medidas para su mitigación, mejoramiento o corrección.

Por otra parte, el equipo auditor también puede ser requerido para complementar tareas únicas del proyecto, tales como revisión de una evaluación previa de seguridad vial o centrarse en un grupo particular de personas usuarias viales vulnerables y potencialmente en riesgo, según la necesidad y priorización que haga la persona responsable directa del proyecto.

El equipo auditor no debe hacer valoraciones económicas de las medidas, solo debe sugerir medidas necesarias y factibles para atender los hallazgos identificados, bajo un principio de factibilidad económica acorde a las posibilidades del proyecto, de tal manera que las medidas y acciones sean del orden de lo realizable.

10.2. Proyectos para auditarse e inspeccionarse: deben auditarse todos los proyectos de infraestructura vial urbana. Es fundamental diferenciar la escala o magnitud del proyecto y el riesgo potencial que tiene desde la seguridad vial. Para los proyectos nuevos, las auditorías de seguridad vial deben intervenir en cada una de sus etapas (planeación, diseño, construcción, fase pre-operativa) hasta finalizada su construcción y entrada en operación.

Para vías existentes, en proyectos de mejoramiento vial, mantenimiento y rehabilitación vial deben ser realizadas inspecciones de seguridad vial, con la salvedad de que la autoridad a cargo de la intervención debe priorizar la inspección cuando se hayan identificado problemas de seguridad vial, se considere que las modificaciones planteadas puedan cambiar el comportamiento del tránsito, afectando negativamente a las personas usuarias, o se incrementen los conflictos de tránsito y exista riesgo de aumentar la severidad de los siniestros que allí se presentan.

Se deben auditar los proyectos que involucren cambios significativos en la infraestructura vial, incluida la peatonal y ciclista, así como en la semaforización. Además, en los casos de acciones temporales de gestión del tránsito, se recomienda hacer auditorías y/o inspecciones cuando cambie significativamente la geometría vial y la operación de las calles por un periodo considerable de tiempo que, dependiendo del lugar de la intervención, puede llegar a ser de semanas o meses.

10.3. Auditorías en el diseño vial: en la etapa de diseño, el objetivo principal que tiene la auditoría debe ser revisar la interacción entre los diferentes elementos de diseño de cada componente que intervenga en el mismo, identificar hallazgos y proponer recomendaciones acordes a esta etapa del proyecto que sean factibles a ser incorporadas por el equipo de diseño dentro de las posibilidades técnicas y presupuestales del mismo.

En caso de que no se implementen algunas de las medidas recomendadas en las etapas previas a la construcción del proyecto, puede resultar más difícil, costoso y, a menudo, poco posible, enmendar los problemas de seguridad vial de la manera más conveniente en las etapas posteriores, especialmente una vez que la infraestructura se abra al servicio.

Las auditorías en esta etapa deben realizarse antes de dar por concluidos los diseños definitivos, a fin de que puedan incorporarse modificaciones. Se deben tener las siguientes consideraciones:

- revisar el informe de auditorías de seguridad vial de la etapa previa, el informe de respuesta de acciones correctivas y su reporte;
- todas las personas integrantes del equipo de trabajo deben realizar visitas técnicas de campo al lugar donde se localiza el proyecto y revisar la incorporación de recomendaciones derivadas de las auditorías de seguridad vial previa y/o demás modificaciones que se tengan del diseño preliminar.
Todas las visitas de campo, en cualquier etapa, deben tener como principal objetivo detectar problemas de seguridad vial;
- se debe tener toda la información asociada al proyecto, tanto fechas como versiones de los planos y estudios que componen el diseño definitivo;
- se debe revisar el diseño geométrico y el de señalización, los empalmes, así como la provisión de infraestructura para personas que caminan y usuarias de vehículos no motorizados;
- se debe presentar el informe la auditoría de seguridad vial a las instancias correspondientes, así como socializar conjunta o separadamente con otras dependencias gubernamentales para aportes, seguimientos; y
- la autoridad responsable del proyecto y el equipo de diseño deben emitir un informe de respuesta de acciones correctivas.

10.4. Actualización de planos: sobre las adecuaciones o modificaciones que sufra el proyecto u obra, se deben renovar y autorizar los planos respectivos para contar con un soporte de lo realmente ejecutado. Se debe incluir las secciones topográficas definitivas, así como los documentos que sustenten la justificación y autorización de cambios al proyecto, por lo que se debe contar con el reporte final de las auditorías de movilidad y seguridad vial.

