

MANUAL DE DISEÑO VIAL LA PAZ

CON EL APOYO DE:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza en Bolivia



swisscontact

Luis Revilla Herrero
Alcalde Municipal de La Paz

Ramiro Burgos Siñani
Secretario Municipal de Movilidad

Alvaro Joaquín Mérida Ardaya
Director de Planificación y Transporte Alternativo

Equipo de investigación

Rony Arteaga Velásquez
Aylin Jeancarla Orellana Torrico
Pablo Antonio Vargas Salazar
Noel Elías Huarina Huanaco
Milenka Oporto Sandoval

Equipo técnico de revisión

Ximea Cecilia León Villarroel

Jefa de Unidad del Peatón y del Ciclista

Luis Victor Aleman Vargas

Asesor Técnico Secretaría Municipal de Movilidad

Diagramación

Walter Deimar Bustillos Oviedo

Responsable de Comunicación

Esta publicación se realizó con el apoyo de la Cooperación Suiza en Bolivia

La Paz, Bolivia - 2018

SUMARIO

1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 PREMISAS Y PRINCIPIOS	10
1.2 MÉTODO PROPUESTO A SER DESARROLLADO EN EL PRESENTE MANUAL	10
2 COMPRENSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED VIAL EN LA PAZ	13
2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	17
2.1.1 Caracterización de la demanda: usuarios	17
2.1.2 Caracterización del peatón	18
2.1.3 Caracterización del ciclista	23
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA: RED VIAL DE LA PAZ	24
2.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS CALZADAS	25
2.3.1 Jerarquización vial	29
2.3.2 Capacidad y nivel de servicio	30
2.3.3 Caracterización de las aceras	35
2.4 CONSIDERACIONES PRELIMINARES DEL DIAGNÓSTICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE VIAS	40
2.4.1 Caminar	40
2.4.2 Bicicleta	40
2.4.3 Conectar	41
2.4.4 Transporte público	41
2.4.5 Combinar	41
2.4.6 Densificar	41
2.4.7 Compactar	41
2.4.8 Cambiar	42
3 DISEÑO DE CALZADAS	43
3.1 CLASIFICACIÓN MACRO - FUNCIONAL URBANA (REDES)	45
3.2 CLASIFICACIÓN MICRO – FUNCIONAL URBANA (VÍAS)	46
3.2.1 Jerarquía Vial Expresa	47
3.2.2 Jerarquía Vial Primaria	50
3.2.3 Jerarquía Vial Secundaria	56
3.2.4 Jerarquía Vial Terciaria	62
3.3 DEMARCACIONES HORIZONTALES	70

4 INTERSECCIONES	72
4.1 ELEMENTOS DE DISEÑO DE UNA INTERSECCIÓN	74
4.2 TIPOS DE INTERSECCION	75
4.2.1 Intersección Avenida con Avenida	75
4.2.2 Intersección Avenida con Calle	77
4.2.3 Intersección Calle con Calle	78
4.3 INTERSECCIONES COMPLEJAS	79
4.3.1 Intersección en "Y"	80
4.3.2 Intersección en "X"	80
4.3.3 Intersección ortogonal con diagonal (cinco aproximaciones)	81
4.3.4 Ortogonal con curva (cuatro aproximaciones)	81
4.3.5 Intersección en Y con perpendicular	82
4.3.6 Calle diagonal con avenida (doble sentido)	82
4.3.7 Avenida diagonal con ortogonal	83
4.3.8 Bifurcación y flujos confluyentes	83
4.4 MÉTODO PARA EL ANÁLISIS DE INTERSECCIONES	84
4.4.1 Auditoría de la Intersección	84
4.4.2 Análisis y definición del problema	87
4.4.3 Desarrollo y diseño conceptual	89
4.5 PASOS PEATONALES	90
4.5.1 Clasificación	90
4.5.2 Tipos de Pasos Peatonales	93
4.5.3 Trazos y Dimensiones	98
4.5.4 UBICACIÓN: ACERA-CALZADA	99
4.6 MEDIANERAS E ISLETAS	100
4.7 ISLETAS DE CARRILES DE GIRO HACIA LA DERECHA	102
4.8 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD O TRÁFICO CALMADO	103
4.8.1 Rompemuelles (redondeados y planos)	104
4.8.2 Pasos elevados	106
4.8.3 Cojines de velocidad	107
4.8.4 Ampliaciones de acera	110
4.9 INTERSECCIONES/CRUCES ELEVADOS	118

4.9.1 Mini rotondas	120
4.10 SEMAFORIZACIÓN	122
4.10.1 Uso y aplicación	122
4.10.2 Clasificación	123
4.10.3 Elementos de un semaforo	123
4.10.4 Ubicación	125
4.10.5 Angulo de colocación	129
4.10.6 Señal luminosa	130
4.10.7 Requisitos para la instalacion de semaforos	132
5 ACERAS	135
5.1 COMPONENTES DE LAS ACERAS	136
5.1.1 Franjas horizontales.	136
5.1.2 Franjas verticales.	138
5.1.3 Capacidad peatonal.	138
5.2 TRATAMIENTO DE ACERAS	139
5.2.1 Objetos que sobresalen	144
5.2.2 Pendientes transversales elevadas	145
5.2.3 Accesibilidad entre aceras y edificios que estan elevados	147
5.2.4 Grados en pendientes longitudinales de acera	149
5.3 VADOS	152
5.3.1 Clasificación	154
5.4 TIPOLOGÍA DE ACERAS	158
5.4.1 Tipología a	158
5.4.2 Tipología b	160
5.4.3 Tipología c	162
5.4.4 Tipología d	164
6 PEATONALIZACIÓN	166
6.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE UNA ZONA PEATONAL	168
6.1.1 Tipos de peatonalización	169
6.2 ¿CÓMO SE IMPLEMENTAN LAS ÁREAS PEATONALES?	170
6.2.1 Problemas potenciales de la peatonalización	171
6.3 TRATAMIENTO URBANÍSTICO	173

6.3.1 Tipología de vías peatonales	174
6.4 FICHAS MODELO DE ESTANDARES DE PEATONALIZACIÓN	174
6.4.1 Vías Peonales Tipología A	174
6.4.2 Vías Peonales Tipología B	176
6.4.3 Vías Peonales Tipología C	178
6.4.4 Vías Peonales Tipología D	180
6.4.5 Vías Peonales Tipología E	183
6.4.6 Vías Peonales Tipología F	186
6.4.7 Vías Peonales Tipología AP1	188
6.4.8 Vías Peonales Tipología AP2	189
7 VÍAS CICLISTAS	192
7.1 RED DE MOVILIDAD PARA BICICLETAS	192
7.1.1 Marco para la creación de una red	194
7.1.2 Proceso para el trazado de la red	194
7.2 INFRAESTRUCTURA	202
7.3 VELOCIDAD DE OPERACIÓN Y ESPACIO DE CIRCULACIÓN	205
7.3.1 Resistencia	205
7.3.2 Curvas y visibilidad	207
7.3.3 Uso del espacio	208
7.3.4 Pendientes	208
7.4 REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO VIAL	209
7.4.1 Criterios para la selección de la infraestructura ciclista	210
7.5 TIPOLOGIAS DE VÍAS PARA BICICLETAS	211
7.5.1 Vialidad compartida ciclista	212
7.5.2 Carril compartido ciclista	213
7.5.3 Infraestructura ciclista limitada	214
7.5.4 Infraestructura ciclista segregada	215
7.5.5 Infraestructura ciclista de trazo independiente	217
7.6 TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS	218
7.6.1 Vías ciclistas con paradas de transporte público	218
7.6.2 Ciclistas y accesos vehiculares a predios	219
7.6.3 Circulación ciclista en contraflujo	220

7.6.4 Permeabilización de barreras urbanas	221
7.6.5 Intersecciones	222
7.6.6 Bicicletas públicas	226
8 MOBILIARIO	229
8.1 CONSIDERACIONES GENERALES	230
8.1.1 Ubicación	230
8.1.2 Características típicas	230
8.2 PARADERO	232
8.2.1 Geometría de la vía para puntos de parada	233
8.2.2 Consideraciones para la implementación de paraderos	236
8.2.3 Parámetros de diseño de puntos de parada	237
8.3 CARACTERÍSTICAS DEL MOBILIARIO	241
8.3.1 Elementos estructurantes	241
8.3.2 Elementos de seguridad	243
8.3.3 Elementos de comunicación	247
8.3.4 Elementos de confortabilidad	252
8.3.5 Elementos complementarios para las vías ciclistas	261
8.3.6 Parklets parques de bolsillo y urbanismo táctico	266

Apreciados ciudadanos(as):

Desde que se inició nuestra primera gestión hemos priorizado las necesidades de la gran mayoría de la población, una de las cuales tiene que ver con la movilidad urbana, tomando en cuenta que el 71% de los viajes en el área metropolitana de La Paz se efectúan en transporte público y que todos somos peatones en algún instante del día. En este marco se han ejecutado varios proyectos orientados a mejorar la accesibilidad de todos los habitantes y estantes de la ciudad, dichos proyectos incluyen la implementación de las rutas de nuestro Puma Katari y la construcción de varias obras que mejoran la accesibilidad a la ciudad, como la construcción y mantenimiento de aceras, graderías, nuevas vías, etc. Sin embargo nuestra Secretaria Municipal de Movilidad también ha considerado importante establecer criterios únicos de diseño vial urbano pensando a futuro y para dar soluciones actuales a problemas estructurales que se presentan a diario en el espacio público.

Este manual es el resultado del trabajo y colaboración de varias unidades organizacionales del GAMLP e instituciones externas que se esforzaron en la definición de criterios únicos para la intervención en el espacio vial urbano y busca constituirse en un documento de referencia para el diseño, mantenimiento y restructuración de las vías que servirán a todos los ciudadanos, instituciones públicas y privadas que pretendan intervenir en el espacio público.

El manual está pensado para que sea actualizado periódicamente de acuerdo al crecimiento y transformación de la ciudad y toda administración local deberá adaptarse a estos cambios para garantizar un espacio público en condiciones óptimas.

Fraternalmente;

Luis Revilla Herrero

INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana, de personas y de mercancías, es una propiedad fundamental del proceso de crecimiento de las ciudades. La infraestructura vial así como todos los componentes de la red, son parte esencial para determinar el modelo urbano proyectado para la ciudad. En el caso del municipio de La Paz, la planificación estuvo acompañada de un crecimiento descontrolado de su población y una ocupación continua del territorio debido a los movimientos migratorios hacia las laderas, hasta consolidar una mancha urbana desordenada y tendiente a la expansión (horizontal de baja densidad y de crecimiento extensivo). La distribución de los usos de suelos, así como la concentración de actividades en ciertas zonas, provocaron el aumento de las distancias de los viajes desde los hogares hasta los destinos finales como: centros de trabajo, zonas comerciales, equipamientos educativos y de salud. Producto de esto se ha incrementado la dependencia respecto al transporte motorizado.

La problemática de la dispersión urbana (urban sprawl) y del crecimiento poblacional acelerado trajeron otros problemas en la expansión de las áreas urbanas, se segregaron las áreas destinadas a residencia de aquellas destinadas a otras actividades productivas, lo que trajo como consecuencia el incremento de los tiempos de viaje y la disminución de los niveles de servicio, especialmente del transporte público; así mismo se incrementaron los niveles de contaminación y de estrés auditivo.

La inseguridad vial es otro factor de impacto, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), diariamente se lesionan 140.000 personas en accidentes de tránsito en las carreteras y calles del mundo, de las cuales más de 3.000 mueren y unas 15.000 quedan discapacitadas de por vida. Si esta tendencia continúa, el 2020 los traumatismos por accidentes de tránsito ocuparán el tercer lugar en una lista de

las 10 enfermedades o traumas más frecuentes a nivel mundial.

El municipio de La Paz carece de lineamientos referidos a la implementación, intervención y/o definición de criterios sobre el espacio público, esto produjo impactos negativos en la movilidad y accesibilidad urbana, en ese contexto, contar con criterios unificados para futuras planificaciones, diseños e intervenciones en la red vial contribuirá de una manera más efectiva al cumplimiento de los objetivos de “LA PAZ QUE QUEREMOS”, propuestos por el Plan 2040, donde se prioriza al ser humano sobre el territorio. Este mismo criterio es adoptado en el presente manual, en busca de una estructura vial amigable, confortable, accesible y segura para el peatón y que a su vez contribuya al modelo de ciudad compacta para mejorar la accesibilidad y la reducción de la dependencia en el uso del transporte motorizado. En base a estos argumentos, el presente Manual, se plantea los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

El presente Manual tiene por objetivo principal: establecer criterios estándares para la elaboración de diseños viales a ser implementados en el área urbana y áreas de expansión de la ciudad de La Paz.

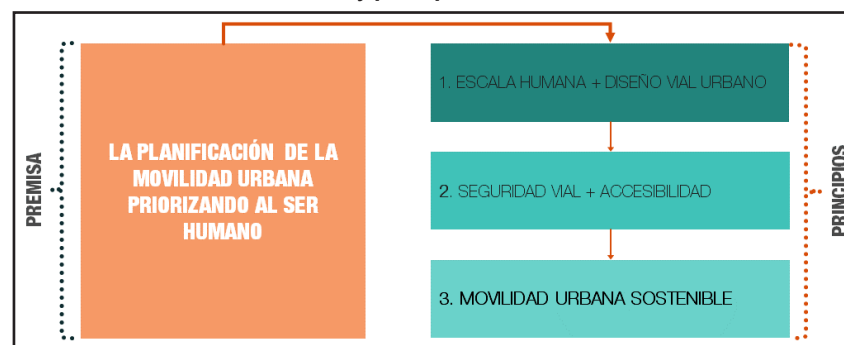
Los objetivos específicos se citan a continuación:

- Reordenar el sistema de la red vial.
- Orientar con criterios técnicos a profesionales que intervienen en el espacio público.

1.1 PREMISAS Y PRINCIPIOS

El presente Manual parte de la premisa que la planificación de la movilidad asume al ser humano como prioridad para la toma de decisiones en el diseño y futuras intervenciones relacionadas a la red vial. A su vez se asumen los tres principios que serán la base para el desarrollo del documento (ver Ilustración 1).

Ilustración 1 - Premisa y principios del Manual de Diseño Vial



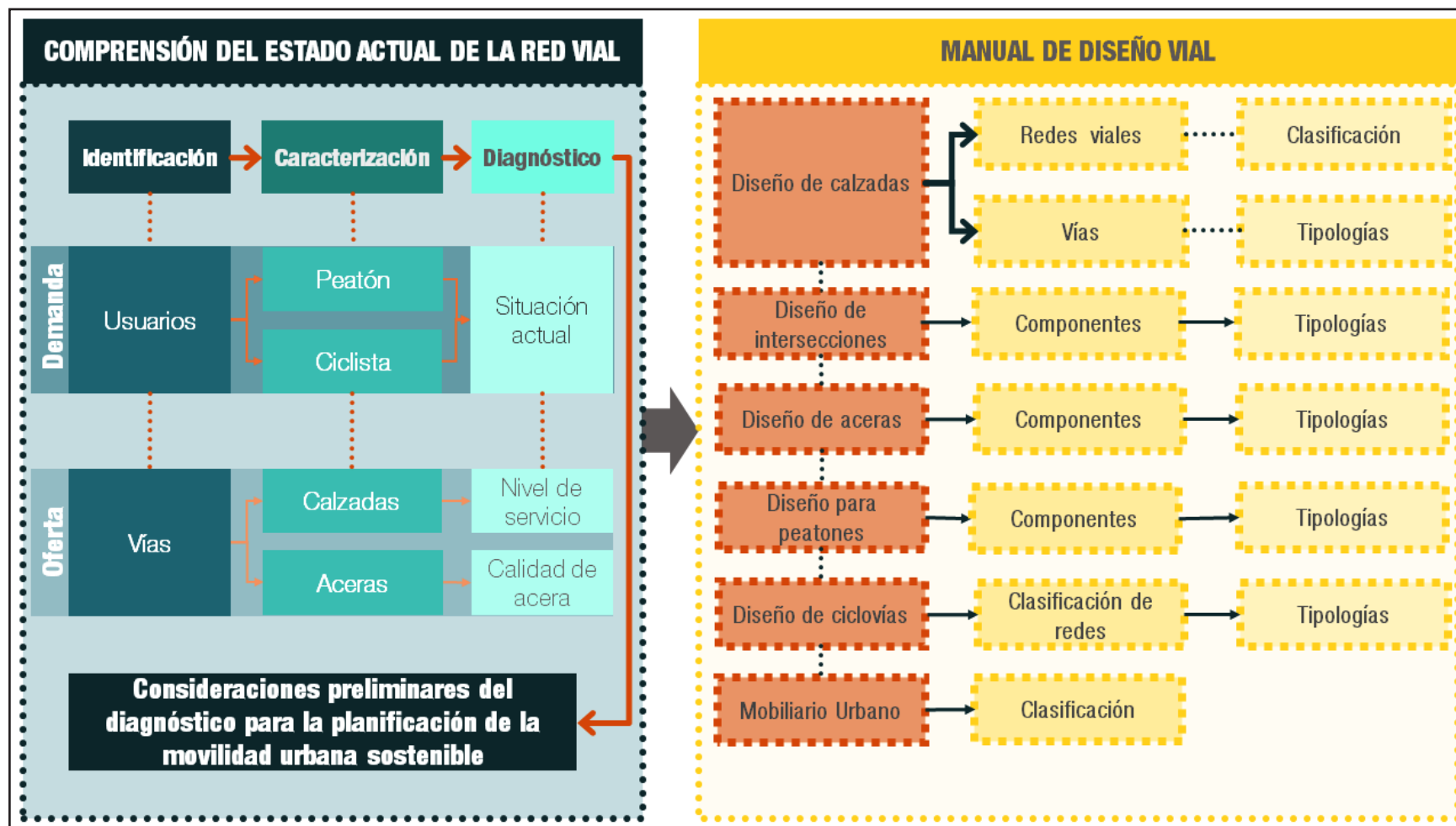
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

1.2 MÉTODO PROPUESTO A SER DESARROLLADO EN EL PRESENTE MANUAL

El presente Manual adopta dos métodos para su elaboración: la planificación estratégica, táctica y operacional (MAGALHÃES y YAMASHITA, 2005) y la sistematización para la comprensión de la problemática de las relaciones entre uso de suelo y transportes para la planificación urbana integrada (SOARES, 2014). Ambos ayudan a consolidar el método a ser aplicado en el presente manual (ver ilustración 2)

El documento está dividido en dos partes, la primera dirigida a la comprensión de la problemática, donde se realiza la identificación, caracterización y diagnóstico del estado actual de la red vial en la ciudad de La Paz, y la segunda parte relacionada específicamente a la proposición del manual técnico de diseño vial.

Ilustración 2 - Método del Manual de Diseño Vial



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA ADAPTADO DE SOARES 2014

La primera parte del documento considera la comprensión del problema y se enmarca en tres criterios: identificación, caracterización y diagnóstico, tanto para la oferta del sistema (en este caso sistema vial) como para la demanda del sistema (usuarios), elaborando un levantamiento del estado actual en el área urbana del municipio de La Paz.

En la segunda parte del Manual de Diseño Vial, se plantea la estandarización de los componentes del espacio urbano basado en las funciones viales que permitan la planificación de las vías y la conservación de sus características para garantizar la fluidez del tránsito a través de las siguientes sub-etapas:

- COMPRENSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED VIAL EN LA PAZ: Este capítulo se refiere a la elaboración del diagnóstico, caracteriza los datos demográficos y la demanda por viajes en el área urbana del municipio de La Paz.

- DISEÑO DE CALZADAS: Comprende la propuesta de jerarquización macro-funcional y micro-funcional del sistema vial, sus clasificaciones y tipologías.

- DISEÑO DE INTERSECCIONES: En este capítulo se desarrollan los tipos de intersección más comunes, así como aquellos casos atípicos. Se plantea una propuesta metodológica relacionada al análisis de intersecciones viales. El capítulo concluye con una descripción de los elementos que se encuentran en una intersección, pasos peatonales, pasos elevados, intersecciones semaforizadas, etc.

- DISEÑO DE ACERAS: En este capítulo se desarrollan los elementos que contiene una acera y se describen las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir.

- DISEÑO PARA PEATONES: Este capítulo considera los criterios de peatonalización de zonas y establece una propuesta para la generación de zonas de tráfico calmado (zonas 20 o 30).

- DISEÑO DE CICLOVÍAS: En este capítulo se hace referencia a las características técnicas mínimas que deben ser consideradas al momento de proyectar vías para bicicletas.

- MOBILIARIO URBANO: Este capítulo recopila las fichas técnicas de todos los elementos que se instalan en las vías públicas, para brindar comodidad y seguridad a los usuarios.

COMPRENSIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA RED VIAL EN LA PAZ

Para tener un panorama del estado actual de la red vial de la ciudad de La Paz es necesario citar algunos antecedentes importantes relacionados con su crecimiento. La Paz, desde su origen, se caracteriza por la segregación poblacional reflejada en una división clara del territorio con la localización de barrios de españoles y barrios de indígenas. El barrio español en 1562, fue planificado y respondía a un trazo ortogonal, forzando la topografía de la ciudad. El citado barrio fue estructurado a partir de la plaza de armas; al contrario, el denominado Barrio de Indios se desarrolló de manera más desordenada, pero procurando responder a un trazo similar al de los españoles.

A partir de la segunda mitad del siglo XIX se invirtieron en obras de infraestructura vial principalmente para vincular las zonas de Miraflores y Sopocachi marcando las tendencias de cre-

cimiento de la ciudad. En los otros barrios, el censo de 1881 indica que todavía el 40% de su área correspondía a unidades agrícolas de pequeña escala, por esa razón el cambio de uso de suelo se postergó hasta que las nuevas condiciones del mercado permitieron mejores rentas por la venta de la tierra de uso agrícola.

Posterior a la Revolución Federal de comienzos del siglo XX, La Paz se consolidó como la ciudad más poblada del país, después de asumir su condición de sede de gobierno. Las oligarquías mineras y latifundistas comenzaron a habitar en esta ciudad motivo por el cual la infraestructura de transporte fue instalada en la región, como se destaca en el tramo ferroviario de El Alto-Viacha, lazo conector comercial de La Paz con el océano pacífico. Se pueden citar dos equipamientos: el aero-

puerto y las instalaciones de YPFB, ambas ubicadas en El Alto. La estructura urbana se consolidó con un centro urbano más heterogéneo respecto a sus funciones.

Entre 1909 a 1912, el desarrollo del transporte público de la ciudad de La Paz se vio fortalecido por la consolidación de tranvías, la infraestructura vial incorporó al tejido urbano barrios como San Jorge o Sopocachi, los cuales obedecieron al trazo ortogonal de la plaza Abaroa. Se concluyó con la canalización del río Choqueyapu contribuyendo en la mejora de la articulación vial hacia el sur de la ciudad. La construcción de ciertos equipamientos de salud en la zona de Miraflores y la instalación de la industria manufacturera en la zona norte de la ciudad dieron la vocación del uso de suelo a dichas zonas.

A partir de 1955, posterior a la Reforma Agraria, se modificó la estructura de la tenencia de la tierra y emergieron los consejos de vivienda como respuesta a la demanda de residencia por parte de la población.

El proceso vertiginoso de crecimiento urbano en la década de 1970, convirtió a la ciudad en un polo de atracción para los nuevos migrantes, el lazo conector de La Paz y El Alto se consolidó con la construcción de la Autopista, que posteriormente generó la consolidación de asentamientos humanos que se fueron emplazando de forma lineal. Mientras que La Paz se expandió en torno a sus cuencas hidrográficas, El Alto se expandió de manera centrífuga alrededor de las vías principales.

El año 1977 la entonces Honorable Alcaldía Municipal de La Paz elaboró el Plan de Desarrollo Urbano, considerando una población de 656.663 habitantes, el flujo diario de vehículos

particulares representaba la mayor cantidad de viajes, los mismos tenían como destino el centro de la ciudad de La Paz, los orígenes principales eran desde la zona sur (barrios de Obrajes y Calacoto), la zona este y El Alto, haciendo un total de viajes diarios de 1.100.100 de los cuales 166.100 eran en transporte público (15,1% de los viajes diarios).

En la década de 1980 el crecimiento poblacional se incrementó de sobremanera debido al cierre de las empresas mineras en el país y el proceso inflacionario. A partir de 1985 El Alto dejó de pertenecer al municipio de La Paz; sin embargo la alta dependencia de esta ciudad para con La Paz no cesó, debido la oferta de servicios y a que La Paz pasó a ser el mayor captador de empleo del sector público del país.

En la década de 1990 La Paz tuvo una tasa anual de crecimiento poblacional de 1,1% y El Alto una de 2,2%. Producto de este fenómeno, la oferta de empleo en el sector público y privado no llegó a atender la demanda de la población, es así que el sector informal se tornó en una alternativa para la generación de ingresos.

En 1997 fue elaborado el Plan Maestro de Tráfico y Transporte (PUTT) para ambas ciudades, cuya población alcanzaba a 1.436.935 habitantes, el número total de viajes diarios era de 1.267.388 de los cuales el 57,3% eran en transporte público, el 9,7% en transporte individual y los desplazamientos a pie representaban el 33%. El motivo de los viajes mostraba que el 40% era trabajo, 33% estudios, 7% compras y 20% otros.

El año 2012 como parte del Plan Municipal de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), se realizó la encuesta a hogares para tener una muestra representativa de la población de la ciudad y saber el comportamiento de la oferta y demanda de viajes, así como aforos vehiculares y peatonales.

La Tabla 1 representa la división modal para el año 2012

Tabla 1 - Resumen de viajes por día La Paz (2012).

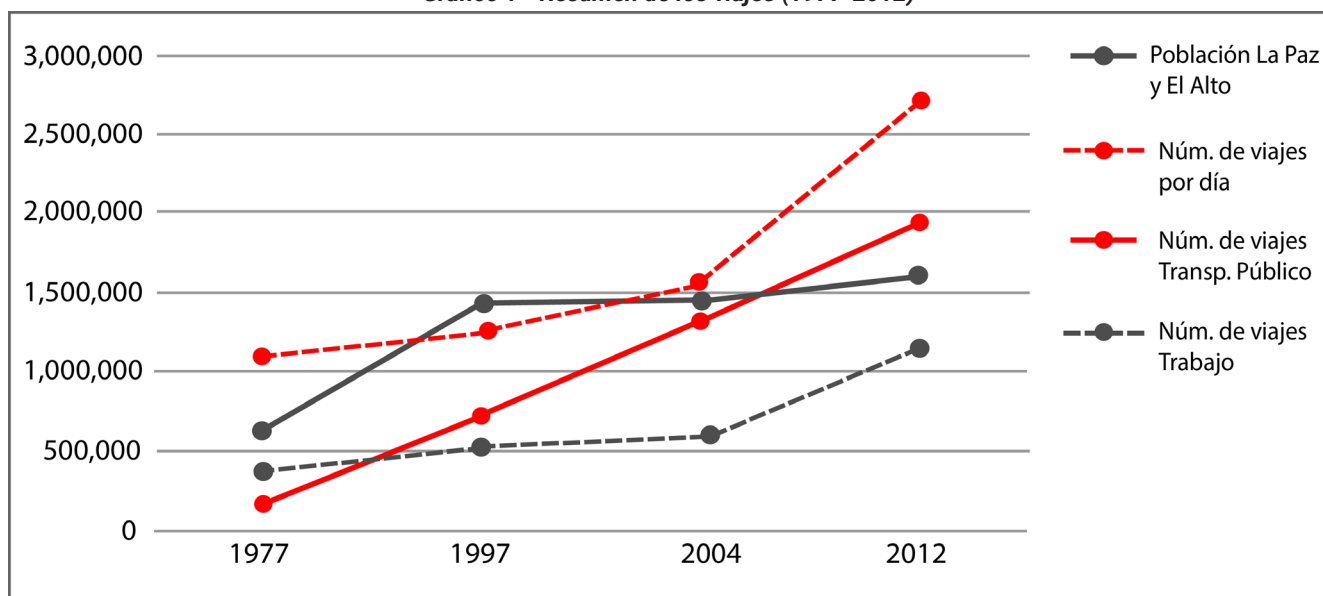
Modo de Transporte	Cantidad de viajes (pasajeros/día)	Porcentaje (%)
Transporte individual	129.137	4,7%
Transporte público	1.931.969	71,0%
A pie	656.249	24,1%
Bicicleta	5.639	0,2%
Total	2.722.994	100,0%

FUENTE: PMUS-GAMLP (2012).

La distribución de los viajes muestra que en el horario pico de la mañana (7:00-9:00) se concentran el 33,5% de los viajes diarios. Con relación al motivo de viaje el 42% de ellos es por trabajo, 33% por estudio, 12% por compras y otros motivos (salud, recreación, varios) responden por el 13% restante.

En sí, desde 1977 los viajes en la ciudad de La Paz pueden resumirse en el Gráfico 1, donde se contrasta el crecimiento poblacional, el número de viajes diarios, los viajes en transporte público y los viajes por trabajo (como motivo de mayor demanda de viajes diarios).

Gráfico 1 - Resumen de los viajes (1977-2012)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, BASE DE DATOS PMUTT - PMUS-GAMLP (2012).

Al 24 de febrero de 2014 en el municipio de La Paz se implementó el Transporte Público Municipal (Pumakatari) con una flota de 61 buses que en una primera fase cubrió tres rutas: Chasquipampa - Parque Urbano Central, Villa Salomé - Parque Urbano Central e Incallojeta - Parque Urbano Central. Este servicio se complementó en una segunda fase el año 2016, con 80 buses adicionales y la implementación de tres nuevas rutas: Caja Ferroviaria - plaza Alonso de Mendoza, Kalajahuirra -Parque Urbano Central e Irapavi II - Estación Simón Bolívar. Para la gestión 2018 se tiene planificado incrementar la flota con 80 nuevos buses y la implementación de nuevas rutas.

De la misma manera, a través de la Empresa Estatal de Transporte por Cable "Mi Teleférico", se concluyeron siete líneas, dos de las cuales conectan los municipios de La Paz y El Alto, la Línea Roja se inicia en la Estación Central de La Paz, cuenta con una subestación a la altura del Cementerio General y concluye en la estación de la zona 16 de Julio de la ciudad de El Alto. La Línea Amarilla inicia a la altura de la Ciudad Satélite de El Alto, cuenta con dos subestaciones, la primera a la altura de la avenida Buenos Aires y la segunda subestación a la altura de Sopocachi, concluyendo en la Estación Libertador, en esta última estación inicia la Línea Verde. La misma cuenta con dos subestaciones en Alto Obrajes y concluye en

la Estación de Irpavi.

Como segunda fase, la mencionada empresa construyó la Línea Azul (inaugurada en marzo de 2017), la misma se encuentra en la ciudad de El Alto. La Línea Naranja inicia desde la Estación Central tiene dos subestaciones en la Av. Armenia y en la Av. Periférica finalizando en la Estación de la Plaza Villarroel. La línea Celeste, inicia a la altura de la estación del Prado, cuenta con dos subestaciones, Cancha Zapata y San Jorge concluye en la Estación Libertador, estación en la cual inicia la Línea Blanca, contando con dos subestaciones a la altura de la plaza Triangular y del monumento a Busch, concluyendo en la estación de la plaza Villarroel y finalmente las Líneas Dorada y Café que se encuentran proyectadas para una siguiente etapa. La Línea Dorada comenzará en la estación de Irpavi, contará con la subestación de Achumani y concluirá en la estación a la altura de la zona de Cota Cota. La Línea Café inicia en el monumento a Busch y concluye en la Estación del Cruce de Villas.

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

El presente capítulo tiene por finalidad la identificación de los problemas en la oferta como en la demanda del sistema vial. Esto permite, posteriormente, proponer una caracterización del estado actual y su posterior diagnóstico.

2.1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA: USUARIOS

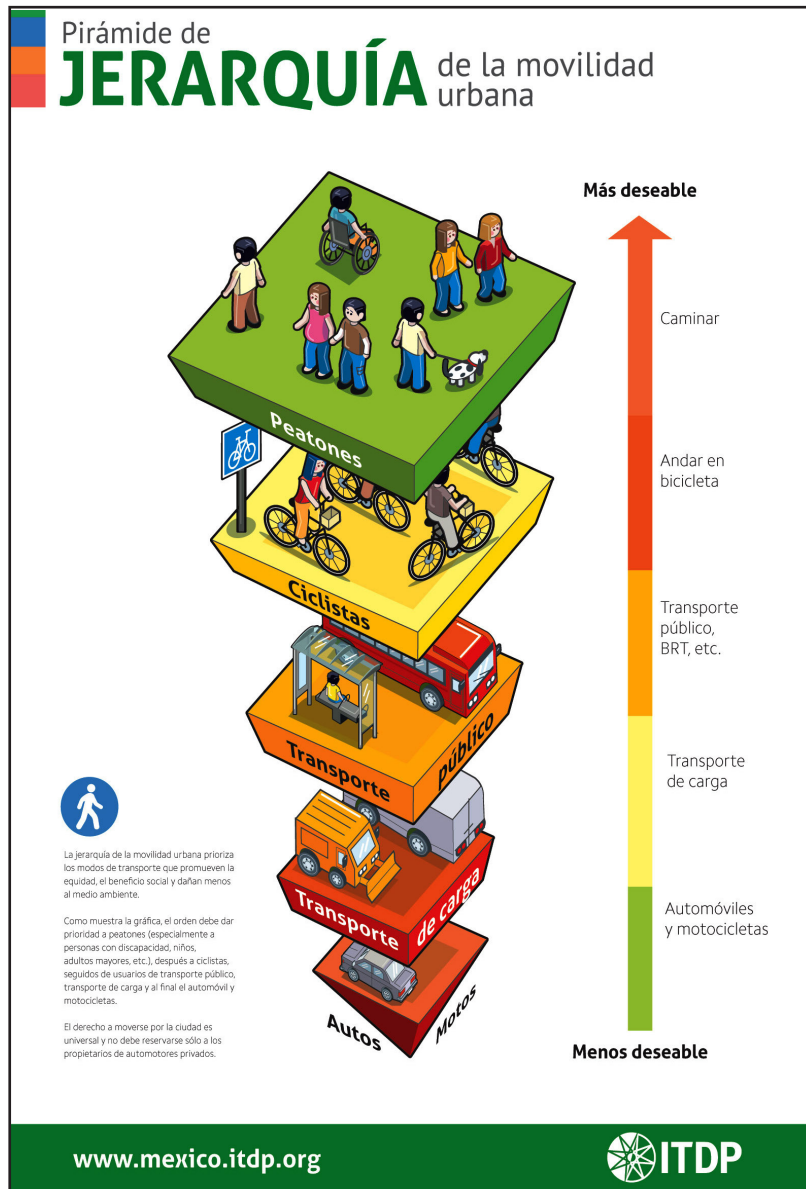
Con relación a la demanda, los usuarios son los principales actores, aquellos que se desplazan por la infraestructura vial con la finalidad de satisfacer sus necesidades. Los usuarios pueden ser: el peatón, el conductor, el ciclista y/o el pasajero.

Por lo mencionado, es necesario tomar en cuenta los distintos tipos de usuarios, cada uno con características propias según sus capacidades (visuales, auditivas, de movilidad, etc.), siendo necesario, para el diseño de estándares viales considerar sus necesidades, incluidas las poblaciones con ciertas limitaciones físicas, adulto mayores o infantes.¹

El cambio de paradigma de la planificación del transporte a la planificación de la movilidad urbana sustentable supone un cambio en el esquema de planificación, invirtiendo la pirámide de la movilidad, siendo la prioridad el peatón y de menos importancia el vehículo privado.

¹ Un peatón con movilidad reducida es aquel usuario que requiere ayuda permanente o eventual para su locomoción debido a una deficiencia en su función cognitiva, mental, sensorial y/o motora.

Ilustración 3: Jerarquía de la movilidad sustentable



2.1.2 CARACTERIZACIÓN DEL PEATON

2.1.2.1. Propiedad vehicular

Según datos del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS, 2012) el 73,59% de los hogares en el área metropolitana La Paz – El Alto no cuentan con un vehículo particular para sus desplazamientos diarios en la ciudad. El macro distrito Max Paredes presenta el porcentaje más alto (86,20%) de hogares sin propiedad de vehículos particulares, mientras que el macrodistrito Mallasa muestra el porcentaje más alto (50,63%) de hogares con propiedad sobre vehículos particulares.

En el centro y laderas de nuestra ciudad la dependencia del vehículo particular es menor que en la zona sur, por lo cual el uso de transporte público o la caminata pueden constituirse en modos de transporte preferentes para las personas residentes en estos macrodistritos.

2.1.2.2. El viaje peatonal

El viaje peatonal es definido como el modo no motorizado efectuado por el ser humano basado en la caminata para desplazarse en un viaje. Toda persona que precisa realizar un desplazamiento en el espacio urbano es considerada como peatón, siendo el modo a pie la principal característica de desplazamiento.

FUENTE: INSTITUTO DE POLÍTICAS PARA EL TRANSPORTE Y EL
DESARROLLO (ITDP)-2013.

Para que una caminata sea considerada como viaje peatonal debe haber recorrido más de 500 metros o 5 cuadras, esta distancia supone un desplazamiento a pie considerable que nos permitiría diferenciar entre una caminata rutinaria de una viaje peatonal.

Sobre los desplazamientos levantados en la encuesta de hogares de Origen – Destino elaborados en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) – 2012 se muestra la siguiente cantidad de viajes intra e inter zonales, los cuales representan el 24% del total de los viajes diarios en La Paz. En la Tabla 2 se ve un número significativo de viajes intra-zonales en las zonas del Centro de la ciudad, sector Plan Autopista, y viajes inter-zonales que tienen como destino el centro de la ciudad. **Ver anexo 1.**

2.1.2.3. Movilidad de personas con discapacidad

De acuerdo a la Encuesta de Movilidad en Hogares realizado para el Plan de Movilidad Urbana Sostenible, el 6,4% de hogares en la ciudad de La Paz dispone de alguna persona con movilidad reducida, entendiéndose por esto a personas de la tercera edad, personas que utilizan bastón o personas con capacidades diferentes.

El PMUS (2012), incluyó una sección de valoración de los usuarios con movilidad reducida respecto a los diferentes problemas que deben atravesar para desplazarse por la ciudad:

- En general, la mayoría de los participantes reclaman el hecho de que las obras viales perjudican mucho en la facilidad para desplazarse, ya que no se reparan rápidamente las cal-

zadas y aceras, o se dejan zanjas que son muy difíciles de atravesar.

- Perciben que la uniformidad del pavimento es crítico en la comodidad para desplazarse. Las baldosas con desniveles (entre una y otra) causan problemas en el desplazamiento.
- Las aceras no son adecuadas para desplazarse, debido a los comerciantes callejeros y los vehículos parqueados sobre la acera en algunos casos.
- Para las personas no videntes es más complicado desplazarse, por la falta de ayudas para ubicarse en las vías.

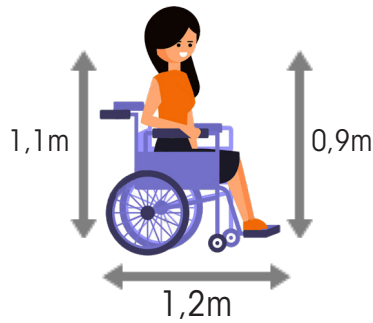
Tabla 3 - Total de hogares con discapacidad

MACRODISTRITO	PERSONAS CON DISCAPACIDAD	TOTAL DE HOGARES	TOTAL DE HOGARES QUE TIENEN UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD (%)
1. Cotahuma	38	713	5,33
2. Máx Paredes	45	732	6,15
3. Periférica	47	605	7,77
4. San Antonio	58	757	7,66
5. Sur	53	858	6,18
6. Mallasa	17	474	3,59
7. Centro	45	584	7,71
TOTAL	303	4.723	6,42

FUENTE: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE (PMUS, 2012)

Considerando las opiniones expresadas en el PMUS (2012), se debe tomar en cuenta el diseño del espacio de desplazamiento de los peatones y los movimientos relacionados como: girar, maniobrar sillas y desplazarse. La Tabla 4 sintetiza los parámetros ergonómicos mínimos a ser considerados para el diseño del espacio urbano donde el peatón realiza sus actividades.

Tabla 4 - Dimensiones que requiere una persona para circular con comodidad en diferentes situaciones

FIGURA	DESCRIPCIÓN	FIGURA	DESCRIPCIÓN	FIGURA	DESCRIPCIÓN
	Requerimiento de espacio para peatón estático 0,30 m ² Requerimiento de espacio para peatón en movimiento 0,70 m ²		Un ancho libre de 1,50 metros. Permite el paso de una silla de ruedas y un acompañante.		Un ancho libre de 1,00 m. es adecuado para las personas con discapacidad ambulatorias (que pueden caminar, aún con dificultad).
	Para que pasen cómodamente dos sillas de ruedas se requiere de un ancho libre de 1,8 metros.		Personas que usan sillas de ruedas requieren un largo de 1,2 metros.		

FUENTE: PEDESTRIAN PLANNING AND DESIGN GUIDE - 2009

Deben considerarse las externalidades que influyen en los desplazamientos del peatón, estas podrán afectar a sus velocidades y tiempos de viaje, de acuerdo al tipo de infraestructura por la que circulan. Esto se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5 - Características del peatón que limitan su capacidad

CÓMO DIFIEREN LOS PEATONES	EFFECTO	IMPACTO
Altura	Capacidad de ver objetos	Capacidad de ser visto por otros, Líneas de vista
Velocidad en los reflejos	Incapacidad para evitar situaciones peligrosas rápidamente	Oportunidades de cruce
Resistencia	Distancia de viaje entre descansos	Lugares de descanso
Percepción visual	Capacidad de valorar las condiciones del ambiente y tolerar el deslumbramiento	Firmar la legibilidad Detección de bordillos y lugares de cruce Peligros de viaje Pavimentación táctil Juzgando el tráfico
Alcance de atención y habilidades cognitivas	Tiempo necesario para tomar decisiones Dificultades en ambientes desconocidos Incapacidad para leer o comprender señales de advertencia Dificultad para evaluar las separaciones en el tráfico.	Señalización de dirección positiva Vía de escape 'legibilidad' Coherencia de la provisión Uso del símbolo Oportunidades de cruce
Tolerancia temperaturas, ambientes y entornos adversos	Preferencia por condiciones protegidas	Ubicación y exposición de la ruta Provisión de refugio contra el viento y la lluvia

CÓMO DIFIEREN LOS PEATONES	EFFECTO	IMPACTO
Equilibrio y estabilidad	Posible sobre balanceo	Proporcionando escalones y rampas Altura de la banqueta Gradientes Cruce Condición de la superficie
Miedo por la seguridad personal y seguridad vial	Disposición para utilizar todo o parte de una ruta	Iluminación Vigilancia Separación lateral del tráfico densidades peatonales Velocidad y densidad de tráfico
Destreza manual y coordinación	Capacidad para operar mecanismos complejos	Señales de tráfico actuadas (activadas por peatones)
Precisión en la velocidad de evaluación y distancia	Movimientos de cruce inoportunos	Suministro de instalaciones de cruce
Dificultad para localizar la dirección de los sonidos	Pistas audibles para el tráfico que se pierda	Necesidad de reforzar con información visual
Energía gastada en movimiento	La velocidad al caminar	Cruces, Longitud del trayecto y calidad de la superficie

FUENTE: PEDESTRIAN PLANNING AND DESIGN GUIDE - 2009

2.1.3 CARACTERIZACIÓN DEL CICLISTA

En los municipios de La Paz y El Alto, el PMUS (2012) indica que apenas el 0,2% de los viajes diarios son realizados en bicicleta, siendo esta una demanda baja si se la compara con los otros modos de viaje; sin embargo, se debe considerar que en La Paz no existe ningún tipo de oferta que pueda generar una demanda.

En la encuesta de hogares, información base para la elaboración del PMUS – 2012, se incluyeron dos preguntas referidas a los usuarios potenciales del modo bicicleta. La Tabla 6 presenta el resumen de las proporciones de hogares en donde alguno de sus habitantes utiliza bicicleta por propósitos de recreación u otros (con cierta regularidad). De esta tabla se puede observar que los macrodistritos en donde más se utiliza bicicleta son Mallasa, Sur y Periférica.

Tabla 6 - Usuarios potenciales del modo de bicicleta

MACRODISTRITO	SI USA BICICLETA [%]	NO USA BICICLETA [%]
1. Cotahuma	5,6	94,6
2. Max Paredes	9,3	90,7
3. Periférica	10,8	89,2
4. San Antonio	8	92
5. Sur	10,2	89,8
6. Mallasa	12,8	88,2
7. Centro	3,2	96,8
Total	8,5	91,5

FUENTE: ENCUESTA DE HOGARES - PMUS- 2012.

En la Tabla 7 se puede observar que en la ciudad de La Paz, en los hogares donde alguna vez se utilizó bicicleta como modo de transporte, el 92% lo hace por motivos recreacionales, el 4% trabajo, el 4,2% compras y sólo el 0,4% para educación. La continuidad del uso no es frecuente, esto es posible de corroborar con los resultados de viajes diarios, donde apenas el 0,02% son por modo bicicleta.

Tabla 7 - Propósito del uso de la bicicleta

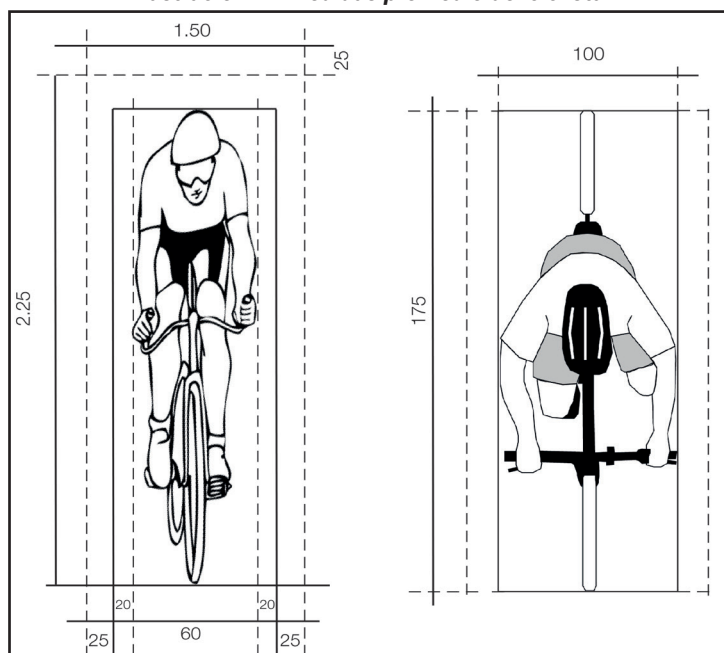
MACRODISTRITO	RECREACIÓN (%)	TRABAJO (%)	COMPRAS (%)	EDUCACIÓN (%)
1. Cotahuma	87,5	5,0	7,5	0,0
2. Max Paredes	85,3	5,9	7,4	1,5
3. Periférica	84,9	4,6	10,6	0,0
4. San Antonio	93,4	4,9	1,6	0,0
5. Sur	95,5	1,1	2,3	1,1
6. Mallasa	98,2	1,8	0,0	0,0
7. Centro	94,7	5,3	0,0	0,0
Total	91,4%	4,0%	4,2%	0,4%

FUENTE: ENCUESTA DE HOGARES - PMUS- 2012.

La planificación de la movilidad para bicicleta considera las medidas técnicas de diseño para la circulación con seguridad y confort, sin embargo, es imprescindible que los proyectos vayan de acuerdo a las directrices de un plan ciclovial municipal.