Los planos definitivos del proyecto sirven de apoyo para la operación y mantenimiento de la vía, por lo que la autoridad correspondiente debe establecer un banco proyectos de obras viales.

10.5. Mantenimiento: con base en el Manual de operación y mantenimiento, descrito en el inciso 9.8, las autoridades correspondientes deben elaborar un programa de conservación que especifique los tipos y periodos de mantenimiento que se implementen para la preservación o rehabilitación parcial o total de las vías por lo que deben elaborarse levantamientos de las condiciones en que se encuentran los elementos inherentes e incorporados de las vías. Estas acciones se clasifican en:

- preventivas: conjunto de actividades planeadas de vigilancia de las condiciones de servicio de una vía, a efecto de anticiparse a la aparición de fallas y daños para prolongar la vida útil de los elementos inherentes e incorporados de la vía; y

- correctivas: conjunto de trabajos que se realizan para reparar, rehabilitar o sustituir los elementos de una vía, con el fin de conservar los niveles de seguridad y comodidad. Las estrategias por aplicar deben solucionar las causas que originan las fallas en la vía.

Algunas de las acciones a realizar como parte del programa de conservación son:

- limpieza: incluye el barrido y lavado de los pavimentos, retiro de obstrucciones a las alcantarillas y coladeras, desecho de basura contenida en los cestos, aseo de la señalización y de los dispositivos para el control del tránsito;
- calavereo: se realiza cuando existen daños ligeros al pavimento que en caso de no atenderse puede convertirse en un bache. Se debe limpiar el área, aplicar riego de liga y cubrir con mezcla y efectuar su compactación;
- bacheo: consiste en reponer un área del pavimento dañado por el paso de vehículos o por la lluvia. El área afectada se debe delimitar y excavar formando una caja, aplicar riego de liga y material asfáltico en capas utilizando maquinaria de compactación con vibración;
- renivelación: se ejecuta cuando el pavimento ha sufrido deformaciones y desplazamiento de los niveles de la rasante original. Se debe realizar el retiro del pavimento y la base para su posterior restitución con material nuevo utilizando maquinaria de compactación con vibración;
- sellado de grietas: se efectúa para que partículas extrañas o agua no penetren en la estructura del pavimento. Se debe realizar la limpieza del área y aplicar el material asfáltico en toda la extensión de la grieta y eliminar los excedentes de material;
- repavimentación: restitución total de la carpeta con el cambio de la estructura en aquellas zonas que presentan fallas o daños severos. No se debe colocar nueva carpeta asfáltica sobre el pavimento existente;
- mantenimiento de señalización y dispositivos para el control del tránsito: consiste en el remplazo de las señales dañadas o que el material reflejante ha cumplido su vida útil o que sus colores se han degradado por efecto de los rayos del sol. Para el caso de los dispositivos, como botones o delimitadores para confinamiento, deben ser sustituidos de forma periódica debido a fallas en su sujeción al pavimento;
- mantenimiento de semáforos: se debe realizar la limpieza de las cabezas, revisión de los sistemas de iluminación y conservación de los componentes electrónicos de la unidad de control, así como verificación periódica del estado físico de los soportes;
- mantenimiento de áreas verdes: consta de trabajos de poda, tala y corte de vegetación baja con objeto de evitar la obstrucción de la visibilidad entre personas usuarias, la señalización o dispositivos para el control del tránsito, así como impedir que las raíces de los árboles afecten el pavimento;
- mantenimiento de alumbrado público: se debe realizar el cambio de las luminarias y fotoceldas cuando hayan terminado su vida útil, verificación del cableado a efecto de evitar la interrupción del servicio, así como el estado físico de los soportes; y
- mantenimiento de obras de drenaje: permite un correcto escurrimiento del agua a efecto de evitar encharcamientos e inundaciones que reduzcan los niveles de seguridad y comodidad o que generen daños en el pavimento. Para el correcto funcionamiento del drenaje se debe realizar el desazolve, retiro de cuerpos extraños de alcantarillas, canales de entrada y salida, así como su revisión con objeto de evitar fugas.

Las labores de conservación y mantenimiento deben ser realizadas por personal experimentado y capacitado técnicamente para aplicar métodos y evaluar la condición de los elementos de la vía. Cuando sea necesario, se deben tomar muestras con el objeto de examinarlas por un laboratorio certificado. Los materiales que se utilicen deben contar con las especificaciones y calidad establecidos en la normatividad correspondiente. El mantenimiento correctivo debe realizarse preferentemente en época de estiaje.

11. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

El presente Proyecto de Norma no concuerda con ninguna Norma Internacional ni Norma Mexicana, por no existir estas en el momento de su elaboración.

12. Bibliografía

Administración Pública de la Ciudad de México. (2016). *Aviso por el que se da a conocer la Guía de Infraestructura Ciclista para la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/0c37b1746512f388bf98ff67e80bcd33.pdf

Administración Pública de la Ciudad de México. (2022). *Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México. http://www3.contraloriadf.gob.mx/prontuario/index.php/normativas/Template/ver_mas/70074/471/0

Agudelo, J. (2002). *Diseño geométrico de vías. Ajustado al Manual Colombiano*. Universidad Nacional de Colombia.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2019). *Programa de Gestión de la Velocidad. Documento base*. Alcaldía Mayor de Bogotá. https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/23-09-2021/programa_de_gestion_de_la_velocidad.pdf

Atienzar, J. (2019). *Estudio de capacidad y nivel de servicio, y propuesta de actuación en el tramo de vía ciclista situado en la calle Xàtiva, entre las calles Russafa y Sant Vicent Màrtir, en Valencia*. Universitat Politècnica de València. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/126261/01_Memoria.pdf?sequence=1

Ávila R., Prado, L. & González, E. (2007). *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz

Cal y Mayor, R. & Cárdenas, J. (2018). *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones*. Alfaomega.

Corral, C. (1997). *Lineamientos de diseño urbano*. Trillas.

Crow. (1998). *Recommendations for traffic provisions in built-up areas* ASVV. Crow.

Gerencia Municipal de Urbanismo. (2000). *Instrucción de vía pública*. Ayuntamiento de Madrid. <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/JDCUrbanismo/PGOUM/InstruccionViaPublica/Ficheros/fic8.pdf>

Gobierno de la Ciudad de México. (2016). *Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad*. Gobierno de la Ciudad de México. http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/images/banners/banner_derecho/documentos/Manual_Normas_Tecnicas_Accesibilidad_2016.pdf

H. Congreso de la Unión. (2021). *Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano*. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_010621.pdf

H. Congreso de la Unión. (2023a). *Ley de Aguas Nacionales*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>

H. Congreso de la Unión. (2023b). *Ley General de Movilidad y Seguridad Vial*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMSV.pdf>

H. Congreso de la Unión. (2023c). *Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf>

Honorable XVII Ayuntamiento de La Paz, de Estado de Baja California Sur. (2022). *Reglamento de Tránsito para la Movilidad Segura para el Municipio de La Paz, Baja California Sur*. Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Baja California Sur. https://www.lapaz.gob.mx/storage/council_sesions_files/J3cD2iH5KwM8M6Kn9cl8o6lvq3YzciBZhPntgioR.pdf

Huff, H. & Robin, L. (SF). *The Highway Capacity Manual's Method for Calculating Bicycle and Pedestrian Levels of Service: the Ultimate White Paper*. University of California. <https://www.lewis.ucla.edu/wp-content/uploads/sites/2/2014/09/HCM-BICYCLE-AND-PEDESTRIAN-LEVEL-OF-SERVICE-THE-ULTIMATE-WHITE-PAPER.pdf>

Instituto de Desarrollo Urbano. (2005). *Guía práctica de la movilidad peatonal urbana. Una cartilla para todos los peatones*. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. <http://www.pactodeproductividad.com/pdf/guiageneralsobreaccesibilidad.pdf>

Instituto de Desarrollo Urbano. (SF). *Manual de diseño de ciclo-rutas*. Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá. <https://observatoriodabicicleta.org.br/uploads/2021/02/ManualcicloviarioBogotaAlcaldia.pdf>

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo & Interface for Cycling Expertise. (2011). *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Red de movilidad en bicicleta. Tomo III.* Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo & Interface for Cycling Expertise. <http://ciclociudades.mx/manual/>

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. (2010). *Guía de Planificación de Sistemas BRT. Autobuses de Tránsito Rápido.* Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, Fundación William y Flora Hewlett, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://itdpdotorg.wpengine.com/wp-content/uploads/2014/07/01.-BRT-Guide-Spanish-complete.pdf>

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo & Interface for Cycling Expertise. (2011). *Ciclociudades. Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas. Infraestructura. Tomo IV.* Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo & Interface for Cycling Expertise. <http://ciclociudades.mx/manual/>

Instituto de Recursos Mundiales, Global Road Safety Partnership, Gobierno del Estado de Colima & FedEx. (2018). Reporte de Inspección de Seguridad Vial. Zona de Estudio Distrito Escolar de los Maestros. BOTNAR Desafío de Seguridad Vial Infantil. Instituto de Recursos Mundiales, Global Road Safety Partnership, Gobierno del Estado de Colima & FedEx. https://admiweb.col.gob.mx/archivos_prensa/banco_img/file_615609e08d95b_BOTNARREPORTE_DE_INSP_ECCIN_DE_SEGURIDAD_VIAL.pdf

Menéndez, J. (2002). *Semáforos con cuenta atrás.* Tráfico.