En estos últimos años la bicicleta, en especial la bicicleta de montaña, introducida en el mercado en la década de los años 80, sufrió algunas modificaciones significativas tales como el uso del freno a disco, amortiguadores delanteros y la mejora en el sistema de la caja de cambios. La principal modificación ocurrió en la disminución de su peso con el uso de materiales leves en la fabricación del cuadro y en otras piezas como el tren delantero y las ruedas. No obstante, tales modificaciones, no alteraron sus dimensiones básicas, permaneciendo la mayoría de los modelos con la dimensión longitudinal de aproximadamente 1,75 m. A partir de estas dimensiones se puede considerar que el ciclista se circunscribe a una figura prismática de tamaños y volúmenes considerados en la Ilustración 4.

Ilustración 4 - Medidas promedio del ciclista



FUENTE: MINISTERIO DAS CIDADES - 2009

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA: RED VIAL DE LA PAZ

El área urbana de La Paz está constituida por las cuencas de los ríos Choqueyapu, Orkojahuira, Irpavi, Achumani y Huañajahuira, las cuales estructuran una ciudad con diferentes pisos altitudinales; la zona central se encuentra entre una altitud de 3.550 y 3.650 m.s.n.m., la zona Sur entre 3.350 y 3.200 m.s.n.m.; la topografía del área urbana paceña se caracteriza por la conformación de accidentes geográficos naturales, condicionando la estructura física de la ciudad. Bajo estas características la estructuración vial se consolidó de forma lineal y arborescente, respondiendo mayormente a la delimitación natural de las cuencas que conforman la ciudad.

En general el sistema vial de la ciudad se presenta caótico tanto para el tráfico de peatones como de vehículos, presentando puntos conflictivos en diferentes zonas de la ciudad, las que presentan mayores problemas son: Centro, Miraflores, Villa Copacabana, Villa Fátima y Max Paredes; debido a que la cantidad de vehículos excede la capacidad de las vías, formándose colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de paradas y arranque extremadamente inestables.

Algunos factores que contribuyen a esta situación son: calles y avenidas que no responden a una jerarquía funcional, altas pendientes de las vías, saturación del transporte público con vehículos de poca capacidad, incremento de la cantidad de unidades para cubrir la demanda y compitiendo entre sí para captar pasajeros. Por otro lado el crecimiento urbano de La Paz, muestra un déficit de dotación en infraestructura vial, servicios y equipamientos dada la expansión acelerada de los

asentamientos humanos, con la carencia de un marco de políticas, estrategias y normativas de planificación urbana, que sirvan de guías para su desarrollo.

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS CALZADAS

La infraestructura vial en el municipio de La Paz alcanza a 544 km (PMUS, 2012), en la Tabla 8 se puede observar que el macrodistrito con mayor longitud de vías es el Sur, mientras que el Centro cuenta con la mayor densidad vial alcanzando a 7,8 km por km².

Tabla 8 - Infraestructura vial en relación a la población y los macrodistritos

MACRODISTRITO	LONGITUD (KM)	POBLACIÓN (1000 HAB.)	ÁREA (KM ²)	RED VIAL POR POBLACIÓN [KM/1000 HAB.]	RED VIAL POR POBLACIÓN [KM/KM ²]
Cotahuma	83	162,6	16,3	0,51	5,09
Max Paredes	82,1	174,8	13,3	0,47	6,17
Periférica	97,4	168,9	24,5	0,58	3,98
San Antonio	78,6	122,9	23,1	0,64	3,40
Sur	144,2	134,5	64,8	1,07	2,23
Mallasa	19,7	5,4	33,2	3,65	0,59
Centro	39	67,3	5	0,58	7,80
TOTAL	544	836,4	180,2	0,65	3,02

FUENTE: PMUS- 2012.

En la Tabla 9 se observa que el 64% de la red vial del municipio está conformada por vías pavimentadas (pavimento flexible y pavimento rígido), mientras que solamente el 10,6% son vías de tierra o ripio.

Tabla 9 - Material de rodadura (km)

MACRODISTRITO	PAVIMENTO ASFÁLTICO	PAVIMENTO RÍGIDO	LOSETA	EMPEDRADO	TIERRA	RIPIO
Cotahuma	71,2	0,8	9,1	1,7	0,3	0
Max Paredes	52	10,7	5,1	2,4	5,4	6,5
Periférica	63,5	1,6	4,1	12,5	8,3	7,5
San Antonio	51,2	0	2	7,3	8,2	9,8
Sur	88,8	0	3,3	43,4	7,7	1,1
Mallasa	18,9	0	3,3	43,4	7,7	1,1
Centro	37,8	0	1,1	0	0	0
TOTAL	383,4	13,1	28	110,7	37,6	26
Porcentaje	64,0%	2,2%	4,7%	18,5%	6,3%	4,3%

FUENTE: PMUS- 2012.

Con relación al ancho efectivo de vía, se puede observar que el 47,18% de la red vial cuenta con anchos menores o iguales a 6m, mientras que el 33,27% de la red vial tiene anchos entre 6 y 8 m y sólo el 19,55% de la red vial cuenta con anchos menores a 6 metros.

Tabla 10 - Longitud de red vial en km por ancho efectivo

MACRODISTRITO	2,2-4,0	4,0-6,0	6,0-8,0	8,0-10,0	10,0-12,0	12,0-14,0	14,0-16,0	16,0-18,0	18,0-20,0	20,0-22,0	22,0-28,0	T O T A L LONGITUD
Cotahuma	0,64	11,04	34,10	12,79	4,48	17,68	1,82	0,03	0,43	0,00	0,00	83,02
Max Paredes	2,84	8,99	23,65	27,30	2,31	14,46	0,86	0,69	0,84	0,21	0,00	82,14
Periférica	10,67	17,90	31,53	19,24	8,73	6,61	1,73	0,31	0,71	0,00	0,00	97,41
San Antonio	3,90	13,70	35,09	11,15	9,19	3,66	0,77	0,16	0,94	0,00	0,00	78,56
Sur	3,96	22,55	43,11	36,94	12,87	14,33	6,06	2,83	0,54	0,00	0,99	144,19
Mallasa	0,00	0,00	2,27	10,46	1,21	0,39	4,97	0,39	0,00	0,00	0,00	19,69
Centro	2,61	7,53	11,25	3,71	7,09	4,64	0,25	0,58	0,69	0,44	0,16	38,96
TOTAL	24,62	81,71	181,00	121,60	45,88	61,78	16,46	4,98	4,14	0,65	1,15	543,97
Porcentaje	4,53%	15,02%	33,27%	22,35%	8,43%	11,36%	3,03%	0,92%	0,76%	0,12%	0,21%	100,00%

FUENTE: PMUS- 2012.

En la Tabla 11 se puede observar que el 21,57% de las vías tienen pendientes menores a 3%, el 67,29% de las vías cuentan con una pendiente menor al 16%, en tanto que el 6,88% de las vías tienen una pendiente entre 16% y 19%, siendo que el 4,26% de las vías presentan pendientes entre el 19% y 45%, siendo estas últimas las vías donde por sus condiciones geométricas no es posible la circulación vehicular.

Tabla 11 - Pendiente de la vía

MACRODISTRITO	0-3	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23	24-27	28-31	32-35	36-39	40-45
Cotahuma	12,77%	27,87%	22,71%	23,83%	8,95%	3,51%	0,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Max Paredes	41,39%	14,34%	32,21%	7,22%	4,08%	0,53%	0,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Periférica	25,41%	10,90%	23,73%	14,01%	13,06%	10,75%	1,88%	0,08%	0,19%	0,00%	0,00%
San Antonio	21,02%	6,27%	15,76%	32,48%	15,00%	6,35%	0,47%	1,30%	0,12%	0,00%	1,24%
Sur	21,31%	29,81%	29,31%	12,62%	4,14%	2,45%	0,35%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Mallasa	0,00%	33,13%	21,26%	45,61%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Centro	29,06%	31,98%	29,77%	6,27%	2,92%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Promedio	21,57%	22,04%	24,96%	20,29%	6,88%	3,37%	0,47%	0,20%	0,04%	0,00%	0,18%

FUENTE: PMUS- 2012.

Tabla 12 - Estado de la infraestructura vial (km)

MACRODISTRITO	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	M U Y BUENO
Cotahuma	0	2,6	73,8	6,1	0,5
Max Paredes	1,7	13,7	63,1	3,6	0
Periférica	0,4	14,9	61,4	20,3	0,4
San Antonio	1,3	11,9	56,6	8,2	0
Sur	1	7,6	124,2	11,2	0,2
Mallasa	0	0	11,5	8,2	0
Centro	0	0,1	28,1	10,2	0,6
TOTAL	4,4	50,8	418,7	67,8	1,7
Porcentaje	0,8%	9,3%	77,1%	12,5%	0,3%

FUENTE: PMUS- 2012.

Sobre el estado de la infraestructura vial, el 10,1% de la superficie de rodadura de las vías del municipio de La Paz se encuentra en condición muy mala o mala, el 77,1% en una condición regular, y el 11,4% en una condición buena o muy buena.

2.3.1 JERARQUIZACIÓN VIAL

La necesidad de una operación vial eficiente (incluyendo fluidez, capacidad, seguridad vial, economía y otras externalidades) significa proporcionar un uso eficiente y seguro del sistema vial para la movilidad de personas y bienes, controlando los impactos sociales y ambientales generados por el tráfico urbano, contribuyendo en la universalización del acceso a las actividades sociales para diferentes grupos.

Para lograr este objetivo utilizaremos uno de los principios tradicionales de la ingeniería de tráfico: la jerarquización funcional. Este principio busca reducir el impacto potencial de los conflictos que se manifiestan en la vía partiendo del entendimiento que las vías desempeñan diversas funciones en la vida social, para adoptar una jerarquización funcional (función de la vía), como estrategia de organización del sistema vial.

La clasificación funcional puede ser combinada con otras formas de clasificación basadas en sus características físicas, por ejemplo: distinguiendo categorías de vías estructurales o de vías colectoras de primera y segunda categoría, vías locales de tráfico calmado o vías exclusivas para peatones o vehículos no motorizados de las vías locales comunes. Las citadas características son relevantes para priorizar ciertas vías de otras y eventualmente excluir la operación de determinados tipos de vehículos o usuarios, como: transporte de carga en determinados horarios, ciclovías que son incompatibles con ciertas jerarquías viales. Estas observaciones son importantes para enfatizar que la clasificación funcional no exige que las

vías tengan características físicas adecuadas a la atención de la función prioritaria, sino que simplemente se reconoce el uso efectivo del sistema vial por los usuarios en términos de la función predominante.

Esta clasificación funcional responde a un proceso por el cual se agrupan las vías en clases o sistemas, según el carácter de servicio de tránsito. Dado que se está analizando el sistema vial de la ciudad La Paz, el PMUS (2012) elaboró el análisis de la oferta y la demanda del sistema de transporte y estableció sobre la infraestructura vial sus respectivas jerarquías; el mismo estableció una jerarquización que contempla cuatro tipos de vía: expresa, primaria, secundaria y terciaria.

La clasificación funcional se basa en la jerarquía de sus movimientos y los componentes a continuación mencionados, donde la vía debe adaptarse a la función que debe cumplir dentro la red. Entre sus componentes se puede mencionar:

- Velocidad de diseño.
- Características básicas del flujo que transitará por ellas.
- Control de acceso y conexiones con otras vías.
- Número de carriles.
- Compatibilidad con el transporte público.
- Facilidades para el estacionamiento, carga y descarga de mercaderías.

2.3.2 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Una de las necesidades más críticas en ingeniería de tráfico es contar con una comprensión clara de la cantidad de vehículos o peatones que pueden circular en una instalación predefinida y bajo qué condiciones de funcionamiento. La importancia está relacionada con el análisis de su capacidad y el nivel de servicio.

La base analítica de toda capacidad y nivel de servicio es un conjunto de procedimientos que relacionan la demanda o los niveles de flujo existentes, las características geométricas y los controles con las medidas de la calidad de las operaciones resultantes. Su aplicación permite determinar la capacidad final de una instalación y estimar las características operativas en varios niveles de flujo (ROESS, PRASSAS, MCSHAM, 2004).

El nivel de servicio (NS) es una medida de calidad que describe las condiciones operacionales dentro del flujo, generalmente en términos de medidas cuantificables tales como velocidad, tiempo de retardo, libertad de movimiento, comodidad y conveniencia (HCM, 2000).

Para definir el nivel de servicio en las vías urbanas, debe considerarse los tipos de flujo vehicular: flujo de tráfico ininterrumpido (aquellas vías cuyas interrupciones se encuentran a más de 3,2 km) y flujo de tráfico interrumpido por intersecciones.

2.3.2.1 NIVEL DE SERVICIO PARA VÍAS DE TRÁFICO ININTERRUMPIDO

Los niveles de servicio en vías de tráfico ininterrumpido son definidos por la densidad a pesar de que la velocidad es el parámetro que más preocupa a los conductores cuando se refiere a una calidad de servicio, resulta dificultoso describir el nivel de servicio usando la variable de la velocidad, ya que permanece constante hasta caudales de 1000 a 1800 uvp/h/carril, dependiendo de la velocidad de flujo libre.

La densidad se define como la proximidad a otros vehículos y está relacionada con la libertad de realizar maniobras dentro de la corriente de tráfico. Sin embargo, a diferencia de la velocidad la densidad es sensible a los flujos vehiculares comparados con los otros grados de flujos. El nivel de servicio se define para representar rangos razonables entre las tres variables críticas del flujo vehicular: velocidad, densidad y flujo.

Tabla 13 - Niveles de servicio para vías de flujo interrumpido

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	Describe principalmente la operación de flujo libre. La velocidad de flujo libre prevalece en la autopista y los vehículos están generalmente exentos de influencias externas, cuentan con la capacidad de libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico. Los efectos e incidentes o caídas son fácilmente absorbibles.
B	Describe una operación sin obstáculos y la velocidad de flujo libre se mantiene. La capacidad de maniobra dentro del flujo de tráfico es sólo ligeramente restringida, y el nivel general de la comodidad ya sea física o psicológica de los automovilistas se mantiene alta. Los efectos de menores incidentes y de puntos de caída son fácilmente recuperables.
C	Provee un flujo con velocidades próximas a la velocidad de flujo libre en la autopista. La libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico es notablemente restringida, y los cambios de carril requieren de más cautela y vigilancia por parte de los conductores. Es posible absorber los incidentes menores, sin embargo se hace notorio el significativo deterioro de la calidad de servicio. Cabe esperar la formación de colas detrás de cualquier bloqueo significativo.
D	En este nivel se puede observar caídas en las velocidades por incrementos rápidos de los flujos y de la densidad. La libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico está seriamente limitada y se presenta una reducción en los niveles de confort físico y psicológico de los conductores. Hasta de menores incidentes se puede esperar la formación de filas porque la corriente de tráfico tiene poco espacio para poder absorber interrupciones.
E	Describe el funcionamiento a la capacidad. Las operaciones en la autopista a este nivel son altamente volátiles porque prácticamente no hay espacios utilizables dentro del flujo de tráfico, dejando poco margen de maniobra. Cualquier interrupción de la corriente de tráfico, como los vehículos que entran desde una vía o un vehículo que cambia de carril, puede establecer una onda de disrupción que se propaga a través del flujo de tráfico. En cuanto a la capacidad, no se espera que la corriente produzca una ruptura seria y colas substanciales. Existe una pobre comodidad física y psicológica proporcionada a los conductores.
F	Describe la caída de un flujo inestable. Como condiciones existentes de formación de filas detrás de cuellos de botella. Estas caídas existen por una serie de razones: - Incidentes de tráfico que pueden temporalmente reducir la capacidad de un pequeño segmento porque pueden llegar una cantidad de vehículos que sea mayor que el número de vehículos que pueden atravesar por ahí; - Puntos recurrentes de congestionamiento, como la fusión de carriles u ondas caídas de segmentos. experimentan una demanda muy alta en la que el número de vehículos que llegan es mayor que el número de vehículos que pueden ser descargados; - En el análisis de los volúmenes previstos, el flujo proyectado puede superar la capacidad estimada de un lugar determinado. En todos los casos, la caída ocurre cuando la relación entre la demanda existente y la capacidad estimada es superior a 1,00. Las operaciones en un NS F dentro de una cola son el resultado de un desglose o cuello de botella en un punto de la corriente de tráfico anterior. El punto de ruptura tiene un v/c mayor que 1,00, y también se los denomina como NS F, aunque las operaciones reales en el punto de ruptura y en la corriente de tráfico inmediata pueden reflejar las condiciones de NS E. Siempre que existan colas debido a una avería, tienen un potencial para extenderse a la corriente de tráfico posterior por distancias considerables.

FUENTE: HIGH MANUAL CAPACITY – 2010

Un segmento de vía puede ser caracterizado por tres medidas de desempeño: densidad de vehículos que pasan en un Kilómetro por carril (uvp/km/carril), la velocidad media (km/h), y la relación entre el caudal de demanda y la capacidad (v/c). Cada una de estas medidas es una indicación de cómo el tráfico se distribuye en un segmento de la vía.

Debido a que la velocidad es constante a través de una amplia gama de flujos y la relación v/c no es directamente perceptible para los usuarios de la carretera (excepto la capacidad), la medida del nivel de servicio para este tipo de segmentos es la densidad.

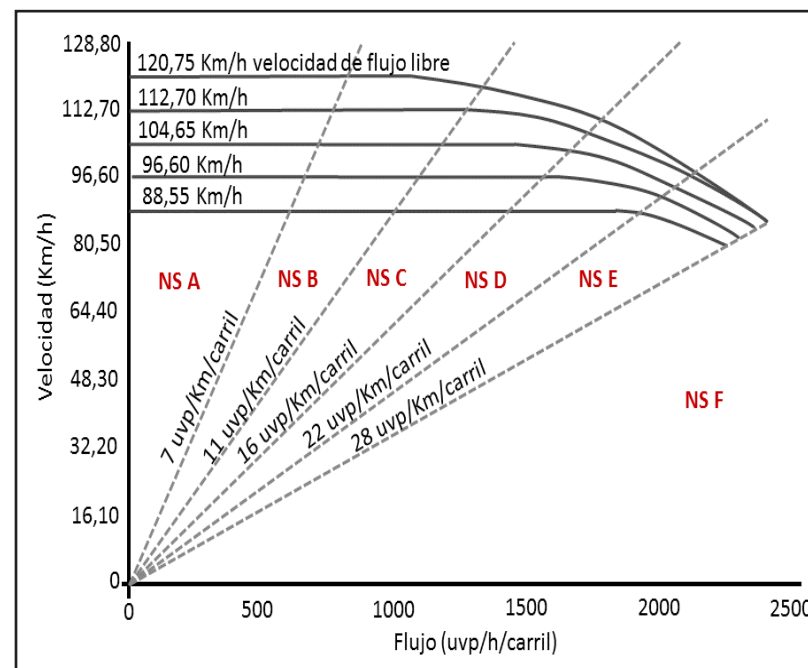
Tabla 14 - Nivel de servicio para vías de tráfico ininterrumpido

NIVEL DE SERVICIO	DENSIDAD (uvp/km/carril)
A	≤ 7
B	$> 7-11$
C	$> 11-16$
D	$> 16-22$
E	$> 22-28$
F	La demanda excede a la capacidad > 28

FUENTE: HIGH MANUAL CAPACITY – 2010

Cuando el volumen excede a la capacidad o es mayor que el valor de 72 uvp/Km/carril, significa que la curva de la velocidad del flujo decae.

Gráfico 2 - Nivel de servicio para vías ininterrumpidas



FUENTE: HIGH MANUAL CAPACITY – 2010

2.3.2.2 NIVEL DE SERVICIO PARA VÍAS DE TRÁFICO ININTERRUMPIDO

A través de la velocidad del vehículo se puede definir el Nivel de Servicio para una determinada dirección de viaje en una vía que cuenta con una serie de intersecciones. Esta velocidad refleja los factores de influencia como es el tiempo de retardo en cada segmento de las aproximaciones de las intersecciones, esta medida de desempeño indica el grado de movilidad proporcionado por el segmento de la vía.

Tabla 15 - Niveles de servicio para vías de flujo interrumpido

NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
A	Describe principalmente la operación de flujo libre. Los vehículos están exentos de influencias externas, cuentan con la capacidad de libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico. El retraso por las intersecciones es mínimo. La velocidad de desplazamiento pasa del 85% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen-capacidad no es superior a 1,0.
B	Describe una operación sin obstáculos. La capacidad de maniobra dentro del flujo de tráfico es sólo ligeramente restringida, y el retraso en la intersección no es significativo. La velocidad de desplazamiento es entre 67% y 85% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen-capacidad no es mayor que 1,0.
C	Describe una operación estable, la libertad de maniobra y cambio de carril a la mitad del segmento puede ser más restricto que el NS B. Filas más largas al límite de la intersección puede contribuir en la disminución de las velocidades. La velocidad de viaje se encuentra entre 50% y 67% de la velocidad de flujo libre, y la relación de volumen-capacidad no es mayor que 1,0.
D	Indica una menor condición de estabilidad en el cual pequeños incrementos en el flujo puede causar incrementos sustanciales, retrasos y una pérdida en la velocidad de viaje. Esta operación puede deberse a una progresión adversa de señales, volúmenes elevados o a una temporización inadecuada de la señal en la intersección. La velocidad de desplazamiento es entre 40% y 50% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen a capacidad no es mayor que 1,0.
E	Es caracterizada por una inestabilidad operacional y retrasos significativos. Tales operaciones pueden deberse a algunas combinaciones adversas, de volumen elevado y de temporización inapropiada de señales en la intersección. La velocidad de desplazamiento es entre 30% y 40% de la velocidad de flujo libre y la relación de volumen-capacidad no es mayor que 1,0.
F	Se caracteriza por el flujo a una velocidad extremadamente baja. Es probable que la congestión en la intersección se produzca por el alto retraso y las extensas colas. La velocidad de desplazamiento es 30% o menos de la velocidad de flujo libre, o la relación de volumen a capacidad es mayor que 1,0.

FUENTE: HIGH MANUAL CAPACITY – 2010

Tabla 16 - Umbrales de los ns establecidos para el modo automóvil en las calles urbanas

VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN PROPORCIÓN A LA VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE (%)	NS EN RELACIÓN AL VOLUMEN – CAPACIDAD*	
	≤ 1	> 1
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤ 30	F	F

*Relación del volumen-capacidad para los movimientos de flujos vehiculares en vías con intersecciones.

FUENTE: HIGH MANUAL CAPACITY – 2010

Tabla 17 - Tiempo de demora promedio de acuerdo al nivel de servicio

NIVELES DE SERVICIO PARA UNA INTERSECCIÓN SIN SEMÁFORO		NIVELES DE SERVICIO PARA UNA INTERSECCIÓN CON SEMÁFORO	
NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (SEG/VEHÍCULO)	NIVEL DE SERVICIO	DEMORA PROMEDIO (SEG/VEHÍCULO)
A	<10	A	<10
B	10 – 15	B	10 – 20
C	15 – 25	C	20 – 35
D	25– 35	D	35 – 55
E	35 – 50	E	55 – 80
F	> 50	F	> 80

FUENTE: HIGH MANUAL CAPACITY – 2010.

2.3.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS ACERAS

El PMUS en la gestión 2012 realizó una medición del 83% de las aceras de la ciudad donde se determinó que el 43% de las aceras tienen un ancho que varía de 1 a 2 metros, este resulta angosto para poder atender las necesidades de los desplazamientos peatonales. Las aceras con anchos de 2 a 3 metros representan solo el 28,79%. Vale mencionar que dentro del rango de 0 a 1 metro no existen datos que permitan evaluar la ausencia de aceras. Con las dimensiones existentes se procedió a distribuir los componentes de la acera, que son: la banda de equipamiento, la banda de circulación y la banda de acceso.

Tabla 18 - Resumen rangos viales por macrodistrito

MACRODISTRITO	JERARQUÍA VIAL	ANCHO DE VÍA (M)		ANCHO DE CALZADA (M)		ANCHO ACERA (M)		COMPONENTES DE LA ACERA (M)						
		MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX	CORDÓN DE ACERA	BANDA DE EQUIPAMIENTO		BANDA DE CIRCULACIÓN		BANDA DE ACCESO	
									MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX
Cotahuma	Expresas	16	18,4	14	16	2	2,4	0,2	0,4	0,8	1,4	1,4	X	X
	Primarias	8,7	13,2	7	9	1,7	4,2	0,2	X	0,8	1,5	2,8	X	0,4
	Secundarias	14,2	18	13	15	1,2	3	0,2	X	0,8	1	1,6	X	0,4
MÁX Paredes	Expresas	17	19	14	16	3	3	0,2	0,4	0,8	2	2	0,4	X
	Primarias	10	12,6	7	9	3	3,6	0,2	0,4	0,8	2	2,2	0,4	0,4
	Secundarias	10,4	16,3	9	11	1,4	5,3	0,2	X	1,2	1,2	3,1	X	0,8
Periférica	Expresas	13	15	12	14	3	3	0,2	0,4	0,4	2	2	0,4	0,4
	Primarias	11,4	18	11	13	0,4	5	0,2	X	1,6	0,2	2,8	X	0,4
	Secundarias	8,5	12,4	7	9	1,5	3,4	0,2	X	0,8	1,3	2	X	0,4
San Antonio	Secundarias	10,2	14	9	11	1,2	3	0,2		0,4	1	2		0,4
Sur	Expresas	14,65	18,5	13	15	1,65	3,5	0,2	X	0,4	1,45	2,5	X	0,4
	Primarias	12,1	17,2	11	13	1,1	4,2	0,2	X	X	0,9	4	X	X
	Secundarias	5,9	8,8	5	7	0,9	1,8	0,2	X	X	0,7	1,6	X	X

MACRODISTRITO	JERARQUÍA VIAL	ANCHO DE VÍA (M)		ANCHO DE CALZADA (M)		ANCHO ACERA (M)		COMPONENTES DE LA ACERA (M)						
		MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX	CORDÓN DE ACERA	BANDA DE EQUIPAMIENTO		BANDA DE CIRCULACIÓN		BANDA DE ACCESO	
									MIN	MÁX	MIN	MÁX	MIN	MÁX
Centro	Expresas	13,8	16,4	12	14	1,8	2,4	0,2	0,4	0,8	1,2	1,4	X	x
	Primarias	11,4	18	11	13	0,4	5	0,2	x	1,2	0,2	2,8	x	0,8
	Secundarias	11,8	20,4	11	13	0,8	7,4	0,2	x	1,6	0,6	4,8	x	0,8
Mallasa	Secundarias	8,4	16,5	7	9	1,4	7,5	0,2	x	1,2	1,2	5,3	x	0,8

FUENTE: PMUS- 2012

Otro factor preponderante es el estado actual de las aceras respecto a la calidad de los materiales, su disposición, su colocado, las deformaciones que han sufrido con el tiempo, características de rugosidad o deslizamiento y los obstáculos que presentan.

Según su estado, el 12,79% de las aceras en la ciudad de La Paz se encuentran en el rango entre MUY BUENO y BUENO, el 77,05% categorizadas como regular, el 9,35% como mal estado y el 0,81% se encuentran en muy mal estado. Los macro distritos que evidencian mayor deterioro en sus aceras son Max Paredes donde se registra el mayor porcentaje de viajes peatonales, Periférica y San Antonio.

Tabla 19 - Estado de la infraestructura vial

MACRODISTRITO	LONGITUD (KM)				
	MUY MALO	MALO	REGULAR	BUENO	MUY BUENO
1. COTAHUMA	0	2,6	73,8	6,1	0,5
2. MAX PAREDES	1,7	13,7	63,1	3,6	0
3. PERIFERICA	0,4	14,9	61,4	20,3	0,4
4. SAN ANTONIO	1,3	11,9	56,6	8,2	0
5. SUR	1	7,6	124,2	11,2	0,2
6. MALLASA	0	0	11,5	8,2	0
7. CENTRO	0	0,1	28,1	10,2	0,6
TOTAL	4,4	50,8	418,7	67,8	1,7
Porcentaje	0,81%	9,35%	77,05%	12,48%	0,31%

FUENTE: PLAN DE MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE - 2012

En la Ilustración 5 se observa la intensidad de uso de las aceras, en tres macro distritos, Periférica, Max Paredes y Centro, las mismas por el tipo de actividades que se desarrollan en la zona muestran características distintas tanto en sus dimensiones como en el estado de deterioro.

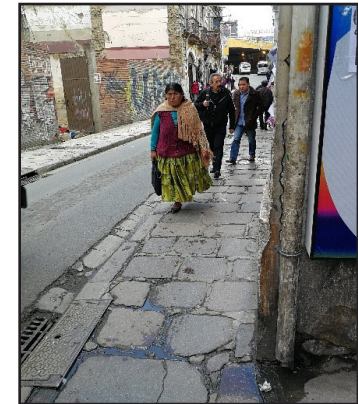
Ilustración 5 - Condición de las aceras en la paz



FUENTE: SMM (2016)



FUENTE: GOOGLE (2015)



FUENTE: SMM (2016)

La actividad comercial es un factor importante que afecta los niveles de servicio, los vendedores informales ocupan el espacio público e instalan una serie de estanterías y productos que se convierten en obstáculos para la circulación peatonal principalmente en zonas comerciales de la ciudad.

Las actividades comerciales en vía se encuentran en su mayoría en el macrodistrito Centro con un 72,21%, seguido de Cotahuma con un 51,96% y Max Paredes con un 40,04%; sin embargo, la forma de ocupación varía entre sí, en tanto en el Centro y Cotahuma prevalecen las estanterías, en Max Paredes las dimensiones de sus locales de venta son mayores, adicionalmente la cantidad de puestos ilegales fijos y ambulantes son muy elevados. Vale la pena recordar que paradójicamente estos macro distritos son los que mayor porcentaje de viajes peatonales registran.

Tabla 20 - Actividad comercial en las aceras de las vías

MACRODISTRITO	LONGITUD DE VIAS (Km)			PORCENTAJE	
	SIN ACTIVIDAD COMERCIAL	CON ACTIVIDAD COMERCIAL	TOTAL	SIN ACTIVIDAD COMERCIAL	CON ACTIVIDAD COMERCIAL
1. COTAHUMA	39,88	43,14	83,02	48,04%	51,96%
2. MAX PAREDES	49,25	32,89	82,14	59,96%	40,04%
3. PERIFERICA	66,79	30,62	97,41	68,56%	31,44%
4. SAN ANTONIO	60,65	17,91	78,56	77,20%	22,80%
5. SUR	97,73	46,46	144,19	67,78%	32,33%
6. MALLASA	15,70	3,99	19,69	79,74%	20,26%
7. CENTRO	10,83	28,13	38,96	27,79%	72,21%
TOTAL	427,55	203,15	630,70	67,79%	32,21%

Debido a la ausencia de una norma que estandarice la instalación tanto del mobiliario urbano como de la señalización vertical sobre las aceras, las mismas son colocadas arbitrariamente, invadiendo la banda de circulación y perjudicando los desplazamientos peatonales, obligando a los peatones a transitar por las calzadas.

En el inventario de la infraestructura vial, llevado adelante en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible, se ha verificado que las condiciones de las aceras para el transporte a pie, en general, no son buenas, ya que una significativa parte de las ace-

ras se encuentran invadidas ya sea por postes de señalización, mobiliario urbano o comercio informal.

El diseño de la infraestructura vial no ha privilegiado a los usuarios más vulnerables como el peatón y el ciclista sino al automóvil, esta infraestructura tampoco dispone de mantenimiento rutinario adecuado para garantizar una regular condición. Los principales problemas detectados en la infraestructura de aceras son:

Debido a la ausencia de una norma que estandarice la instalación tanto del mobiliario urbano como de la señalización vertical sobre las aceras, las mismas son colocadas arbitrariamente, invadiendo la banda de circulación y perjudicando los desplazamientos peatonales, obligando a los peatones a transitar por las calzadas.

En el inventario de la infraestructura vial, llevado adelante en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible, se ha verificado que las condiciones de las aceras para el transporte a pie, en general, no son buenas, ya que una significativa parte de las aceras se encuentran invadidas ya sea por postes de señalización, mobiliario urbano o comercio informal.

El diseño de la infraestructura vial no ha privilegiado a los usuarios más vulnerables como el peatón y el ciclista sino al automóvil, esta infraestructura tampoco dispone de mantenimiento rutinario adecuado para garantizar una regular condición. Los principales problemas detectados en la infraestructura de aceras son:

- Diseño y disposición de intersecciones que facilitan las velocidades de giro de los vehículos a expensas del cruce seguro de los peatones;
- Superficie inadecuada para la seguridad al caminar;
- Nivelación irregular de baldosas que genera un riesgo al caminar;
- Superficies deslizantes de piedra en varios tramos del Casco Urbano Central.

- Obstrucción de las aceras debido a la presencia de automóviles estacionados ilegalmente, la ubicación de postes de electricidad, señalización, escombros, comerciantes, etc.;
- Congestión de peatones debido a la estrechez de las aceras, que generan niveles de servicio muy bajos, y que originan que los peatones invadan las calzadas.

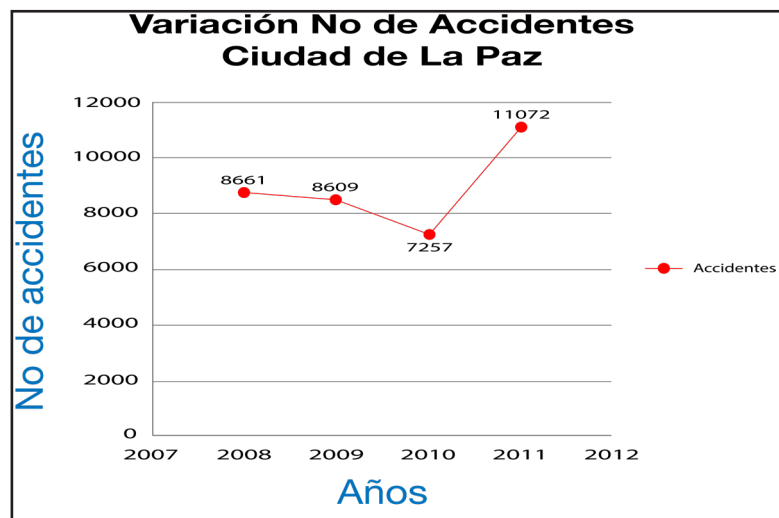
2.3.4 INSEGURIDAD VIAL COMO RESULTADO

El Ministerio de Salud y Deportes, la Policía Boliviana, la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud, realizaron un estudio de “Accidentes de Tránsito en Bolivia” en el quinquenio 1999-2003. El estudio indica que 55 accidentes se produjeron por día en Bolivia. En más de la mitad de los hechos denunciados y atendidos por la Policía, los accidentes ocurrieron en “cruce de calles” y “cruce de avenidas”, lo cual estaría indicando la naturaleza predominantemente urbana de este problema (OPS/OMS, 2004).

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible presenta los datos de accidentalidad en el municipio de La Paz para el periodo 2008 – 2011, el estudio indica que el 64% de los accidentes son colisiones, el 11,9% choques a objeto detenido y 11,7% de los accidentes con atropellos.

El 68,1% ocurre en la zona central de la ciudad mientras que el 29,6% ocurre en zonas periféricas o rurales. Un aspecto importante a resaltar es que aproximadamente el 70% de los accidentes ocurren en la zona central, comerciales o residenciales, lugares donde los peatones son los usuarios más vulnerables de la vía.

Gráfico 3 - Variación accidentes zona central La Paz. Período 2008-2011



FUENTE: PMUS (2012) EN BASE A DATOS DE LA POLICÍA NACIONAL

Se puede apreciar que si bien los años anteriores 2009, y 2010 aparentemente no existe un incremento sino más bien una reducción en el número de accidentes, el 2011 hubo un incremento importante de aproximadamente del 53%. Según estos datos, el nivel de accidentalidad se ha incrementado en los últimos años, aumentando la probabilidad de afectación a los usuarios más vulnerables: peatones, ciclistas y personas

con movilidad reducida. Por esta razón se hace necesario establecer criterios homogéneos para el diseño vial que incluyan medidas de seguridad para los usuarios de la vía.

2.4 CONSIDERACIONES PRELIMINARES DEL DIAGNÓSTICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE VÍAS

El presente acápite pretende establecer los parámetros en los cuales se deberán enfocar los planes y proyectos de las áreas en expansión, así como también procurar que las zonas habitadas tiendan a alcanzar estos 8 principios de la movilidad urbana sustentable y de la planificación orientada al transporte sostenible (TOD).

2.4.1 CAMINAR

Caminar es el modo de viaje más natural y accesible para cubrir distancias cortas, para que este modo sea más efectivo se deberá considerar que los caminos y las calles estén pobladas y los servicios deseados se encuentren convenientemente ubicados. Los factores clave para hacer más atractivo el caminar son: seguridad, actividad, comodidad, distancias cortas y las rutas más directas.

2.4.2 BICICLETA

Es una opción de transporte eficiente, que consume un espacio menor en la vía y requiere de pocos recursos. Combina la conveniencia de poder tener viajes puerta a puerta,

flexibilidad en la ruta y horario, sin embargo son los usuarios más vulnerables por lo cual requieren vías seguras y espacios de parqueo seguro.

2.4.3 CONECTAR

Rutas cortas y directas para los peatones y vías seguras para los ciclistas que requieren de una red altamente conectada con cuadras de dimensiones menores, con una opción de múltiples rutas a varios destinos. Considerando las intersecciones de las calles y los pasos peatonales más estrechos, velocidades de tráfico calmado y fomentar la actividad callejera y el comercio local. Un tejido urbano que priorice más a los peatones y ciclistas que a los automóviles.

2.4.4 TRANSPORTE PÚBLICO

El transporte público conecta e integra partes distantes de la ciudad para los peatones, la accesibilidad y la proximidad a los servicios de transporte público de alta capacidad definidos como Bus Rapid Transit (BRT), así como en sus diferentes formas para apoyar las necesidades de transporte urbano. Incluyendo los de baja y alta capacidad.

2.4.5 COMBINAR

Los usos de suelo y actividades balanceadas y mixtas, ayudan a contar con distancias cortas de viaje, la diversidad de usos en diferentes horas mantiene a las vías locales activas y seguras, alentando a optar por otras alternativas de transporte

como es la caminata o la bicicleta. Esto ayuda a mejorar la eficiencia en el sistema de transporte. Los dos objetivos a alcanzar en este principio son: la provisión de una equilibrada combinación de usos de suelo y una balanceada variedad de ingresos económicos en una zona.

2.4.6 DENSIFICAR

Para poder absorber el crecimiento urbano, las áreas urbanas deben ser densificadas (verticalmente) en lugar de ser expandidas (horizontalmente), para poder tener una oferta de transporte de alta calidad, frecuente y conectada, ayudando de esta manera a generar recursos económicos para ser invertidos en mejoras. El objetivo para poder alcanzar este principio hace énfasis en la densificación residencial y no residencial para mantener una alta calidad de transporte y servicios locales.

2.4.7 COMPACTAR

Este principio organizador para el desarrollo urbano denso es el desarrollo compacto. En una ciudad compacta o en un distrito compacto, varias actividades y usos se encuentran convenientemente cercanos minimizando el tiempo y la energía, con menores costos en infraestructura. Este concepto puede ser aplicado en escala barrial para la interacción de los viajes peatonales y la conectividad de los viajes de bicicleta. Los dos objetivos a alcanzar en este principio se enfocan en la proximidad a una actividad de desarrollo urbano y los tiempos de viaje menores para la mayoría de los viajes generados.

2.4.8 CAMBIAR

Cuando las ciudades son planificadas en los principios anteriormente citados, los viajes de transporte privado se tornan menores y las otras alternativas de viaje (a pie, de bicicleta y transporte público) crecen. El objetivo se centra en alcanzar todos los beneficios citados en los puntos anteriores.

DISEÑO DE CALZADAS

La importancia de la jerarquización vial y su respectiva clasificación por tipología de vía e intersección es definida con base a su capacidad, flujo vehicular y nivel de servicio además de considerar su diseño geométrico (número de carriles, dimensión, pendiente, entorno inmediato), velocidad de flujo libre y velocidad de operación. Cuyo objetivo es establecer un orden en las vías que permita, en los niveles estratégico, táctico y operacional, la toma de decisiones relativas a la planificación urbana.

Por lo citado en el párrafo anterior, el diseño geométrico de la vía debe contar con parámetros de clasificación, es decir, una autopista (considerada dentro de la jerarquización como una vía expresa) tiene por lo general entre tres a cuatro carriles por sentido destinados para vehículos, tráfico ininterrumpido, con una velocidad operacional alta, restringiendo el acceso peatonal y de bicicletas. Mientras que una vía jerarquizada

como de tercer orden puede tener dos carriles, con uno o dos sentidos, se permite el estacionamiento lateral de vehículos y generalmente de tráfico calmado, el flujo vehicular permite tráfico mixto entre transporte motorizado y no motorizado.

El contexto circundante es relevante para la definición de la tipología vial, zonas con uso de suelo mixto (residencial y comercial) precisan de vías que permitan atender dicha demanda, es decir tráfico calmado que pueda considerar modalidades mixtas, transporte privado, público y transporte no motorizado (peatones y bicicletas); zonas consideradas como industriales, precisan de una tipología vial que considere transporte de carga y velocidades de operación que permitan el estacionamiento momentáneo para carga y descarga de productos.

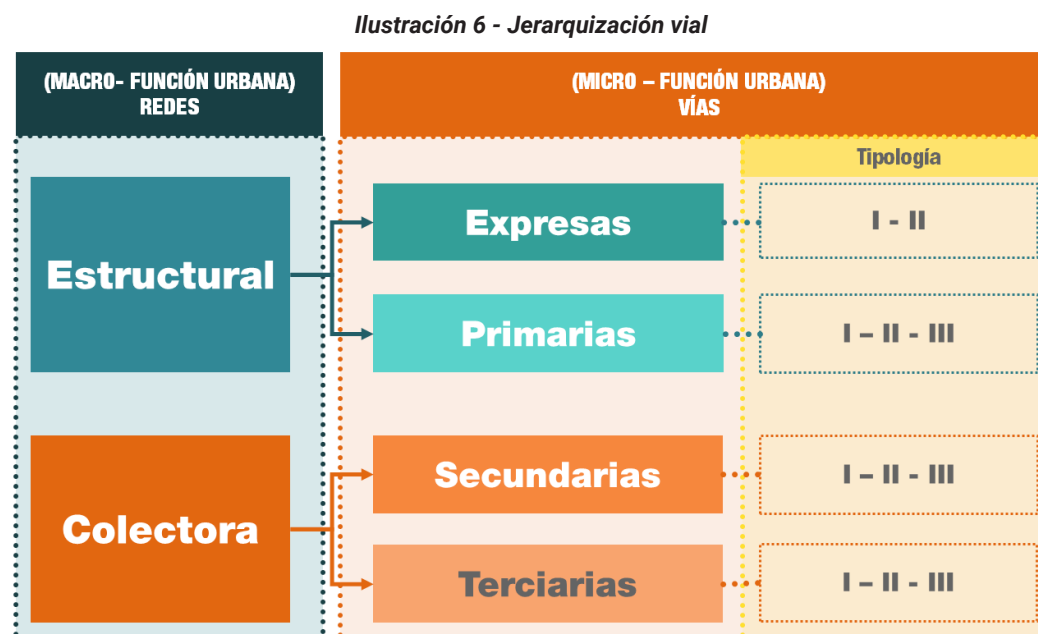
Las ciudades características son relevantes para priorizar ciertas vías y eventualmente excluir la operación de determinados tipos de vehículos o usuarios, como: transporte de carga en determinados horarios o ciclovías que son incompatibles con ciertas jerarquías viales. Estas observaciones son importantes para enfatizar que la clasificación funcional no exige que las vías tengan características físicas adecuadas a la atención de la función prioritaria, sino que simplemente se reconoce el uso efectivo del sistema vial por los usuarios en términos de la función predominante.

Por tanto, la jerarquización vial asumida en el presente documento ha sido definida en dos escalas:

a) La Jerarquización Macro-Funcional. Categoriza a las redes viales dividiéndolas en dos: Red Estructural y Red Colectora.

b) La Jerarquización Micro- Funcional. Categoriza a las vías por: Expresas y Semi- Expresas; Primarias; Secundarias y Terciarias (incluidas las vías peatonales).

A su vez, la jerarquización vial cuenta con una clasificación basada en una relación de tipologías recurrentes de las vías que se presentan en la ciudad de La Paz. (Ver Ilustración 6).



3.1 CLASIFICACIÓN MACRO - FUNCIONAL URBANA (REDES)

La red Estructural está conformada por las vías expresas, semi-expresas y primarias. Es la que conecta, en mayor escala, municipios y macrodistritos. Su importancia es relevante para contar con medidas de desempeño aceptables para la fluidez y la movilidad de personas y mercancías.

La red Colectora es aquella que atiende a los viajes locales, inter-barriales o dentro de distritos, la misma tiene la función de ser la conexión previa o la final de la red Estructural, su importancia radica en que en esta red la selección modal puede tener mayores opciones (viajes a pie, de bicicleta o transporte motorizado).

Ilustración 7 - RED MACRO-FUNCIONAL ESTRUCTURAL

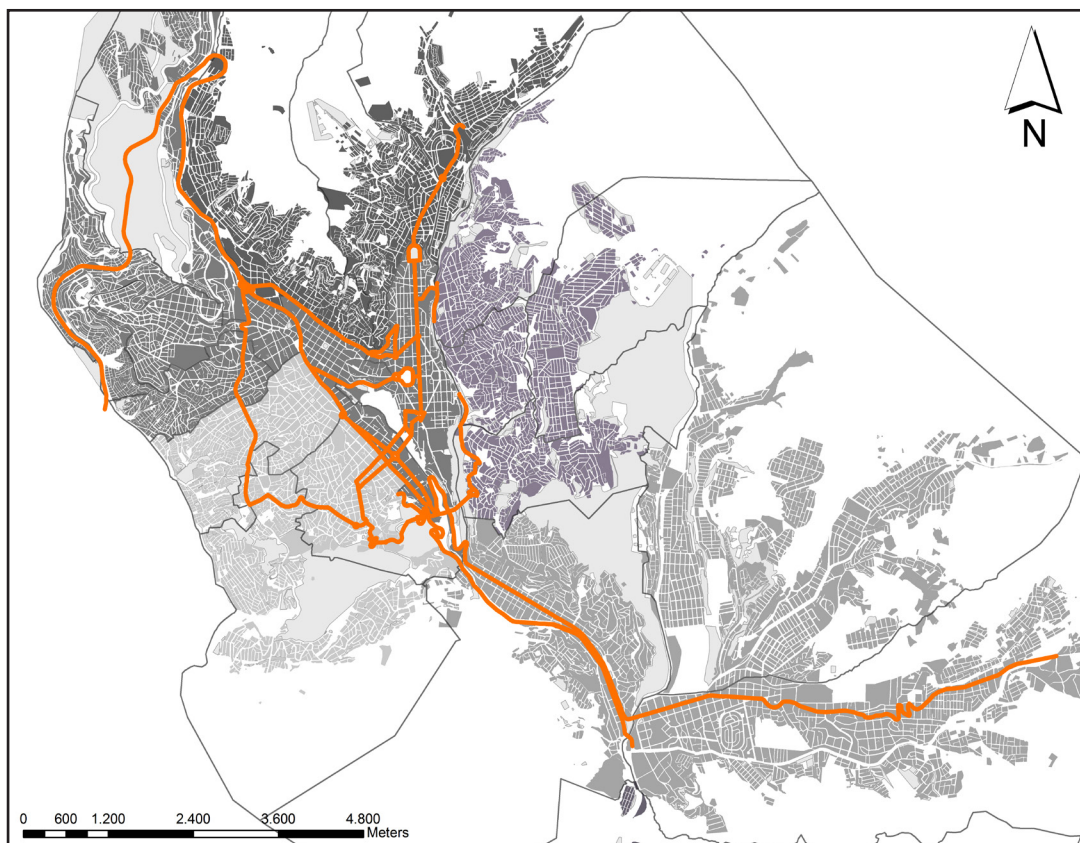
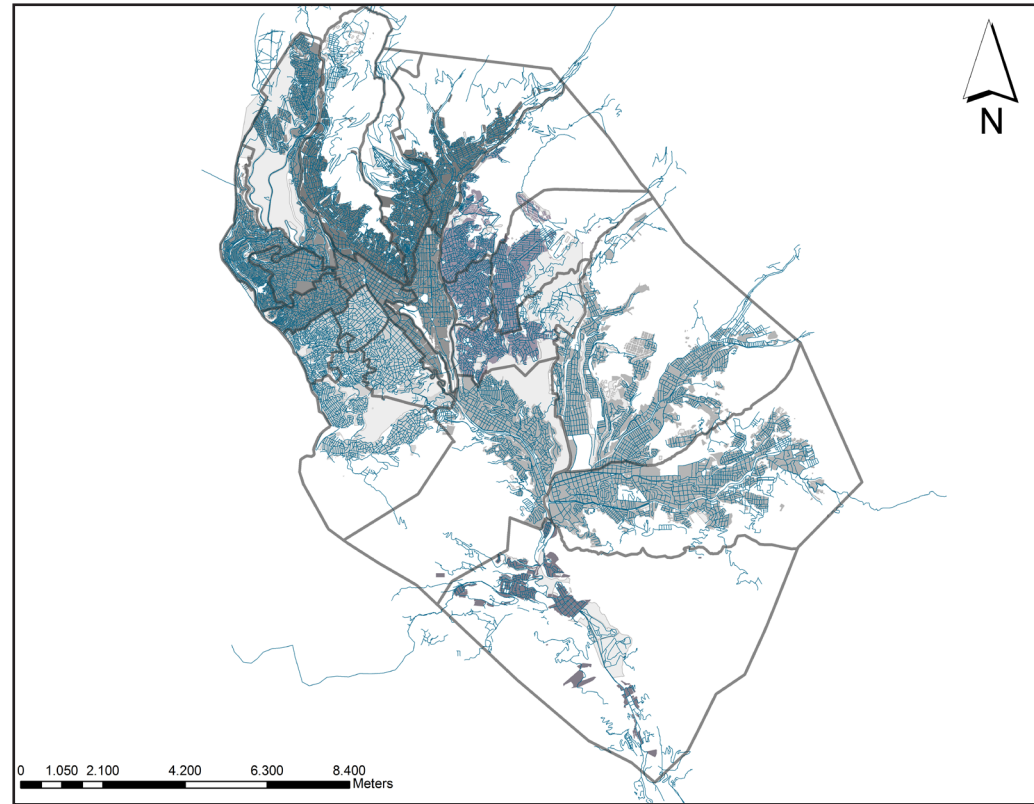


Ilustración 8 - Red micro funcional colectora



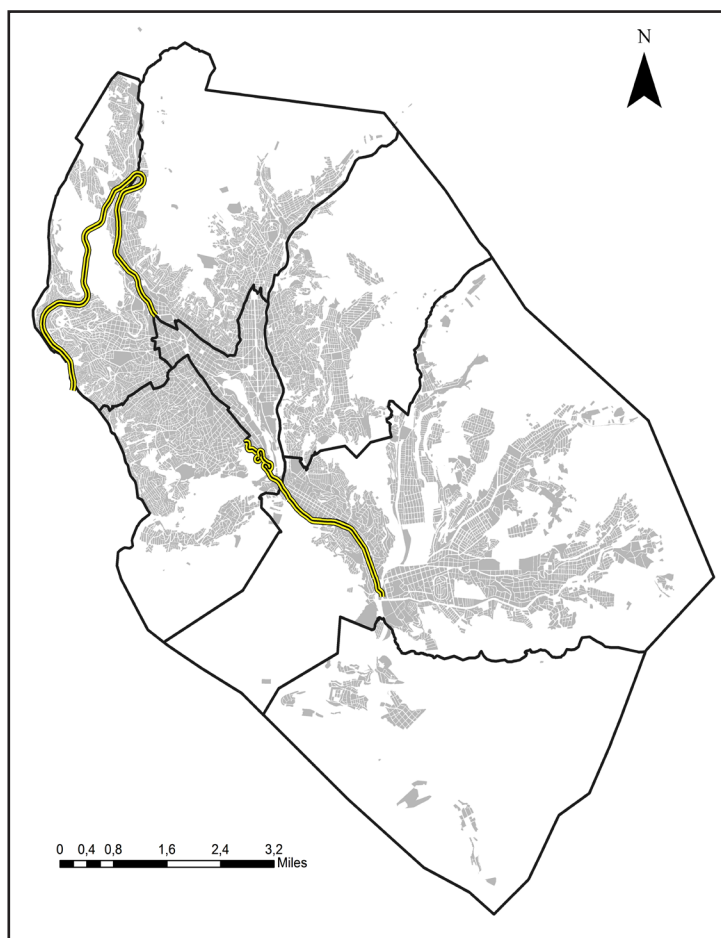
3.1 CLASIFICACIÓN MICRO - FUNCIONAL URBANA (VÍAS)

La clasificación por la Micro-Función Urbana de las Vías, detalla las especificaciones que deben ser consideradas para las tipologías viales.

3.2.1 JERARQUÍA VIAL EXPRESA

Son vías que establecen una relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano. Une zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos. Sirven para viajes entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y de servicios.

Ilustración 9 - Vías expresas



Cuenta con accesos vehiculares limitados, se caracteriza por la impresión de mayores velocidades y movimientos de larga distancia, el uso residencial es mínimo y en caso de identificarse, se debe considerar la apertura de vías auxiliares para el acceso a los predios, debe proveer carriles sólo para vehículos ligeros y si fuese necesario carriles exclusivos para vehículos pesados, no se permiten estacionamientos.

Para los movimientos peatonales, esta jerarquía debe proveer separación a desnivel con los vehículos para brindar mayor seguridad vial; en caso de existir gran demanda para el manejo de bicicleta se debe proveer de ciclovías totalmente segregadas de la calzada. En esta jerarquía se contemplan dos tipologías:

3.2.1.1 TIPOLOGÍA I

Son vías donde se considera áreas destinadas a aceras segregadas por áreas verdes para otorgar seguridad al peatón. No se establece puntos de parada en el carril externo.

El acceso a otras vías alternas no debe interrumpir la fluidez vehicular, por lo tanto se debe establecer la apertura de vías alternas para su articulación, considerando que los carriles de cambio de velocidad deben localizarse en tramos donde la vía es razonablemente recta, nunca deben ubicarse en los alineamientos curvos. Para la apertura de este tipo de vías debe considerarse la velocidad, ancho de calzada y pendiente. Se debe señalizar los accesos vehiculares para aminorar cualquier tipo de afectación al flujo vehicular.

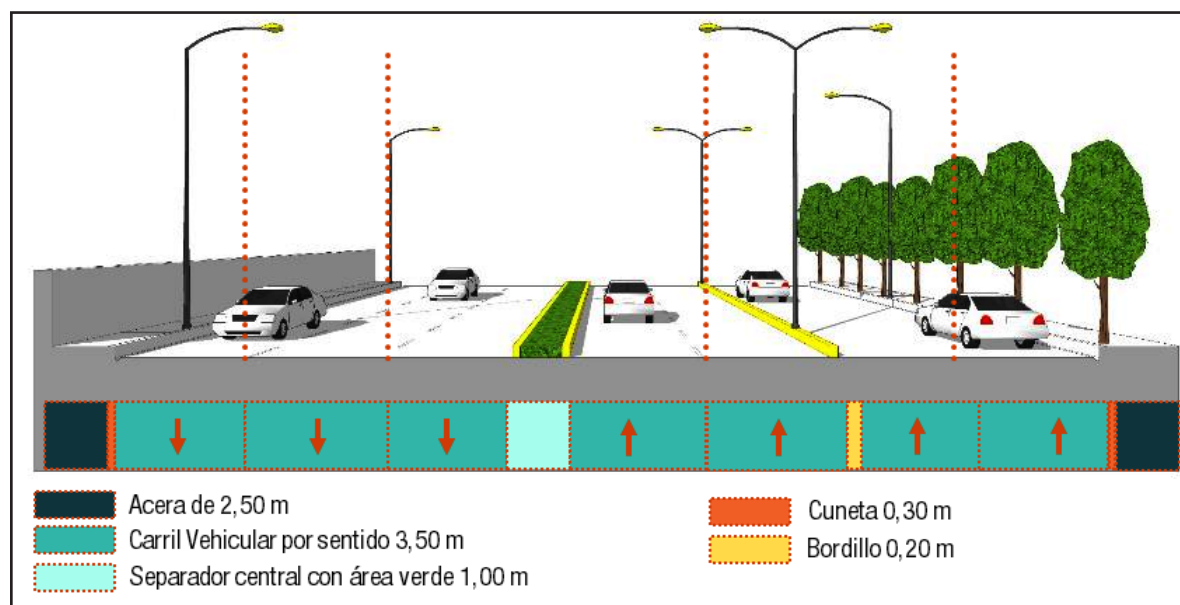
Tabla 21 - Jerarquía vial expresa – tipología i

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	3 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	20,80 m (carriles de 3,30 m y separador central)
		25,00 m (carriles de 4,00 m y separador central)
	Dimensión por carril de vía	3,30 m a 4,00 m
	Capacidad vehicular	Carriles para transporte público y privados liviano
	Tipología de vehículo	Transporte ligero y pesado
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto (se debe verificar si carece de acera)
	Servicio de transporte	Público y privado, con uso exclusivo de carriles para buses en caso de ser necesario
Acera	Acera (A)	Mínimo 2,50 m
	a) Separador central con área verde	Mínimo 1,00 m
	b) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	c) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	d) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	e) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	f) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Son vías donde se pueden considerar áreas destinadas a aceras segregadas por áreas verdes que otorguen seguridad al peatón. No es viable establecer puntos de parada en el carril externo. Generalmente estas vías operan en Niveles de Servicio A, B, C y su capacidad por carril es de 1 600 vehículos hora por carril

Ilustración 10 - Vía expresa tipología I (av. costanera macrodistrito v - sur)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

3.2.1.2 TIPOLOGÍA II

A esta tipología corresponde el tramo de la Autopista La Paz – El Alto, cuya administración está a cargo de la Administradora Boliviana de Carreteras, por ser un tramo de la red vial fundamental de Bolivia. No obstante, la misma se localiza dentro del área urbana del municipio de La Paz y tanto las vías colindantes como el uso de suelo del sector deben tener un tratamiento especial por el impacto que esta vía genera en el entorno.

Debido a la fluidez vehicular que supone esta tipología de vía y para garantizar la seguridad vial de los peatones, es necesaria la instalación de pasos a desnivel (segregadores peatonales a diferente nivel de los vehículos tales como pasarelas).

TABLA 21 - JERARQUÍA VIAL EXPRESA – TIPOLOGÍA I

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	3 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	20,80 m (carriles de 3,30 m y separador central de 1,00 m mínimo)
		24,00 m (carriles de 4,00 m)
	Dimensión por carril de vía	3,30 m a 4,00 m
	Capacidad vehicular	Carriles para transporte público privados y transporte masivo
	Tipología de vehículo	Transporte ligero y pesado
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto (se debe verificar si carece de acera)
	Servicio de transporte	Público y privados, con uso exclusivo de carriles para buses en caso de ser necesario

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

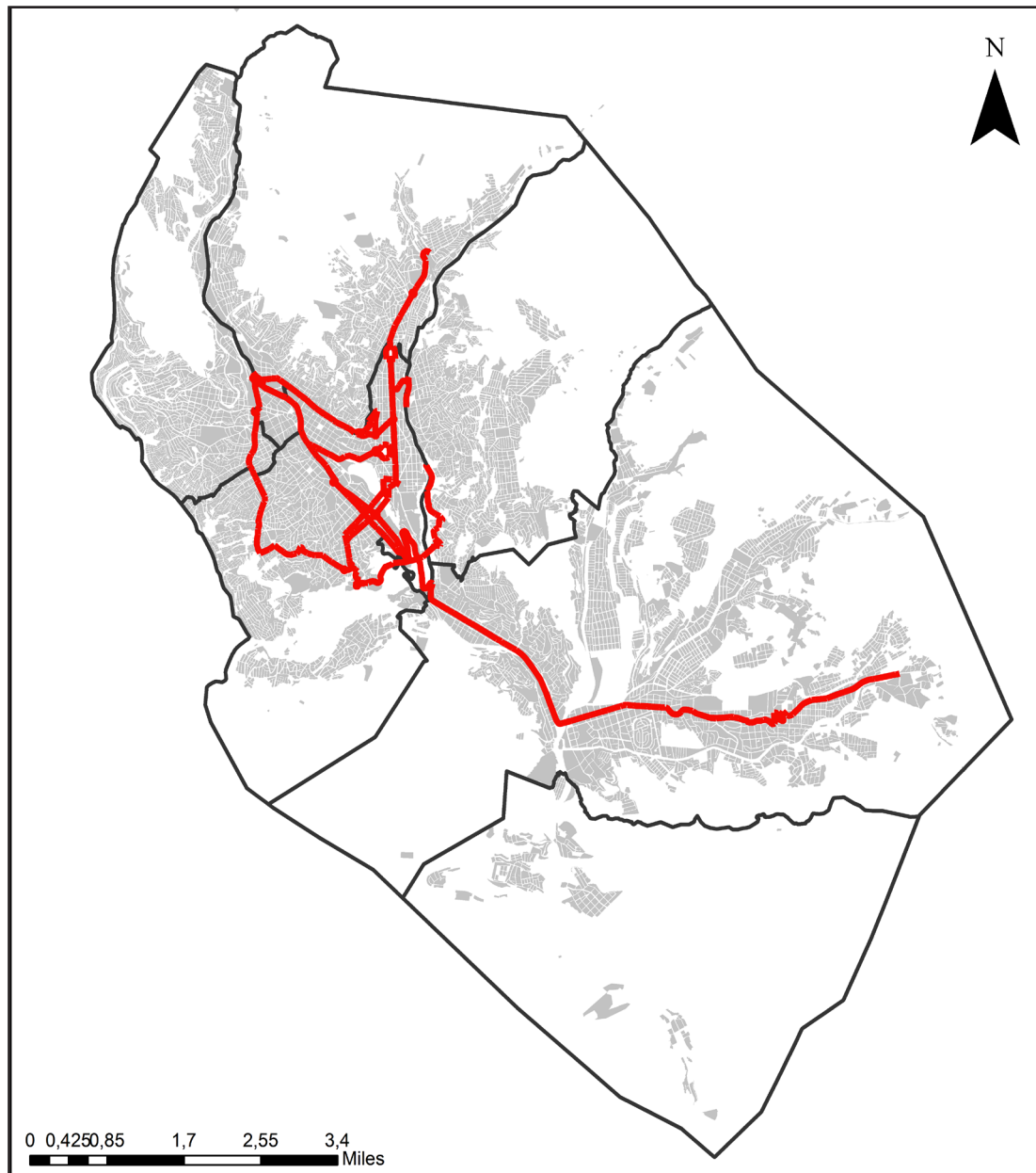
3.2.2 JERARQUÍA VIAL PRIMARIA

Existe menor grado de acceso vehicular y peatonal (comparado con las jerarquías viales secundaria y terciaria) y aumenta el grado de movilidad vehicular, principalmente por imprimirse mayores velocidades y por existir mayor libertad de maniobra. Esta jerarquía debe disponer de carriles de aceleración y desaceleración por la presencia de algunos accesos vehiculares; el número de carriles debe ser igual o mayor a 2 por sentido; las interrupciones de flujo deben ser mínimas (sincronización de semáforos); debe disponer de carriles exclusivos para paradas temporales en el exterior de las vías; para vehículos de

carga y descarga debe ser temporal (en horarios establecidos); el acceso vehicular a predios debe ser limitado; en caso de existir elevados volúmenes peatonales puede optarse por cruces a desnivel o intersecciones semaforizadas.

En caso de existir gran demanda para manejo de bicicleta se debe proveer de ciclovías totalmente segregadas de la calzada. Para esta jerarquía vial debe preverse el tránsito de volúmenes de transporte público. Se conectan a las vías expresas permitiendo una buena distribución del tráfico a las vías secundarias y terciarias.

Ilustración 11 - VÍAS PRIMARIAS



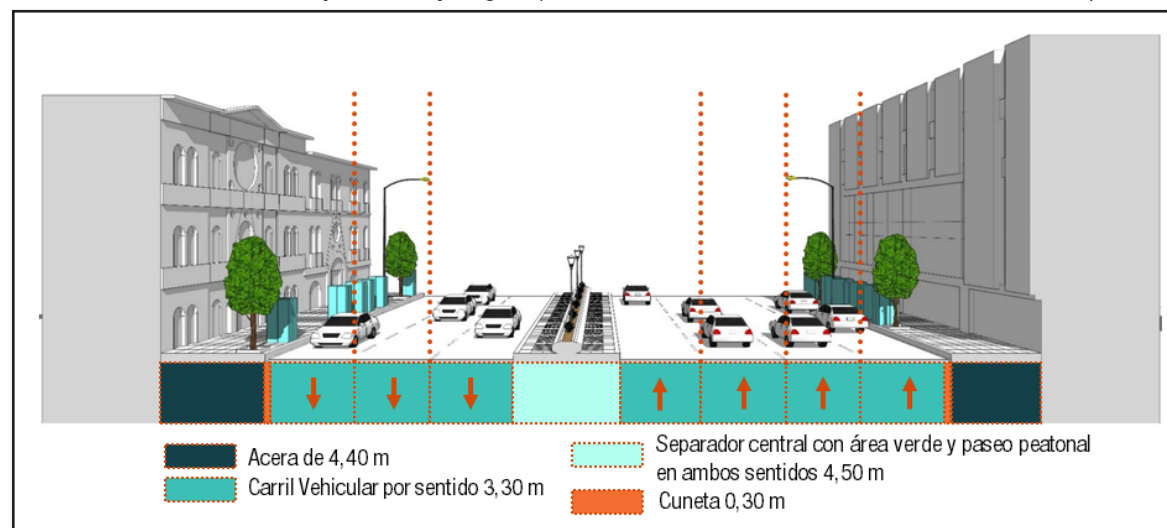
3.2.2.1 TIPOLOGÍA I

Tabla 23 - Jerarquía vial primaria - Tipología I

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	3 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	20,80 m (carriles de 3,30 m y separador central)
	Dimensión por carril de vía	3,30 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Público y privado
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Separador central con área verde	Mínimo 1,00 m
	b) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	c) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	d) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	e) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	f) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Ilustración 12 - Vía primaria Tipología I (Av. Mariscal Santa Cruz – Macrodistrito VII - Centro)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

3.2.2.2 TIPOLOGÍA II

Tabla 24 - Jerarquía vial primaria - Tipología II

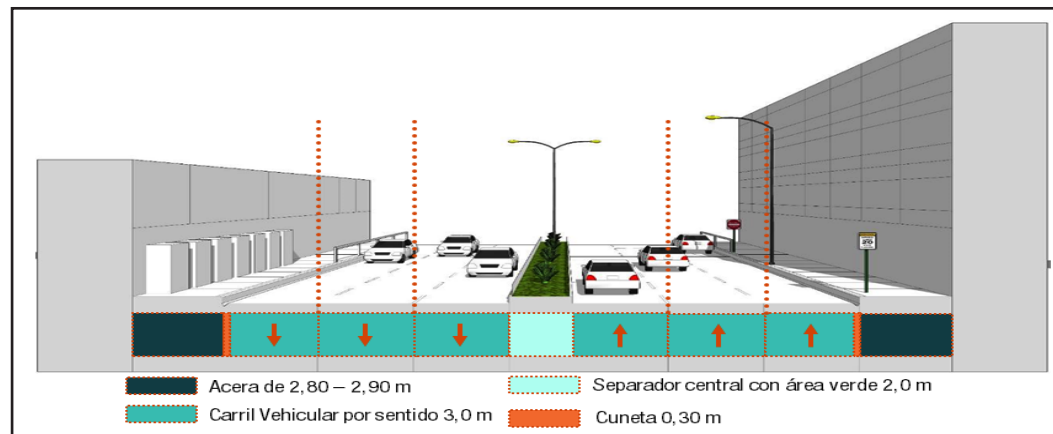
LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	2 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	14,20 m (considerando carriles de ambos sentidos y separador central)
	Dimensión por carril de vía	3,30 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero y pesado
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
	Servicio de transporte	Debe preverse el tránsito de volúmenes más elevados de transporte público, y transporte de carga para alimentar centros de atracción
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Separador central con área verde	Mínimo 1,00 m
	b) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	c) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	d) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	e) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	f) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Ilustración 13 - Vía primaria Tipología II (Av. Ramiro Castillo Macrodistrito III-Periférica)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

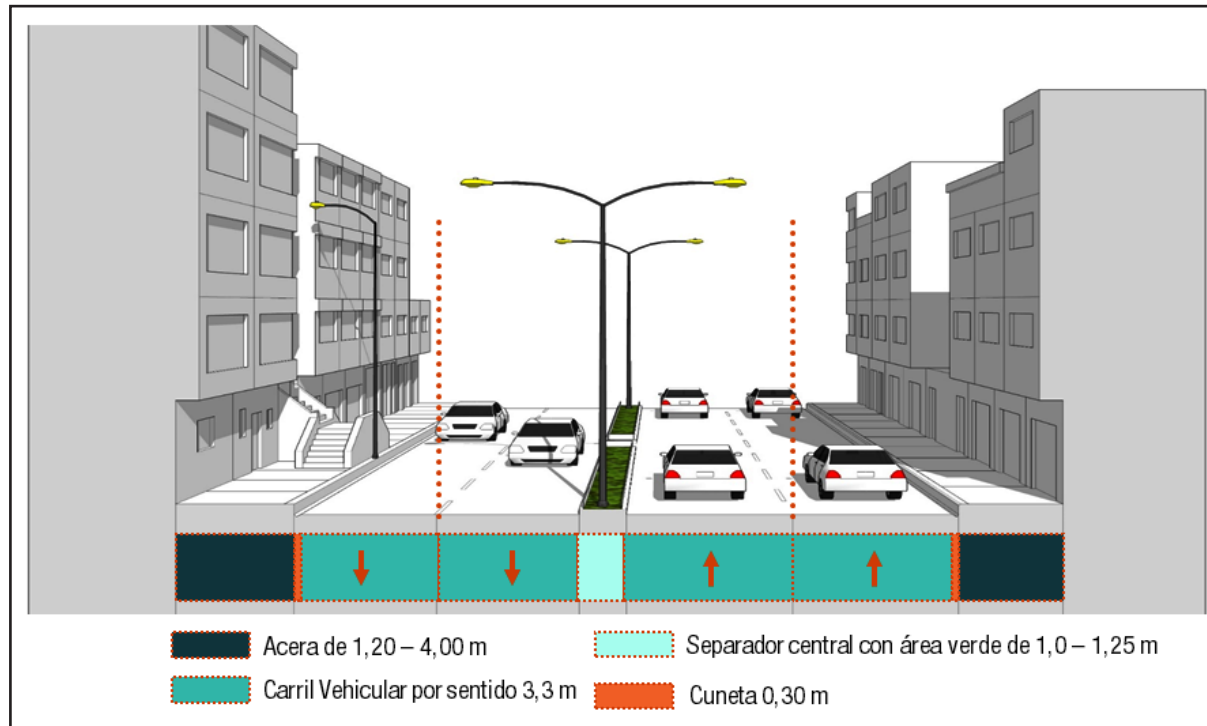
3.2.2.3 TIPOLOGÍA III

Tabla 25 - Jerarquía vial primaria - Tipología III

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	2 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	14,20 m (considerando carriles de ambos sentidos y separador central)
	Dimensión por carril de vía	3,30 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Público y privados
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Separador central con área verde	Mínimo 1,00 m
	b) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	c) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	d) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	e) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	f) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

ilustración 14 - Vía primaria Tipología III (av. buenos aires macrodistrito i –cotahuma)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

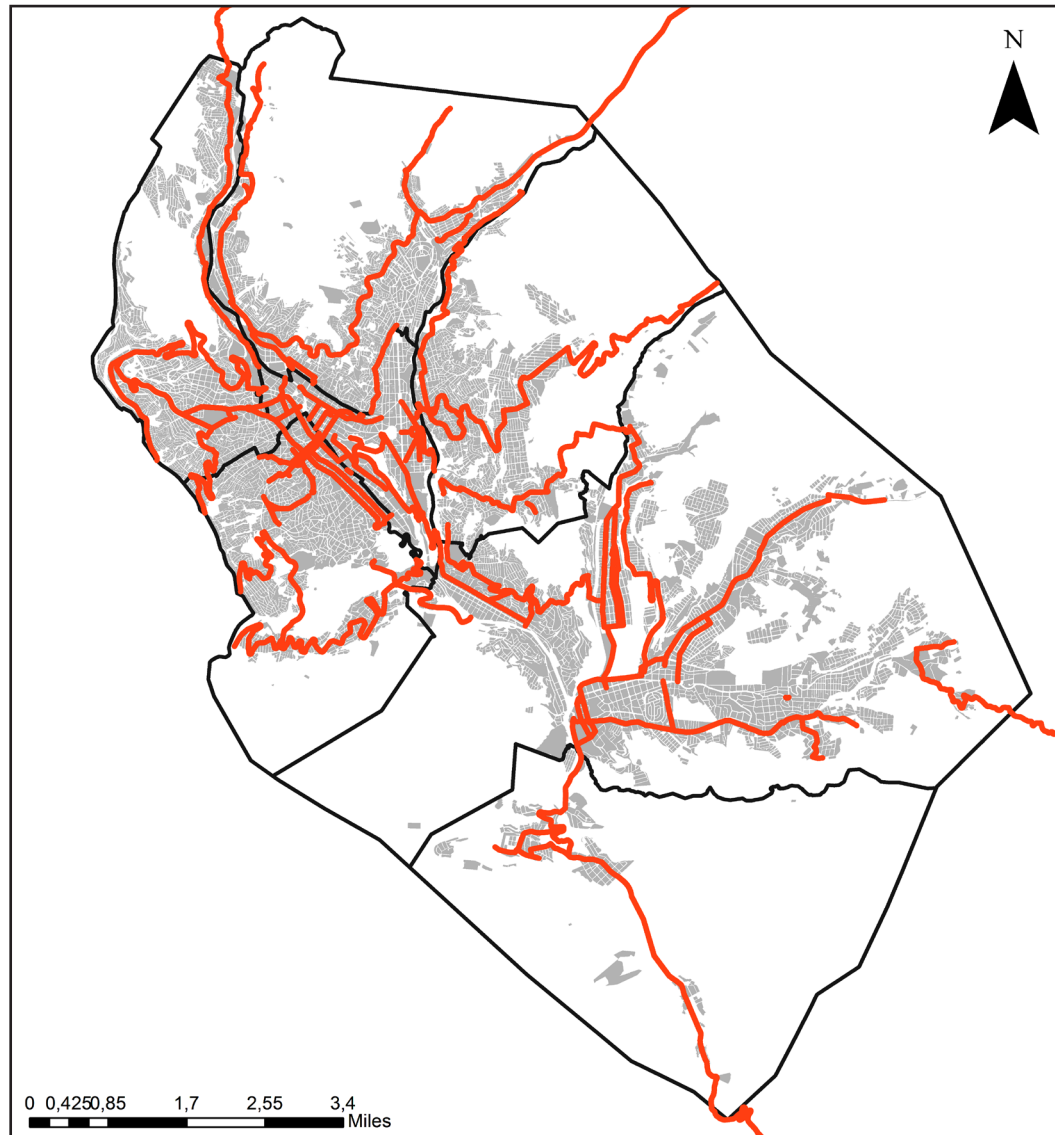
3.2.3 JERARQUÍA VIAL SECUNDARIA

El grado de acceso vehicular deja de ser limitado y el grado de movimiento vehicular se incrementa permitiendo una velocidad de operación continua; corresponden a vías articuladoras pueden ser contempladas como vías de desahogo del flujo vehicular primario; por sus características de movimiento y accesibilidad es factible implementar más de un carril por sentido. El estacionamiento vehicular será permitido dependiendo de

las condiciones del flujo vehicular, para actividades de carga y descarga debe ser establecido sólo para accesos a servicios en horarios establecidos; en vista de que cualquier alteración al flujo vehicular puede afectar su circulación. El acceso a propiedad individual es limitado, dando prioridad solo en caso de no disponer de otro acceso; el peatón tiene considerable libertad, con facilidades en sitios con elevado volumen peatonal. El manejo de bicicleta puede ser compartido con el transporte automotor.

Los volúmenes vehiculares son en mediana cantidad, conectan a los principales distritos de la ciudad, barrios de residencia, y centros de producción y atracción de viajes. Son vías articuladoras entre vías de jerarquía primaria y terciarias.

Ilustración 15 - Vías secundarias



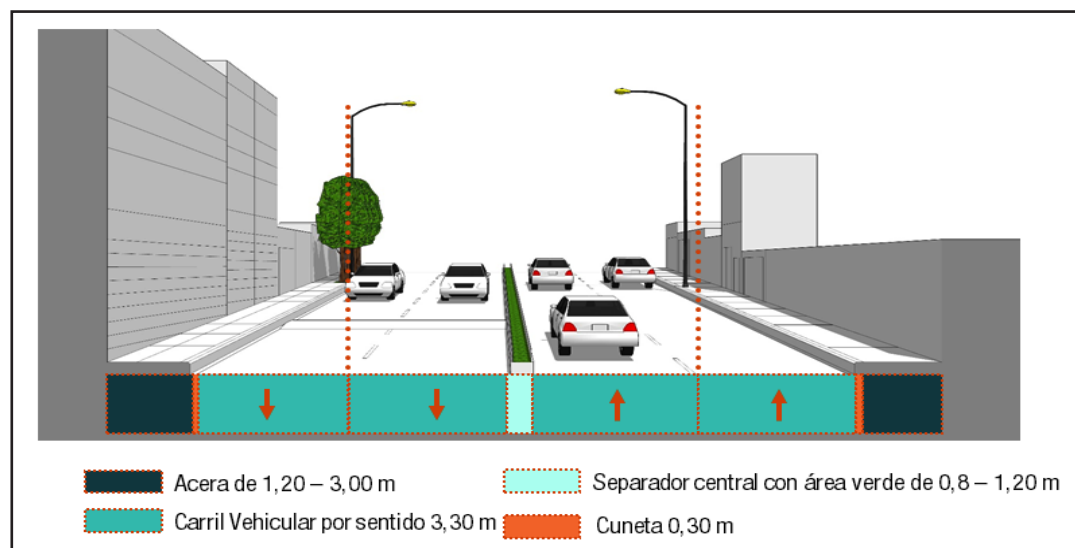
3.2.3.1 TIPOLOGÍA I

Tabla 26 - Jerarquía vial secundaria - Tipología I

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	2 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	12,80 m (considerando carriles de ambos sentidos y separador central)
	Dimensión por carril de vía	3,00 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero y pesado
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Público y privados
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Separador central con área verde	Mínimo 0,80 m
	b) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	c) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	d) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	e) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	f) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Ilustración 16 - Vía secundaria Tipología I (Av. Florida Macrodistrito VI- Mallasa)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

3.2.3.2 TIPOLOGÍA II

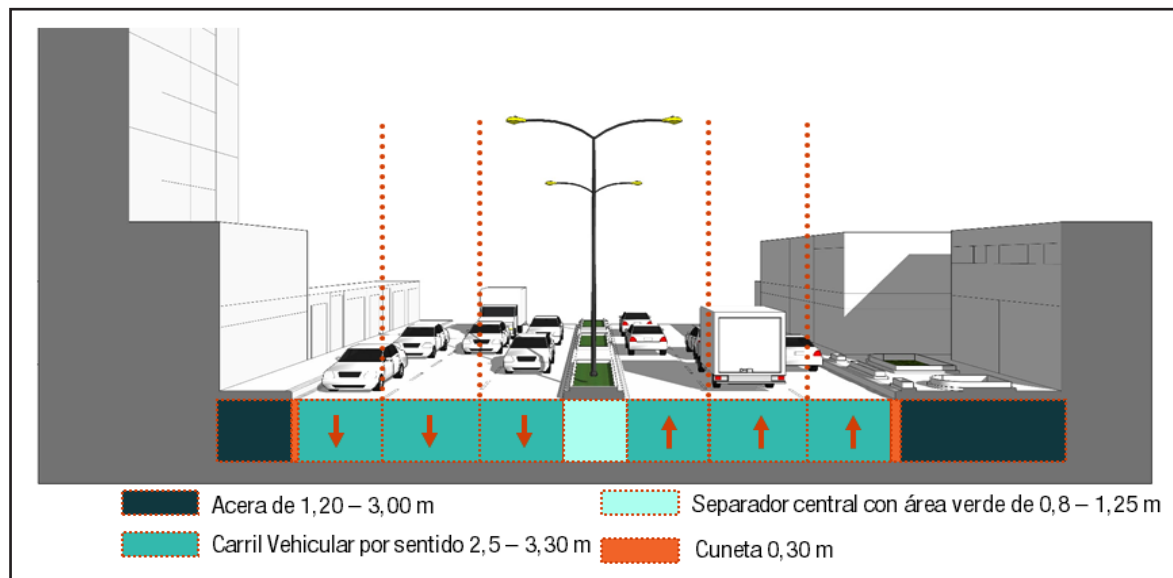
Tabla 24 - Jerarquía vial primaria - Tipología ii

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	2 por sentido
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	12,00 m (considerando carriles de ambos sentidos)
	Dimensión por carril de vía	3,00 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Público y privado

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	b) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	c) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	d) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	e) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	f) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Ilustración 17 - Vía secundaria Tipología II (Calle 21 Washington Macrodistrito V-Sur)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

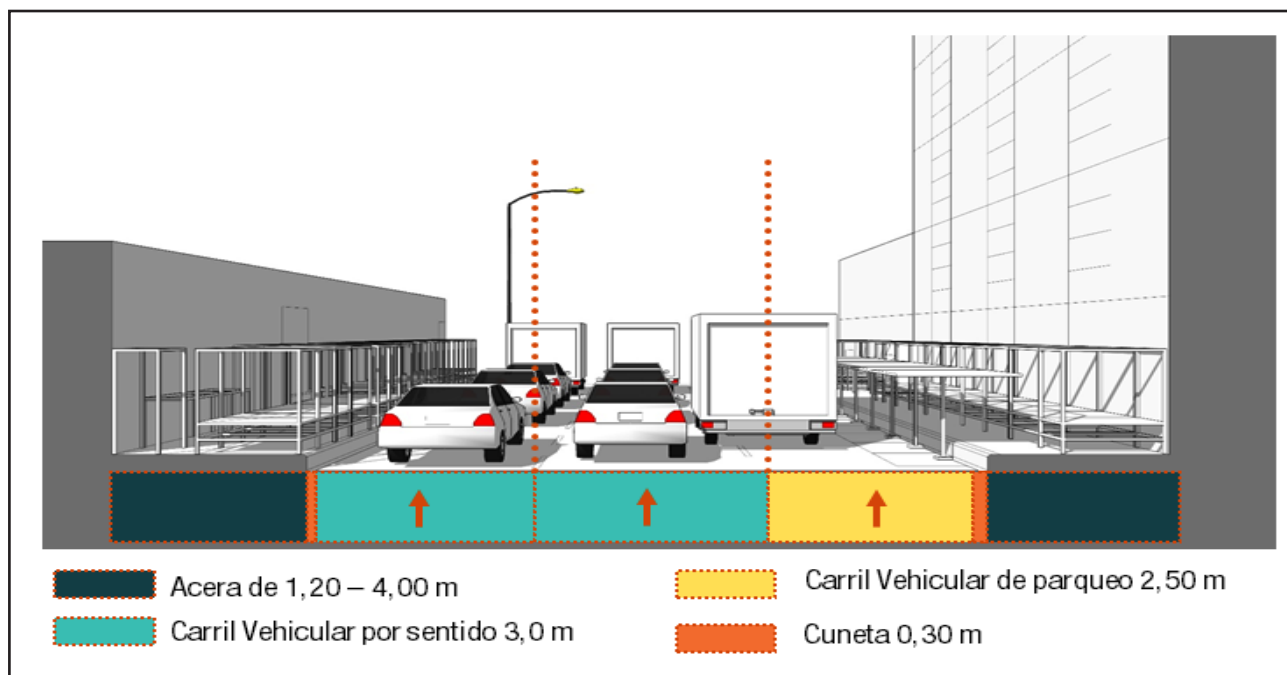
3.2.3.3 TIPOLOGÍA III

tabla 28 - Jerarquía vial secundaria - Tipología III

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	2
	Sentido	Unidireccional
	Dimensión de calzada	Mínimo 5,40 m
	Dimensión por carril de vía	Mínimo 2,70 m x carril
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Público y privado
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 1,40 m
	b) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	c) Banda para Instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	d) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	e) Banda para Podo Táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Ilustración 18 - Vía secundaria Tipología III (Av. Max Paredes Macrodistrito II - Max Paredes)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

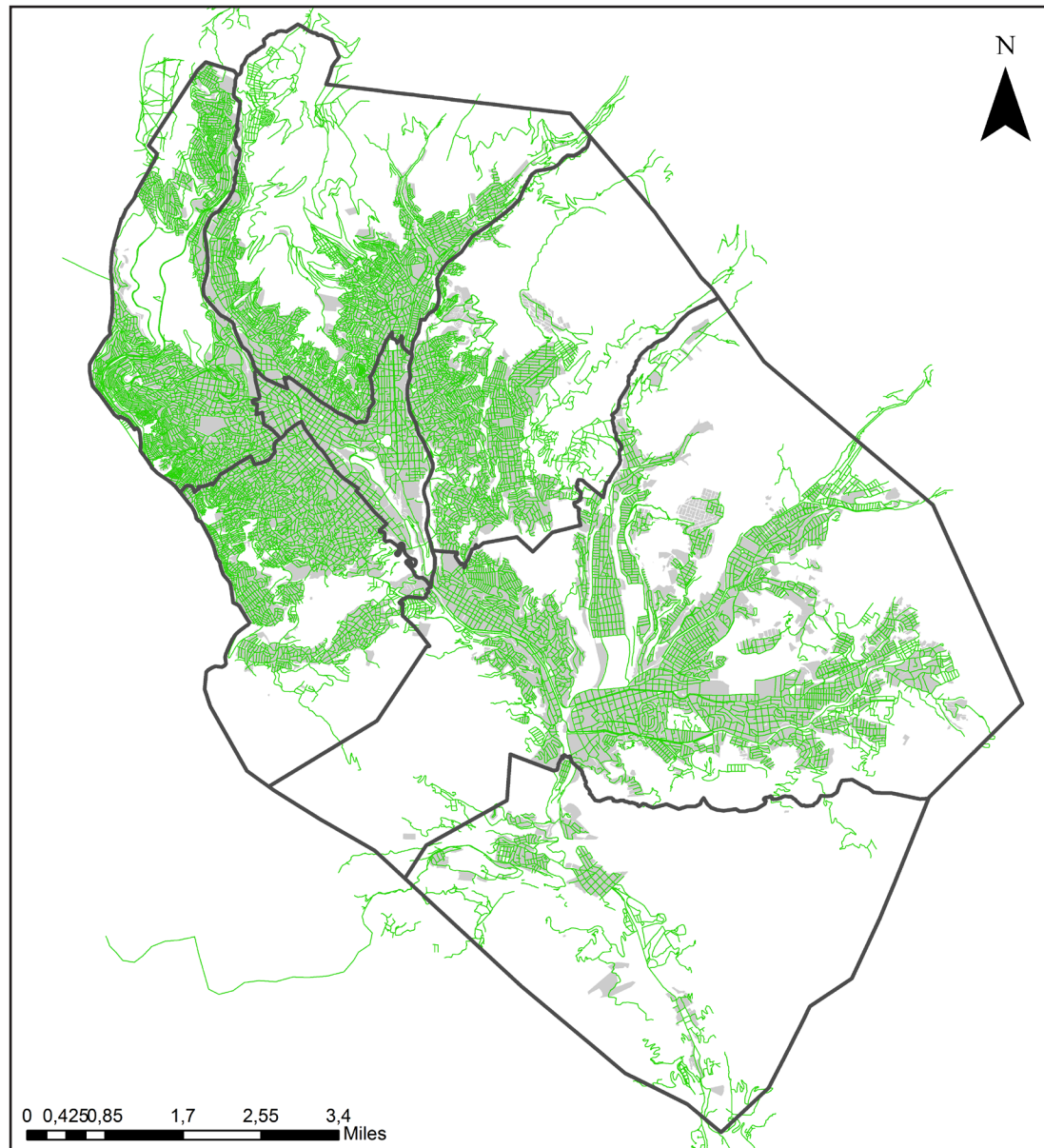
3.2.4 JERARQUÍA VIAL TERCIARIA

Las jerarquías viales terciarias se conectan entre ellas y con las jerarquías viales secundarias y/o primarias. Por ellas transitan vehículos livianos y ocasionalmente pesados.

Cuentan con un grado menor de movilidad, en comparación con las otras jerarquías viales. Sin embargo, la accesibilidad vehicular y peatonal es mayor, permitiendo el acceso de inicio o terminación de viajes para el transporte público.

Estas vías precisan de puntos de parada para el transporte público, estacionamientos y accesos vehiculares para carga y descarga temporal. Es factible la implementación de un carril por sentido, e inclusive de un solo carril en un solo sentido. El manejo de bicicleta puede ser compartido con el transporte automotor.

Ilustración 19 - Vías terciarias



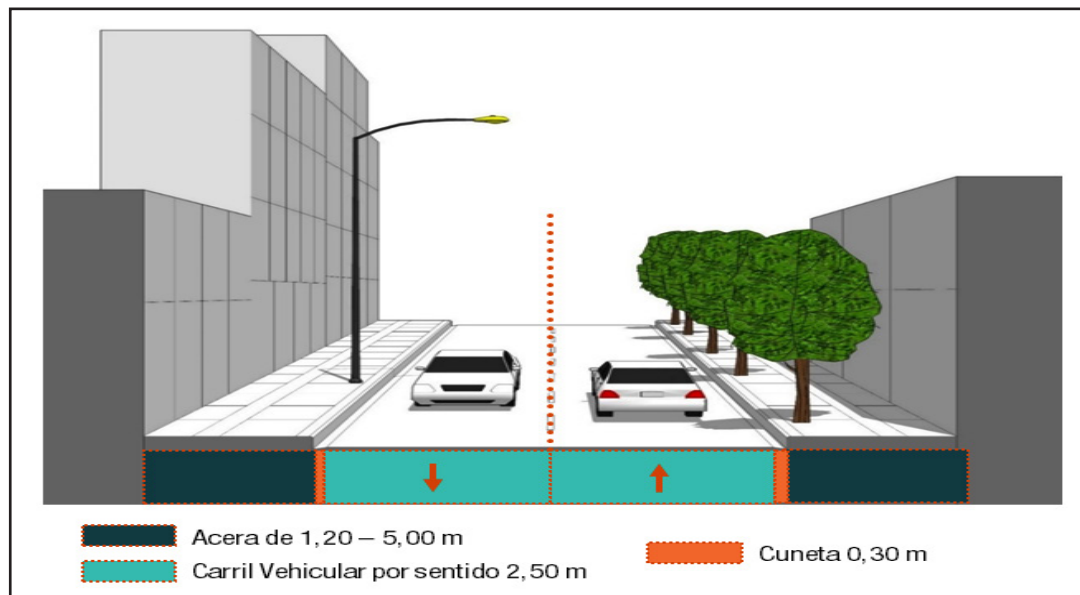
3.2.4.1 TIPOLOGÍA I

Tabla 29 - Jerarquía vial terciaria - Tipología I

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	2
	Sentido	Bidireccional
	Dimensión de calzada	Mínimo 5,40 m
	Dimensión por carril de vía	Mínimo 2,70 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero (y ocasionalmente pesado)
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Puntos de terminación de viaje para transporte público; Puntos de parada y parqueo
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 0,80 m
	b) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	c) Banda para instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	d) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	e) Banda para podo táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

Ilustración 20 - Vía terciaria Tipología I (Calle Otero de la Vega Macrodistrito I - Cotahuma)



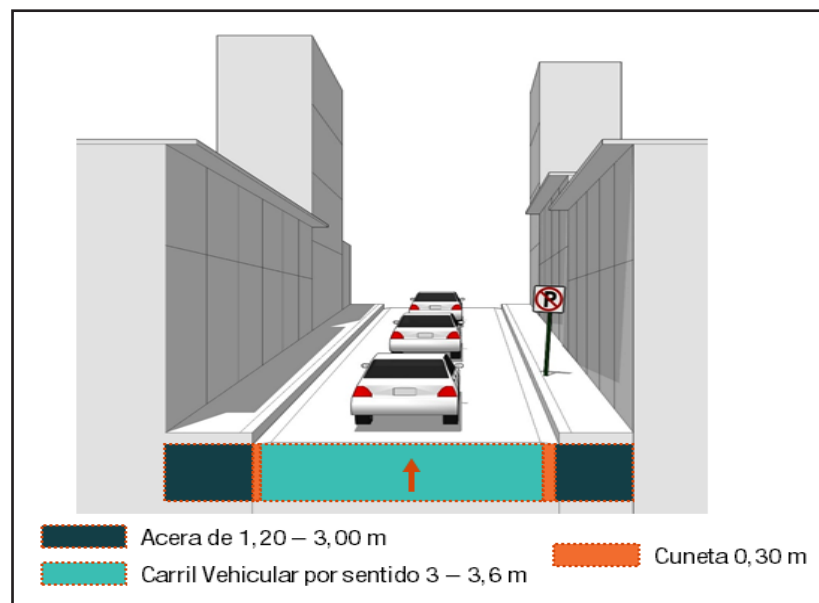
3.2.4.2 TIPOLOGÍA II

Tabla 30 - Jerarquía vial terciaria - Tipología II

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Número de carriles	1
	Sentido	Unidireccional
	Dimensión de calzada	De 3,00 m a 3,60 m
	Dimensión por carril de vía	De 3,00 m a 3,60 m
	Capacidad vehicular	No sujeta a reducción de ancho vial, con posibilidad de ampliación
	Tipología de vehículo	Transporte ligero
	Cunetas laterales	0,30 m de ancho x 0,15 m de alto
	Servicio de transporte	Privado

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Acera	Acera (A)	Mínimo 1,40 m
	a) Banda de Circulación (BC)	Mínimo 0,80 m
	b) Banda de Equipamiento (BE)	Mínimo 0,40 m
	c) Banda para instalaciones (BI)	Mínimo 0,40 m
	d) Bordillo	Ancho de 0,20 m
	e) Banda para podo táctiles (BPT)	Ancho de 0,40 m

Ilustración 21 - Vía terciaria Tipología II (Calle Yanacocha Macrodistrito VII - Centro)



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

3.2.4.3 TIPOLOGÍA III

Tabla 29 - Jerarquía vial terciaria - Tipología I

LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Calzada	Dimensión de calzada	De 1,50 m a 15,00 m
	Flujo Peatonal	> 3000 Personas/día
	Pendientes	Vías: 0% - 12%
		Rampas: 6% (distancias mayores a 15 m) 8% (distancias menores a 10 m y mayores a 3 m) 10% (distancias menores a 3 m y mayores a 1,5 m) 12% (distancias menores a 1,5 m)
		Graderías: 12% - 45%
	Flujo Vehicular	Puede existir cuando el volumen vehicular es mínimo. Se opta por el tráfico calmado, con una velocidad máxima de 20 Km/h.
	Flujo de Ciclistas	
Acera	Opcional	Depende si la vía peatonal es permanente o de tiempo parcial

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE ACUERDO A CRITERIOS ESTABLECIDOS EN PMUS-GAMLP

No está permitida la planificación o apertura de nuevas vías con un ancho menor a 4 metros.

La Tabla 32 muestra las jerarquías viales y sus atributos en relación a una serie de variables referidas a atribuciones y restricciones.