Ministerio de Fomento. (2016). *Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.* Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/eli/es/o/2016/02/19/fom273/dof/spa/pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2023). *Manual de cicloparqueaderos. Manual de parámetros técnicos de cicloparqueaderos en vía pública, estaciones de transferencia modal, edificaciones públicas y privadas.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4051952/Proyecto%20de%20Manual%20de%20par%C3%A1metros%20t%C3%A9cnicos%20de%20cicloparqueaderos.pdf.pdf?v=1674056315>

Naciones Unidas. (SF). Impacto Académico. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad#:~:text=En%201987%2C%20la%20Comisi%C3%B3n%20Brundtland,mundo%20que%20buscan%20formas%20de>

Rangel & Axel. (2015). *Estudio antropométrico de la población mexicana masculina laboralmente productiva.* Instituto Politécnico Nacional. <https://www.redalyc.org/pdf/614/61448038002.pdf>

Sanz, A. (2008). *Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana.* Gobierno de España.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.* Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5220002&fecha=16/11/2011#gsc.tab=0

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016a). *Manual de diseño y construcción de túneles de carretera.* Secretaría de Comunicaciones y Transportes. <https://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/normativa/manuales/>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2016b). *NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2015, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.* Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5442475&fecha=24/06/2016#gsc.tab=0

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2017). *NORMA Oficial Mexicana NOM-050-SCT2-2017, Disposición para la señalización de cruces a nivel de caminos y calles con vías férreas.* Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5489690&fecha=11/07/2017#gsc.tab=0

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2018). *Manual de proyecto geométrico de carreteras 2018.* Secretaría de Comunicaciones y Transportes. https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_16_11_18.pdf

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano & Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Manual de calles. Diseño vial para ciudades mexicanas*. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano & Banco Interamericano de Desarrollo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/509173/Manual_de_calles_2019.pdf

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2022). *NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDATU-2021, Espacios públicos en los asentamientos humanos*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5643417&fecha=22/02/2022#gsc.tab=0

Secretaría de Desarrollo Social. (2001). *Programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas. Manual normativo. Manual de Diseño Geométrico de Vialidades. Tomo IV*. Secretaría de Desarrollo Social. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-chihuahua/estudios-urbanos-y-metropolitanos-para-el-diseno-de-politicas/manual-de-diseno-geometrico-de-vialidades/36072274>

Secretaría de Energía. (2012a). *NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)*. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5280607

Secretaría de Energía. (2012b). *NORMA Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5302568&fecha=14/06/2013#gsc.tab=0

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2022a). *Capacidad y niveles de servicio en la red federal de carreteras*. Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Capacidades/capacidades_2022/Libro_CAPyNS_DV2023_WEB_SICT.pdf

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2022b). *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2/SEDATU-2021, Señalización y dispositivos viales para calles y carreteras*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5640134&fecha=04/01/2022#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). *NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4647/semarnat/semarnat.htm>

Secretaría de Movilidad. (2018). *Manual de capacitación para auditoría en vías con infraestructura ciclista*. Gobierno Municipal de Puebla. https://gobiernoabierto.pueblacapital.gob.mx/transparencia_file/semovi/77.fracc01/semovi.77.1.manual.cap.infraciclista.pdf

Secretaría de Obras y Servicios. (2011). *Norma técnica complementaria para el proyecto arquitectónico*. Gaceta Oficial del Distrito Federal. http://www3.contraloriadf.gob.mx/prontuario/index.php/normativas/Template/ver_mas/64834/39/1/0

Secretaría de Obras y Servicios. (2014). *Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal. Servicios técnicos: anteproyectos. Estudios. Trabajos de laboratorio. Proyectos ejecutivos arquitectónicos y de obras viales. Libro 2. Tomo I*. Gobierno del Distrito Federal. <https://www.obras.cdmx.gob.mx/storage/app/media/LIBRO%20%20TOMO%20I/LIBRO%20%20TOMO%20I.pdf>

Transportation Research Board of the National Academies. (2010). *HCM 2010. Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board of the National Academies.