Tabla 32 - Atributos y restricciones

ATRIBUTOS Y/O RESTRICCIONES	JERARQUÍAS VIALES				
	VÍAS Terciarias		VÍAS SECUNDARIAS	VÍAS PRIMARIAS	VÍAS EXPRESAS
	VÍAS PEATONALES	VÍAS VEHICULARES			
Movimientos peatonales	Completa libertad, prioridad sobre ciclistas y vehículos automotores en espacio compartido.	Considerable libertad, con facilidades para paso de peatones.	Considerable libertad, con facilidades para paso de peatones en zonas con elevados volúmenes peatonales.	Considerable libertad, con facilidades para paso de peatones en zonas con elevados volúmenes peatonales.	Limitado, con provisión de separación a desnivel entre vehículos y peatones.
Ciclistas	Aceptable, salvo restricciones zonas con elevados volúmenes peatonales.	Compartido con carriles vehiculares.	Compartido con carriles vehiculares.	Caso de existir una demanda significativa, debe considerarse ciclovías segregadas	Caso de existir una demanda significativa, debe considerarse ciclovías segregadas
Transporte	Ninguno, apenas para vehículos de servicios y emergencia. Acceso a personas con movilidad reducida.	Permitido.	Restringido, dependiendo de las condiciones del flujo vehicular.	Restringido, con base al tipo de rutas de transporte público (masivo o colectivo).	Ninguno.
Estacionamiento vehicular	Ninguno, apenas para vehículos de servicios y emergencia. Acceso a personas con movilidad reducida.	Permitido.	Restringido, dependiendo de las condiciones del flujo vehicular.	Restringido, con base al tipo de rutas de transporte público (masivo o colectivo).	Ninguno.
Actividad de vehículos de carga	Servicios esenciales solamente, en horarios establecidos.	Solamente para acceso a servicios, carga y descarga temporal.	Solamente para acceso a servicios, carga y descarga temporal en horarios establecidos por normativa.	Solamente para acceso a servicios, carga y descarga temporal en horarios establecidos por normativa.	Adecuado para paso o acceso de vehículos, solamente en horarios establecidos.

Tabla 32 - Atributos y restricciones

ATRIBUTOS Y/O RESTRICCIONES	JERARQUÍAS VIALES				
	VÍAS TERCIARIAS		VÍAS SECUNDARIAS	VÍAS PRIMARIAS	VÍAS EXPRESAS
	VÍAS PEATONALES	VÍAS VEHICULARES			
Acceso de vehículos particulares	Ninguno, excepto para vehículos de servicios y emergencia. Acceso a personas con movilidad reducida	Permitido para los predios ubicados conexos a la vía.	Limitado a sitios en donde existen predios de residencia que no dispongan de otro acceso.	Limitado a sitios en donde existen predios de residencia que no dispongan de otro acceso.	Limitado, debe proveerse vías auxiliares para acceso a predios de residencia.
Movimiento vehicular local	Limitado	Principal modo	Limitado en intersecciones específicas.	Limitado en intersecciones específicas.	Mínimo, debe proveerse limitadas intersecciones para acceso.
Pendientes Admitidas	Pendiente máxima mayor a 45%.	Pendiente máxima mayor a 20%.	Pendiente máxima 20%.	Pendiente máxima 15%.	Pendiente máxima 10%.
Movimiento vehicular de paso	Restringido o limitado con dispositivos de control de velocidad vehicular.	Ninguno.	Predominante para movimientos de paso entre grandes áreas urbanas.	Predominante para movimientos de paso entre grandes áreas urbanas.	Predominante para movimientos de larga distancia.
Velocidad máxima de operación vehicular	20 km/h, con dispositivos de control de velocidad vehicular. La restricción vehicular específica es fijada por la AMTT.	30 km/h, con medidas de reducción de velocidad. La restricción vehicular específica es fijada por la AMTT.	40 Km/h. Sensible a cualquier incidente que provoque cambios	50 Km/h controlados por dispositivos de velocidad vehicular.	60 Km/h controlados por dispositivos de velocidad vehicular.

3.3 DEMARCACIONES HORIZONTALES

En esta parte se aborda la señalización horizontal sobre la superficie de rodadura de la vía, como son líneas, símbolos, letras u otras indicaciones. Para tal motivo se procederá con la descripción de la función, propósito y características. La ventaja de que las demarcaciones se ubiquen en la calzada, es que transmiten el mensaje al conductor, sin la necesidad de distraer su atención de la pista por la que circula. Sin embargo, la desventaja es que su visibilidad se ve afectada por nieve, lluvia, polvo, alto tráfico.

Todas las vías urbanas deberían contar con las demarcaciones requeridas según lo especificado en este capítulo, considerando una velocidad máxima de 60 Km/h o una calzada que tenga tres o más carriles que registren un volumen diario de más de 2000 vehículos. La función de estas demarcaciones viales al igual que las señales verticales, es informar a los usuarios las normas que rigen la circulación por la vía, constituyéndose en un elemento indispensable para la seguridad vial y la gestión del tránsito.

Las demarcaciones horizontales pueden clasificarse según su forma en:

a) Líneas longitudinales: empleadas para delimitar los carriles y calzadas; para indicar las zonas permitidas para adelantar; zonas de prohibido estacionar y delimitar carriles de uso exclusivo de cierto tipo de vehículos.

b) Líneas transversales: se emplean para los cruces, para indicar el lugar previo de detención de los vehículos y para demarcar las sendas destinadas para el cruce de peatones o de bicicletas.

c) Símbolos y leyendas: Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluyen en este tipo de demarcación las flechas, triángulos CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE y LENTO.

d) Otras demarcaciones: Existen otras demarcaciones que no son posibles de clasificar dentro de las anteriores, ya que ninguno de sus componentes (longitudinales, transversales o símbolos y leyendas) predomina por sobre los otros.

Según su altura las demarcaciones horizontales se clasifican en:

a) Planas: De hasta 6 mm de altura, corresponden a materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, entre otros.

b) Elevadas: De más de 6 mm a 21 mm de altura, cuya función sirve de complemento a las primeras. Una demarcación elevada, aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por los vehículos.

Existen elementos con una altura mayor a 21 mm, comúnmente llamados tachones, los que además de delinear permiten controlar físicamente ciertos movimientos vehiculares, pero en algunas situaciones pueden constituir un factor de riesgo.

Para profundizar en temas de señalización el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz ha desarrollado el Manual de Señalización Vial, sin embargo es importante hacer algunas puntualizaciones importantes sobre las líneas longitudinales que pueden ser segmentadas, continuas dobles o mixtas. Sin embargo, siempre debe ser continua a lo largo de una distancia de entre 15 y 20 m antes de una intersección.

3.3.1.1 LÍNEAS LONGITUDINALES SEGMENTADAS

Este tipo de líneas indican que pueden ser traspasadas y son empleadas en la separación de carriles en un mismo sentido y en vías cuyas características geométricas permiten los virajes, la dimensión de la línea segmentada puede variar entre 2 y 7,5 m. La relación entre el tramo demarcado y la brecha varía según la velocidad máxima permitida de la vía, (ver Tabla 33).

Tabla 33 - Relación demarcación - brecha

VELOCIDAD MÁXIMA DE LA VÍA [Km/h]	ANCHO DE LA LÍNEA [cm]	PATRÓN [m]	RELACIÓN DEMAR-CACIÓN BRECHA
Mayor a 60	15 mínimo	8 o 12	3 a 5 o 4,5 a 7,5
Menor o igual a 60	12 mínimo	5 u 8	2 a 3 o 3 a 5

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD Y TRÁNSITO –2012

3.3.1.2 LÍNEAS LONGITUDINALES CONTINUAS

Este tipo de líneas indican que no pueden ser traspasadas por los vehículos, se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos y también son utilizadas para segregar las ciclorutas y pistas de SÓLO BUSES del resto del flujo vehicular. También por razones de seguridad, las líneas longitudinales deben ser continuas de 15 a 20 m antes de la línea de detención en la vía secundaria de un cruce controlado por señal CEDA EL PASO o PARE y de 12 a 15 m en accesos a cruces semaforizados.

3.3.1.3 ANCHO DE CARRIL

Mayores anchos de carril de circulación estimulan velocidades más altas, por ello se recomienda que esta dimensión sea establecida de acuerdo a lo señalado en la Tabla 34.

Tabla 34 – Anchos de carril

VELOCIDAD MÁXIMA DE LA VÍA [Km/h]	ANCHO DE CARRIL
Igual o superior a 60	Entre 3,5 y 3,8
50 o 60	Entre 3,0 y 3,5
Menor a 50	Entre 2,7 y 3,0

FUENTE: COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD Y TRÁNSITO –2012

INTERSECCIONES

Son el lugar de encuentro de dos o más vías y de los diferentes modos de transporte, la mayoría de los conflictos, colisiones y accidentes que ocurren en la vía tienen lugar en las intersecciones. Deben desarrollarse dentro de un espacio físico suficiente que otorgue seguridad y brinde los tiempos mínimos de espera para todos los modos de transporte que llegan a encontrarse. Por tanto su nivel de servicio debe satisfacer tres necesidades básicas: proveer seguridad, conveniencia y mínima espera para todos los usuarios.

El problema de las intersecciones es que los diferentes elementos de diseño del espacio de la vía impactan en las necesidades básicas de los usuarios que mejoran las condiciones de operación para un modo y que puede ir en desmedro de la calidad de servicio de otros modos.

La intersección es el lugar de una vía donde se mezclan distintos usuarios que compiten por tiempo y espacio. Estas son comúnmente definidas por sus figuras geométricas (cruce en ángulo recto, oblicuo, uniones en T), por el número de calles que se intersectan y por su esquema operacional (señales de tránsito, controles de tráfico y rotondas). En el presente capítulo se presentan a las intersecciones como una extensión de la vía y sus tipologías. Una intersección diseñada adecuadamente puede reducir el riesgo de colisión, recuperar áreas residuales o subutilizadas, facilitar la visibilidad anticipada para todos los usuarios de la vía, mejorar la accesibilidad para personas con movilidad reducida e incrementar la seguridad de los peatones. Por lo cual el diseño adecuado de las intersecciones se rige bajo los siguientes principios.

Son el lugar de encuentro de dos o más vías y de los diferentes modos de transporte, la mayoría de los conflictos, colisiones y accidentes que ocurren en la vía tienen lugar en las intersecciones. Deben desarrollarse dentro de un espacio físico suficiente que otorgue seguridad y brinde los tiempos mínimos de espera para todos los modos de transporte que llegan a encontrarse. Por tanto su nivel de servicio debe satisfacer tres necesidades básicas: proveer seguridad, conveniencia y mínima espera para todos los usuarios.

El problema de las intersecciones es que los diferentes elementos de diseño del espacio de la vía impactan en las necesidades básicas de los usuarios que mejoran las condiciones de operación para un modo y que puede ir en desmedro de la calidad de servicio de otros modos.

La intersección es el lugar de una vía donde se mezclan distintos usuarios que compiten por tiempo y espacio. Estas son comúnmente definidas por sus figuras geométricas (cruce en ángulo recto, oblicuo, uniones en T), por el número de calles que se intersectan y por su esquema operacional (señales de tránsito, controles de tráfico y rotondas). En el presente capítulo se presentan a las intersecciones como una extensión de la vía y sus tipologías. Una intersección diseñada adecuadamente puede reducir el riesgo de colisión, recuperar áreas residuales o subutilizadas, facilitar la visibilidad anticipada para todos los usuarios de la vía, mejorar la accesibilidad para personas con movilidad reducida e incrementar la seguridad de los peatones. Por lo cual el diseño adecuado de las intersecciones se rige bajo los siguientes principios.

1. Balancear equitativamente las necesidades de los usuarios

El diseño de las intersecciones debe balancear el movimiento seguro y eficiente de los usuarios a pie y en vehículos motorizados. Este principio se aplica a todos los aspectos del diseño de una intersección, número de carriles, configuración de cruces peatonales y el diseño de los controles de tráfico.

2. Recuperación del espacio público

Las intersecciones que contienen amplias áreas de calzada con uso poco definido y que no son necesarias para el movimiento eficiente de los vehículos motorizados, presentan una oportunidad de recuperación del espacio público para el peatón, los ciclistas, los usuarios de transporte público y/o parques de bolsillo. Reduciendo el tamaño de las intersecciones haciéndolas más compactas y seguras para todos los usuarios.

3. Diseño simple y predecible

Las intersecciones deben ser diseñadas de modo que los movimientos sean predecibles e incentiven a la gente a respetar la ley, especialmente las que vigilan por la seguridad de los usuarios no motorizados. Los sistemas de control de tráfico deben ser diseñados de forma consistente y predecible para facilitar comportamientos seguros, priorizando las necesidades del peatón y reforzando la disminución de velocidad de los ciclistas y los vehículos motorizados.

4. Minimizar las demoras por persona

Las intersecciones deben ser evaluadas para proveer métodos de control eficientes y efectivos, que sean sensibles al contexto urbano en que se insertan.

5. Accesibilidad universal

Los principios de diseño para la accesibilidad universal deben estar incluidos en todos los aspectos de diseño, desde la geometría de la intersección hasta la programación de los ciclos semafóricos, con el objetivo de lograr mejores resultados para todos los usuarios, incluidos aquellos que tienen limitaciones físicas.

6. Organizar los elementos de la intersección

Los elementos de la intersección como las señales de tránsito, el alumbrado público, los equipos de control de tránsito, etc. no deberán bloquear la circulación peatonal y de bicicletas, ni crear situaciones de peligro.

4.1 ELEMENTOS DE DISEÑO DE UNA INTERSECCIÓN

El Instituto de Políticas de Desarrollo para el Transporte (ITDP - 2013) indica que existen 6 elementos importantes a ser considerados en el diseño de las intersecciones:

1. Cruces Peatonales: Las intersecciones a nivel de la acera aseguran que los peatones la atraviesen de forma segura, para ello se requiere que cuenten con diferentes texturas o demarcaciones táctiles para los usuarios con visión limitada. Los pasos peatonales, son esenciales para que el flujo peatonal pueda circular de forma libre y segura. Generalmente, son colocados en intersecciones controladas por señales de tránsito y en zonas de alto flujo peatonal.

2. Geometría de las esquinas: Tiene un impacto directo sobre el tipo y calidad de servicio y se refiere principalmente al radio de giro. Los radios de giro pueden ser diseñados con una curvatura mínima y un máximo de espacio peatonal para cruzar la calle. Los radios de giro dependen de los elementos que se encuentren al momento que el vehículo deberá doblar la esquina, como estacionamientos, ciclovías y cualquier otro elemento físico que pueda ser un obstáculo en la esquina. Sin embargo, se recomienda que los radios de giro sean más cerrados para beneficio de los peatones, ya que de este modo los vehículos disminuyen la velocidad al momento de realizar la conversión. Se recomienda que el radio máximo de giro no supere los 10 m. y deberán considerarse: el tipo de vía, su dimensión y el ángulo de la intersección, pudiendo necesitar un rediseño geométrico, debido a la complejidad de la intersección.

3. Extensiones de la vereda: Son posibles de crear cuando hay estacionamientos en la calzada, se usan para extender la acera con el objeto de hacer más visible al peatón, reducir la distancia de cruce y actuar como reductores de velocidad, permitiendo encauzar los carriles de tráfico.

4. Encauzamiento del tráfico vehicular: Los bolardos en las esquinas ayudan a guiar los vehículos y evitar invasiones de la acera.

5. Diseño para bicicletas: Las ciclovías son necesarias en vías con volúmenes altos de tráfico vehicular, permitiendo su encauzamiento y la reducción de velocidades.

6. Señales de tránsito: La nivelación de la intersección con la acera, las mini-rotondas y las señales de ceda el paso, son preferibles a signos de pare y semáforos en intersecciones de calles menores.

7. Elementos de pacificación: Las mini-rotondas aumentan la seguridad peatonal en las esquinas residenciales al forzar un desvío en la trayectoria de automóviles y disminución de velocidad. En las vías con prioridad para ciclistas, es recomendable la utilización de elementos para calmar el tráfico vehicular.

4.2 TIPOS DE INTERSECCIÓN

La jerarquización vial presentada en el capítulo anterior es la herramienta que permite identificar la prioridad de paso en alguna intersección, se define que la vía con mayor jerarquía será la que tenga prioridad de paso, debido al volumen vehicular que la misma presenta. Por este motivo, en el presente capítulo se identifican las casuísticas de tipos de intersección que podrían encontrarse en el municipio. Identificando que pueden existir las nominaciones de avenidas en expresas, semi-expresas, primarias y secundarias; y calles en vías secundarias y terciarias.

4.2.1 INTERSECCIÓN AVENIDA CON AVENIDA

Este tipo de intersecciones se caracterizan por ser más amplias y contar con mayor tráfico vehicular; actúan como nodos de actividad comercial o de transporte y como barreras entre barrios o sectores de la ciudad. Para intervenir en este tipo de intersecciones se requiere de una evaluación detallada, verificando las ventajas y/o desventajas que pueden surgir al proponer una intervención. Es necesario verificar los ciclos semaforicos y la utilización de islas de refugio para peatones. Se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

1. Cruces peatonales: Acortar los cruces peatonales con medianeras o isletas con refugios peatonales hasta un máximo de 3 carriles de distancia y adoptar una distancia mínima de 1 metro entre la línea de detención y el cruce peatonal, para

de esta manera resguardar el cruce peatonal y evitar la invasión vehicular.

2. Geometría de las esquinas: Reducir la velocidad de operación de los vehículos y adecuarla al cono de visión de las esquinas, es decir hacer visibles las esquinas para maximizar la visibilidad de vehículos y peatones. Radios de giro más pequeño e incluir ciclovías si fuera el caso, también tratar de incorporar isletas que fueren a los conductores a hacer contacto visual y maniobrar en las intersecciones con mayor precaución.

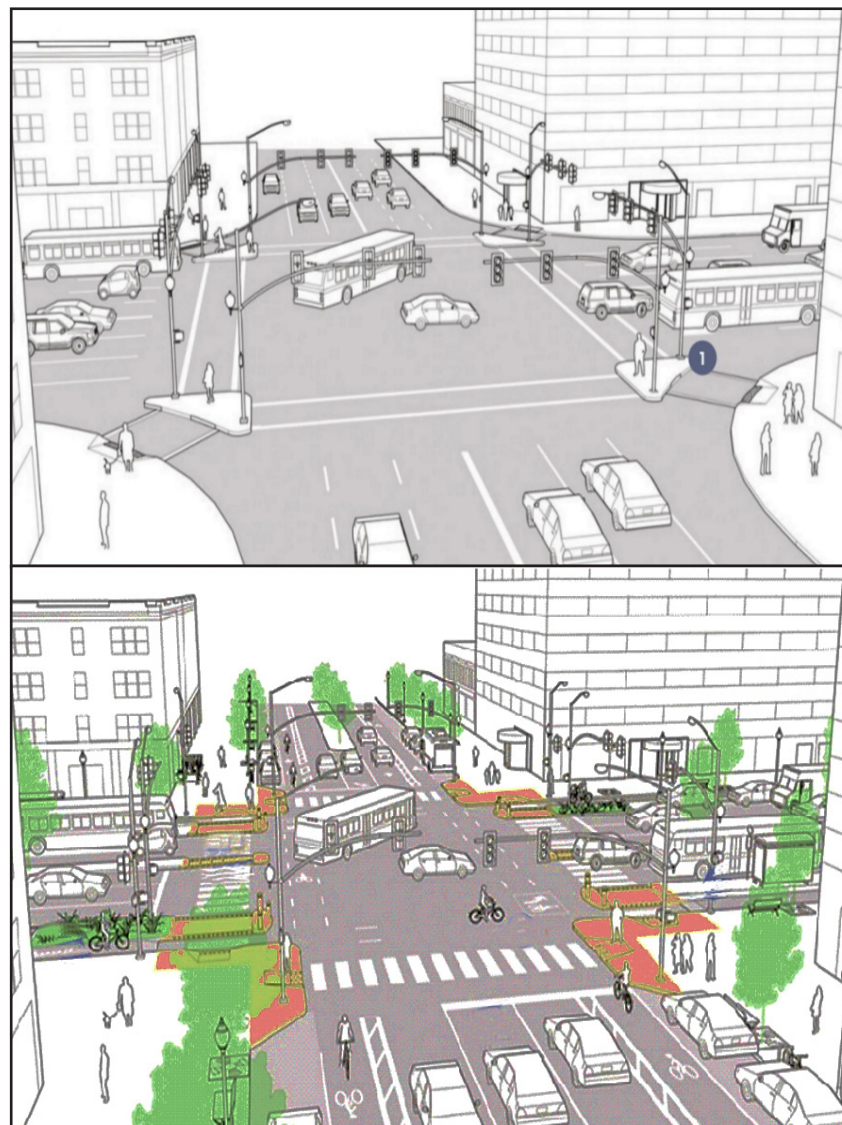
3. Encauzamiento del tráfico vehicular: Minimizar el espacio en calzada que no es utilizado para no inducir que se circule con mayores velocidades de operación.

4. Diseño para bicicletas: Se necesita realizar la demarcación horizontal en el pavimento diferenciando el color, a fin de guiar a los ciclistas a través de la intersección.

5. Señales de tránsito: Es necesario implementar señales viales en intersecciones con alto flujo peatonal y conflictos vehiculares, considerando una fase exclusiva para peatones en los ciclos semafóricos.

6. Diseño para transporte público: Determinar la ubicación de paradas de transporte público.

Ilustración 22 - Intersección tipo avenida -avenida



FUENTE: GLOBAL STREET DESIGN GUIDE - 2015

4.2.2 INTERSECCIÓN AVENIDA CON CALLE

En este tipo de intersecciones, es importante definir la transición entre los tipos de calle y el contexto. En el caso de las intersecciones de avenidas con calles residenciales de menor caudal y velocidad, es recomendable marcar la entrada al área residencial a través de tratamientos como nivelación de la acera con la calzada o ampliando la extensión de las aceras para la reducción de los radios de giro.

1. Cruces peatonales: Extensiones con veredas y/o nivelaciones de la calzada con la vereda en el cruce de la calle para disminuir la velocidad vehicular y generar la opción de que los vehículos cedan el paso a los peatones. Proveer cruces peatonales en las cuatro aproximaciones de las intersecciones semaforizadas para facilitar la circulación peatonal y dar continuidad a las líneas de deseo de viaje.

2. Geometría de las esquinas: El empleo de bolardos en cruces nivelados, sirve para demarcar el área destinada a peatones de aquella que es destinada a los vehículos, de esta manera dar seguridad a los primeros.

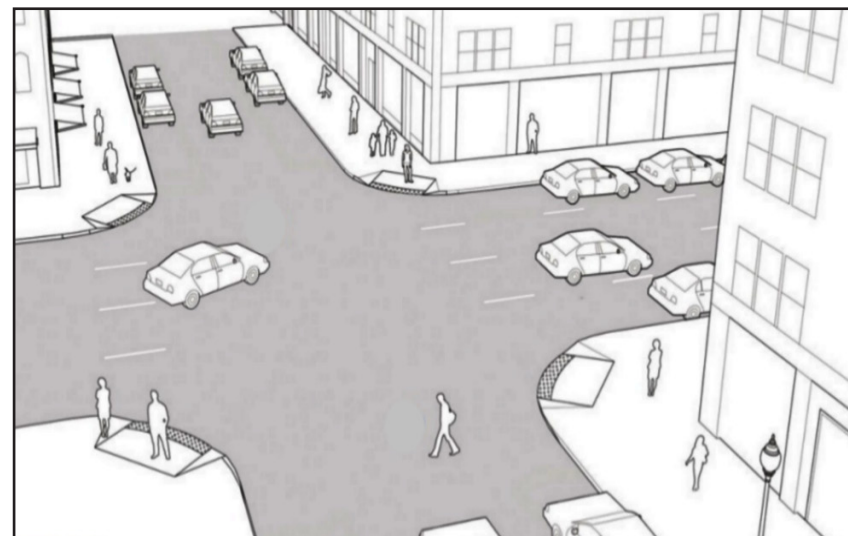
3. Encauzamiento del tráfico vehicular: Reducir la velocidad de operación en los radios de giro de los vehículos, especialmente de aquellos que hacen la conversión de la avenida a la calle, diseñar las intersecciones de forma tal que se pueda dar una priorización a los peatones y usuarios de las ciclovías.

4. Diseño para bicicletas: Especialmente para facilitar el cruce de la avenida por parte de los ciclistas, demarcarlo con línea segmentada y una coloración diferente en el pavimento (rojo, verde o azul).

5. Diseño para transporte público: Minimizar las demoras en la operación del transporte público, otorgando prioridad en las señales de tránsito. Localizar puntos de parada al inicio de la cuadra para permitir mejor visibilidad de los peatones y los vehículos que cruzan la intersección.

6. Señales de tránsito: Asegurar que los conductores en la calle puedan girar a la avenida sin tener tiempos prolongados de espera, se recomienda que se consideren fases con tiempo controlado para cruces peatonales cortando el flujo de tráfico en la avenida.

Ilustración 23 - Intersección tipo avenida - calle





FUENTE: GLOBAL STREET DESIGN GUIDE - 2015

4.2.3 INTERSECCIÓN CALLE CON CALLE

Las intersecciones de calles al interior de los barrios, ayudan a mejorar la seguridad vial con la implementación de elementos de diseño que pacifican el tráfico. En zonas comerciales es recomendable elevar la intersección al nivel de la acera para facilitar la circulación peatonal.

1. Cruces peatonales: Las intersecciones a nivel de acera aseguran que los conductores las atraviesen con cautela. Se precisa demarcar el área destinada para peatones, puede ser con una diferenciación de la textura del piso.

2. Geometría de las esquinas: Las intersecciones de dos vías que tienen un solo sentido de circulación cuentan con dos esquinas en las que los vehículos no realizarán el giro, se recomienda que estas esquinas sean diseñadas con un radio de giro de menor curvatura.

3. Encauzamiento del tráfico vehicular: La instalación de bollards en las esquinas ayudan a guiar los vehículos en los giros evitando la invasión de los mismos sobre el espacio destinado para peatones.

4. Diseño para bicicletas: Dependiendo de la velocidad de operación de los vehículos y el volumen vehicular, las calzadas pueden ser compartidas, tanto para vehículos como para bicicletas.

5. Señales de tránsito: Se recomienda la nivelación de la intersección con la acera, mini-rotondas y señalización de CEDA EL PASO, puesto que son más convenientes que el uso de control semafórico.

6. Elementos de pacificación: Para el aumento de la seguridad peatonal en las zonas residenciales, se recomienda la instalación de elementos que fuercen un leve desvío en la trayectoria de los automóviles, para la disminución de la velocidad.

Ilustración 24 - Intersección tipo calle - calle



FUENTE: GLOBAL STREET DESIGN GUIDE - 2015

4.3 INTERSECCIONES COMPLEJAS

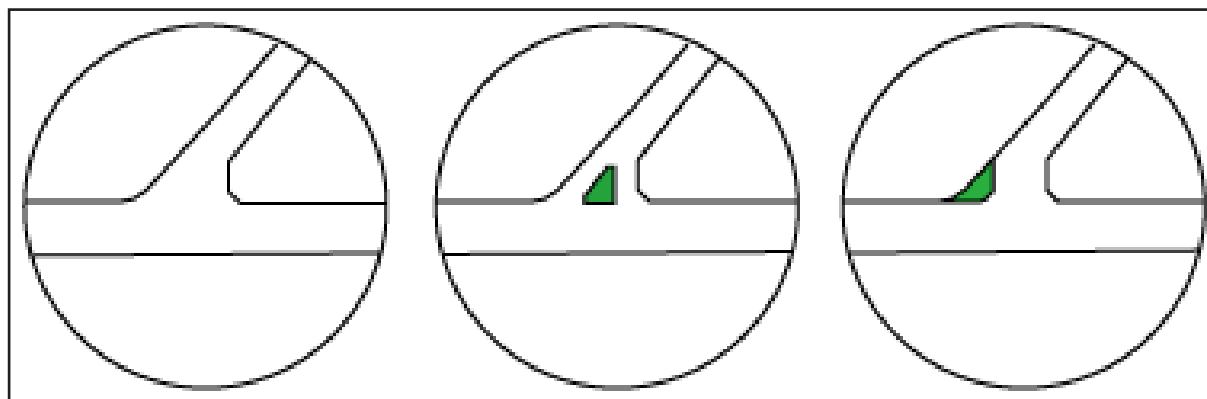
Las intersecciones complejas, especialmente las situadas en los centros urbanos o en la confluencia de varias vías principales, tienen un enorme potencial para satisfacer la demanda latente de espacio público. Estas intersecciones irregulares resultan del crecimiento urbano donde se produce el encuentro de nuevas manzanas, generando ángulos de cruce diferentes a 90 grados que pueden ser rescatados y adecuados como espacios públicos.

Estas configuraciones producen intersecciones que presentan riesgos de seguridad para los usuarios, ya que se generan retrasos en el tráfico peatonal, vehicular y ciclista, confusión en la identificación y definición de trayectos, reducción de visibilidad por los ángulos de la intersección, a la vez que restringen los giros a alta velocidad. En lo posible se debe modificar la intersección procurando que las vías se intersecten en ángulos lo más próximos a 90 grados. Los siguientes ejemplos están basados en intersecciones existentes.

4.3.1 INTERSECCIÓN EN "Y"

Incorporar una isla o esquina alrededor de los ángulos obtusos, ayuda a reducir la velocidad de giro, acorta los cruces y separa los flujos vehiculares.

Ilustración 25 - Intersección en "Y"

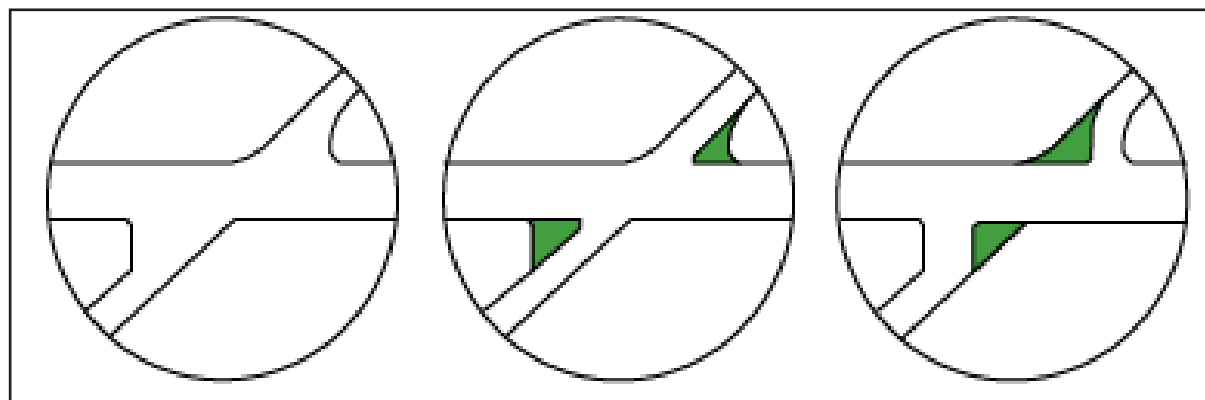


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.2 INTERSECCIÓN EN "X"

Crear dos intersecciones menores o reducir el tamaño de la intersección dependiendo de su proximidad.

Ilustración 26 - Intersección en "X"

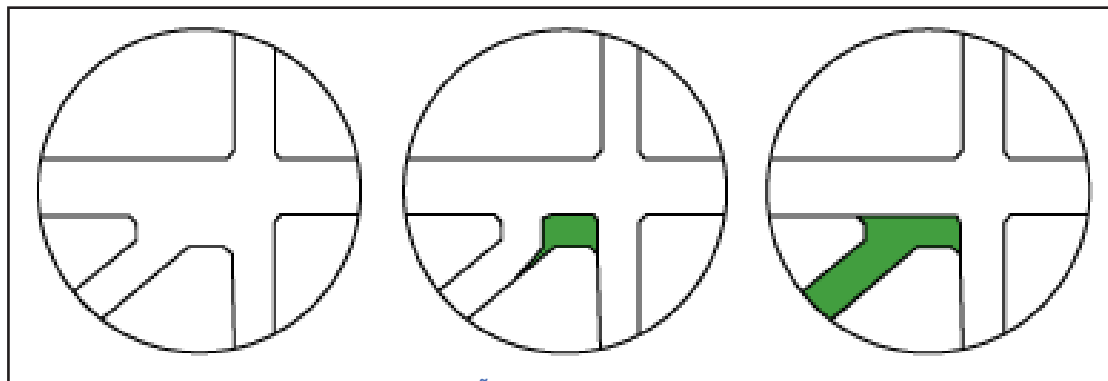


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.3 INTERSECCIÓN ORTOGONAL CON DIAGONAL (CINCO APROXIMACIONES)

Procurar la perpendicularidad de la intersección, excluyendo la intersección diagonal intentando hacerla peatonal o compartida, si esta resulta redundante en la red.

Ilustración 27 - Intersección ortogonal con diagonal (cinco aproximaciones)

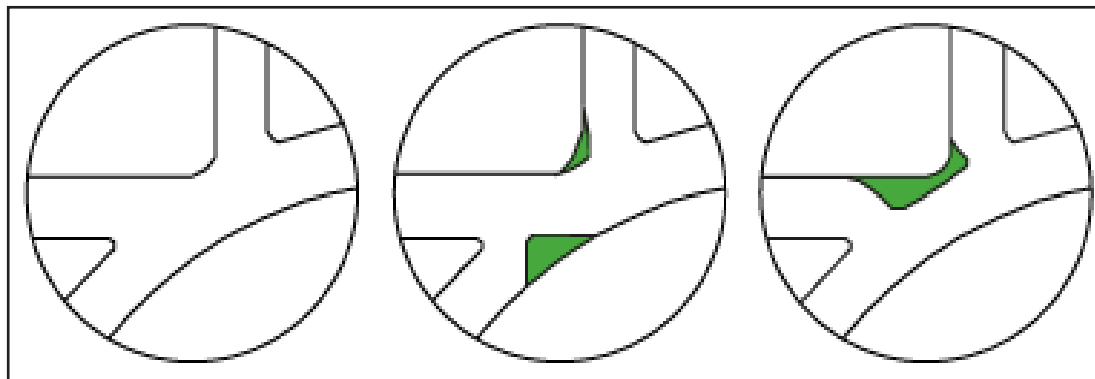


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.4 INTERSECCIÓN ORTOGONAL CON CURVA (CUATRO APROXIMACIONES)

Intentar hacerla perpendicular ya sea a la trama ortogonal o a la misma curva.

Ilustración 28 - Ortogonal con curva (cuatro aproximaciones)

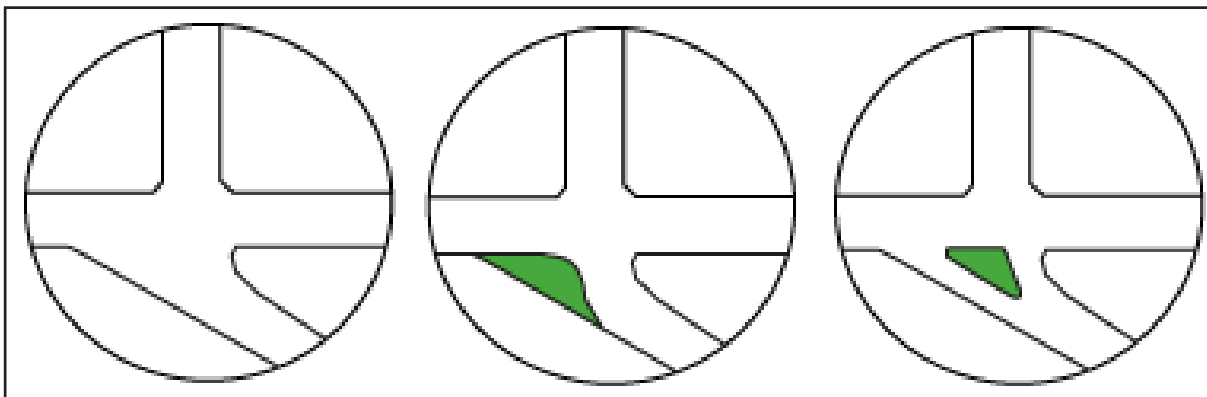


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.5 INTERSECCIÓN EN "Y" CON PERPENDICULAR

Agregar una isleta para hacer la intersección perpendicular, reducir la velocidad de giro alrededor del ángulo obtuso, acortar los cruces y separar los flujos vehiculares.

Ilustración 29 - Intersección en "Y" con perpendicular

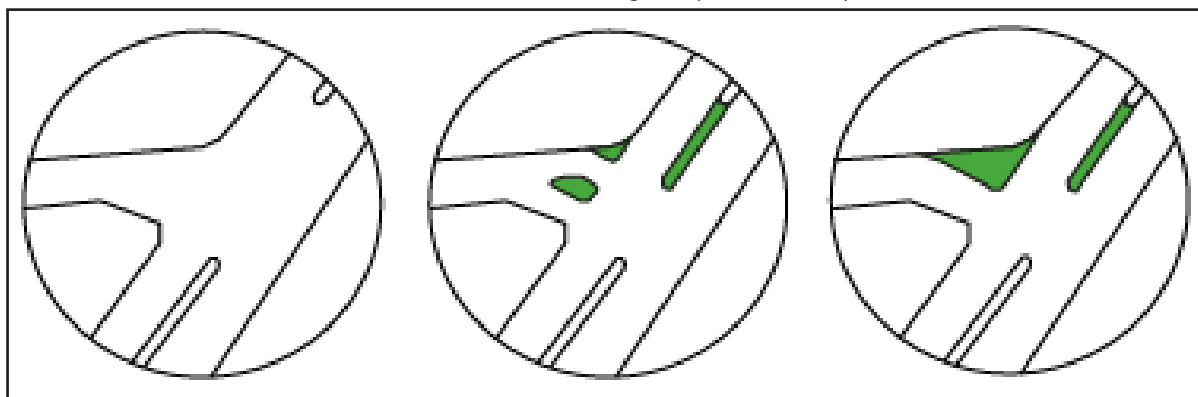


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.6 CALLE DIAGONAL CON AVENIDA (DOBLE SENTIDO)

Encauzar el movimiento de los vehículos con extensiones de la acera, islas y medianeras.

Ilustración 30 - Calle diagonal (doble sentido)

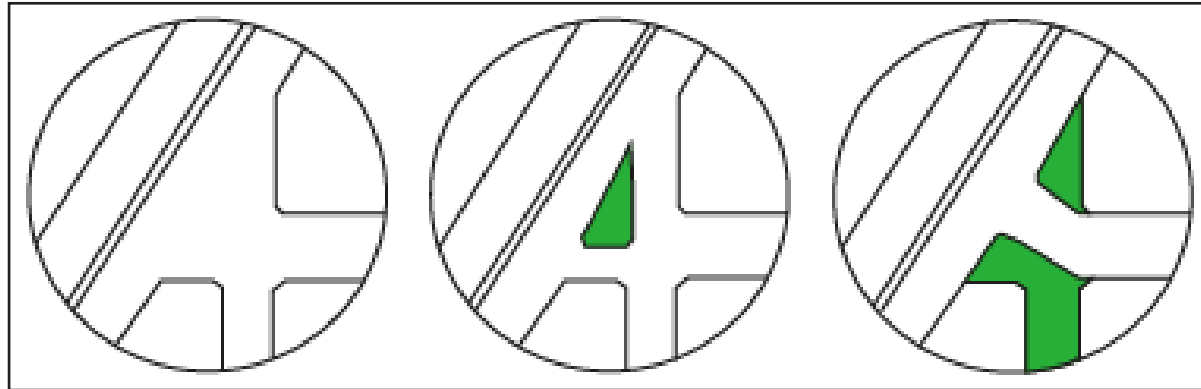


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.7 AVENIDA DIAGONAL CON ORTOGONAL

Simplificar y clarificar el trazo, determinando cuál de las vías tiene la función de ser un acceso local. La misma puede ser definida como peatonal.

Ilustración 31 - Avenida diagonal con ortogonal

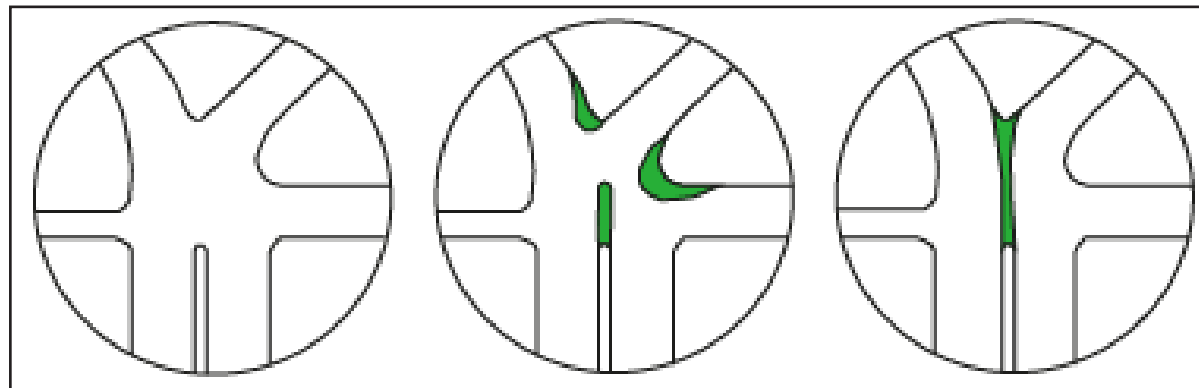


FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.3.8 BIFURCACIÓN Y FLUJOS CONFLUYENTES

Priorizar y organizar los flujos y reorganizar la red.

Ilustración 32 - Bifurcación y flujos confluyentes



FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.4 MÉTODO PARA EL ANÁLISIS DE INTERSECCIONES

Esta metodología basada en las propuestas de análisis de la NACTO (2015) y el ITDP (2014), consta de tres etapas: a) auditoría de la Intersección, b) análisis y definición del problema y c) desarrollo de diseño conceptual.

4.4.1 AUDITORÍA DE LA INTERSECCIÓN

Como primera medida se hace necesario contar con una comprensión del problema (relacionado al nivel de servicio) para cada usuario del sistema de transporte. Por lo tanto, en esta etapa se contempla un análisis del terreno, levantamiento de datos a través de encuestas o información oficial, análisis de la información cualitativa y cuantitativa de modo que se puedan definir las necesidades de los usuarios y los modos de transporte. Existen siete criterios de diseño que guían las observaciones, el análisis y la comprensión de las condiciones físicas y operativas de la intersección.

1. Contexto urbano, usos de suelo y espacio público

Es necesario contar con la información sobre la demanda de transporte del lugar a diferentes escalas (regional, local y los modos de transporte) y cómo se insertan en el contexto de la ciudad; conocer cuáles son los usos de suelo y actividades que desarrollan en el lugar y cuál es la relación directa con el funcionamiento de la vía; saber cómo es el contexto

que rodea a la vía y la relación con el entorno construido y la densidad construida; y cuál es la proporción del ancho de las aceras con relación al ancho de la calzada.

2. Espacio peatonal

Es necesario verificar si existe un ancho suficiente para que dos o tres personas puedan caminar lado a lado; si existen obstrucciones en el espacio de circulación peatonal, ya sea mobiliario urbano, árboles y/o elementos anexos a las fachadas de los edificios; si existe protección del espacio peatonal a través de estacionamientos vehiculares o elementos paisajísticos y si existen las extensiones de las veredas en las esquinas.

3. Cruces peatonales

Resulta importante observar si existe el suficiente campo visual que permita a los peatones percibir los vehículos en movimiento desde la acera o requieren descender a la calzada para hacerlo; si existe alineación de los cruces peatonales con las aceras, la existencia de la continuidad física y visual para que el peatón pueda cruzar la calzada; si los cruces peatonales se encuentran claramente demarcados con la ruta lógica o más corta para cruzar la vía; si existe una fase destinada sólo a cruce peatonal en el ciclo semafórico; si existen isletas o medianeras que puedan ayudar a proteger al peatón y guiar los giros vehiculares.

4. Bicicletas

Se hace necesario analizar la existencia de un flujo significativo de ciclistas; cuál es el comportamiento de los ciclistas cuando un pelotón está detenido en la parada; cuáles son los conflictos existentes con los vehículos cuando giran a la derecha o con la apertura de puertas de los vehículos estacionados; la existencia de infraestructura para ciclistas, como ciclo-vías o carriles compartidos, con su respectiva señalización; la existencia de semáforos para bicicletas y/o una fase exclusiva para ciclistas.

5. Transporte público

Es importante conocer la existencia de paradas y si las mismas se encuentran ubicadas de modo que minimicen la distancia de los cruces peatonales o alineados con los flujos predominantes de cruce peatonal; determinar si los automovilistas puedan ver a los pasajeros que esperan el ómnibus; determinar existencia de conflictos entre automóviles, transporte público y ciclistas; verificar la existencia de un espacio destinado al embarque y desembarque de pasajeros.

6. Señales de tránsito

Es necesario verificar el nivel de visibilidad de los semáforos y las señales de tránsito; el número de fases programadas en los ciclos semafóricos y los movimientos permitidos; si existe prioridad para los peatones o una fase exclusiva; bahías de parada para más de un ómnibus.

7. Vehículos particulares

Es importante verificar si los conductores tienen suficiente visibilidad en los cruces peatonales cuando esperan para atravesar la vía; si existen líneas o demarcaciones indicando el lugar destinado para que paren los vehículos; medir los radios de giro y la velocidad con la cual giran los vehículos; determinar la continuidad y consistencia de los anchos de los carriles; analizar los conflictos entre vehículos que confluyen en un mismo carril.

4.4.1.1 INFORMACIÓN BÁSICA

Para realizar el análisis es necesario contar con la siguiente información básica: Imagen satelital o fotografía del aérea; mapa de calles con los sentidos del tráfico vehicular; mapa topográfico y mapa de pendientes; mapa de usos de suelos y planimetría del sector.

4.4.1.2 DEMARCACIONES DE CARRILES Y CRUCES PEATONALES

Se debe contar con los planos CAD, incluyendo líneas de propiedad, líneas de fachada, aceras, cordones, carriles de tráfico vehicular y cruces peatonales. Relevamiento de todo elemento que se encuentre en la vía, como mobiliario urbano, cordones de acera, rampas, elementos de señalización de tránsito entre otros.

4.4.1.3 SEMAFORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Es necesario contar con el diagrama de programación de las fases semafóricas, tiempo de duración por fase y ciclo.

4.4.1.4 FLUJOS PEATONALES Y DE BICICLETAS

Se deben realizar aforos de peatones y ciclistas para los horarios pico de las aproximaciones, en base a muestras de todas las aceras y cruces peatonales. Con estos aforos se puede definir el flujo peatonal diario en los polos generadores de viajes más significativos (escuelas, hospitales y centros comerciales). Para luego determinar el nivel de servicio para las aceras, considerando los siguientes parámetros: capacidad de la acera para circulación peatonal, tiempos de espera para atravesar la vía, capacidad de la esquina para albergar peatones en espera, número de bicicletas estacionadas y estacionamientos para bicicletas, ruta para ciclistas y disponibilidad de la ciclovía.

Se mapea la ubicación y trayectoria de las personas que cruzan una intersección de gran complejidad. La mejor hora para realizar este tipo de estudios es de 16:00 a 19:00, cuando los flujos se sobreponen a la hora pico de la tarde, salida de horario de trabajo e instituciones de estudio. Se requiere de 20 minutos de observación para establecer el patrón peatonal. La ilustración muestra un estudio de seguimiento peatonal del barrio de Harlem- Nueva York; este diagrama identifica 19 puntos que pueden concentrar movimientos peatonales, como son las paradas de transporte público. A más gruesa la línea

mayor la concentración de peatones que se dirigen en la misma dirección.

Ilustración 33 - Estudio de seguimiento peatonal en Harlem - NY.



FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.4.1.5 MEDICIÓN DE FLUJOS VEHICULARES

Es necesario determinar las mediciones de velocidad media en las aproximaciones, flujo de vehículos motorizados en horario pico y aproximaciones con base a muestras para cada carril de tráfico, incluyendo el tipo de vehículo (auto, bus, taxi, moto) y los movimientos de giro. Nivel de servicio o demora en segundos de la intersección, rutas de transporte público y ubicación de paradas, rutas de transporte de carga indicando las restricciones horarias.

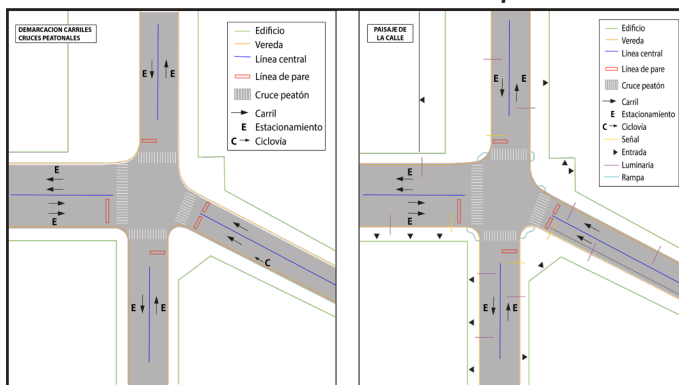
4.4.1.6 MAPA DE ACCIDENTES

Mapa de ubicación de los accidentes de tránsito, tipo de accidente y severidad del mismo. Histórico de accidentes de al menos 3 años.

4.4.2 ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Contexto: Posterior a las observaciones levantadas en la etapa anterior y sintetizadas en gráficos y mapas, se procede a realizar el análisis para definir cuál es el problema. Para ello es necesario contar con un entendimiento del contexto de funcionamiento de la intersección, es importante comprender las cualidades del diseño urbano, relación de las edificaciones con el espacio público, líneas de propiedad y fachadas, comprendiendo las condiciones físicas de la intersección, flujos, número de carriles, sentidos, cruces peatonales, cajones de estacionamientos, ciclovías, señalización y elementos paisajísticos.

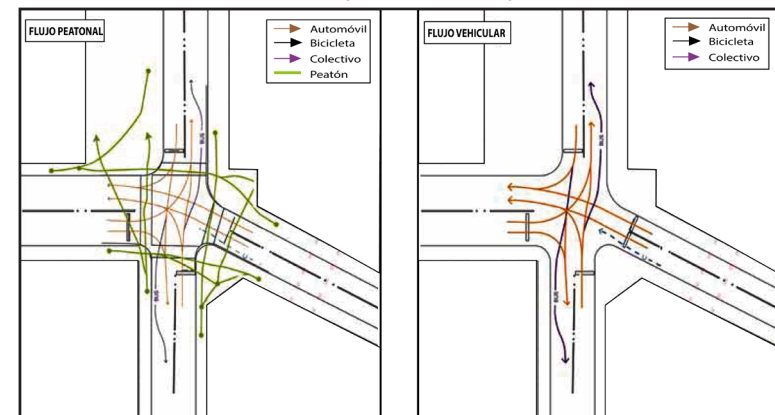
Ilustración 34 - Elementos de la intersección para el contexto



FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

Flujos peatonales y vehiculares: Es necesario realizar un mapeo de los movimientos vehiculares, clasificados por tipo de vehículo, mostrando los caudales de cada movimiento para ilustrar su importancia. Es necesario entender cómo se hace uso de la intersección, volumen y movimientos, cantidad y dirección. Es importante entender la relación de los movimientos y las paradas de transporte público.

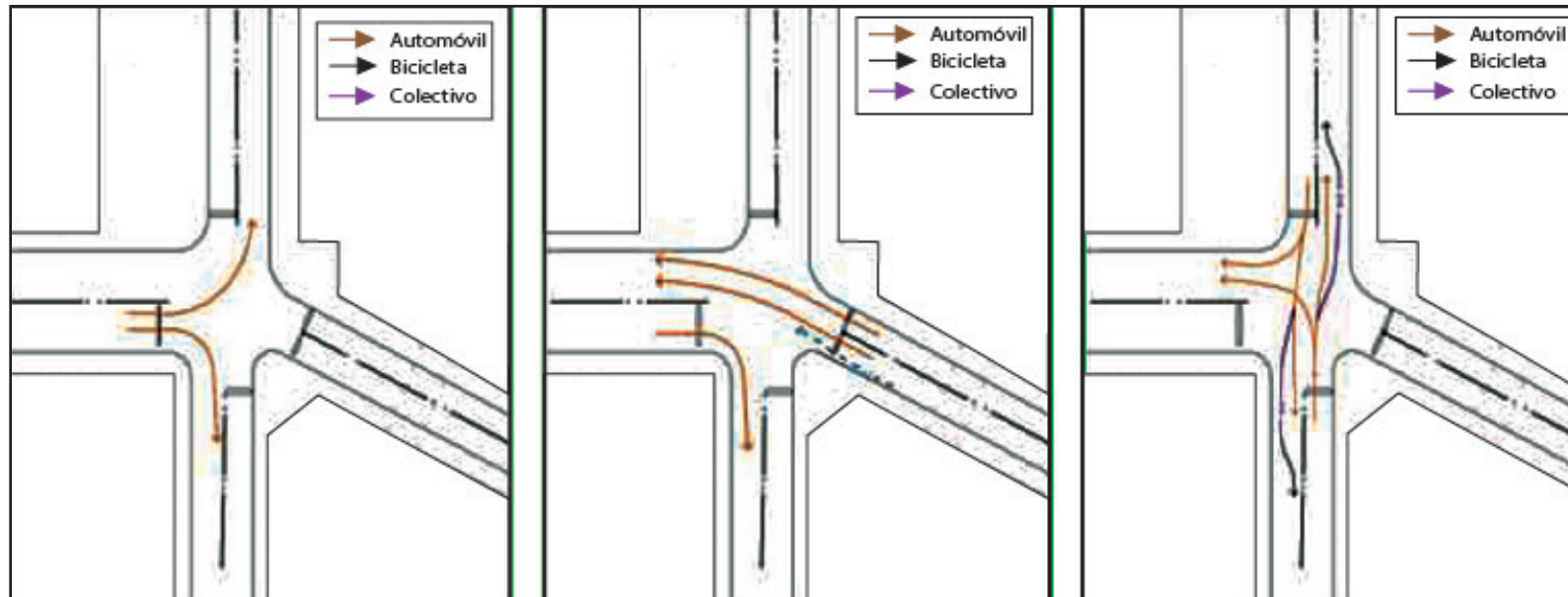
Ilustración 35 - Flujos peatonales y vehiculares



FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

Semaforización: Es fundamental entender las condiciones operativas de la intersección, determinadas mayoritariamente por las señales de tránsito o controlada por semáforos. Por eso se hace necesario graficar el diagrama de cada una de las fases para entender la circulación de los vehículos. Esta puede ser medida con un cronómetro, si es que no se cuenta con la programación semafórica; verificando si esta programación es fija o activa, verificar si la duración de los ciclos es adecuada al flujo de vehículos y peatones que pasan por la intersección.

Ilustración 36 - Diagrama de las fases semafóricas

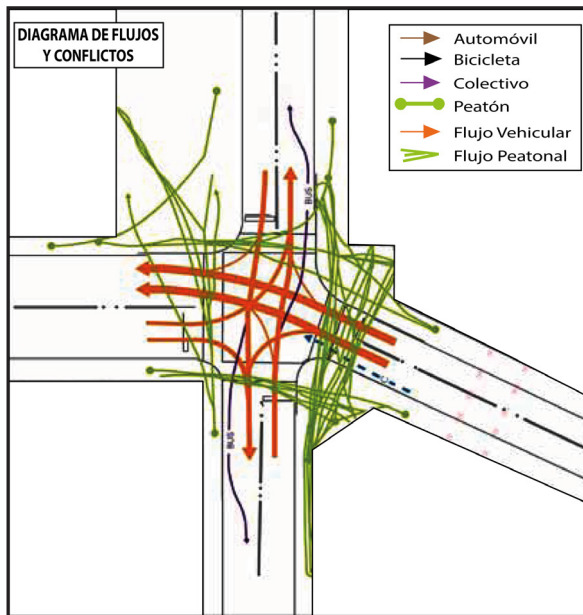


FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

Definición del problema: Como producto final del diagrama de flujos y los conflictos, se superponen en un mapa los movimientos peatonales y vehiculares, donde se puede observar los puntos críticos donde se generan conflictos y la magnitud de cada uno de estos.

El diagrama de flujos y conflictos ayuda a identificar áreas de la intersección que no están siendo utilizadas por los vehículos motorizados y problemas que presenta la geometría de la intersección.

Ilustración 37 - Diagrama del problema

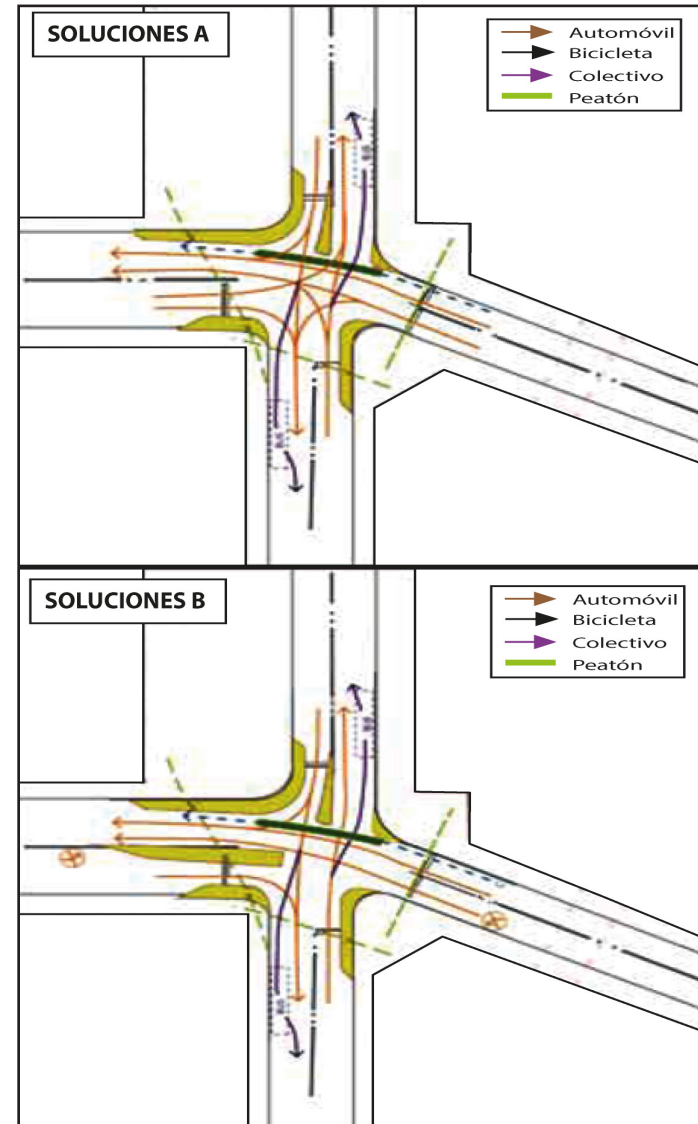


FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.4.3 DESARROLLO Y DISEÑO CONCEPTUAL

Una vez identificados los flujos y conflictos, problemas y oportunidades, es posible definir las estrategias que incluyen acortar las distancias de cruce peatonal, reducir los radios de giro, extender las veredas y encauzar los flujos vehiculares, acomodar las fases semafóricas y crear fases protegidas para peatones y ciclistas. La solución definitiva está supeditada a las prioridades y niveles de servicio, para cada usuario de la intersección; presentando alternativas de solución, ejemplo a) manteniendo todos los giros vehiculares b) priorizando la seguridad peatonal.

Ilustración 38 - Alternativas de solución



FUENTE: GUIA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

4.5 PASOS PEATONALES

Es definida como el área destinada para que los peatones puedan atravesar la vía de forma segura. Los pasos peatonales marcados se encuentran a menudo en las intersecciones, pero pueden también localizarse en otros puntos de la vía, cuando el próximo paso peatonal se encuentra muy distante y existen flujos peatonales que muestran la necesidad de implementar un paso peatonal en otro punto. Dependen también del contexto urbano, la existencia de zonas escolares pueden ser un factor que influya en la decisión de instalar un paso peatonal, de la misma manera los circuitos de no videntes deberán ser considerados. En general, los cruces peatonales deben estar diseñados para ofrecer la mayor comodidad y seguridad a los peatones, estos a su vez pueden cumplir el carácter de ser elementos que colaboran al tráfico calmado.

Entre los errores más comunes de los pasos peatonales se encuentran el que no se emplearon los criterios adecuados, como el uso de bandas estrechas, o que no está de acuerdo con las líneas de deseo peatonal, la existencia de obstáculos en las áreas de cruce, etc. Es común la implementación de pasarelas peatonales, cuyo objetivo es no obstruir el flujo vehicular, esto tiende a elevar las velocidades de operación de los vehículos y los conductores tienden a estar menos atentos a posibles cruces de peatones, generando una alta probabilidad de accidentes fatales.

4.5.1 CLASIFICACIÓN

Atendiendo a las necesidades de los flujos de tránsito de personas, el tráfico de vehículos y la sección de la vía que se pretende atravesar, los pasos peatonales se pueden clasificar en tres grupos:

a) Pasos peatonales no regulados por semáforos: Generalmente para vías estrechas, con bajo flujo vehicular. La prioridad de uso siempre será del peatón, una opción de cruce en este tipo de intersección consiste en elevar la calzada al nivel de la acera en la zona del paso peatonal (rampa de resalto), consiguiendo así la disminución de la velocidad de circulación de los vehículos.

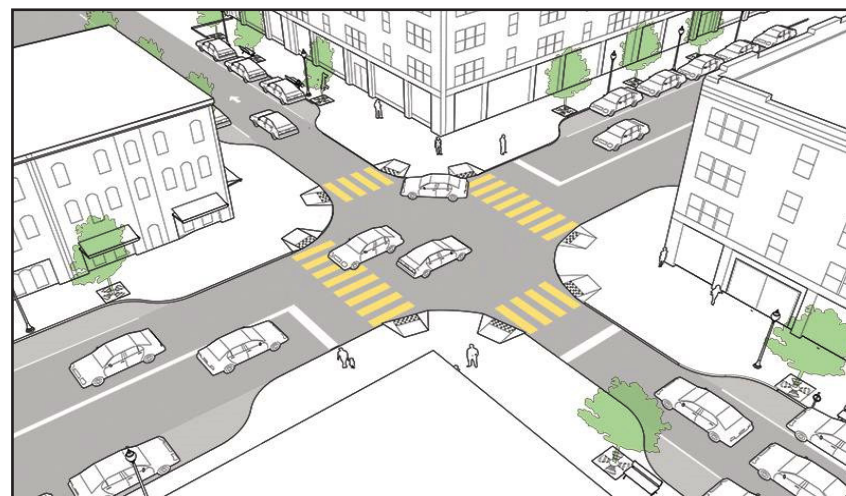
b) Pasos peatonales regulados por semáforos: Se encuentran en vías amplias, donde el flujo vehicular es significativo y en zonas de gran actividad. En estos casos, los cruces accionados por semáforos deberán contar con una fase que permita tanto a peatones como ciclistas atravesar con seguridad. Se requiere de dispositivos acústicos para garantizar la seguridad de las personas con deficiencias visuales.

c) Pasos peatonales elevados y subterráneos: Se construyen para atravesar vías urbanas o interurbanas cuya intensidad de tráfico vehicular es significativa. Estos deben contar con escaleras y rampas de acceso adecuadas para que no constituyan una barrera arquitectónica para personas con discapacidad motora. En los pasos elevados se recomienda un ancho mínimo de 1,80 m y en pasos subterráneos de 2,40 m.

Estos últimos deberán diseñarse con aberturas amplias, el trazado más recto y claro posible, los mismos deberán contar con la iluminación suficiente para evitar la inseguridad de los peatones. Se recomienda permitir una altura libre mínima de 2,20 m.

En intersecciones de vías locales o terciarias con vías de una jerarquía mayor, se recomienda instalar los pasos peatonales más distantes a la intersección, para proteger a las personas de los vehículos que se encuentran realizando la conversión a la vía. Evitar radios de giro mayores para que los vehículos realicen el giro con cautela. No es recomendable que los desplazamientos peatonales sean desviados exageradamente de su línea de deseo.

Ilustración 39 - Intersección con pasos peatonales y rampas rediseñados

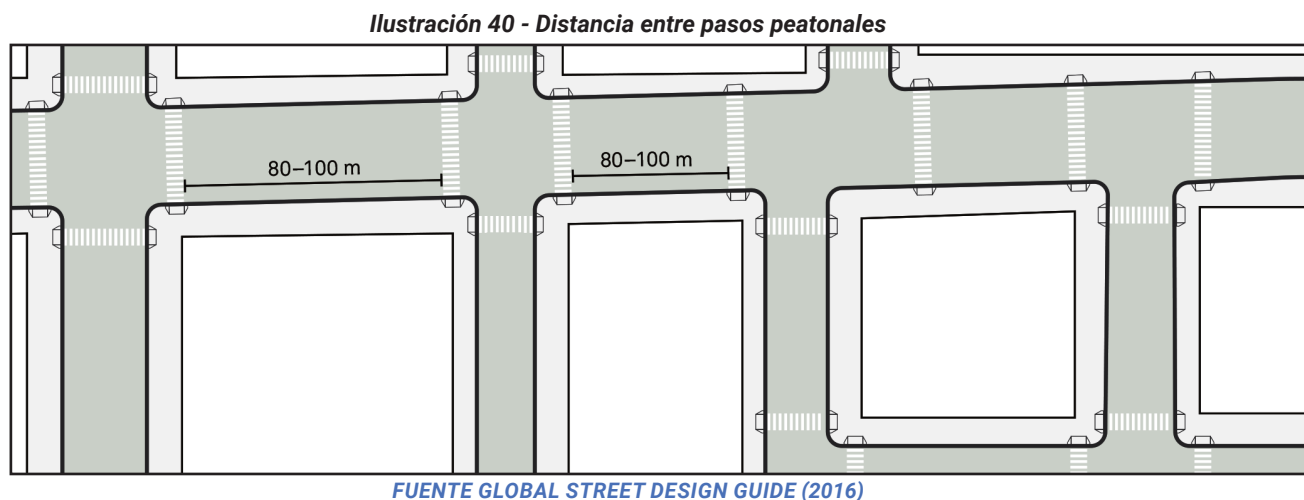


FUENTE: GUÍA DE DISEÑO DE CALLES SUSTENTABLES ITDP (2014)

Los pasos peatonales seguros presentan las siguientes características:

- Claridad – Fácilmente identificables.
- Visibilidad – La ubicación e iluminación de los pasos peatonales permite que los mismos sean vistos por los conductores y también contar con la visibilidad para elaborar el cruce cuando ellos encuentren una brecha aceptable.
- Ciclos semafóricos apropiados – Debe evaluarse la frecuencia de la demanda de cruce.
- Tiempos cortos de espera – Los tiempos prolongados de espera para los peatones pueden provocar que los mismos atraviesen la vía en fases semafóricas que no corresponden.
- Exposición limitada – Evitar áreas extensas de encuentro directo del tráfico vehicular con el peatonal, intentar que las mismas sean de distancias más cortas o dividir las en segmentos con la implementación de islas.
- Camino continuo – El paso peatonal es la continuación directa de la acera.
- Paso libre – Evitar barreras y obstáculos en los cruces peatonales.
- Pasos peatonales compactos – Donde el peatón se encuentre en el campo visual del conductor.

- Establecer las dimensiones ideales del paso peatonal – Considerando en el diseño la demanda proyectada del flujo peatonal.
- Motivar una caminata segura – Los cruces adecuados son generadores de mayor demanda.
- Aumentar el nivel de protección para los peatones – A medida que las velocidades y los volúmenes de tráfico vehicular se incrementan, Implementar pasos peatonales más seguros.
- Proyectar la instalación de medianeras o isletas – En cruces muy largos, permite contar con pasos peatonales cortos, constituyéndose en elementos de refugio y distribución peatonal.
- No precisan de pasos peatonales – Vías con volúmenes menores a 3000 vehículos/día, velocidades máximas de operación de 30 Km/h y vías hasta dos carriles. Sin embargo, en áreas escolares parques, plazas, centros de ancianos, hospitales, los pasos peatonales son requeridos.
- Emplazar pasos peatonales cada 80 o 100 m – Para asegurar una red peatonal conectada.

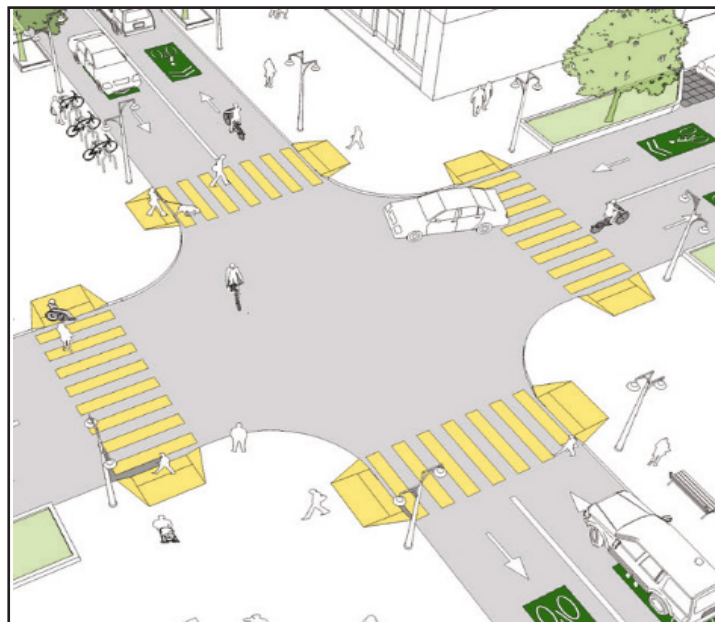


La presencia de un paso peatonal no hace por sí mismo una vía segura, sobre la base del contexto circundante (la velocidad y el ancho de la vía), los pasos de peatones a menudo requieren medidas de seguridad adicionales como islas de seguridad, señales y/o dispositivos de tráfico calmado.

4.5.2 TIPOS DE PASOS PEATONALES

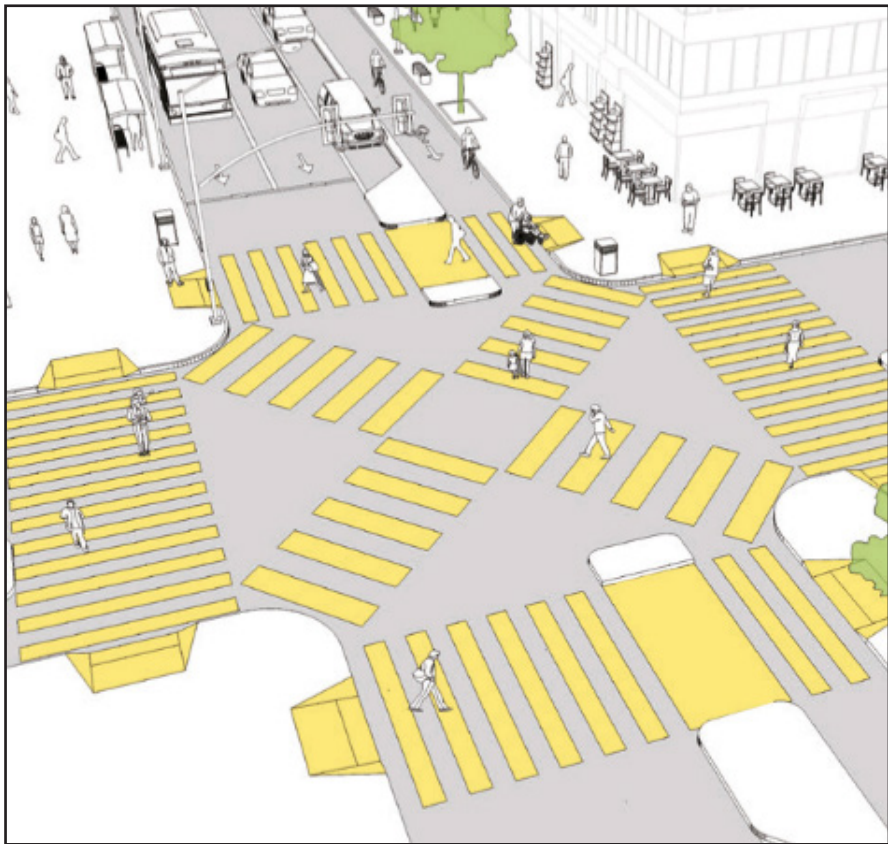
Tabla 35 - Paso peatonal

PASO PEATONAL CONVENCIONAL	
Volúmenes de peatones	Bajo a Alto
Intersección semaforizada	Si
En la intersección	Si
Mitad de la Cuadra	No
Velocidad de los vehículos	Cualquiera
Volumen Vehicular	Bajo a Alto
Recomendable que esté alineado lo más cerca posible a la intersección, en lo posible en el sendero peatonal libre de obstáculos.	
Varias intersecciones fueron diseñadas con dimensiones menores, dando como resultado distancias más largas.	
Las intersecciones deben ser lo más compactas posibles, facilitando el contacto visual y directo de los movimientos peatonales.	



FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

Tabla 36 - Cruce diagonal

CRUCE DIAGONAL	
Volúmenes de peatones	Alto
Intersección semaforizada	Si
En la Intersección	Si
Mitad de la Cuadra	No
Velocidad de los vehículos	Cualquiera
Volumen Vehicular	Medio a Alto
El cruce diagonal dedica una fase del tiempo semafórico para los peatones (rojo absoluto), para poder atravesar la intersección en cualquier dirección al mismo tiempo. Durante esta fase el tráfico vehicular se encuentra parado.	
Este tipo de señalización horizontal evita conflictos entre peatones y vehículos al tiempo de realizar la conversión.	
Debe ser aplicado sólo en intersecciones donde existan altos volúmenes vehiculares y deben ser diseñados para proveer el suficiente espacio para que una cantidad significativa de personas reunidas en las esquinas de una cuadra.	
Si no existe una buena coordinación (en los ciclos semafóricos) puede crear tiempos largos de espera tanto para peatones como para conductores. Reducir los tiempos de espera para los peatones genera conformidad y aumenta la seguridad.	
	

FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

Tabla 37 - Cruce elevado

CRUCE ELEVADO		
Volúmenes de peatones	Medio a Alto	
Intersección semaforizada	No	
En la Intersección	Si	
Mitad de la Cuadra	Si	
Velocidad de los vehículos	Menor a 30 Km/h	
Volumen Vehicular	Medio a Alto	
Las intersecciones no semaforizadas y los cruces a mitad de la cuadra pueden ser elevados, extendiendo el nivel de la acera a través de toda la calzada que se atraviesa. Colabora con el tráfico calmado, mejora la accesibilidad y aumenta la visibilidad entre peatones y conductores. Cruces peatonales elevados pueden ser aplicados en vecindarios con una densidad poblacional alta, en vías de segundo orden y zonas comerciales, o donde existan vecindarios pequeños con velocidades más lentas.		

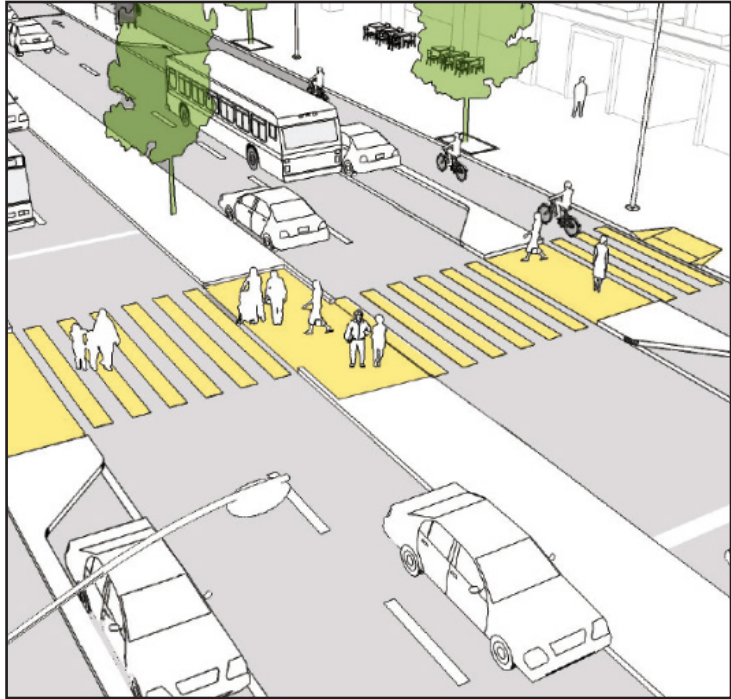
FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

Tabla 38 - Cruce de tráfico calmado

CRUCE CON TRÁFICO CALMADO	
Volúmenes de peatones	Bajo a Medio
Intersección semaforizada	No/actuada
En la Intersección	No (vía preferencial)
Mitad de la Cuadra	Si
Velocidad de los vehículos	Encima de 30 Km/h
Volumen Vehicular	Medio
En los cruces a media cuadra se puede usar reductores de velocidad, para advertir al conductor del vehículo la presencia de un cruce peatonal. Estos reductores de velocidad deben ser emplazados entre 5 a 10 m antes del cruce peatonal de acuerdo a la velocidad vehicular que se imprime en la vía. La instalación de las series de reductores de velocidad aumenta el nivel de confiabilidad para los cruces. El uso de pasos para peatones, puede además incrementar la visibilidad mutua entre peatones y conductores. En vías donde existen altos volúmenes vehiculares, en los cruces convencionales la preferencia debe ser dada con señalización fija.	
	

FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

Tabla 39 - Cruce escalonado

CRUCE ESCALONADO		
Volúmenes de peatones	Bajo a Medio	
Intersección semaforizada	Actuada	
En la Intersección	No	
Mitad de la Cuadra	Si	
Velocidad de los vehículos	Encima de 30 Km/h	
Volumen Vehicular	Medio	
El cruce escalonado sólo debe aplicarse cuando la profundidad del corte permite una accesibilidad total. Permiten que los peatones se enfrenten a la dirección de los vehículos que se aproximan, aumentando la visibilidad a lo largo del paso peatonal.		
El ancho mínimo de la medianera debe ser de 3 m y el desplazamiento entre las dos partes del paso peatonal no debe exceder de 1 m, manteniendo las distancias mínimas del cruce.		
Las líneas de detención, en este tipo de cruce, deben ser instalados a 5 m de distancia.		
Si los volúmenes vehiculares son altos o el nivel de confiabilidad es bajo, otras estrategias de tráfico calmado, usando reductores de velocidad, deberán ser empleadas.		

FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

Tabla 40 - Cruce con chicana

CRUCE CON CHICANA		
Volúmenes de peatones	Bajo	
Intersección semaforizada	No	
En la Intersección	No	
Mitad de la Cuadra	Si	
Velocidad de los vehículos	Menos de 30 Km/h	
Volumen Vehicular	Bajo	
El diseño del cruce conjunto con chicanas, provee cruces con distancias más cortas, los conductores de vehículos se ven forzados a reducir la velocidad y rendirse al tráfico que viene de la dirección opuesta.		
Mantener el carril con una dimensión de 3,5 m en la chicana para el acceso del vehículo en una eventual emergencia.		

FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

4.5.3 TRAZOS Y DIMENSIONES

Es recomendable que el paso peatonal tenga las mismas dimensiones de la acera respetando una dimensión mínima para el paso peatonal de 2,80 m, en casos especiales se permitirá dimensiones de hasta 1,40 m como en los centros históricos, áreas de paso provisional por ejecución de obras, etc.

También se pueden implementar pasos peatonales en mitad de cuadra, donde exista demanda de cruce y no existen cruces

peatonales cercanos. Cuando se emplean estos tratamientos de paso peatonal deberán estar de acuerdo –en lo posible– con patrones lógicos de cruce peatonal.

El promedio de tiempo de espera para los peatones no debería ser mayor a sesenta segundos en un cruce. Idealmente, los intervalos debieran ser frecuentes para que los peatones no se sientan tentados a cruzar de manera insegura. También se pueden motivar cruces por fases a través de islas en caso de que el tiempo de cruce sea corto o la calzada muy larga.

Una distancia adecuada de cruce varía según el entorno, en general, la distancia más larga de paso ininterrumpido no debiera superar los 15 m. Existen elementos que pueden ser considerados al momento del diseño, para minimizar la distancia de cruce como puede ser: el uso de un radio menor en la esquina, extender las aceras en las esquinas para acortar la distancia de cruce, islas, paso a nivel y otras opciones que son expuestas en este manual.

Existen muchas variables que deben ser consideradas para la definición de anchos de los pasos peatonales: la afluencia vehicular - peatonal, los usos de la tierra, la demanda presente y futura, el cumplimiento de los peatones, la velocidad, la seguridad y el historial de accidente de la zona. Los volúmenes por sí solos no son suficiente información, sin embargo, brindan un parámetro para el cálculo y dimensionamiento del mismo con el método de cálculo usado en aceras.

4.5.4 UBICACIÓN: ACERA - CALZADA

El trazado de los pasos peatonales en acera se proyectará de forma que queden siempre frente a su contrario para que el cruce se realice en línea recta, con la dirección de la marcha **perpendicular al bordillo.**

Debe conseguirse la máxima normalización en su ubicación y en ensanchamientos irregulares, así como el aprovechamiento de una misma rampa para dos cruces contiguos perpendiculares. La altura de la acera definirá las dimensiones de la rampa.

DESNIVEL MÍNIMO ENTRE ACERA Y CALZADA

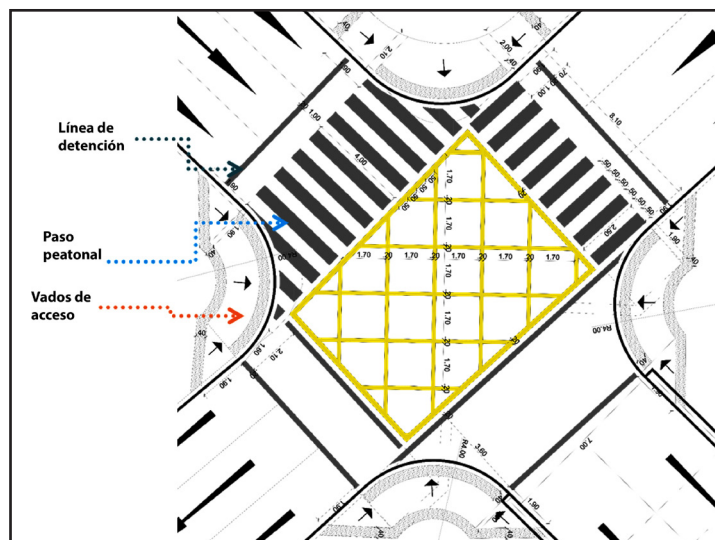
La zona de encuentro del bordillo de la acera con la calzada en todo el ancho del paso peatonal debe contemplar una altura de 15 cm, con canto redondeado o achaflanado. Éste es necesario para evitar el peligro que el peatón invada la calzada.

Para acera el paso peatonal estará señalizado mediante una franja señalizadora de 1,00 m de ancho. Estará ubicado en el centro o en el eje del paso peatonal perpendicular a la marcha.

Las dimensiones del vado cambian con base a la altura de la acera, en este caso se adapta a una altura de 15cm. La constante de redimensionamiento es la pendiente que varía de 8 a 12%

Las dimensiones del paso peatonal dependen del volumen de personas que atraviesan una intersección en un periodo de una hora, ver Tabla 41.

Ilustración 41 - Diseño del paso peatonal conectado con vados



FUENTE GLOBAL STREET DESIGN GUIDE (2016)

Tabla 41 - Dimensiones de los pasos peatonales

Flujo Peatonal (peatones/h)	Ancho mínimo (m)
Menor o igual a 500	2,0
501 a 750	2,5
751 a 1000	3,0
1001 a 1250	3,5
1501 a 1750	4,5
Mayor a 1750	5,0

FUENTE: ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS

4.6 MEDIANERAS E ISLETAS

Se las define como áreas comprendidas en el ancho de grandes calzadas, destinadas a la estancia de los peatones con objeto de fraccionar el tiempo de cruce de las mismas. La función que cumple sirve para fragmentar el tiempo de permanencia del peatón en la calzada. Son recomendables en vías de tres o más carriles por sentido, o más de 20 m. de ancho de calzada.

Entre las características generales se puede mencionar:

- El ancho de la isleta es igual al del paso de peatones y, en cualquier caso, no inferior a 1,80 m., de 1,50 m. de fondo mínimo y con la superficie útil de paso al mismo nivel que la calzada.
- Las isletas se ubicarán y diseñarán de forma que no obstaculicen la circulación y el giro de los vehículos.
- El paso de las personas a través de la isleta se considera como parte de un itinerario peatonal accesible y, por tanto, no existirá desnivel entre la isleta y la calzada en los tramos de los pasos peatonales.
- Se protegerán las zonas de permanencia de las personas en la isleta con elementos estructurales (bordillos, jardineras, etc.) para evitar la invasión accidental de los vehículos, y estarán convenientemente iluminadas por la noche.
- El criterio de señalización del pavimento será el mismo que en las rampas.

- La diferenciación de isleta y calzada en los tramos del cruce de peatones se realizará mediante pavimento de distinta textura y color, con objeto de que las personas ciegas o con escaso resto visual detecten con facilidad la situación de la isleta.
- Para seguridad de los peatones deberá colocarse una señal vertical o un semáforo que anuncie a los vehículos la existencia del paso de peatones.

Ilustración 42 - Elementos del paso peatonal por isleta con origen de una acera menor a 1,4 m

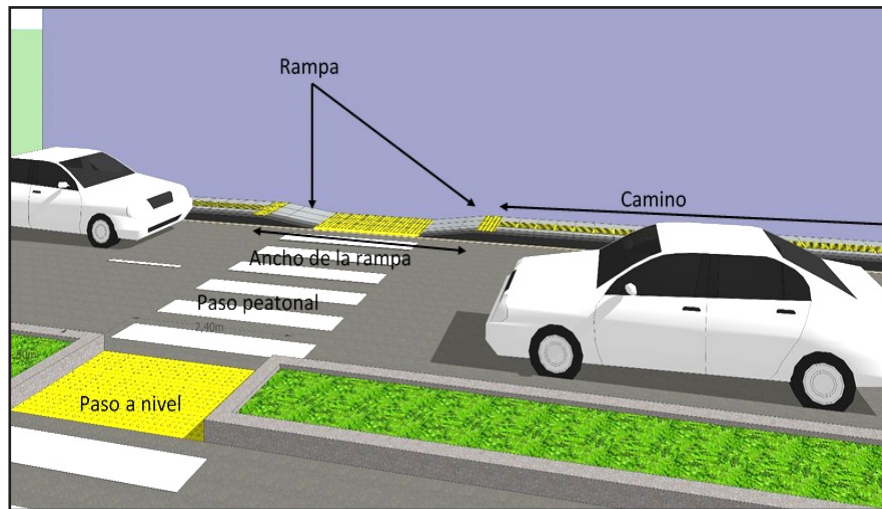
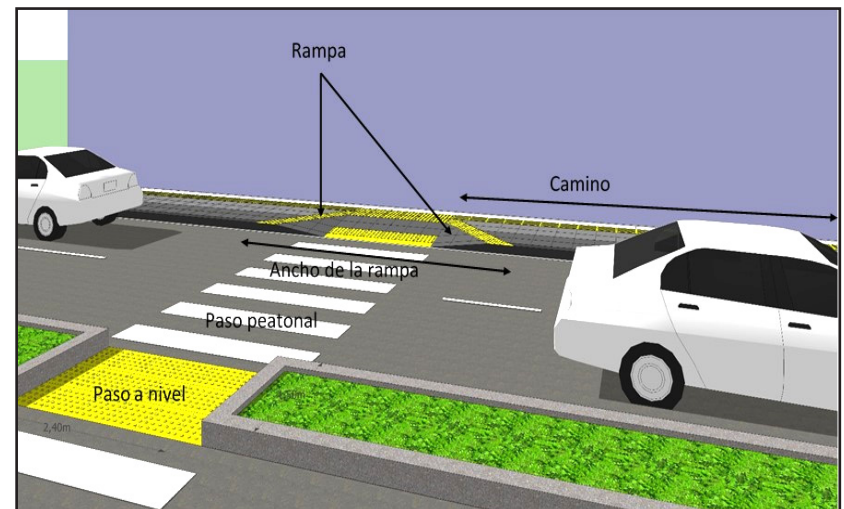


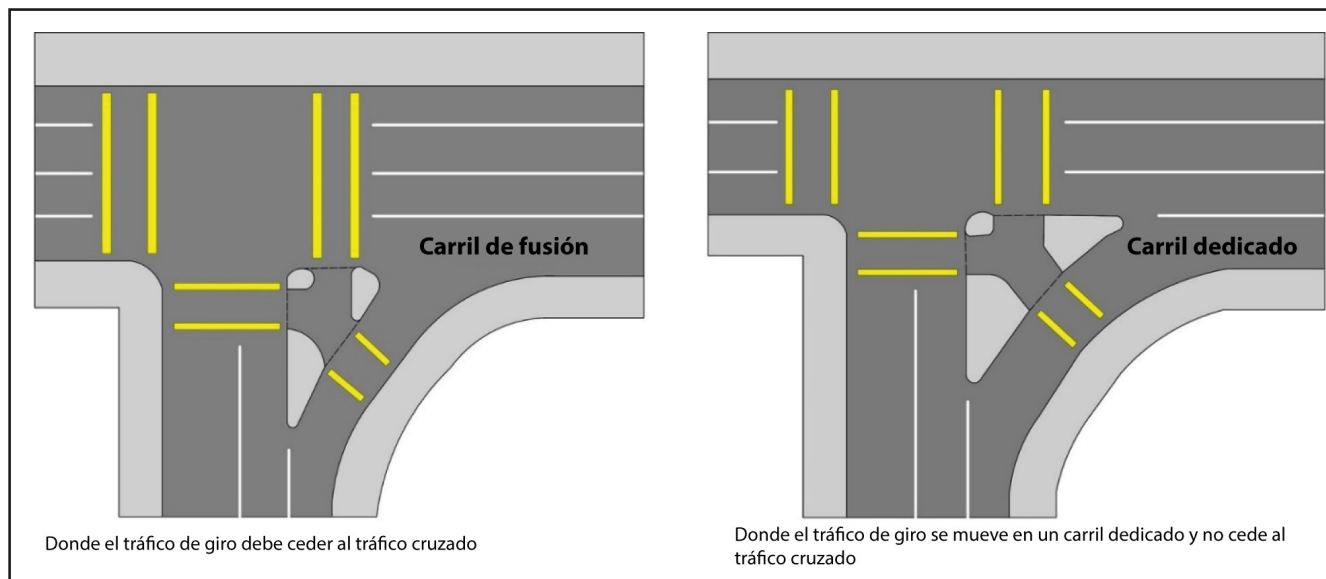
Ilustración 43 - Elementos del paso peatonal por isleta con origen de una acera mayor a 1,4 m



- Si se prohíben los retornos en U, pero se necesitan carriles protegidos para los giros a la izquierda, el ancho debe ser suficiente para acomodar un carril de 3.2 m.
- Si se prohíben tanto las vueltas a la izquierda como los retornos en U, el ancho mínimo será de 1,5 m.

4.7 ISLETAS DE CARRILES DE GIRO HACIA LA DERECHA

Ilustración 44 - Refugios con giro a la izquierda



Además de las islas anteriormente descritas, existen otras áreas de refugio para peatones, se instalan entre el carril de giro a la derecha o independiente a través de la intersección de carril. El carril de giro a la derecha a menudo se llama carril de deslizamiento porque los automovilistas no esperan hasta llegar a una parada en la intersección. Se implementan para reducir la congestión del tráfico, permitiendo que los vehículos se dirijan hacia la derecha condicionando la permanencia de los vehículos hacia este carril, principalmente, para los que harán este giro. Este carril está separado de la calle de origen por una isla de refugio triangular. Los carriles de deslizamiento a la derecha no se recomiendan en áreas de alto uso peatonal sino una acera con un radio con dimensiones apropiadas.

Hay otros factores que afectan la forma del tratamiento de un carril de giro, algunos de estos factores son:

- El tráfico de giro debe ceder el paso a la calle transversal o tiene un carril dedicado a la cual girar.
- El diseño de carril de giro en el que el tráfico que gira a la vía transversal debe ceder al tráfico, da una ventaja definitiva al peatón afirmando su derecho de cruce en el paso de peatones, en comparación con el diseño de carril dedicado.

- El tráfico de giro debe ceder el paso al tráfico de cruce, si el volumen de tráfico es bajo en la vía transversal, también es probable que el volumen de tráfico que gira sea bajo, por lo que habrá suficiente espacio para que los peatones puedan cruzar. Si el volumen de tráfico es alto en la vía transversal, el tráfico que gira deberá parar para que los peatones crucen.
- El tráfico de giro se mueve por un carril dedicado y no cede al tráfico de la vía transversal, es probable que las velocidades a través del carril de giro a la derecha sean más altas y es probable que, con espacios insuficientes para el paso de peatones, los conductores no cedan el paso a los peatones.
- Cuando se utilizan los carriles de giro a la derecha es mejor, desde el punto de vista de los peatones, que sean diseñados de forma que los vehículos que giran cedan el paso al tráfico de la calle transversal.
- Es recomendable usar señalización horizontal para indicar la ubicación del paso de peatones en un carril de giro a la derecha ya que tanto los peatones como los automovilistas necesitan orientación sobre la ubicación correcta para el uso del cruce vial y peatonal.

4.8 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD O TRÁFICO CALMADO

Las medidas de tráfico calmado o de reducción de velocidad, trata soluciones viales para retrasar o reducir el tráfico, con el fin de mejorar la seguridad para los peatones y automovilistas.

Es la forma más eficaz de reducir exceso de velocidad en calles residenciales, evitar los accidentes de tráfico y prevenir muertes. El propósito de calmar el tráfico es hacer barrios más seguros, más agradable y más habitables. La reducción de la velocidad y el volumen de tráfico a niveles aceptables, ayuda a lograr estos objetivos. Reducir la velocidad, disminuye los accidentes, colisiones, el ruido, la contaminación y el crimen. Durante décadas en Europa su uso ha sido eficiente, se han evidenciado cambios positivos en el comportamiento del conductor incluso durante un período prolongado de tiempo, soluciones físicas, tales como rompe muelles o pasos elevados, obligan a los conductores a reducir la velocidad de tal manera que los conductores puedan reaccionar más rápido ante situaciones inesperadas.

Las vías de velocidad menor a 30 km/h, demandan intervenciones que impliquen alteración física del trazado de la vía o de la geometría para adaptar las condiciones de las vías a velocidades más reducidas. Las medidas pueden motivar a los conductores a una conducción más atenta, a reducir las velocidades, los choques, mejorar las condiciones para los viajes de bicicleta y la caminata, mejorando la seguridad vial. Estas medidas son especialmente importantes en las áreas comerciales, escuelas, áreas recreativas, lugares de culto y centros comunitarios.

Los diseños que reducen la velocidad incluyen variadas formas y diseños como: Chicanas, extensiones de bordillo, cruces de peatones, rotondas, etc. A continuación los describimos.

Estos reductores sólo pueden implementarse en vías de segundo y tercer orden, sólo en casos muy excepcionales y tras un estudio de justificación es permisible en vías de primer orden. En ningún caso en una vía expresa podrá implementarse.

4.8.1 ROMPEMUELLES (REDONDEADOS Y PLANOS)

Los rompe muelles presentan dos tipologías que cumplen la misma función, reducir la velocidad de los vehículos. En la ciudad de La Paz se tiene diversas dimensiones desproporcionadas e instalación arbitraria, estas dos condiciones pueden ocasionar daños en los vehículos.

- **ROMPEMUELLES PLANOS:** No podrán ser usados cuando el flujo de vehículos motorizados, carga y/o pasajeros, supere 2% de un día hábil representativo.
- **ROMPEMUELLES REDONDEADOS.** Éstos no podrán instalarse cuando el flujo de vehículos motorizados de carga supere el 25% del flujo de un día hábil representativo.