Vera, D. (2014). *Estudio y mejora de la fluidez del tránsito mediante el diseño de una rotonda en la intersección Los Robles - Los Laureles, Valdivia*. Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfciv473e/doc/bmfciv473e.pdf>

13. Evaluación de la conformidad

Las disposiciones contenidas en los artículos 4o. fracción XI y 30 párrafo segundo de la Ley de Infraestructura de la Calidad (LIC), relativas a que, cuando para fines oficiales, sea requerida la evaluación de la conformidad para determinar el cumplimiento de una Norma Oficial Mexicana, y sobre todo de acuerdo con el nivel de riesgo o protección necesarios para salvaguardar los objetivos legítimos de interés público a que se refiere el artículo 10 de la misma Ley; al respecto es necesario situar y clasificar el contenido y las características del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

A efecto de puntualizar el sustento del Proyecto de Norma, se hace referencia al artículo 10 fracciones XI y XII de la LIC, respecto a las obras y servicios públicos y la seguridad vial.

Para el caso de este Proyecto de Norma, correspondiente a la estructura y diseño para vías urbanas, las características principales de las disposiciones que contiene, están dirigidas a establecer los requisitos generales que obligatoriamente han de considerarse para diseñar e implementar las vías urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, que están directamente relacionadas con la seguridad de las personas usuarias, así como con la protección de los bienes y vidas humanas del público en general.

Por ello, para la evaluación de la conformidad con las disposiciones contenidas en este Proyecto de Norma se debe proceder como sigue:

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) para el caso de este Proyecto de Norma le corresponde la vigilancia y observancia de su cumplimiento en las redes viales urbanas y las intersecciones formadas por las carreteras y redes viales urbanas.

Las autoridades estatales y municipales, responsables de proyectar, construir, operar y conservar las carreteras y redes viales urbanas, deben designar al personal que vigile el diseño de las redes viales urbanas y las intersecciones formadas por las carreteras y redes viales urbanas incluyendo las que hayan concesionado, mediante programas de vigilancia periódica, para comprobar que cumplan con las disposiciones de este Proyecto de Norma.

Los alcances de la vigilancia, su frecuencia y sus métodos o instrucciones de trabajo se realizarán según las estrategias que establezcan dichas autoridades, para dar cumplimiento a las disposiciones de este Proyecto de Norma.

El personal de verificación de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y el que designen las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia, debe estar capacitado para llevar a cabo las actividades de verificación, supervisión e inspección del diseño de vías urbanas contenidas en el presente Proyecto de Norma.

14. Vigilancia

La Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano por conducto de la Coordinación General de Desarrollo Metropolitano y Movilidad (CGDMM), de acuerdo con su competencia, será la encargada de vigilar el cumplimiento y observancia del presente Proyecto de Norma sobre el diseño de las vías urbanas y las intersecciones formadas por las carreteras y redes viales urbanas, incluyendo las que hayan concesionado, mediante programas periódicos. El cumplimiento será registrado en la forma y términos que esta dependencia establezca.

La SEDATU podrá celebrar convenios de coordinación con los Gobiernos estatales y municipales con la finalidad de establecer acciones que faciliten la ejecución de la vigilancia del presente Proyecto de Norma.

El personal de la SEDATU deberá ser capacitado para llevar a cabo las actividades de aprobación de la evaluación de la conformidad de la señalización vial contenidas en el presente Proyecto de Norma.

15. Observancia

Este Proyecto de Norma es de observancia obligatoria en las vías urbanas jurisdicción federal, estatal y municipal, según lo establecido en el capítulo 2. Campo de aplicación de este Proyecto de Norma, así como en las que hayan sido concesionadas a particulares.

16. Vigencia

El presente Proyecto de Norma entrará en vigor a los sesenta (60) días naturales siguientes de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Todo proyecto de diseño vial para vías urbanas o para la rehabilitación de las existentes, deberá cumplir con las disposiciones contenidas en este Proyecto de Norma, a partir de su entrada en vigor.

Las vías urbanas que no se ajusten a las disposiciones indicadas en este Proyecto de Norma, deben ser corregidos por la autoridad responsable de conservar la calle, o en el caso de que sea concesionada, por el concesionario correspondiente, durante los trabajos de rehabilitación.

Ciudad de México, a 27 de julio de 2023.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, **Víctor Hugo Hofmann Aguirre**.