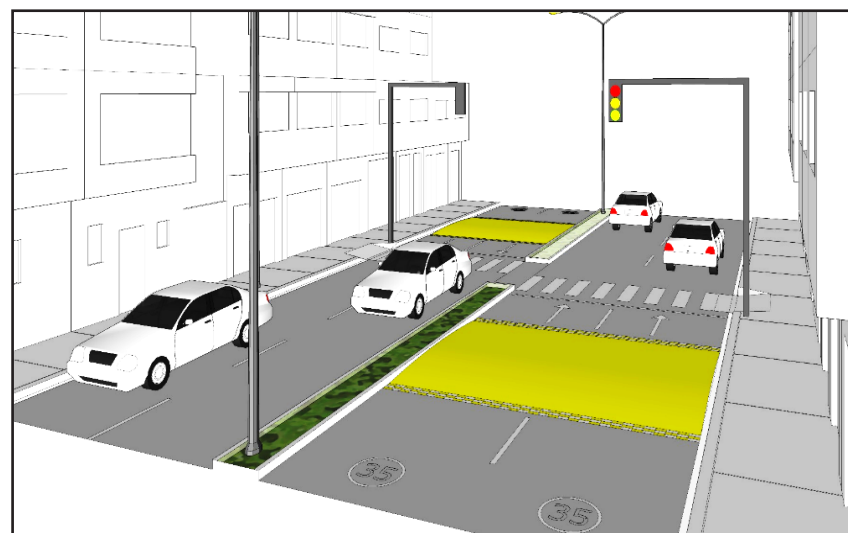
PRINCIPIOS DE DISEÑO

Para el diseño de estos elementos se deberá tomar en cuenta las siguientes reglas

- La geometría de un rompe muelle determina la velocidad del tráfico que pasa por el punto de análisis.
- La longitud típicamente oscila entre 3,7 y 4,25 m. Las alturas oscilan entre 0,75 a 0,10 m.

- A menudo colocados en serie, separados entre 100 y 170 m.
- A no menos de 30 m. de un cruce peatonal semaforizado, con excepción de los rompe muelles planos que coinciden con dichos pasos para peatones.
- A no menos de 25 m de cualquier parte de una estructura que esté bajo o sobre la calzada, como es el caso de pasarelas, pórticos, pasos sobrenivel, túneles, pasos bajo nivel, colectores, etc.
- En vías con pendientes sobre 10%, a no menos de 25 m de la cima, y a una distancia no mayor a 70 m de otro resalto ubicado en la vía con pendiente.

Ilustración 45 - Rompemuelle en una vía de segundo orden



- Deben estar espaciados apropiadamente para estimular la conducción a una velocidad constante y para el frenado y la aceleración brusca.
- Debe estar demarcado, opcionalmente con señalización. Como mínimo, una señal de advertencia anticipada antes del primer rompe muelle en serie.
- Debe localizarse a no más de 5 metros a una luminaria pública, medidos desde el borde del resalto; de lo contrario, deberá instalarse iluminación especial.
- La distancia a las intersecciones, medida desde el borde del rompe muelle más próximo al cruce, no debe ser mayor a 25 m.
- No debe interferir con accesos vehiculares ni servicios públicos tales como: sumideros, cámaras de inspección etc.
- Cuando existan curvas, la distancia mínima, desde el punto del fin de la curva al borde más cercano del rompe muelle, deberá ser de 70 m. En vías de un sentido vial, el último rompe muelle en un tramo recto, deberá ser ubicado antes del punto de inicio de una curva.
- Deberán instalarse mínimo dos en un tramo, la distancia entre ellos no deberá ser menor a 20 m. ni mayor a 150 m.

Ilustración 46 - Vía con rompemueller

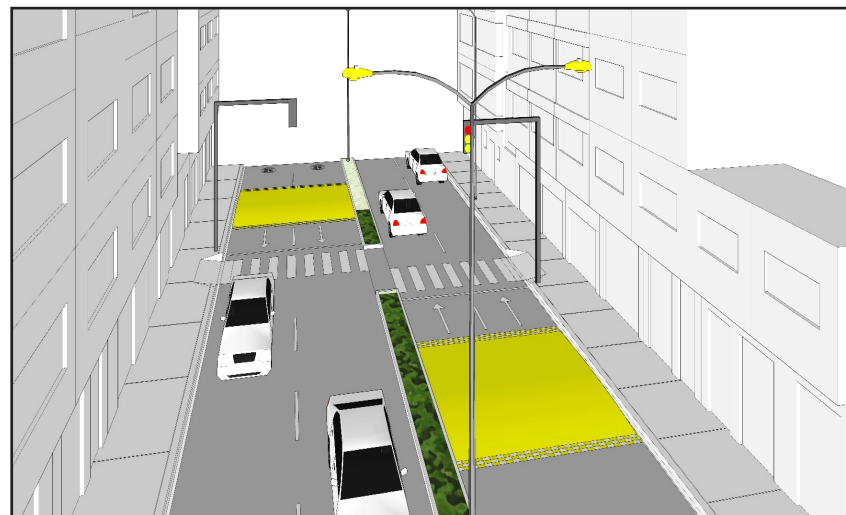
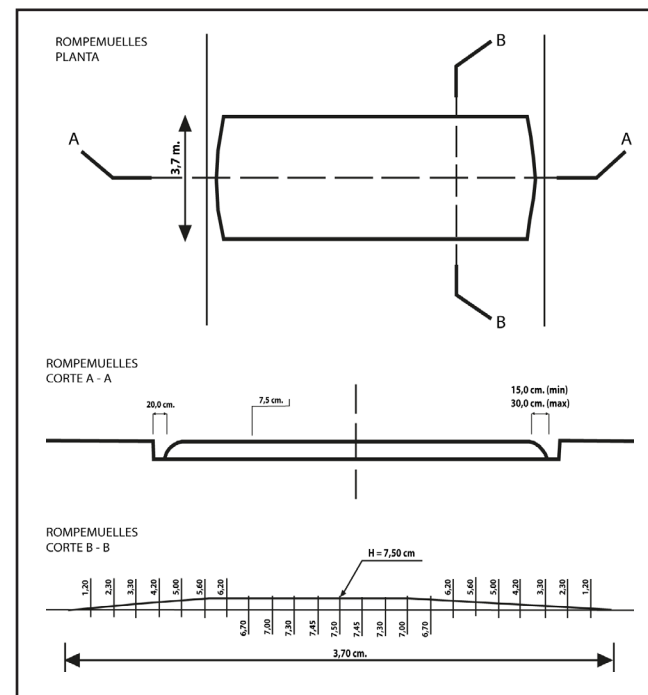


Ilustración 47 - Diseño geométrico – rompemueller plano – altura 0,75 m



4.8.2 PASOS ELEVADOS

Los pasos elevados sirven para reducir la velocidad promedio a 30 Km/h. Su implementación es recomendable en vías de segundo y tercer orden. Se recomienda que sea instalado desplazado de las intersecciones para resguardar a los peatones y brindar mayor visibilidad, facilidad de cruce, eliminación de barreras. Se puede justificar la implementación de plataformas continuas cuando:

- a) La velocidad de operación en la vía constituye un factor de riesgo de accidentes, particularmente de peatones, ciclistas, u otros usuarios vulnerables;
- b) En el caso de que constituya en una vía de paso, en desmedro del entorno y la seguridad vial;
- c) Cuando se desee privilegiar la conveniencia de la circulación peatonal a lo largo de una vía comercial proveyendo aceras continuas sobre las vías laterales.
- d) Cuando se desee reforzar el carácter de vía de tercer orden y que empalmen con una vía de mayor jerarquía.

UBICACIÓN. Las aceras continuas deberán ubicarse:

- a) A no menos de 25 m de cualquier parte de una estructura que esté bajo o sobre la calzada, tales como pasarelas, pórticos, pasos sobrenivel, túneles, pasos bajo nivel, colectores, etc.

- b) En vías con pendientes sobre 10%, a no menos de 25 m de la cima.

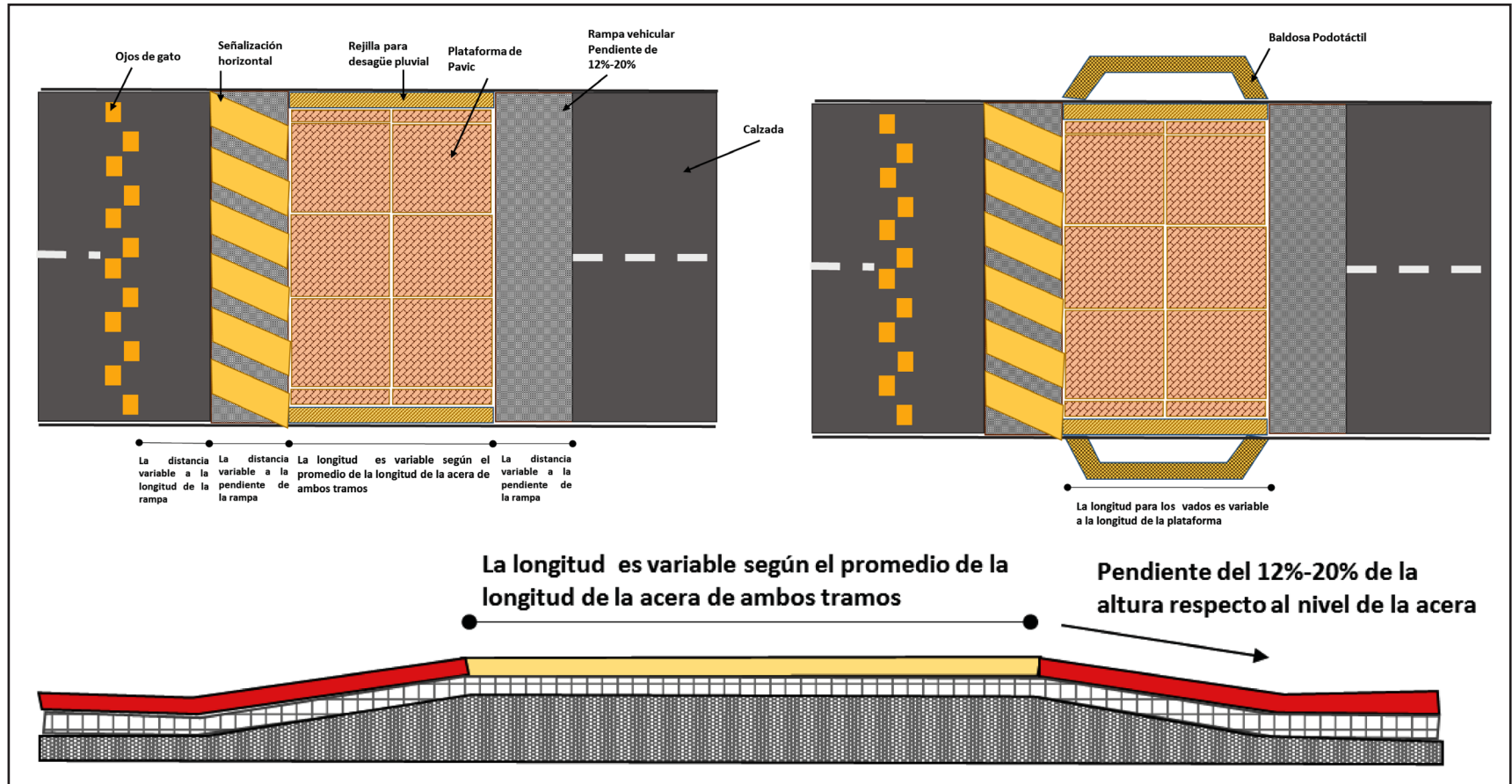
- c) A no más de 5 m de una luminaria pública, medidos desde el borde de la acera continua o de la plataforma, según sea el caso, más próximo a ella. En caso contrario, deberá proveerse iluminación especial.

- d) No debe interferir con accesos vehiculares ni servicios públicos tales como: sumideros, cámaras de inspección, espiras, etc.

DIMENSIONES.

- a) La altura de los "Pasos continuos" debe ser el mismo de las aceras; su ancho debe ser acorde al ancho del vado no menor a 2.00 metros; las pendientes, del 12%:
- b) La superficie vertical que se une a la calzada de las aceras continuas no debe superar los 2 cm;
- c) Se pueden instalar en vías con pendientes hasta de 10%. La primera rampa (de subida) de las "aceras continuas" debe ser de 15%. La segunda rampa (de bajada) 10%:
- d) Los "pasos continuos" deben ser provistos de un sistema eficaz de evacuación de aguas para evitar se acumulen.

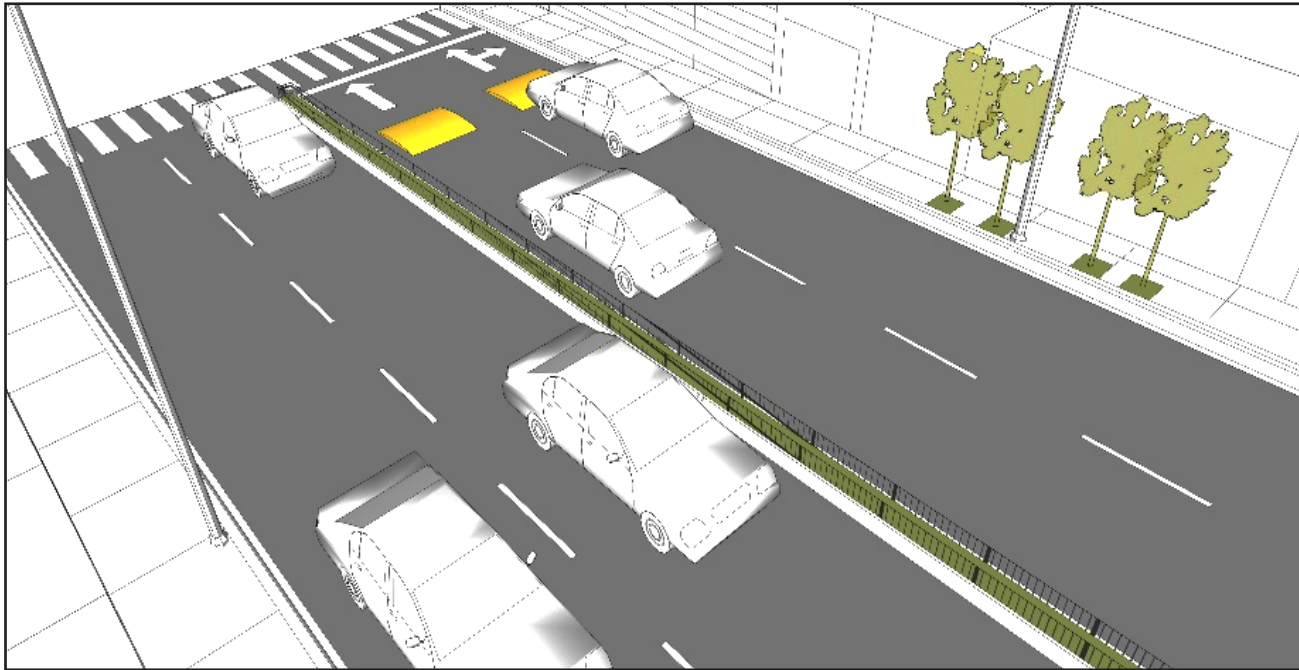
Ilustración 48 - Diseño geométrico – acera continua



4.8.3 COJINES DE VELOCIDAD

Los cojines de velocidad son dispositivos calmantes de tráfico diseñados como rompemuelleres pequeños instalados en la vía espaciados entre ellos por cada carril. Este tipo de elementos obliga a disminuir la velocidad de los automóviles, permiten el movimiento de vehículos más grandes.

Ilustración 49 - Implementación de cojines en una vía con dos carriles



- Los cojines pueden reducir la velocidad a un promedio de 50 -60 Km/hr. Pueden instalarse en todo tipo de vías, excepto en vías expresas.
- Los cojines de velocidad generalmente están hechos de asfalto. Los modelos de caucho tienen menor tiempo de duración y son fácilmente reemplazables.
- Se recomienda su instalación en vías residenciales, zonas escolares y zonas próximas a parques

- Son menos costosos que los rompe muelles, siendo igual de efectivos.
- Son fáciles de instalar, quitar y mantener. Algunos vienen pre-fabricados.
- La presencia de cojines de velocidad, sin embargo, tiene poco efecto en el control de la velocidad de los vehículos motorizados de dos ruedas, que pueden pasar entre los cojines.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

- Deben ser instalados en cada carril de circulación en forma perpendicular al eje de la calzada.
- No deben instalarse a menos de 35 metros de un cruce peatonal semaforizado.
- No deben ser instalados a menos de 35 metros de cualquier parte de una estructura que esté bajo o sobre la calzada, como es el caso de pasarelas, pórticos, pasos sobrenivel, túneles, pasos bajo nivel, colectores, etc. ni superior a 150 metros, medidas tomadas desde sus bordes más cercanos. Para mayor efectividad debiera minimizarse el espaciamiento entre cojines, tanto por razones de efectos en la reducción de velocidad como también por los efectos de ruido y emisiones
- En vías con pendientes sobre 10%, no debe estar a menos de 25 metros de la cima, ni separado más de 70 metros de otro resalto en la vía con pendiente
- La distancia a intersecciones, medida desde el borde del cojín más próximo al cruce, a la línea de detención demarcada o imaginaria no debe ser menor a 25 metros
- Deben instalarse próximos a luminaria pública (distancia no mayor a 5 metros medidos desde el borde del cojín). De lo contrario debe instalarse iluminación especial

- Cuando existan bahías de buses los cojines no deben instalarse a menos de 30 m. de éstas
- Su instalación no debe interferir con accesos vehiculares ni servicios públicos tales como: "sumideros, cámaras de inspección, espiras, etc."
- Las rampas longitudinales de entrada y salida del cojín deben ser de 1:8. Las rampas transversales deben ser de 1:4. Lo anterior se detalla en la Ilustración 50. La distancia entre cojines, en el sentido transversal de la vía, debe ser de 1,40 m; esto cuando no exista isleta u otro elemento que cumpla dicha función. Esta distancia podrá reducirse a 1,20 m cuando en la vía no circulen servicios de buses de transporte público.

Ilustración 50 - Dimensiones de los cojines

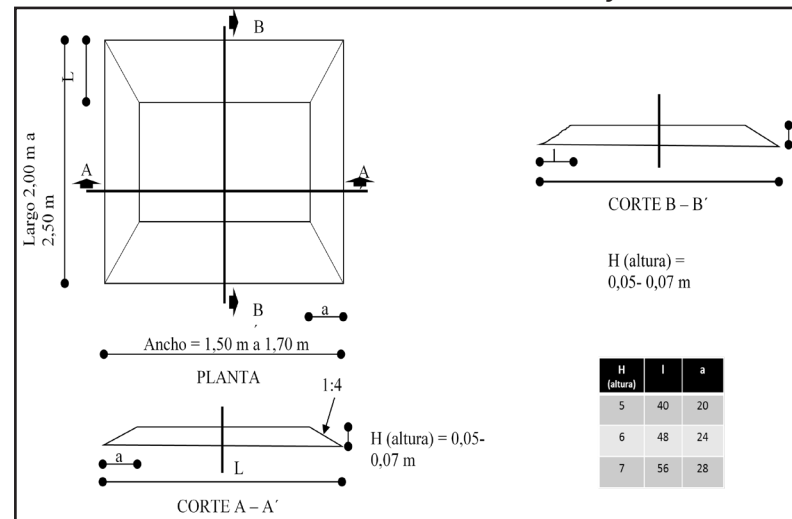
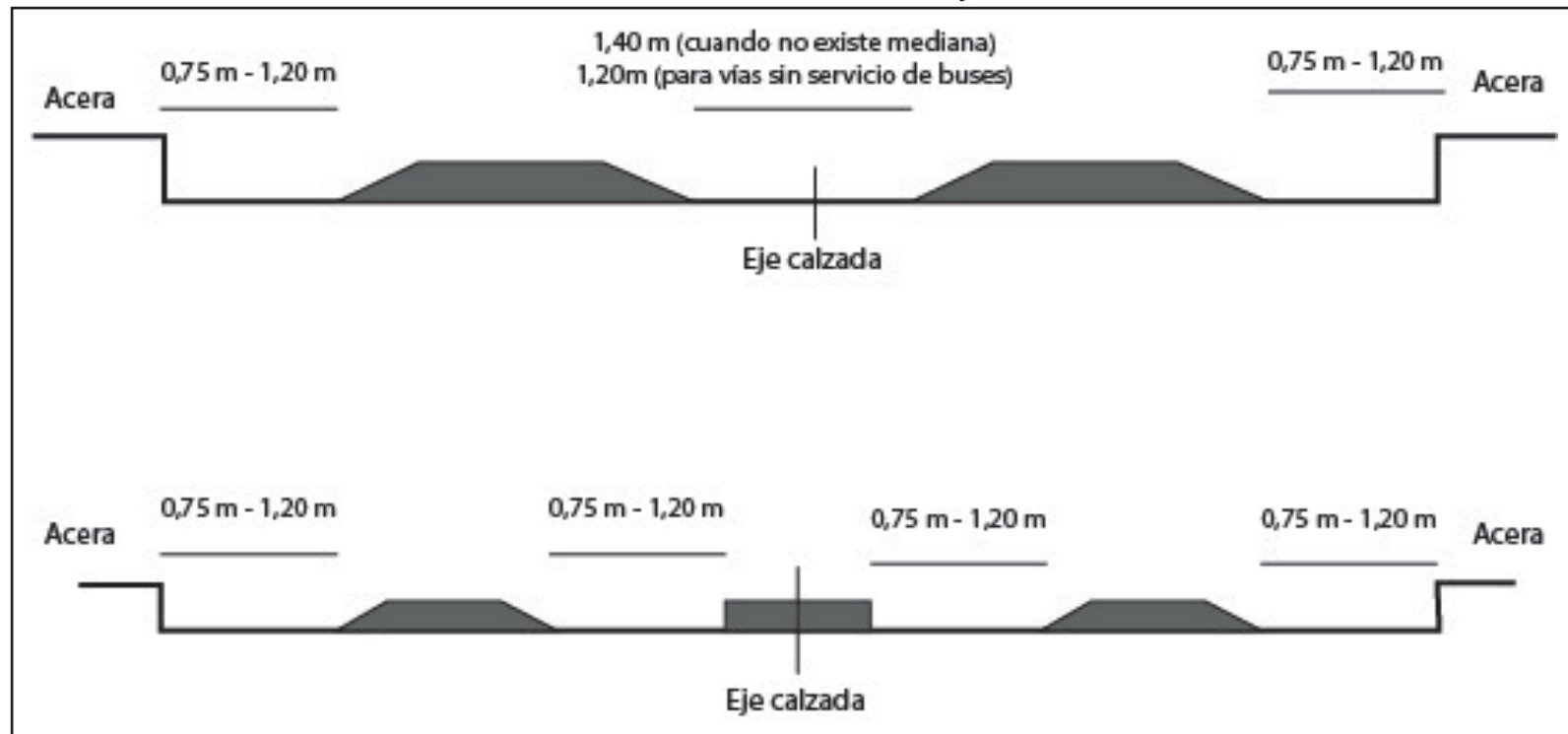


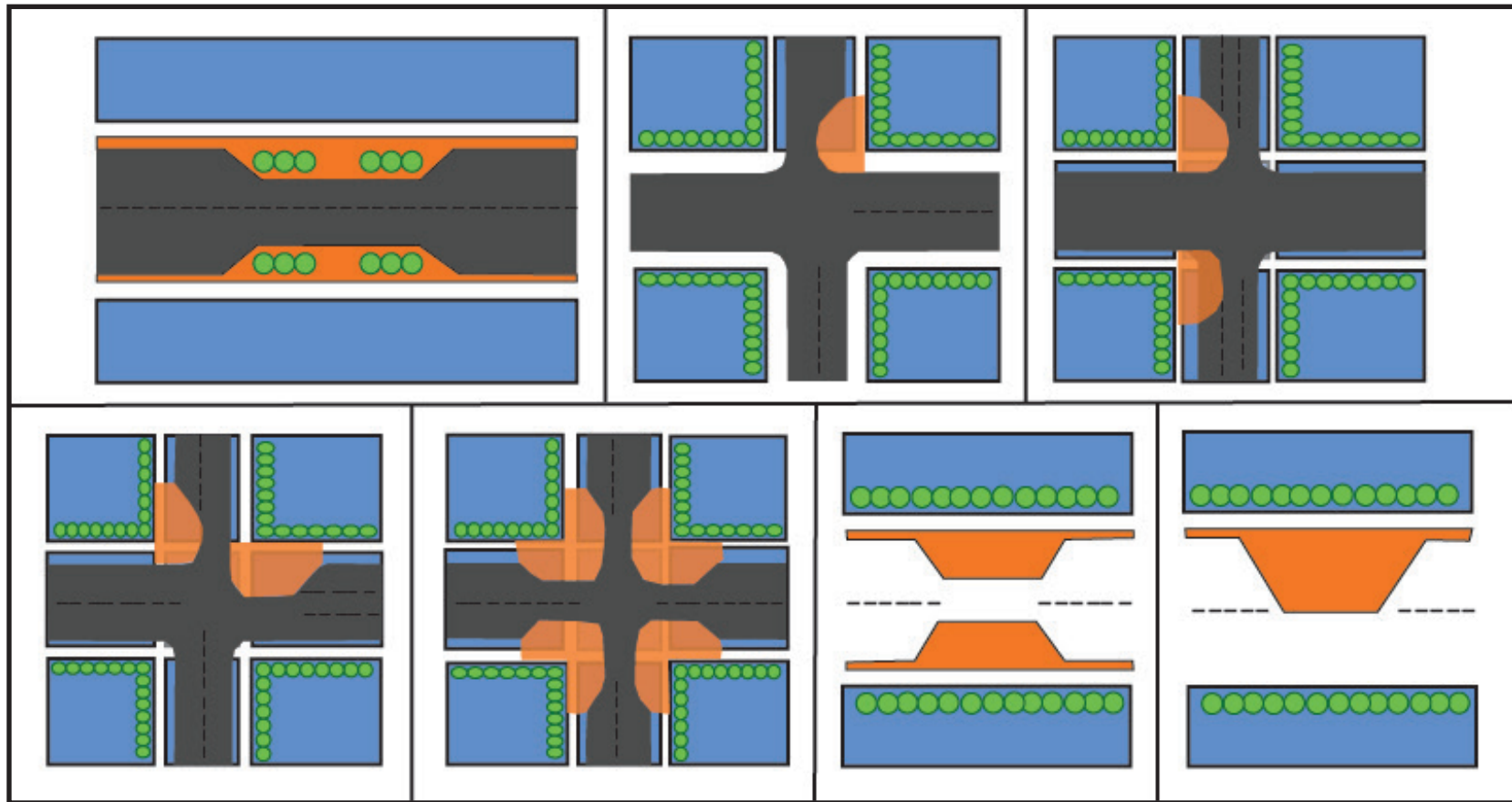
Ilustración 51 - Dimensionamiento de cojines



4.8.4 AMPLIACIONES DE ACERA

Una forma para motivar la desaceleración de las vías, ha sido la ampliación de las aceras. De acuerdo a su localización, y características, pueden ser denominadas como chicanas, gargantillas y extensiones de bordillo.

Ilustración 52 - Vista en planta de opciones de chicana

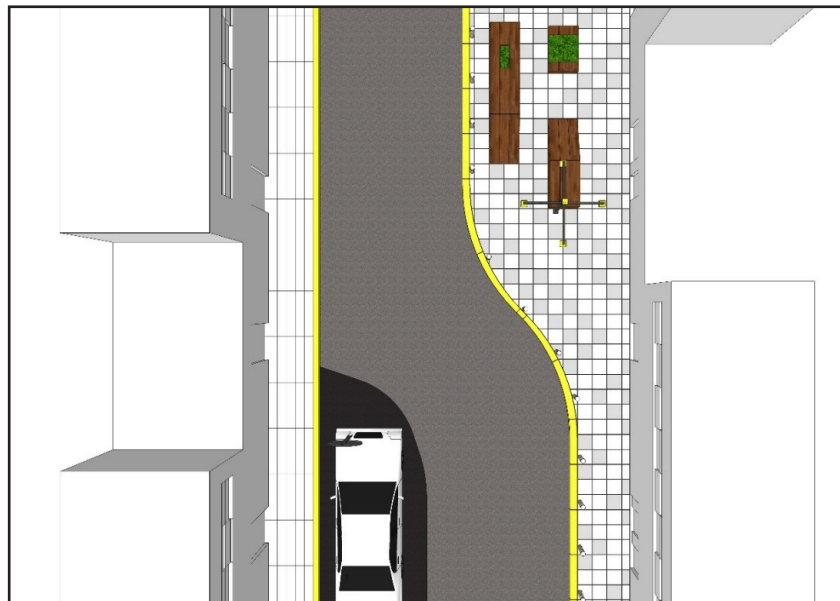


4.8.4.1 CHICANAS

También se llaman desviaciones serpentinas, curvas de inversión, giros y escalonamientos. Estos elementos pueden reducir la velocidad promedio de 20 a 50 Km/h (dependiendo de diseño). Son extensiones de la acera que generan una serie de estrechamientos que alternan desde un lado de la calle hasta el otro formando curvas en forma de S, en otros casos

se implementan sólo a un lado dando forma de un zigzag. Se podrán instalar en todo tipo de vías, excepto en vías Expresas

Ilustración 53 - Vista en planta de una chicana



Las chicanas de un sólo carril requieren una dirección de tráfico para dar paso a los vehículos que se aproximan. Consiste normalmente en una acera levantada y bolardo en la mitad de la vía, con un cartel para explicar la prioridad de tráfico del vehículo. Para el carril sin prioridad de tráfico, hay marcas con señalización vertical para priorizar el paso peatonal. Son utilizadas para disminuir el tráfico y la velocidad en vías de tercer orden. Requiere como mínimo el ancho de dos carriles, su forma también brinda las condiciones para generar espacios de parqueo y áreas de recuperación para el uso peatonal u ornamental.

PRINCIPIOS DE DISEÑO

- No deben instalarse a menos de 20 metros de una intersección cuando la chicana esté en una vía de doble sentido de tránsito e interrumpa uno de los sentidos.
- Cuando se instalen próximas a una rotonda, su distancia a ésta debe ser entre 40 a 80 metros.
- La vía donde se encuentra la chicana debe tener alumbrado público
- Su ubicación no debe interferir con accesos vehiculares ni elementos de servicios tales como: "sumideros, cámaras de inspección, espiras, etc."
- En vías de doble sentido con pendiente sobre 8% no deben instalarse chicanas cuando éstas obstaculicen el sentido de tránsito ascendente
- El enfoque sencillo consiste en alternar el estacionamiento en la calle de un lado de la calle a otro en una carretera de un solo carril. Esto se puede combinar con las extensiones de la acera y los pasos elevados.
- En una vía de dos carriles, las chicanas escalonadas se pueden usar aplicando estacionamientos, calles de viraje de las reservas centrales, etc. en varias secciones.
- Se debe proporcionar un espacio adecuado para peatones y ciclistas.
- El paisaje debe estar diseñado para no perturbar las opiniones de los conductores.

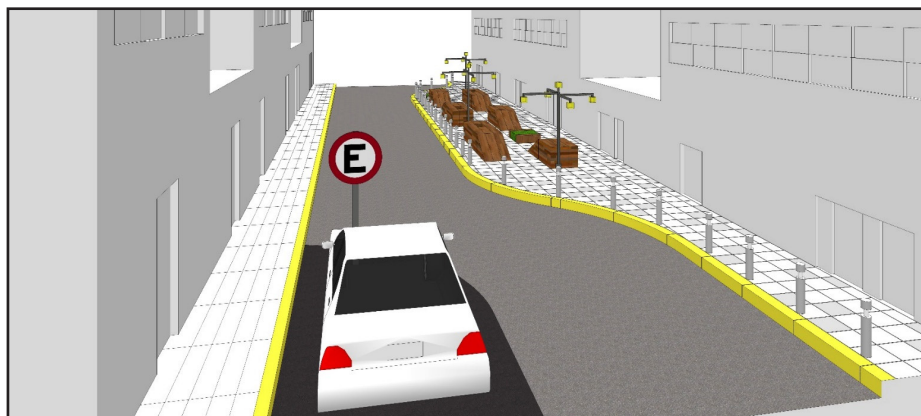
- Las chicanas deben instalarse en forma alternada en el sentido longitudinal a la calzada. La distancia entre las chicanas se medirá desde el punto más alto y cercano entre ellas. Dicha distancia deberá ser acorde a la velocidad y al ancho de las pistas que se quiere lograr, lo cual se encuentra indicado en la siguiente Tabla:

Ilustración 54 - Distancia entre chicanas y velocidad - Vehículos livianos

ANCHO DE VÍA	B R E C H A TRANSVERSAL	DISTANCIA ENTRE CHICANAS DE ACUERDO A VELOCIDAD QUE SE QUIERE LOGRAR		
		24 KM/H	32 KM/H	40 KM/H
3,0 m	+1,0 m	5,0 m	9,0 m	14,0 m
	0,0 m	9,0 m	13,0 m	18,0 m
	-1,0 m	12,0 m	16,0 m	-
3,5 m 4,5 m	+1,0 m	-	-	11,0 m
	0,0 m	9,0 m	12,0 m	15,0 m
	-1,0 m	11,0 m	15,0 m	19,0 m
	01,0 m	-	7,0 m	9,0 m
	0,0 m	-	9,0 m	12,0 m
	-1,0 m	-	11,0 m	15,0 m

FUENTE: CITYS SAFER BY DESIGN

Ilustración 55 - Vista en perspectiva de una chicana



- El lado de la chicana que enfrenta la calzada tendrá una longitud de entre 1,00 y 6,00 metros. El lado de la chicana que enfrenta la acera tendrá una longitud resultante de los ángulos de entrada y salida. FIGURA

- El ángulo de entrada no debe ser mayor a 30° (respecto de la línea municipal). El ángulo de salida no debe ser mayor a 45° (respecto de la línea municipal).

- El ancho de la chicana dependerá del número y ancho de pistas proyectado.

- La altura de la chicana debe estar en el rango entre 0,06 y 0,60 m.

- En las chicanas incorporadas en el diseño o rediseño de vías por cambio en la alineación del eje estos deben ajustarse - según la velocidad que se desee lograr.

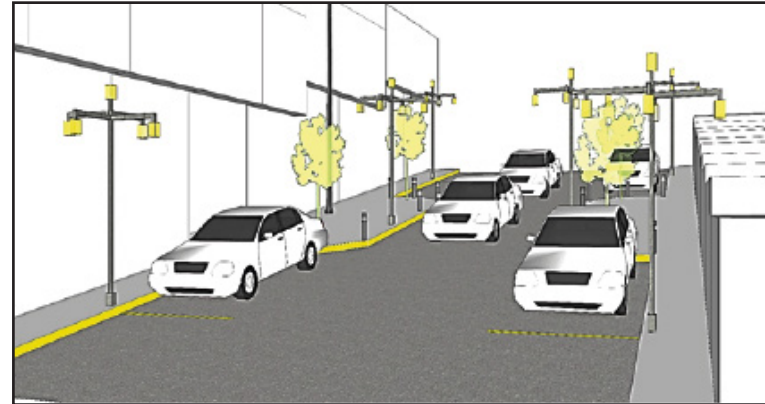
A pesar de la incorporación de las chicanas pueden presentarse excesos de velocidad de los conductores que cortan caminos rectos a través de la línea central, los expertos recomiendan cambios en la alineación de al menos un ancho de carril, ángulos de deflexión de al menos 45° e islas centrales.

4.8.4.2 GARGANTILLAS O ESTRECHAMIENTOS

Son extensiones de acera que estrechan una calle ensanchando las aceras o colocando tiras de siembra, creando efectivamente un punto de reducción a lo largo de la calle. Estos conducen a una reducción de las velocidades de los vehículos

de 20 a 60 Km/h, lo cual depende del diseño y del tipo de vías donde se aplique.

Ilustración 56 - Ejemplo de gargantilla

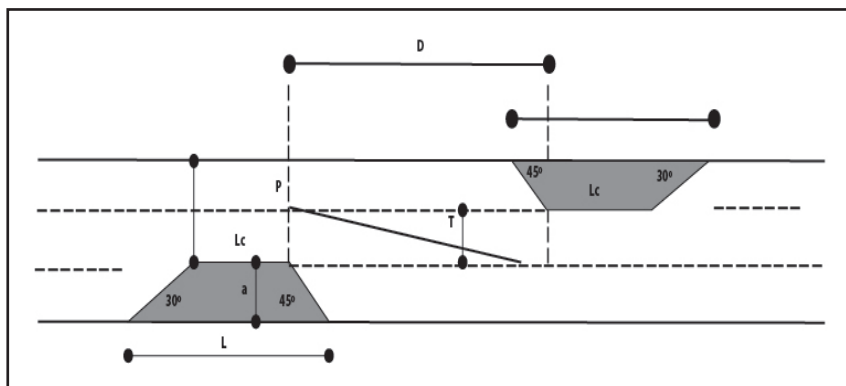


- Mejorar la seguridad del paso de peatones.
- Genera espacios de acera para jardinería o mobiliario urbano.
- Reduce el tráfico
- Reduce la distancia de cruce de peatones en un lugar de intermedio.

La aplicación de este tipo de reductores se remite a vías de tercer orden o segundo orden. Se debe tener cuidado para asegurar que el mobiliario urbano y el paisajismo no bloqueen la vista de los conductores. Los anchos deben permitir el paso de vehículos como carros bomberos, ambulancias y otros vehículos de emergencias

Los estrechamientos con extensiones de acera pueden instalarse tanto en tramos de vías como también en las esquinas. (ver Ilustración 57)

Ilustración 57 - Ángulos y dimensiones de un estrangulamiento



SIMBOLOGÍA

P = Ancho de pistas proyectado
 Lc = Largo (lado de calzada) de 1,00m a 6,00m
 Lc = Largo (lado de calzada) de chicana dado por Lc y ángulos
 a = Ancho de chicana dado por ancho y número de pistas
 T = Distancia transversal resultante

Tabla 42 - Distancia de ubicación de acuerdo a la velocidad de operación

VELOCIDAD (Km/h)	L (m)
20	5,6
30	8,3
40	11,1
50	13,9
60	16,7
70	19,4
80	22,2
90	25,0
100	27,5
110	30,6
120	33,3

PRINCIPIOS DE DISEÑO

El ancho del espacio de circulación debe ser de 2,75 a 3,20 metros cuando se proyecte dejar espacio sólo para un vehículo, y 4,00 a 5,50 metros, para dos vehículos. Estos espacios pueden ser mayores dependiendo de las características del tráfico (flujos y tipo de vehículos).

- Se pueden crear gargantillas desplazando ambos bordillos, o pueden hacerse ensanchando más un lado de las aceras.
- Se puede reducir el ancho de una calle de dos carriles a un carril a través de un punto de gargantilla o estrangulamiento, lo que obliga a los automovilistas a ceder el uno al otro.
- Se puede combinar con estacionamiento en vía, para vías de un sólo sentido con una gargantilla que estrecha visual y físicamente el ancho de la vía.
- Cuando el espacio lo permita, se pueden utilizar diseños más funcionales en el borde extendido, tales como parklets o estacionamiento de bicicletas.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y DEMARCACIONES

Cuando el estrechamiento con extensiones de acera se instale en vías de doble sentido y se deje el paso para un solo vehículo, debe instalarse la señalización vertical de prioridad "Preferencia al sentido contrario", o "Ceda el Paso". Estas señales podrán ser instaladas sobre la acera, previo al estrechamiento o bien sobre el mismo, dependiendo del espacio disponible, visibilidad y características paisajísticas del entorno. Éstos pueden complementarse con elementos que realcen su notoriedad, tales como tachas, hitos verticales, delineadores verticales y direccionales, etc.

Cuando el estrechamiento se instale en vías de un sentido o en vías de doble sentido con espacio para dos vehículos (no

se interrumpe el sentido de tránsito) no se requerirá señalización vertical de prioridad, pero deben instalarse elementos que realcen la notoriedad, tales como tachas, hitos verticales, demarcación de solera, señal "Paso obligado derecha" o Paso obligado izquierda", respectivamente, según el sentido de tránsito.

En cuanto a las demarcaciones, las soleras de los estrechamientos deben pintarse con pintura retroreflectante amarilla, y complementarse con tachas amarillas cuando requieran mayor notoriedad.

Cuando se permita estacionamiento en la calzada entre las extensiones, debe asegurarse que la franja de estacionamientos está debidamente demarcada y las extensiones de acera tengan topes en el sentido que enfrentan al tráfico.

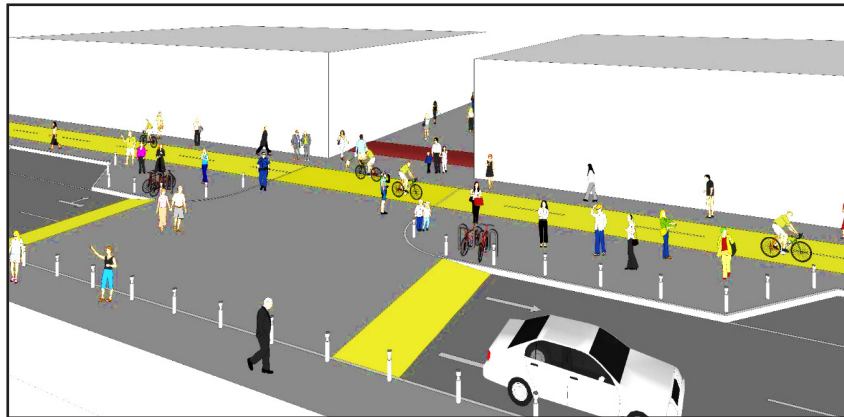
4.8.4.3 EXTENSIONES DE BORDILLO

Las extensiones de bordillo son extensiones de la acera, usualmente en intersecciones mejoran la posibilidad de cruce, mejoran la visibilidad peatonal, puede reducir la velocidad de giro de vehículos y ofrecer protección a los peatones.

- Calma el tráfico reduciendo físicamente y visualmente la calzada.
- Disminuye la velocidad de los vehículos y reduce la distancia de cruce, reduciendo la exposición de los peatones y minimizando el tiempo de la señal.

- Crea espacios que pueden usarse para localizar mobiliario urbano, estacionamiento de bicicletas, etc.
- Evita físicamente el estacionamiento ilegal cerca de cruces e intersecciones.

Ilustración 58 - Ejemplo de una extensión de bordillo

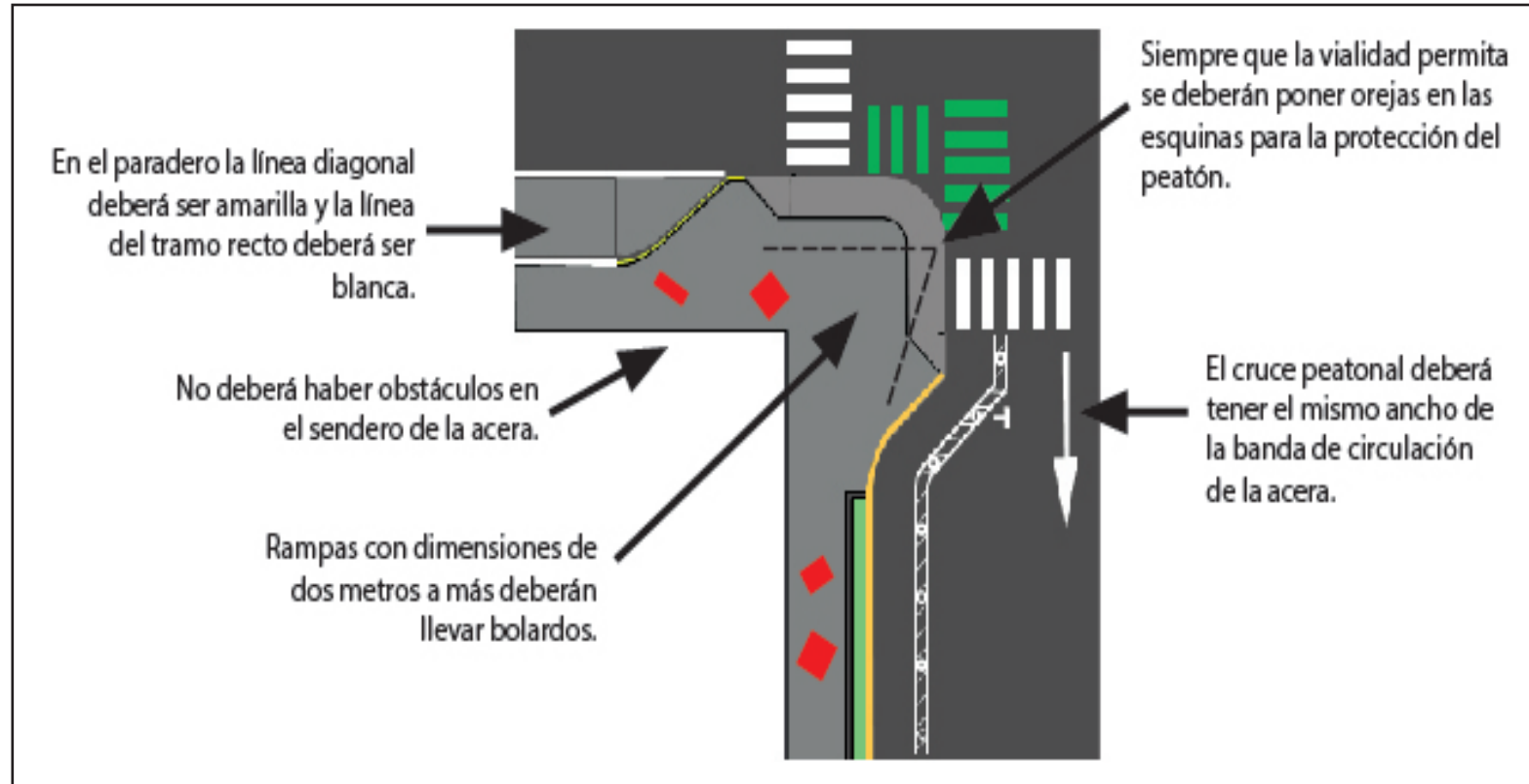


PRINCIPIOS DE DISEÑO

- El ancho de la extensión de la acera deberá ser ligeramente menor que el ancho del carril de estacionamiento.
- Cuando el espacio lo permita, se aprueba la instalación de elementos paisajísticos o mobiliarios. Para garantizar la circulación de vehículos, ciclistas y permitir el contacto visual entre peatones, conductores y ciclista, se deben evaluar los radios de giro adecuados.

- Se debe identificar el área a reducir de los espacios destinados a estacionamiento y los carriles para permitir extensiones de acera. En algunos casos, como áreas escolares, los estrechamientos pueden ser de mayores dimensiones.
- La longitud de los estrechamientos contruidos en esquinas para impedir estacionamientos de vehículos no debe ser menores a 10,00 metros. Y el ancho de las extensiones de acera, debe tener un mínimo de 2,00 metros. El ángulo de los extremos de las extensiones de la acera con respecto a la solera debe ser de aproximadamente 45°.

ilustración 59 - Diseño de una intersección de esquina con bordillo



4.9 INTERSECCIONES/CRUCES ELEVADOS

Los cruces elevados son plataformas elevadas sobre el nivel de la calzada hasta coincidir con el nivel de la acera, esta intervención constituye un paso peatonal sobre el cual los peatones cruzan de manera más segura ya que los vehículos disminuyen su velocidad al aproximarse a ellas, pueden localizarse en la intersección o a mitad de cuadra. El acceso a la plataforma elevada es a través de rampas. Las plataformas elevadas se pueden combinar con el ensanchamiento de la acera, así como los bolardos en el borde de la misma para separar peatones y vehículos.

Ilustración 60 - Intersección con toda la plataforma elevada

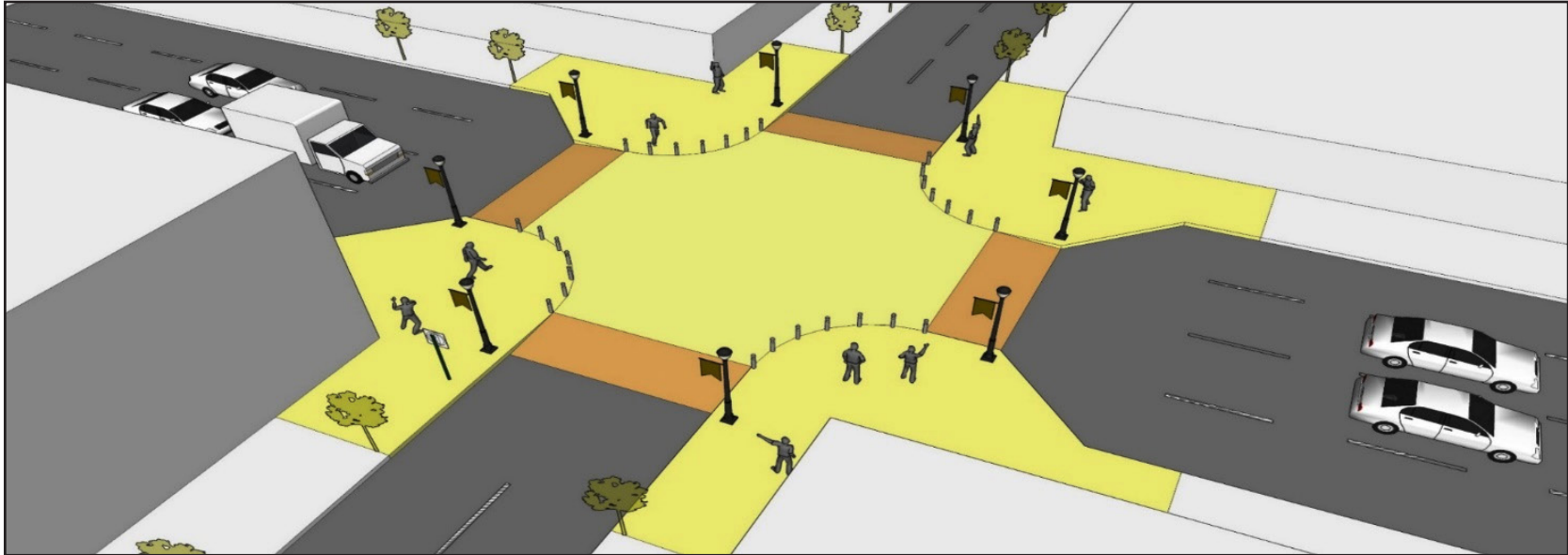
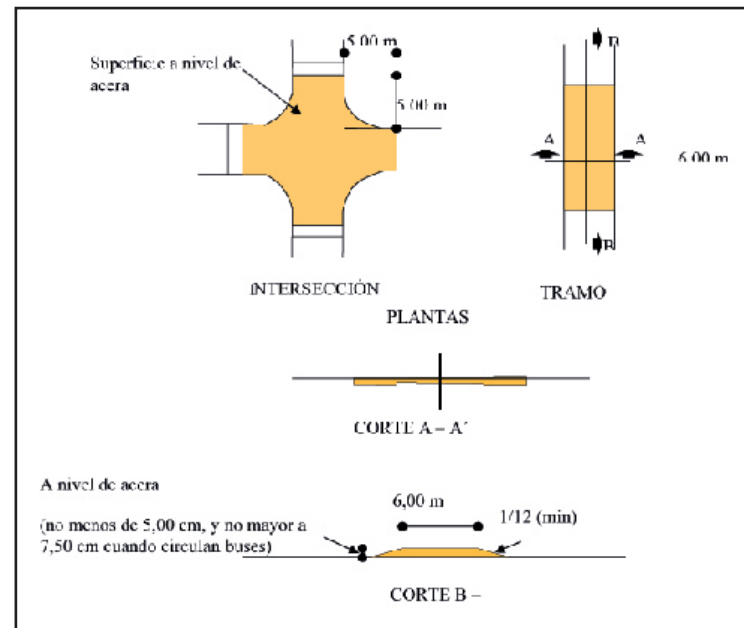


Ilustración 61 - Detalle constructivo de una plataforma elevada



PRINCIPIOS DE DISEÑO

- La altura de las plataformas debe coincidir con la altura de las aceras circundantes. Las plataformas pueden tener un ancho mayor a 6,00 metros.
- La pendiente de las rampas de entrada para el tráfico motorizado puede ser empinada o poco profunda, dependiendo de las velocidades de diseño, pero normalmente se eleva al nivel vertical de la acera.
- Utilizar diferentes materiales de pavimentación para diferenciar las intersecciones elevadas de la calzada.
- La pendiente debe ser de 1:20 mínimo.
- La variación de las superficies entre plataforma y acera no debe superar los 0,006 m.
- Se pueden instalar en vías con pendientes hasta de 10%.
- Las plataformas deben ser provistas de un sistema eficaz de evacuación de aguas para evitar su acumulación.
- Señales de advertencia apropiadas y señalización horizontal correspondiente deben acompañar cruces elevados.

4.9.1. MINI ROTONDAS

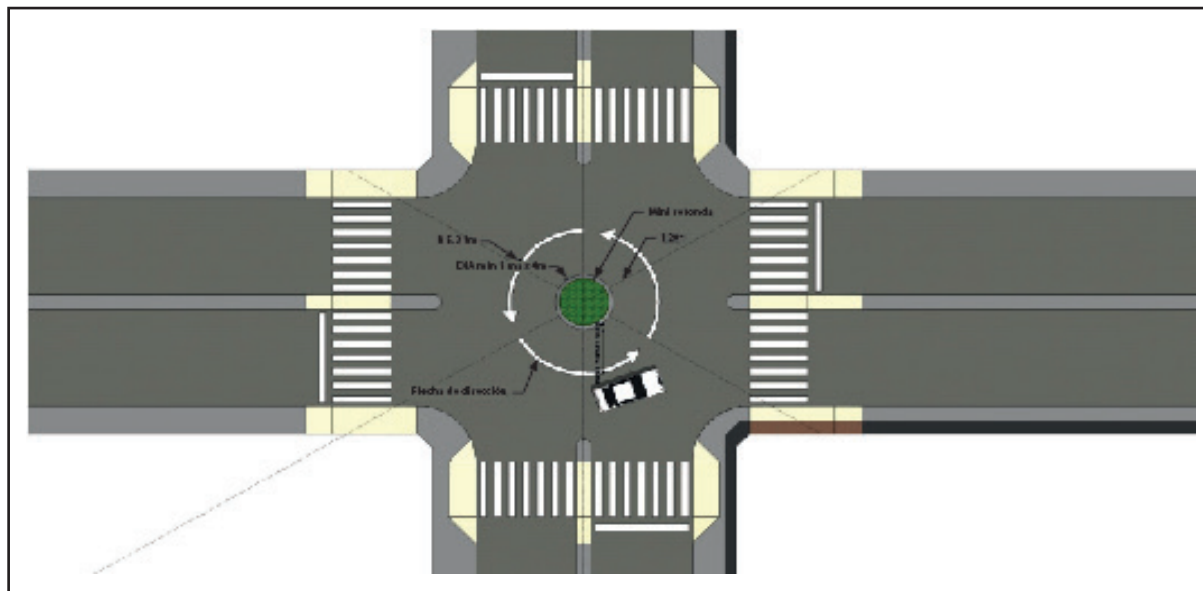
Las mini rotondas son generalmente islas centrales circulares en el medio de una intersección. Normalmente se utiliza para reemplazar una intersección señalizada que está experimentando volumen de tráfico alto. El tráfico vehicular que ingresa normalmente debe alterar su trayectoria y velocidad para evitar la isla, creando un flujo circular o semicircular en una dirección. En la mayoría de las intervenciones, las mini rotondas reemplazan las luces de frenado y las señales de tráfico que regulan el flujo en otras intersecciones.

- Las mini rotondas reducen los puntos de conflicto en intersecciones de cuatro accesos y ralentizan el tráfico. Genera que el tráfico circundante gire alrededor, los vehículos que atraviesan esta intersección, son dirigidos en una dirección en sentido contrario a las agujas del reloj (en países que conducen a la derecha). Las mini rotondas no deberán tener más de dos carriles.
- Cuando se instalan sucesivamente, las mini rotondas cumplen la función de calmante del tráfico en un corredor.
- Mejora la eficiencia del flujo de tráfico para las intersecciones que manejan un alto número de vueltas a la izquierda.
- Mejora el entorno urbano implementando vegetación al interior de las rotondas. El ancho de las calles y / o el derecho de vía disponible deben ser suficientes para acomodar una rotonda diseñada apropiadamente.

Se puede implementar una mini rotonda si es que se cumplen los siguientes requisitos:

- a) Si los conflictos por virajes hacia la izquierda o la velocidad y/o la visibilidad constituyen un factor de riesgo;
- b) Si la vía es utilizada, como de paso en desmedro del entorno y de la seguridad de tránsito.

Ilustración 62 - Detalle del diseño de una minirotonda



PRINCIPIOS DE DISEÑO

- Se instalan en intersecciones, o bien donde exista un acceso (o accesos) con altos flujos y virajes hacia izquierda;
- En tramos en donde sea necesario calmar la velocidad y proveer puntos de retorno;
- Útiles cuando hay más de cuatro brazos y en los puntos donde el flujo vehicular es similar en todos los brazos y de niveles medios a bajos;
- El diámetro no debe ser mayor a 4,00 metros ni menor a 1,00 metro, dimensión que depende de las características físicas de la intersección y de las vías que llegan a ella.

- Cuando la isla es sólida, la altura en el punto mayor no debe ser mayor a 0,12 m., y para diámetros menores, la altura no debe ser mayor al 3% de dicho diámetro. La altura debe lograrse gradualmente y el ángulo desde el borde no debe superar los 15%.

- Cuando la isla central es solamente demarcada, se recomienda reforzar con otros elementos que realcen su notoriedad, como, tachas y tachones.

- La isla central debe ir complementada con flechas de dirección a una distancia de aproximadamente el doble del diámetro de la isla pero no inferior a 1,25 m ni mayor que 3,00 m. El largo depende de la dimensión de la isla.

- Los cruces para peatones deben disponerse a no menos de 6 metros de la intersección y, si el espacio lo permite, debe proveerse de islas peatonales reforzadas con pasos peatonales, y elementos canalizadores, como: vallas peatonales o jardineras (ésta última a una altura máxima de 0,60 m).

- Para desincentivar cruces de peatones muy cerca de las esquinas. Debe evitarse que el flujo peatonal llegue a la isleta por el riesgo que supone para el peatón.

Este tipo de medidas demanda bajo costo de ejecución, por lo general, no es necesario realizar grandes cambios al trazado de la intersección, ya que lo más importante es la isla central que es de mínima altura, e incluso ésta puede ser demarcada solamente y reforzada con elementos que realcen su notoriedad.

4.10 SEMAFORIZACIÓN

Los semáforos son dispositivos electrónicos que sirven para ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones por medio de luces generalmente de color rojo, ámbar y verde, operados por una unidad de control, en el caso de la ciudad de La Paz es a través del sistema OMNIA.

4.10.1 USO Y APLICACIÓN

Los semáforos se usan para desempeñar las siguientes funciones:

- Alternar periódicamente el tránsito de un flujo vehicular o peatonal y permitir el paso de otro flujo vehicular, a partir del reparto programado del tiempo entre los flujos concurrentes;

- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante en una vialidad con intersecciones semaforizadas continuas (sincronización);

- Controlar la circulación por carriles;

- Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares;

- Proporcionar un ordenamiento y seguridad del tránsito.

- Priorizar ciertas vías en determinadas horas del día, dependiendo del volumen vehicular que atraviesa la misma.

4.10.2 CLASIFICACIÓN

De acuerdo con el mecanismo de operación de sus unidades de control, los semáforos se clasifican en:

a) Semáforos no accionados por el tránsito o de tiempo fijo: Principalmente se implementa en intersecciones viales, donde los patrones de movilidad del tránsito son relativamente estables, constantes o donde las variaciones del tránsito registradas pueden adaptarse a una programación coordinada sin causar demoras o congestión elevadas. Los semáforos se manejarán manualmente cuando sea estrictamente necesario (durante eventos especiales como accidentes, manifestaciones o congestionamiento de una vía primaria), ya que este tipo de funcionamiento es menos eficaz que el control automático.

Se sub-clasifican en:

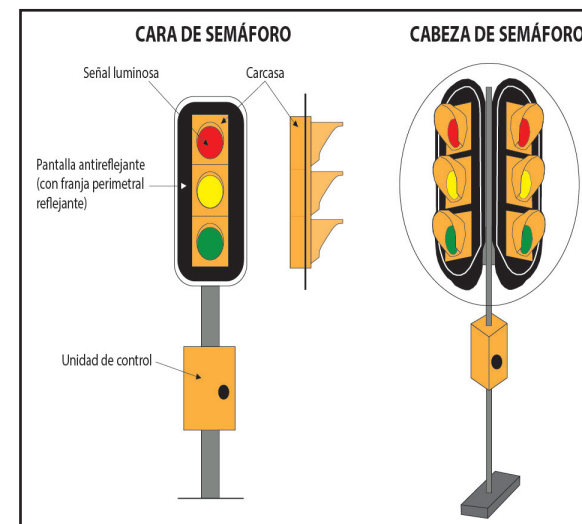
- Sin mecanismo de sincronización para intersecciones aisladas.
- Con mecanismos de sincronización para intersecciones aisladas.
- Que permite coordinación para intersecciones sucesivas.

b) Semáforos accionados o activados por el tránsito (dependientes del tránsito): Se usan en las intersecciones donde los volúmenes de tráfico vehicular fluctúan de forma irregular, y donde las interrupciones de circulación deben ser mínimas en la dirección principal. Los semáforos accionados por el tránsito se sub-clasifican en dos categorías generales

- Totalmente accionados. Se dispone de medios para ser accionados en todos los accesos de la intersección.
- Parcialmente accionados. Dispone de medios para ser accionados en uno o más accesos, pero no en todos.
- Semáforos para pasos peatonales: Son los que regulan el tránsito de peatones en las intersecciones. Se implementan en zonas de alto volumen peatonal, y en zonas escolares

4.10.3 ELEMENTOS DE UN SEMÁFORO

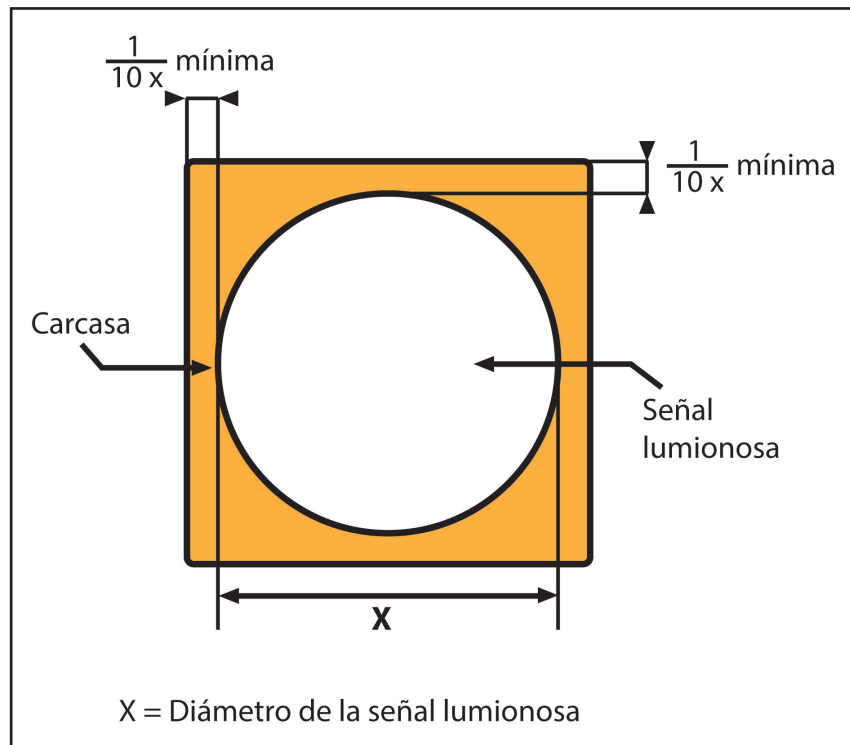
Ilustración 63 - Cabeza de semáforos



a) **Cabeza:** Es la armadura que contiene las partes visible del semáforo, cada cabeza tiene un número determinado de caras orientadas en diversas direcciones.

b) **Carcaza:** Donde se ubican los elementos que integran la fuente de luminosidad que genera la señal en el semáforo (lámpara o unidades de leds, reflejantes, pantallas o lentes, etc.), sus dimensiones son variadas de acuerdo a los diferentes elementos que pueda alojar, pero debe respetar como mínimo los parámetros que se muestran a continuación:

Ilustración 64 - Carcasa del semáforo



c) **Soporte:** Compuesto por postes y ménsulas

d) **Cara:** Parte del semáforo que regula por medio de una o más señales luminosas uno o más movimientos de la circulación que avanza hacia ella. En cada cara existirá de dos a cinco unidades ópticas. La necesidad de instalar más de dos caras por acceso dependerá de variables como número de carriles, indicaciones direccionales, configuración de la intersección, isletas, etc.

Ilustración 65 - Semáforo montado sobre poste

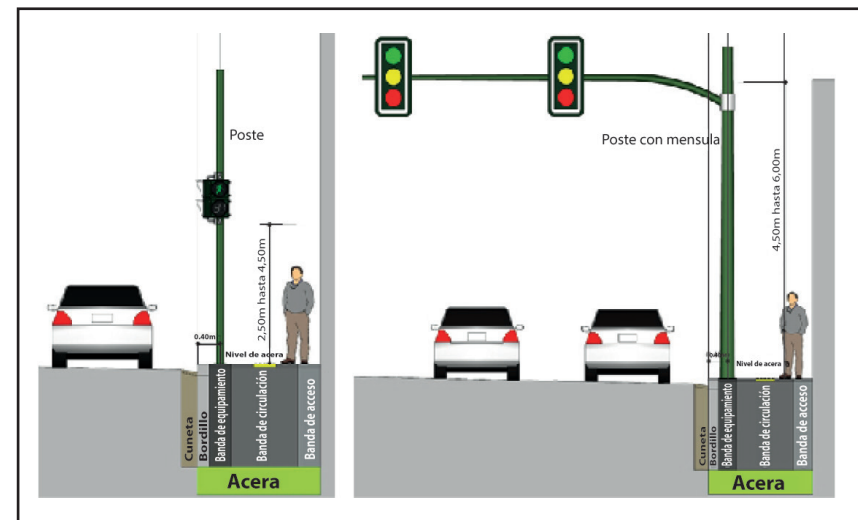
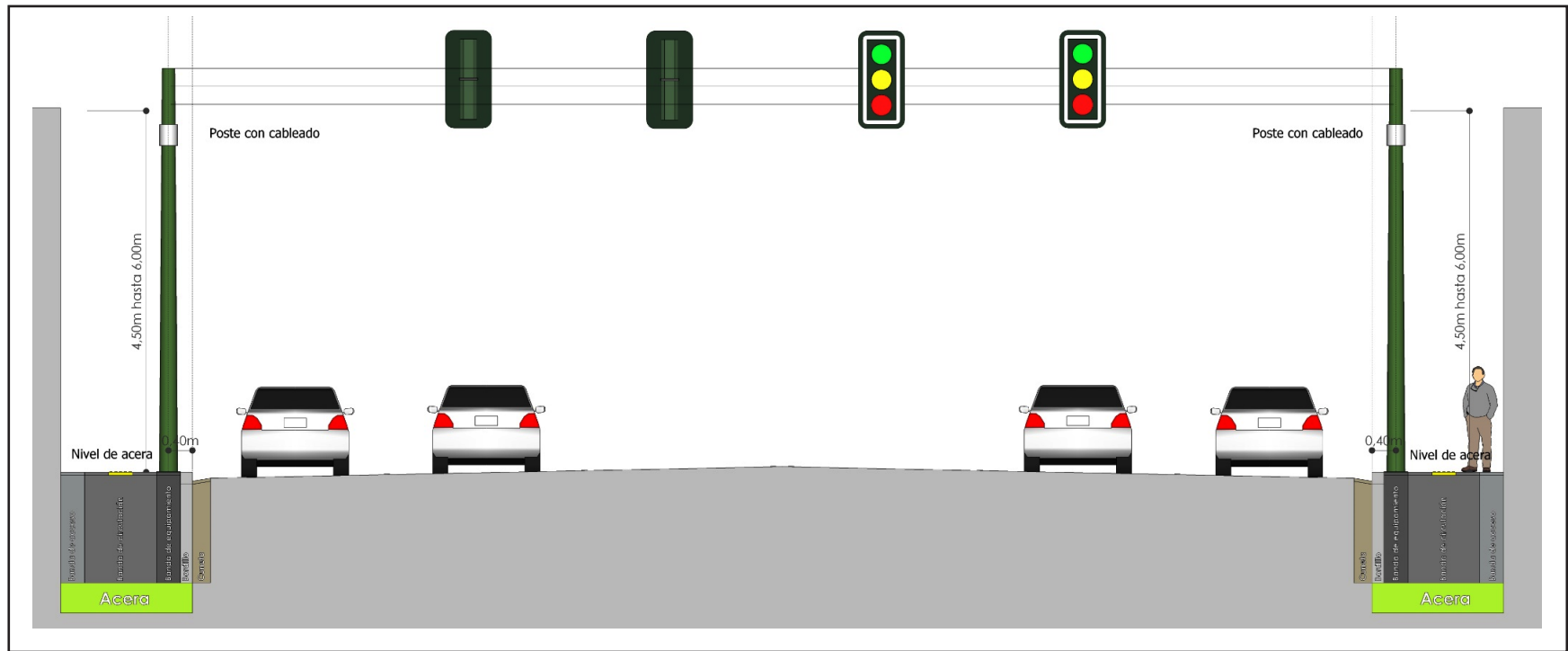


Ilustración 66 - Semáforo montado suspendido sobre cable



4.10.4 UBICACIÓN

UBICACIÓN TRANSVERSAL: El semáforo con soporte del tipo poste se ubica a 0.40 m, medidos de la orilla exterior de la acera, cuando no exista la acera, se ubicará de tal manera que la proyección vertical de su parte más saliente coincida con el ochave de la vialidad, fuera del acotamiento.

ALTURA

La parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre de:

- a) Para semáforos con soporte de tipo poste: • Altura mínima 3.10 m • Altura máxima 4.50 m
- b) Para semáforos con soporte del tipo ménsula: • Altura mínima 5.50 m • Altura máxima 6.00 m

UBICACIÓN LONGITUDINAL

La cara del semáforo se ubicará de tal manera que sean visibles a los conductores que se aproximan a la intersección. El siguiente gráfico muestra un ejemplo de cómo se ubican el o los semáforos cuando se instalan en el lado más lejano al acceso de la intersección.

En cada acceso se ubicarán conforme a las recomendaciones siguientes:

La distancia entre la línea de PARE y el borde debe ser entre 7 y 11 metros, de tal manera que se garantice el paso peatonal y su demarcación como una prolongación de la acera. En todo caso, esta distancia no debe ser superior a 15 metros con el fin de evitar que los tiempos intermedios de despeje de la intersección sean muy grandes

A pesar de estas recomendaciones, la ubicación ideal de las caras de los semáforos se analizará en forma particular para definir la posición más adecuada y conveniente para la intersección.

Ilustración 67 - Ubicación de la semaforización

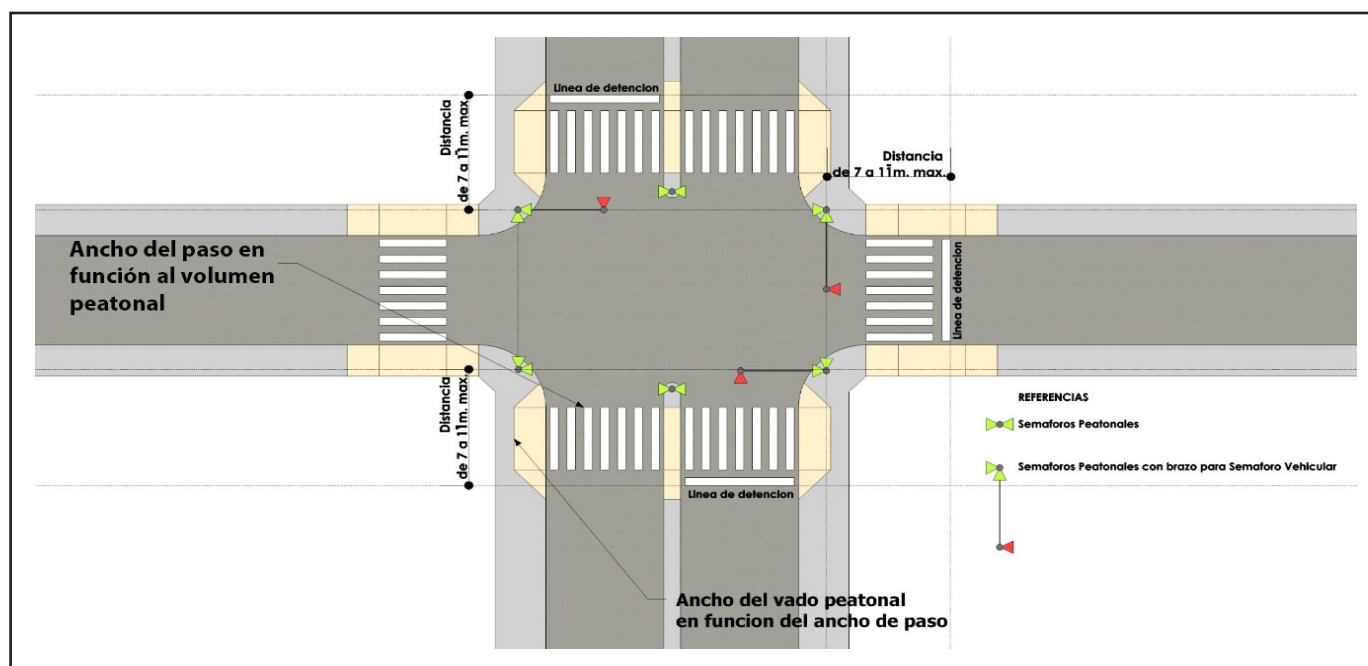


Ilustración 68 - Ubicación de semáforos en intersecciones de calles de un solo sentido

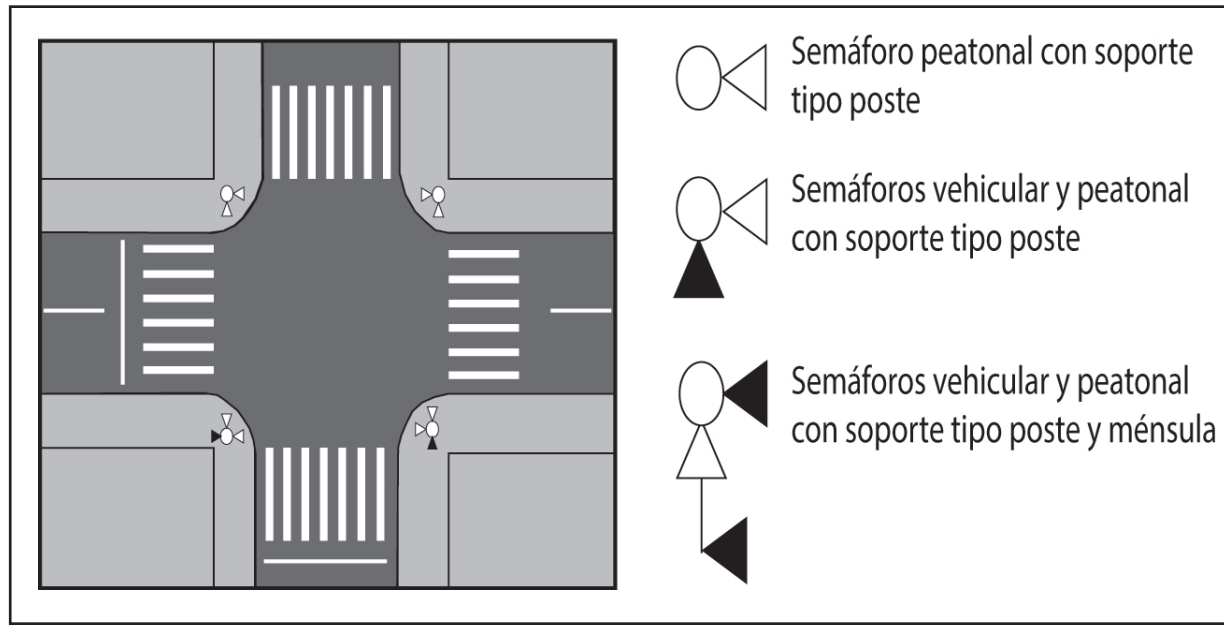


Ilustración 69 - Ubicación de semáforos en intersecciones de calles de doble sentido

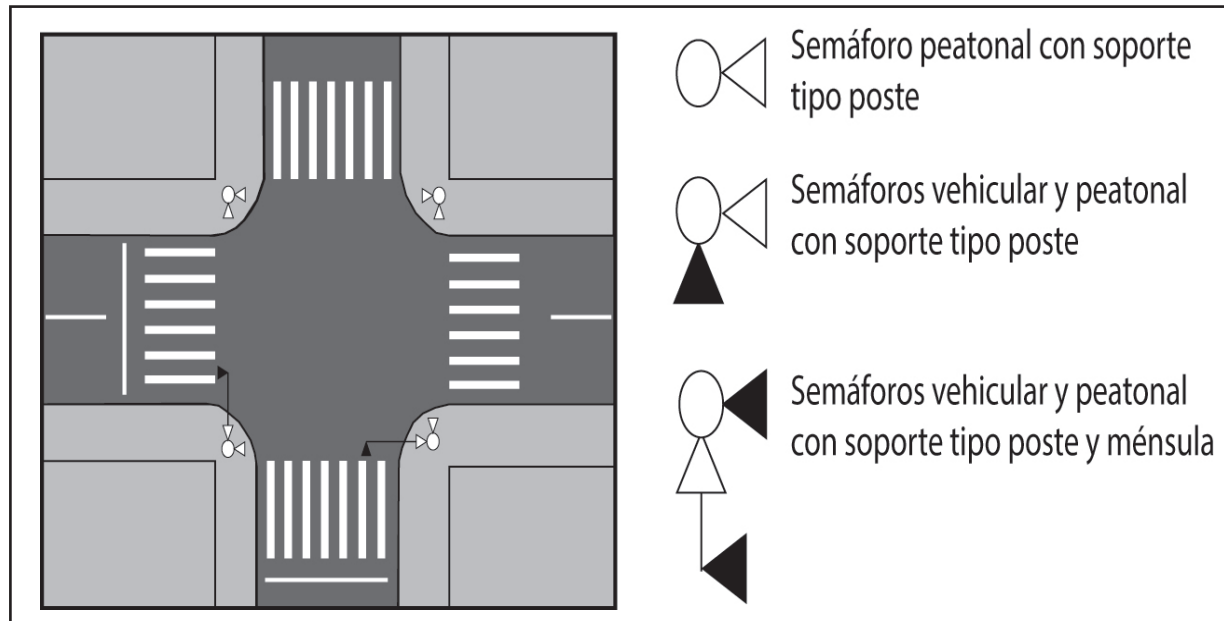


Ilustración 70 - Ubicación de semáforos en calles de doble sentido

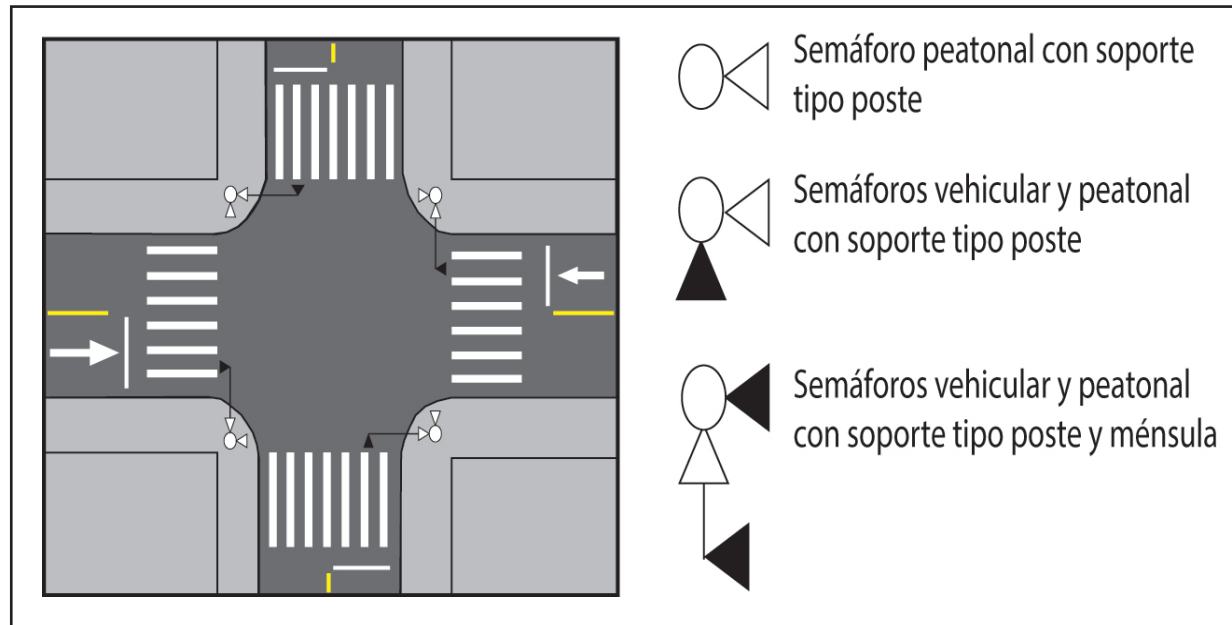


Ilustración 71 - Ubicación de semáforos en calle de doble sentido, con separador central y calles de un solo sentido

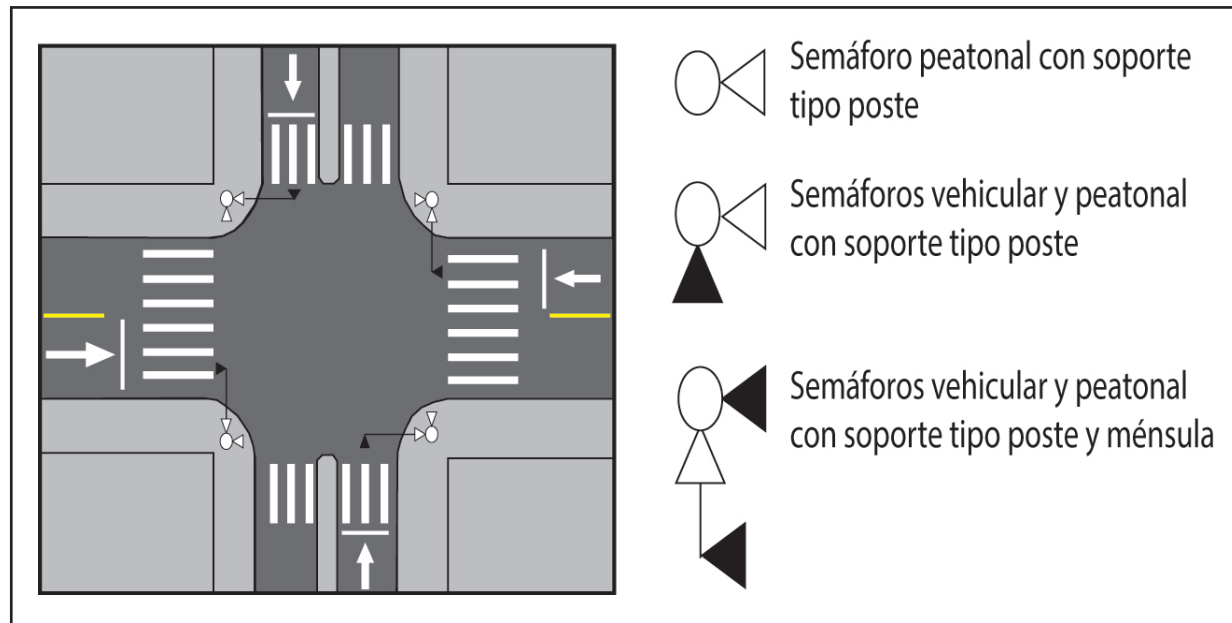
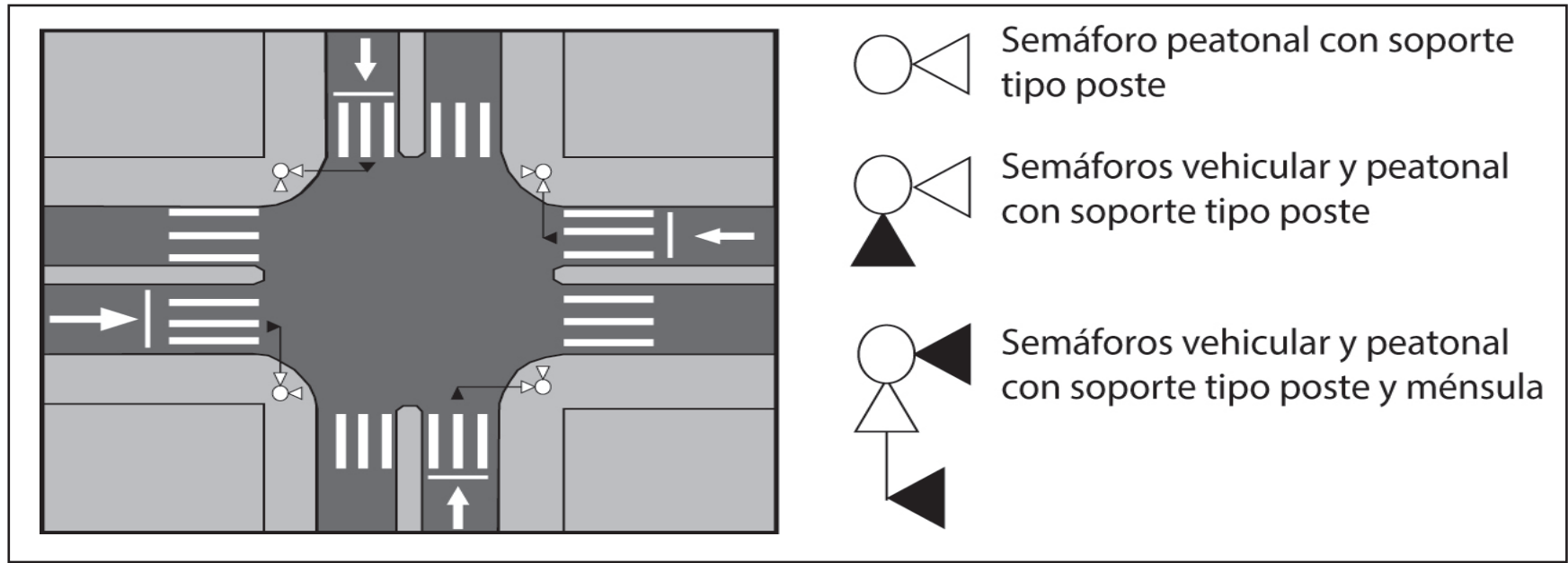


Ilustración 72 - Ubicación de semáforos en intersecciones de calles de doble sentido, una con separador central



4.10.5 ANGULO DE COLOCACIÓN

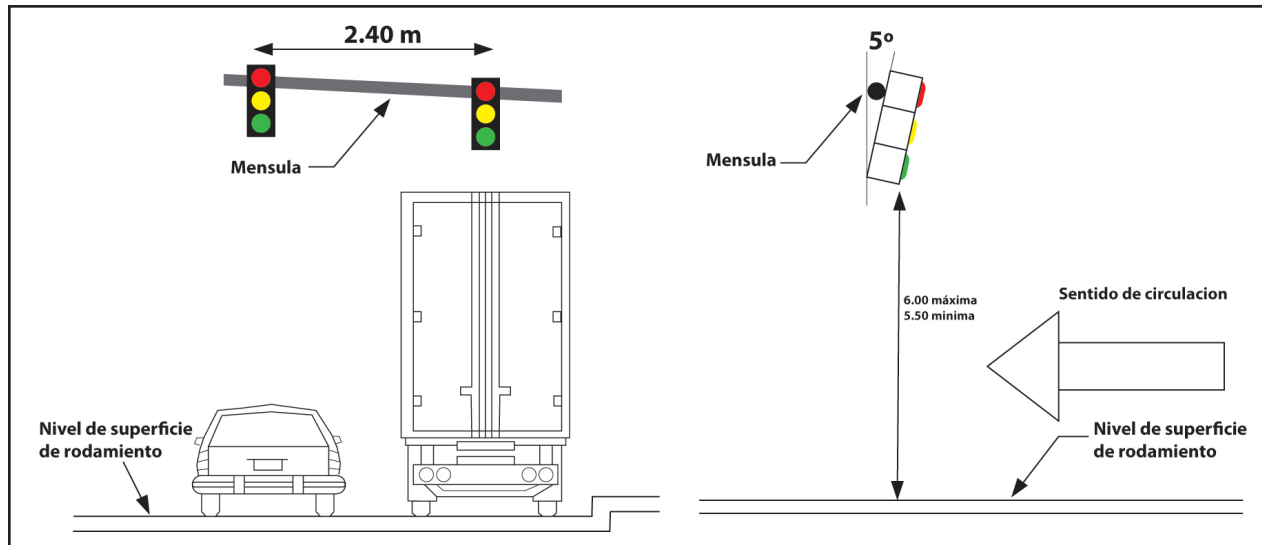
Los criterios que se deben considerar para el emplazamiento de un semáforo son:

- La cara del semáforo estará localizada en posición vertical y a 90° con respecto al eje de acceso;
- Los postes de ménsula deben tener una inclinación de 5° hacia abajo;
- Cada cara del semáforo se orientara en un ángulo que sea de máxima efectividad para el tránsito
- En cruces irregulares pueden instalarse varios semáforos

orientados en posiciones diversas.

- Los semáforos se cubrirán con viseras, a fin de que el conductor solo vea la indicación que le corresponda
- La doble cara permite ver la indicación, aunque uno de éstos se encuentre obstruido visualmente

Ilustración 73 - Ángulo de colocación de las caras del semáforo en la intersección



4.10.6 SEÑAL LUMINOSA

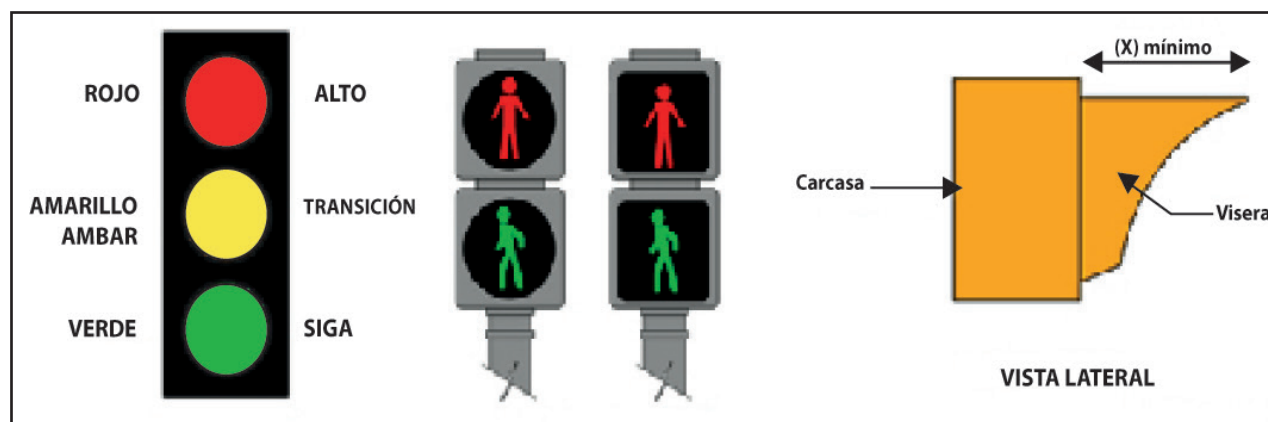
Todas las señales luminosas para control vehicular serán de forma circular, a excepción de las señales luminosas para los peatones que podrán ser de forma circular o rectangular. Idealmente deberán tener las mismas dimensiones a las existentes para homogeneizar la tipología. Para vías con velocidad superior a 50 Km/h se debe usar señales luminosas de 0,30 m para asegurar su mejor visibilidad.

Sus indicadores deben distinguirse claramente desde una distancia de 300 m en condiciones atmosféricas normales.

Tratándose de flechas deben distinguirse desde una distancia de 60 m. Las inscripciones que pueden tener las señales luminosas son únicamente flechas y pictogramas del peatón o de bicicleta.

En ningún caso debe tener inscripciones de palabras o letreros.

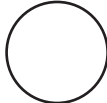
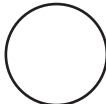
Ilustración 74 - Indicación de colores y señales luminosas del semáforo



VISERAS

Es un elemento que se coloca por encima de la señal luminosa, para evitar que los rayos del sol incidan en la impresión de estar iluminada, para impedir que la señal luminosa del semáforo se vea desde otro punto distinto, se recomienda la implementación de las viseras en los semáforos que no las tengan para mejorar su funcionamiento

Tabla 43 - Dimensiones de tipos de señales luminosas

TIPO DE SEMÁFORO	USO	FIGURA DEL ÁREA PARA SEÑAL LUMINOSA	DIMENSIONES MÍNIMAS EN M
Para control de tránsito de vehículos	En vías con ancho de 6 a 9 m urbanas y sub urbanas		0,20
	De 9 a 12 m para avenidas principales y vías rápidas urbanas		0,30
Para control de tránsito de peatones	De 6 a 9 m para calles urbanas y sub urbanas	 	0,20
	De 9 a 12 m para avenidas principales y vías rápidas urbanas		0,30

4.10.7 REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS

Para la instalar y operar un semáforo de acuerdo a su tipología debe cumplir los requisitos siguientes: Volumen mínimo vehicular: Cuando en la calle principal y en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria existen los volúmenes mínimos de un día representativo, (ver Tabla 44).

Tabla 44 - Volumen mínimo vehicular

NÚMERO DE CARRILES DE CIRCULACIÓN POR ACCESO		VEHÍCULOS POR HORA EN VÍA PRINCIPAL (TOTAL DE AMBOS ACCESOS)	VEHÍCULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA
VÍA PRIMARIA	VÍA SECUNDARIA		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Si la velocidad imprimida por el 85% de los vehículos que pasan por esa intersección excede 60 Km/h o si la intersección está localizada dentro de una zona urbana aislada con 10.000 habitantes o menos, el requisito de volumen especificado en la Tabla 43, se reduce un 70%.

1. Circulación transversal: Cuando el volumen de tráfico de la vía principal provoca o restringe conflictos de circulación transversal del vehículos y peatones

2. Volumen en horas de máxima demanda: Cuando se requieran semáforos en una intersección exclusivamente durante las horas de máxima demanda.

3. Volumen mínimo de peatones:

- Si en la calle principal entran 600 o más vehículos por hora total ambos accesos;
- Si 1.000 o más vehículos por hora entran por la calle principal;
- Cuando existe una faja separadora con un ancho mayor a 1,20 m y cruzan 150 o más peatones por hora la calle principal;
- Cuando la velocidad vehicular excede los 60 Km/h.

4. Antecedentes sobre accidentes: Si ocurrieron cinco más accidentes en los últimos 12 meses, y puede corregirse con la implementación de semáforos.

5. Amplias fluctuaciones de tránsito en ambos acceso de la intersección

6. Intersecciones amplias e irregulares con más de 4 accesos

7. Interrupción del tránsito continuo: Aplica cuando las condiciones de operación de la vía principal son de tal naturaleza que el tránsito en la vía secundaria sufre demoras o riesgos excesivos al entrar o al cruzar la vía principal. Este requisito se satisface cuando durante cada una de las ocho horas de un día representativo, en la vía principal y en la aproximación de mayor volumen de la vía secundaria se tienen los volúmenes mínimos, y si la instalación de semáforos no altera la circulación progresiva del tránsito.

Tabla 45 - Volumen mínimo de vehículos por interrupción del tránsito continuo

NÚMERO DE CARRILES DE CIRCULACIÓN POR ACCESO		VEHÍCULOS POR HORA EN VÍA PRINCIPAL (TOTAL DE AMBOS ACCESOS)	VEHÍCULOS POR HORA EN EL ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA CALLE SECUNDARIA (UN SOLO SENTIDO)
VÍA PRIMARIA	VÍA SECUNDARIA		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	900	100
1	2 o más	750	100

8. Semáforos en zonas de alto volumen peatonal: Se instalaran cuando cumplan con uno o más de los presentes requisitos:

- Fase exclusiva: Es proporcionada para el movimiento peatonal, en una o más direcciones, estando detenidos todos los movimientos conflictivos de vehículos.
- Intervalo libre. Cuando cualquier volumen de flujo peatonal

requiera del uso de un intervalo libre para ellos, con el fin de reducir al mínimo los conflictos entre vehículos y peatones.

- Zona de seguridad durante un intervalo: Cuando los peatones cruzan una parte de la calle desde o hacia una faja separadora o zona de seguridad durante un cierto intervalo, en el que no les está permitido cruzar en otra parte de la calle durante ese intervalo.

- Fase de verde demasiado corta: Cuando el intervalo mínimo de luz verde para vehículos en intersecciones con controles accionados por el tránsito es menor que el tiempo mínimo para cruce de peatones.

- Incremento del tiempo de ciclo: Cuando al incrementar los intervalos del ciclo pudieran confundirse los peatones que se guiarán exclusivamente por los semáforos para vehículos.

9. Semáforos en zonas escolares: Cuando existe un cruce escolar establecido y cuando se demuestre que los intervalos en el flujo vehicular son inferiores al tiempo requerido para que los estudiantes crucen normalmente la vía. Por lo tanto son necesarios cuando:

- Los volúmenes de peatones pasan de 250 en dos horas y el volumen de tránsito excede de 800 vehículos por hora.

- No existen semáforos dentro de un radio de 300 m.

ACERAS

La caminata es la modalidad de circulación más eficiente, sustentable y amigable con el medio ambiente, dado que utiliza energía renovable, no contaminante y ocupa menos espacio a comparación de otras modalidades. Se acomoda a las horas de mayor congestión de forma más fácil y a un costo más bajo que otros modos de transporte. Es accesible para la mayoría de las personas, sin distinción de edad, género, educación o ingreso.

Con base a los estudios realizados en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (2012) se ha determinado que en el centro de La Paz, la mayoría de los viajes menores a un kilómetro se hacen a pie, y la proporción es todavía más grande para distancias más cortas. En total, cerca de un cuarto de los viajes en el área metropolitana de La Paz y El Alto se realizan totalmente a pie.

Sin embargo, también es importante reconocer que la inadecuada calidad de los espacios públicos, las elevadas pendientes, los altos volúmenes de tráfico, velocidad de los vehículos y demás factores no facilitan la caminata, al contrario, se convierten en factores de desmotivación para la misma; más aún para los grupos sociales vulnerables ante los obstáculos y restricciones para la circulación, en especial de los niños, los ancianos y los discapacitados.

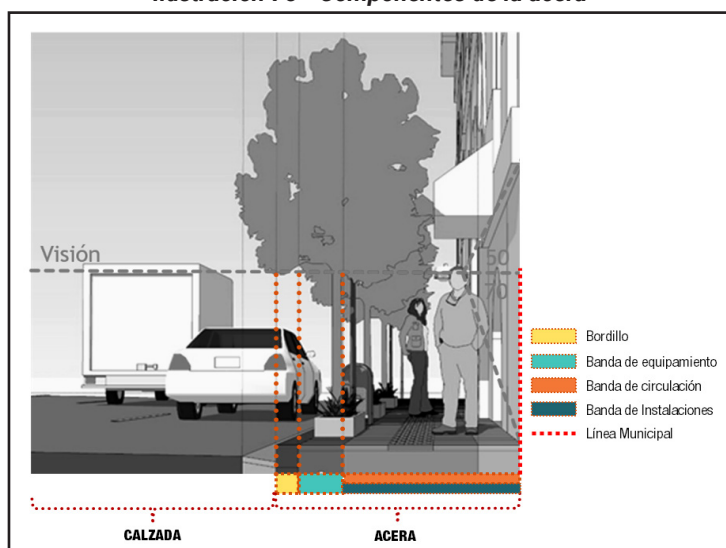
El presente acápite establece los problemas más usuales evidenciados en la acera, los métodos de evaluación para mejorar la calidad de circulación sobre el espacio público y las propuestas que mejoren la circulación, la hagan más segura, cómoda y atractiva.

5.1 COMPONENTES DE LAS ACERAS

La acera fue dividida a nivel horizontal y vertical para establecer de manera práctica la forma de ocupación y uso que debiera tener la misma. Las bandas son los límites imaginarios de la acera y las franjas son los límites imaginarios a nivel vertical para regular la implementación de publicidad en el límite predial.

5.1.1 FRANJAS HORIZONTALES

Ilustración 75 - Componentes de la acera



a) Bordillo o cordón de acera. Es el área adyacente a la calzada y su función es delimitar la acera, su altura ideal es de 0,15 m, sin embargo se admite hasta 0,20 m.

b) Banda de equipamiento. Se encuentra entre el bordillo y la banda de circulación; en este espacio se implementan las ins-

talaciones de servicios públicos (postes e hidrantes), la señalización, la vegetación, los cubos de basura, banquetas y todo el mobiliario necesario para los peatones; sirve como amortiguador entre la banda de circulación y la calzada. Dependiendo del diseño puede ser tratado con baldosas o área verde.

Para proporcionar seguridad a los peatones se recomienda un ancho mínimo de 0,60 m y en zonas donde se admite el estacionamiento en la calzada, se debe asignar un mínimo de 0,90 m para permitir la apertura de las puertas de los vehículos sin obstruir la banda de circulación.

No es recomendable la eliminación de la banda de mobiliario, debido a que cuanto más próximo el peatón se encuentre de la calzada, es más susceptible a sufrir accidentes.

c) Banda de Circulación. Es el área de la acera que está destinada a la circulación peatonal, debiendo estar libre de obstáculos. Su dimensión mínima es de 1,20 m de ancho, espacio suficiente para que dos peatones puedan pasar simultáneamente.

d) Banda de Instalaciones. La Banda de Instalaciones, se ubica por debajo de la banda de circulación, es el área destinada a la instalación de los servicios básicos de provisión de agua potable, gas, alcantarillado público y otros. Se requiere que la superficie exterior a ésta se encuentre libre de cualquier tipo de construcción que obstaculice la posibilidad de realizar obras civiles.

En el diseño e implementación de las aceras se debe considerar lo siguiente:

- Las aceras deben estar niveladas para facilitar la circulación peatonal y tener los tratamientos adecuados para personas con discapacidad.
- Deben proporcionar un espacio adecuado para el movimiento y la actividad de los peatones, con un ancho mínimo de 1,40 m en zonas de bajo volumen peatonal.
- En la banda de mobiliario deberá localizarse la señalización, vegetación, banquetas, cubos de basura, etc., evitando usar las otras bandas.
- Los vados para cruces de vía son elementos imprescindibles de la acera, debiendo adaptarse a la banda de circulación y a la calzada, considerando las definiciones adoptadas en los manuales, reglamentos y otros instrumentos específicos.
- Los accesos vehiculares a predios entre el bordillo y la línea municipal deben ser desarrollados mediante vados que no afecten al nivel de la banda de circulación, conforme a las disposiciones establecidas en la reglamentación específica.

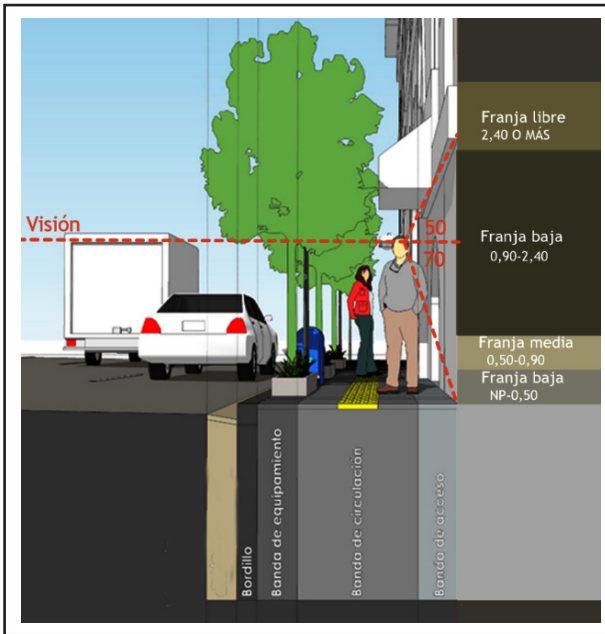
Los accesos peatonales y vehiculares a predios mediante rampas, escaleras y otros, deben desarrollarse en su totalidad dentro de los límites de éstos y no en el espacio de las aceras, a fin de no obstruir la circulación peatonal.

Tomando en cuenta que la velocidad en las vías primarias es mayor de que en otras jerarquías viales, es considerable, sin embargo el ancho y el tratamiento de aceras es igual de importante, el tratamiento de intersecciones es más demandante pues requiere de una intervención más compleja, combinar semáforos, pasos peatonales, paraderos, etc. En las vías secundarias y terciarias las aceras requieren de un tratamiento y ancho mayor, principalmente las vías terciarias que deben priorizar al peatón y reducir las velocidades de los automóviles. Otras consideraciones a seguir son:

- Las aceras deben estar niveladas para la circulación de cualquier tipo de peatón, y tener los tratamientos adecuados para personas con discapacidad
- Las aceras deben proporcionar un espacio adecuado para el movimiento y la actividad de los peatones, por lo menos 1,4 m. en áreas de bajo volumen; y de 2,2m. de ancho para arriba para mayor volumen.
- En la banda de mobiliario deberá implementarse el mobiliario necesario, evitando usar otras bandas que puedan obstaculizar el paso, se deberá considerar a su vez el área de influencia que demandará cada tipología: señalización, vegetación, banquetas, cubos de basura, etc.
- Las rampas deben ser analizadas como un elemento imprescindible a la acera, sus dimensiones se adaptan a la banda de circulación y a su vez al entorno (vías con pendiente, a nivel, etc.)

5.1.2 FRANJAS VERTICALES

Ilustración 76 - Componentes verticales de la acera



a) Franja Superior: Desde los 2,40 m de altura en adelante, se permite la implementación de elementos que podrían obstaculizar la visibilidad peatonal y vehicular, como ser: señalización vertical, letreros, etc.

b) Franja Libre: A partir de los 0,90 m hasta los 2,40 m de altura, libre de obstáculos físicos y visuales. Los elementos del espacio público tales como: mobiliario, señalización y vegetación deben dejar libre esta franja.

c) Franja Media: A partir del nivel de la acera hasta los 0,90 m de altura está delimitada el área para la implementación de

mobiliario público como: barandas, vegetación media, rejas, basureros, etc.

d) Franja Baja: A partir del nivel de la acera hasta los 0,50 m de altura está delimitada el área para la implementación de bancas.

5.1.3 CAPACIDAD PEATONAL

La capacidad peatonal sirve para evaluar el nivel de servicio que presta una infraestructura peatonal según los flujos existentes y proyectados; este valor es el inverso de la densidad y a menudo es más práctico para utilizarlo en el análisis de capacidad. Las variables que se deben tener en cuenta para el análisis son:

Tabla 46 - Condiciones a considerar para el dimensionamiento de una acera

VARIABLES	SIMBOLOGÍA	DEFINICIÓN
VELOCIDAD	V	La velocidad peatonal (de caminata) es el promedio de velocidad de caminata, el cual generalmente se expresa en metros por minuto (m/min) o por segundo (m/s).
DENSIDAD	K	La densidad peatonal es el número promedio de peatones por unidad de área dentro de una zona peatonal dada, expresado en peatones por metro cuadrado (peat/m ²).
VOLUMEN O FLUJO PEATONAL	Q	El flujo peatonal por unidad de longitud (ancho de la instalación), es el flujo peatonal promedio por unidad de ancho efectiva de la instalación (generalmente andenes o cruces), expresado en peatones por metro cuadrado (peat/min/m ²).

Estas variables se representan en la siguiente ecuación:

$$Q = V \times K$$

Donde:

Q: Tasa de Flujo Peonato

V: Velocidad media espacial de caminata m/s

K: Densidad Peonato pe/m²

*La velocidad de caminata disminuye a medida q se incrementa la tasa de flujo y densidad.

**Al incrementarse la densidad, disminuye el espacio peatonal y se reduce la movilidad, aumentando la fricción con otros peatones.

5.2 TRATAMIENTO DE ACERAS

En los datos correspondientes a la evaluación de aceras, el ancho mínimo a considerar será de 1,40 m, esta dimensión dificulta la circulación peatonal, y puedan ser aplicadas las dos bandas horizontales.

Con base a esta recomendación se presentan las siguientes medidas: La zona de equipamiento puede variar entre 0,6 m a 1,20 m considerando el tipo de mobiliario a ser instalado. La zona de circulación debe tener como un mínimo ideal 1,5m. La contiene recomendaciones para los anchos mínimos de cada zona

Tabla 47 - Dimensiones ideales para una acera

ZONA	ANCHO MÍNIMO (m)
BANDA DE MOBILIARIO	0,6 para mobiliario y 1,2 para arboles
BANDA DE CIRCULACIÓN	1,5
ZONA ADICIONAL	1,5
CORREDOR TOTAL DE LA ACERA	3,1

FUENTE: U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION; FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION

En los pasos peatonales (por ejemplo, cruces o intersecciones en media cuadra), el área de circulación de acera debe ser lo suficientemente amplia como para instalar rampas, lo ideal es que la rampa se localice en la zona de mobiliario para no afectar la zona de circulación. Aunque existen alternativas de rampas como se podrá advertir en el capítulo correspondiente.

Si banda de circulación no es lo suficientemente amplia o se requiere espacio adicional para la infraestructura, o los lugares donde se localicen paraderos demanden más espacio, el ancho de la banda de mobiliario puede incrementarse. Para evaluar el ancho de acera debe analizarse el volumen de usuarios y también la densidad de la zona.

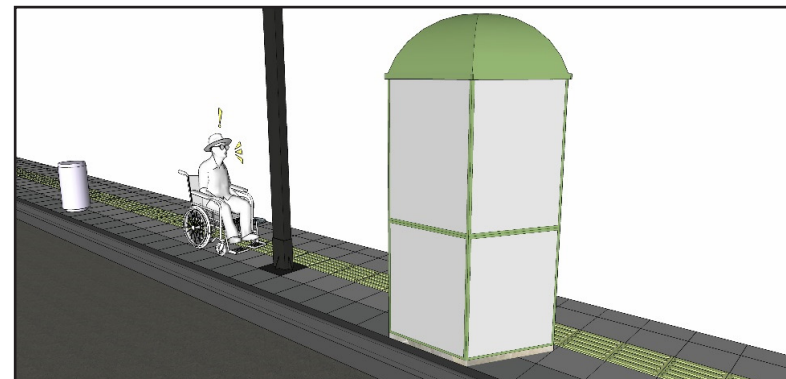
Tabla 48 - Ancho mínimo de banda de circulación peatonal de acuerdo con la capacidad

ANCHO MINIMO DE BANDA DE CIRCULACIÓN (m)	CAPACIDAD (PEATONES/H)	
	EN UN SENTIDO	EN AMBOS SENTIDOS
1,50	1220	800
2,00	2400	1600
2,50	3600	2400
3,00	4800	3200
4,00	6000	4000

FUENTE: WRI BRASIL (2017)

Otro de los problemas que se encuentran en aceras está relacionado con la instalación del mobiliario. Ya que estos se convierten en obstáculos para la circulación. Su eliminación es una opción para mejorar la calidad de la movilidad peatonal.

Ilustración 77 - Obstáculos sobre el área de acera

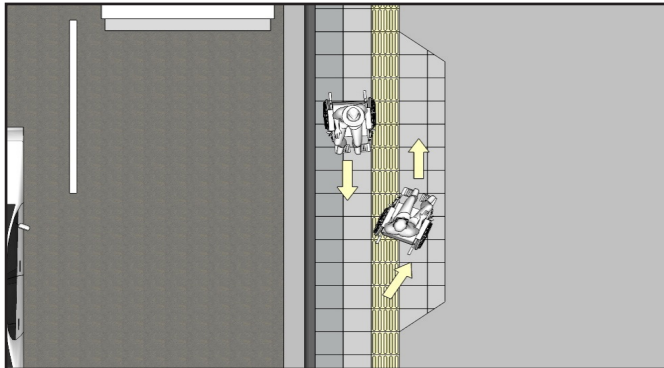


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Eliminar cualquier obstáculo que se pueda relocalizar y salga de la banda de mobiliario, tales como quioscos de prensa o ramas de árboles, que limitan el ancho libre de la acera. La prioridad, para una acera estrecha, debe ser la eliminación de cualquier obstáculo removible.

Eliminar los obstáculos permanentes y objetos sobresalientes que limitan el ancho libre de la acera y/o sobresalen en la trayectoria de desplazamiento.

Ilustración 78 - Derecho de vía adicional: proporciona espacios de paso en las aceras estrechas

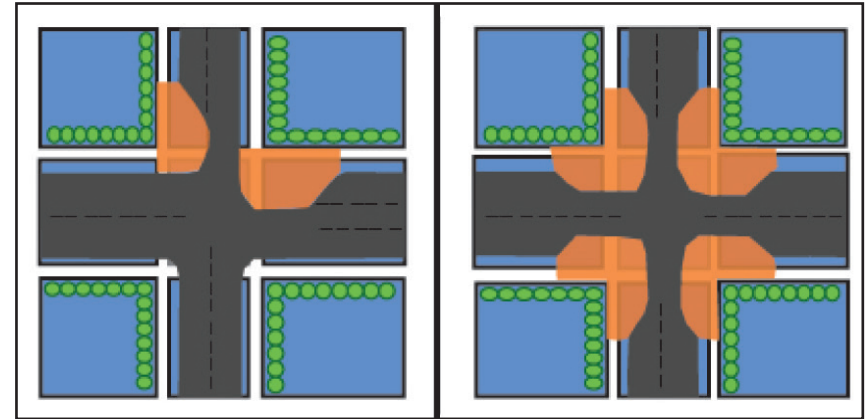


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Siempre que sea posible, los obstáculos permanentes y objetos que sobresalgan deben ser retirados de la banda de circulación. Las aceras en las que el ancho sea inferior a 0,9 m deben ser priorizadas.

Otra opción es ampliar la acera, recuperando espacios de los retiros hacia la línea municipal.

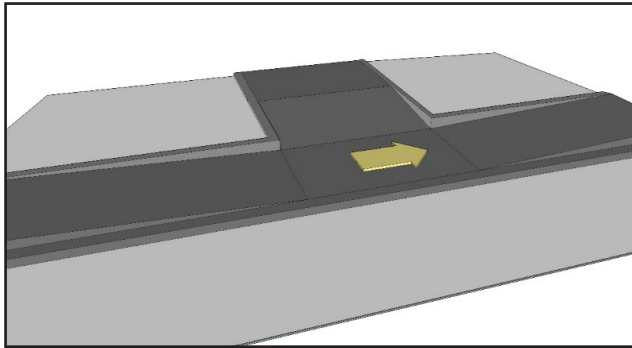
Ilustración 79 - Extensiones de bordillo



Otra opción es ampliar el ancho de acera a través de extensiones de bordillo, estos espacios pueden mejorar el ancho de vía adicional para crear espacios de paso, las ampliaciones de acera pueden incrementarse hasta 1,5m., espacio que permitiría que dos usuarios de sillas de ruedas puedan pasar. La distancia debe ser mayor a 60 m.

Extender la acera en el carril de estacionamiento para generar más espacio para las rampas en las aceras, estas prolongaciones conocidas como gargantillas y chicanas amplían las dimensiones.

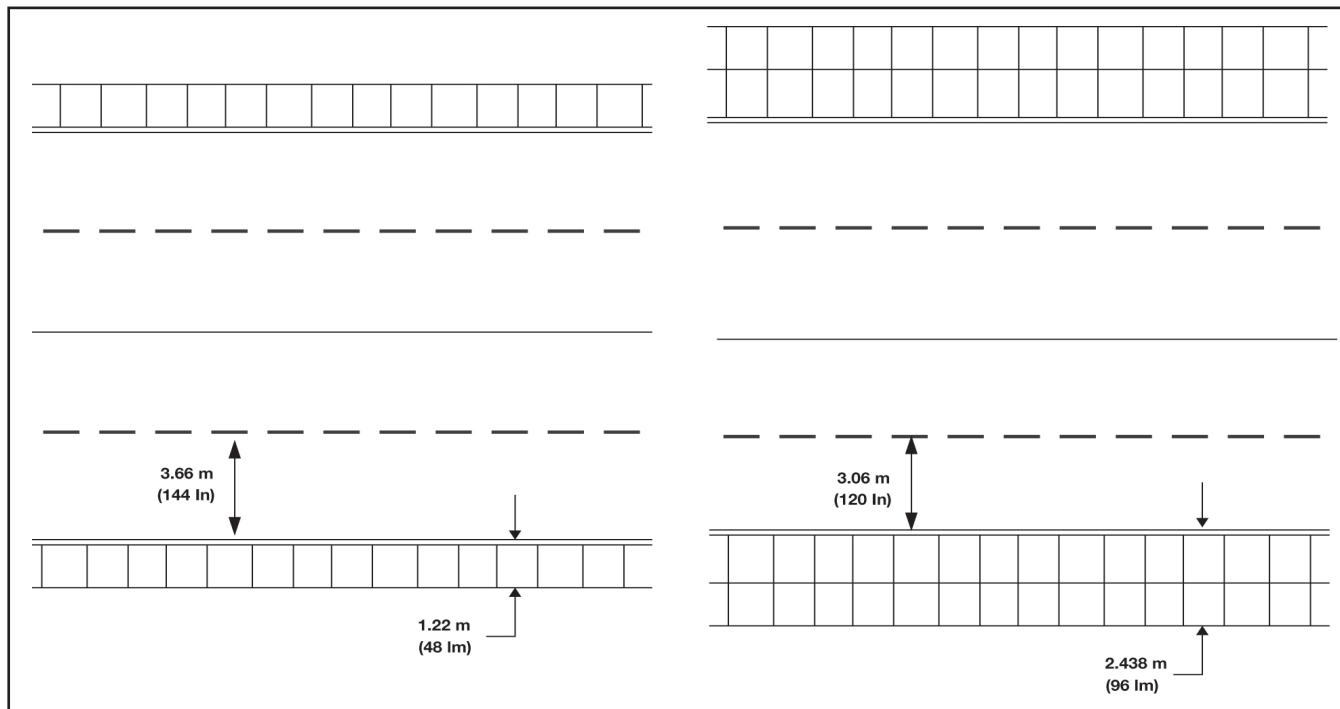
Ilustración 80 - Rampas paralelas



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Sustituir rampas en las aceras y cruces de calzada por rampas paralelas. Es necesario que haya un drenaje adecuado para este tipo de instalación, rampas paralelas son más deseables que las rampas de cambio de nivel, no son una solución ideal porque obligan a los usuarios a bajar y luego subir una rampa sólo para continuar por la acera. Además, las rampas paralelas no drenan, así como otros tipos de rampas.

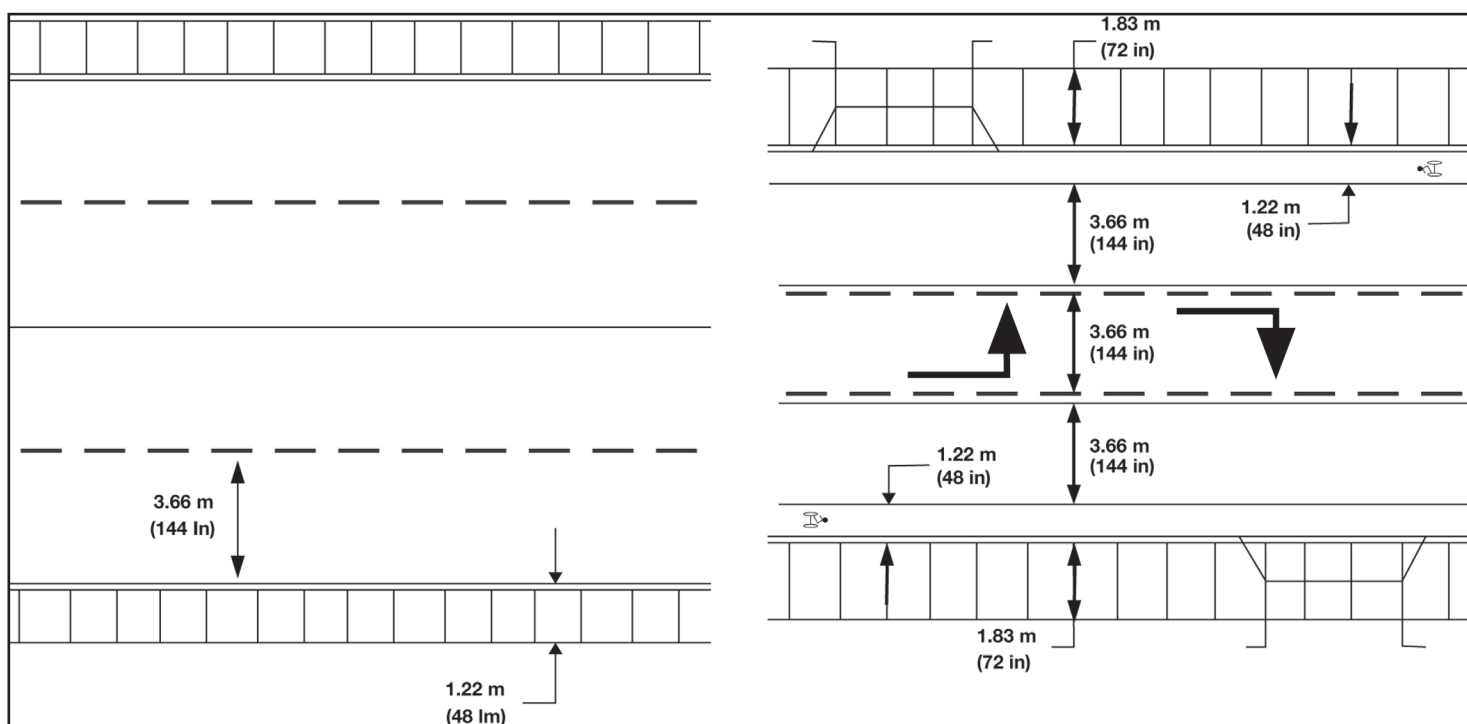
Ilustración 81 - Anchos de calzada antes – después



FUENTE: U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION; FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION

Otra forma de mejorar el ancho de acera es a través del redimensionamiento de la calzada y su respectiva ampliación. El ancho adicional para una acera se puede crear mediante la reducción del ancho de los carriles para vehículos. Esta solución debe hacerse con un análisis cuidadoso de las jerarquías viales, volúmenes de tráfico entre otros estudios. En una vía de cuatro carriles, se puede reducir a cada vía de 3,6 m hasta 3,0 m, lo cual genera 2,4 m de espacio adicional para la acera. Además, en las zonas residenciales, el hecho de reducir el ancho del carril tendrá un efecto calmante en el tráfico porque los conductores tienden a viajar más lento en calles estrechas. En algunas situaciones, puede que no sea adecuada para reducir el carril exterior de 3,0 m debido al impacto negativo sobre los ciclistas.

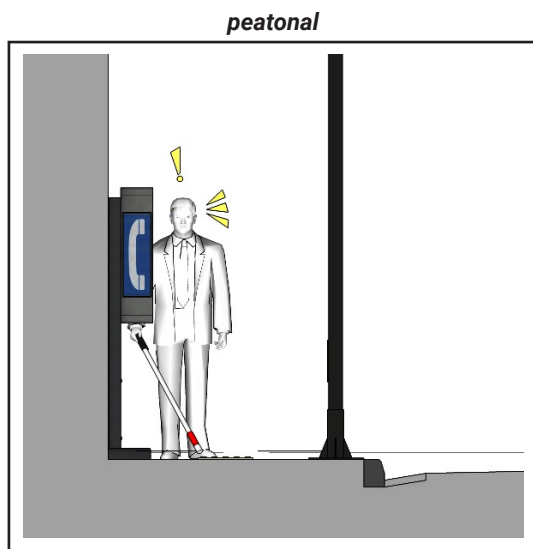
Ilustración 82 - Modificación de dimensiones de calzada y de acera



FUENTE: U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION; FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION

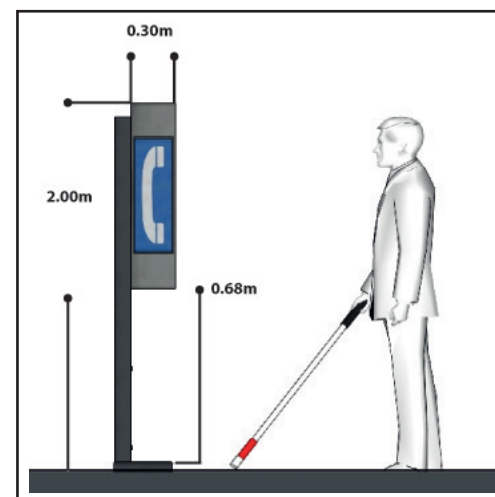
5.2.1 OBJETOS QUE SOBRESALEN

Ilustración 83 - Obstáculos que sobresalen y afectan el desplazamiento



Los objetos que sobresalen en la acera pero se encuentran a una altura superior a 2,00 m, no son un problema para las personas con impedimentos de la vista debido a que la mayoría de los peatones requieren menos de 2,00 m de espacio libre. Además, las personas con problemas visuales que usan bastones guía. (Considerando la estatura promedio de un adulto). Sin embargo, los obstáculos que sobresalen en la acera entre 0,7 m y 2,00 m y no se extienden al suelo, son más difíciles de evitar porque el bastón guía largo es poco probable que entre en contacto con estos objetos.

Ilustración 84 - Dimensiones de elementos que pueden sobresalir de su base



Este peatón no vidente es capaz de evitar colisionar con esta cabina telefónica porque detecta el poste con un bastón guía antes de entrar en contacto con el teléfono. Los objetos montados en postes que sólo se pueden acercar desde el frente no deben sobresalir más de 0,30 m de la acera. De similar manera, se debe repetir este procedimiento con letreros de publicidad y otros elementos similares que pueden obstruir el espacio de circulación

Los peatones con problemas de visión a menudo viajan cerca de la línea municipal. Por lo tanto, si un objeto está montado en una pared o en el lado de un edificio, no debe sobresalir más de 1,00 m. Si un objeto está montado en un poste que sólo puede ser abordado desde el frente, puede sobresalir hasta 0,30 m ya que el ángulo del bastón guía permite a un peatón invidente identificarlo antes de chocar con el objeto sobresaliente.

Sin embargo, si el objeto montado sobre poste se puede acercar desde el lado, debe sobresalir no más de 1,00m en la banda de circulación de la acera. La señalización montada en dos postes debe tener una barra transversal a 0,30m por encima de la superficie para caminar de manera que un peatón que use un bastón guía pueda detectar fácilmente la señalización. Las señalizaciones de parada instaladas en un poste no deben estar a menos de 2,00 m del nivel del suelo.

Ilustración 85 - Elementos que pueden sobresalir de su base



La menor cantidad posible de elementos sobresalientes debe utilizarse en cada situación. Además, debido a que los peatones con impedimentos visuales no siempre viajan en la banda de circulación, los objetos sobresalientes deben ser eliminados de la banda de circulación. Los objetos que sobresalen no necesitan ser eliminados de la banda de equipamiento y/o vegetación si están separados de la acera con una banda vegetal u otro tipo de barrera.

El peatón invidente camina por una acera que contiene una serie de obstáculos que son difíciles de detectar con un bastón guía, porque sobresalen en el camino de viaje entre 0,68m. Arriba del nivel del suelo y por debajo 2,00 m de altura.

Ilustración 86 - Dimensiones de elementos que pueden sobresalir de su base



El peatón no vidente, tendrá un desplazamiento más cómodo en esta acera porque no hay paredes u obstáculos montados sobre postes que sobresalen más de 1,00 m.

5.2.2 PENDIENTES TRANSVERSALES ELEVADAS

Debido a la topografía de la ciudad de La Paz existen pendientes que dificultan la circulación de los peatones.

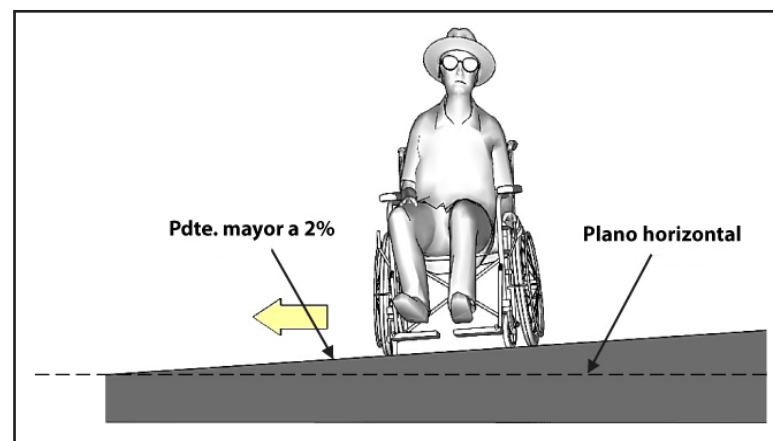
Para poder salvar las alturas, muchas de las aceras cuentan con gradas que limitan la circulación, principalmente de los que tienen alguna limitación en su movilidad, por lo que se recomienda que la ruta peatonal tenga rampas si es que la pendiente es mayor a 5% de pdte.

Las pendientes transversales elevadas dificultan que los usuarios de sillas de ruedas y otros peatones mantengan su equilibrio lateral porque deben trabajar contra la fuerza de la gravedad. Las personas que usan muletas o bastones pueden verse forzadas a girar hacia los lados para mantener su base de apoyo en un ángulo manejable. Las inclinaciones transversales también pueden hacer que las sillas de ruedas se desvíen hacia un lado, lo que aumenta su riesgo de rodar hacia la calle. Los impactos de las pendientes cruzadas se agravan cuando se combinan con grados elevados y superficies irregulares.

Los diseñadores deben equilibrar los efectos negativos que tienen las pendientes transversales sobre la movilidad de los peatones frente a la necesidad de incluir pendientes transversales para proporcionar un drenaje adecuado. La pendiente transversal recomendada para las aceras es 2%.

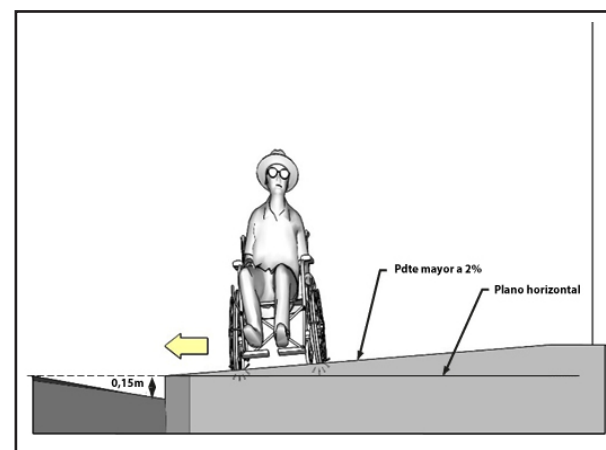
Los usuarios de silla de ruedas que viajan en una acera con una pendiente transversal tienen que usar más energía para viajar en línea recta para compensar la fuerza de gravedad que los dirige hacia los lados.

Ilustración 87 - Pendiente transversal



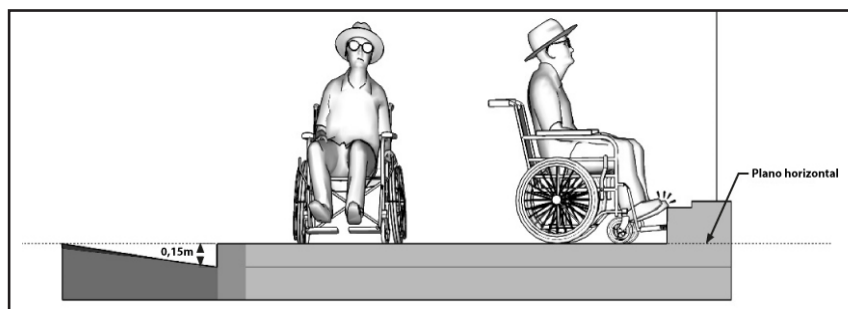
A menudo, las aceras no están construidas según las especificaciones de diseño, como resultado la acera tiene una pendiente transversal mayor a la proyectada. Para verificar que la pendiente transversal no exceda lo máximo admisible, se debe verificar con un dispositivo de medición, tal como un nivel digital.

Ilustración 88 - Pendientes empinadas para mitigar el desnivel entre edificios y calles



PROBLEMA POTENCIAL: Se debe evitar el uso de pendientes empinadas para mitigar el desnivel entre la rasante de la vía y las edificaciones contiguas, ya que las pendientes ya empinadas inducen a que el peatón haga uso de la calzada para su desplazamiento.

Ilustración 89 - Ejemplo de intervencion erronea de intervenciones en casos de pendientes empinadas para mitigar el desnivel entre edificios y calles



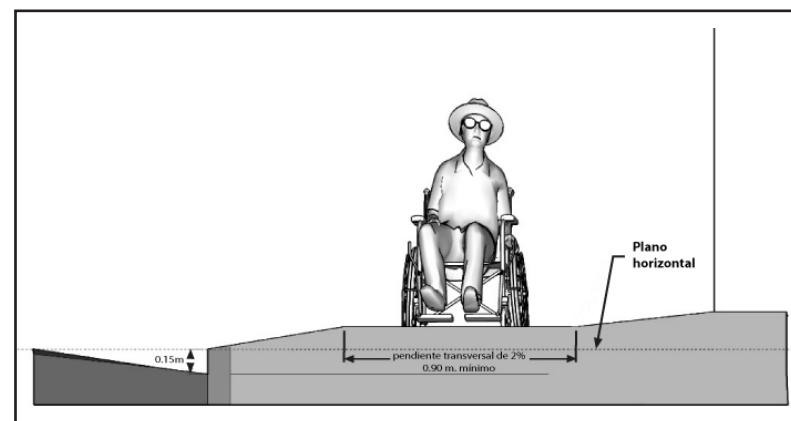
Cuando el nivel de la rasante de la vía tiene mucha diferencia con el nivel de la edificación, es frecuente encontrar escaleras que son instaladas en la misma acera, para poder salvar esta altura, esto reduce el área útil de la acera.

5.2.3 ACCESIBILIDAD ENTRE ACERAS Y EDIFICIOS QUE ESTÁN ELEVADOS

Es necesario que se considere que cuando existen estos problemas de diferencias de altura entre la rasante de la vía y el predio colindante, los mismos deben ser resueltos a partir de la línea municipal al interior del predio, evitando instalar gradas en la acera.

1. Proporcionar áreas de descanso con bancos y espacios para usuarios de sillas de ruedas.

Ilustración 90 - Ejemplo de intervencion óptima de intervenciones en casos de pendientes empinadas para mitigar el desnivel entre edificios y calles

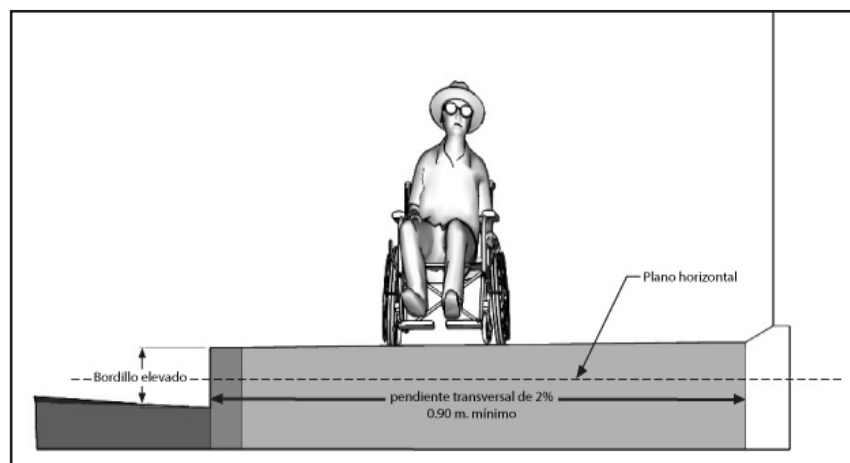


La manera de mejorar una acera con una pendiente transversal empinada es crear un área nivelada de por lo menos 0,90m. De ancho dentro de la zona peatonal. La pendiente de la banda de acceso y las bandas de mobiliario se pueden aumentar para acomodar el cambio adicional de la elevación.

Sin embargo, estas pendientes deben minimizarse en áreas donde se prevé el desplazamiento de peatones, como en los accesos (puertas).

DISEÑO OPTIMO: Un área nivelada de por lo menos 0,90 m. De ancho mejora el acceso cuando la elevación de la calle es menor que la elevación del edificio.

Ilustración 91 - Ejemplo de intervención óptima de intervenciones en casos de pendientes empinadas para mitigar el desnivel entre edificios y calles



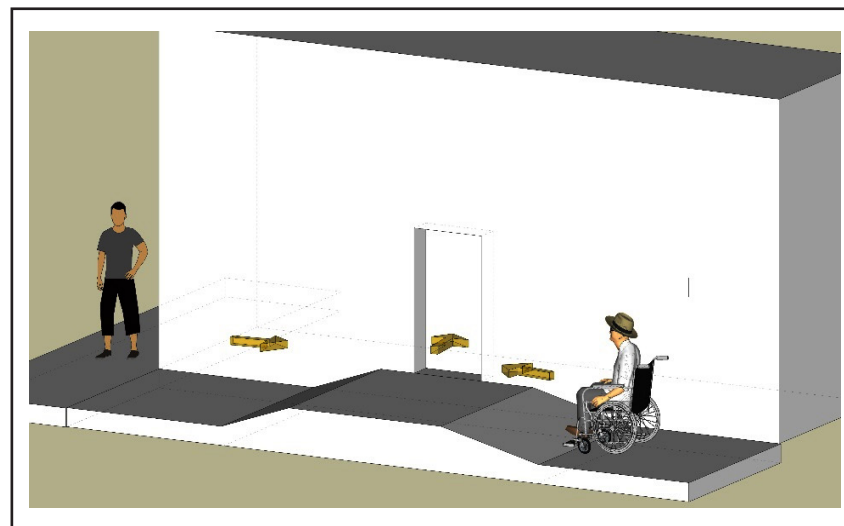
DISEÑO ACEPTABLE: Aumentar la altura de la acera proporciona un camino de nivel cuando la elevación de la calle es menor que la elevación del edificio. Esta solución no es ideal porque es más difícil instalar vados peatonales bien diseñados en las esquinas con bordillos altos.

SOLUCIÓN 2: Elevar la acera hasta hacerla coincidir con el acceso.

Otra posible solución para una acera con una pendiente transversal elevada es elevar la altura de la acera para nivelarla. Esta solución es deseable porque es aplicable en aceras estrechas y anchas. Sin embargo, los bordillos altos pueden dificultar el diseño de un vado peatonal. Una acera de más de 0,20 m de alto puede crear un problema para el estacionamiento en la calzada porque las puertas de los autos no podrían abrirse sobre el bordillo.

El total del ancho de acera se transforma en rampa para proporcionar a los usuarios de sillas de ruedas acceso a la entrada del edificio.

Ilustración 92 - Elevar la acera hasta hacerla coincidir con el acceso



5.2.4 GRADOS EN PENDIENTES LONGITUDINALES DE ACERA

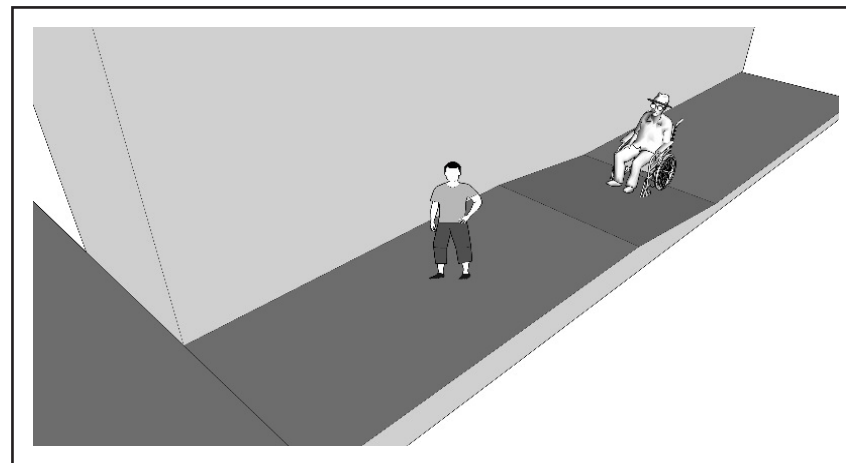
Para personas con movilidad reducida es más difícil viajar a través de superficies inclinadas que superficies horizontales. Las personas con movilidad reducida deben ejercer una energía significativamente mayor que otros peatones para atravesar superficies inclinadas. Las sillas de ruedas pueden volverse inestables y / o difíciles de controlar en superficies inclinadas. Siempre que sea posible, las pendientes deben minimizarse para mejorar el acceso de las personas con discapacidades motrices.

5.2.4.1 GRADOS

Se requiere un esfuerzo adicional para la circulación en pendientes pronunciadas. Los usuarios de sillas de ruedas pueden viajar muy rápidamente en vías con sentidos descendentes, pero serán significativamente más lentos en sentidos ascendentes. Los grados de tramos en pendiente pueden tolerarse mejor proporcionando segmentos de nivel a intervalos.

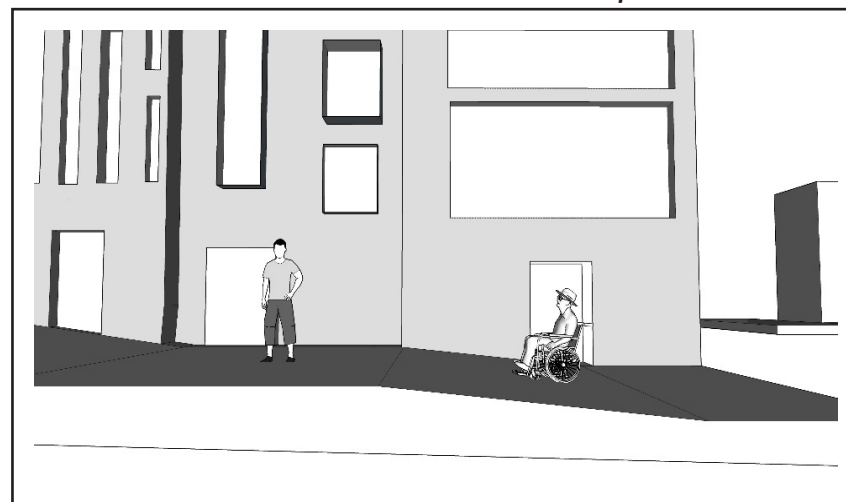
Los grados son a menudo difíciles de controlar en el espacio de la acera porque las aceras siguen la topografía de la calzada. Siempre que sea posible, las aceras deben diseñarse con la menor inclinación en su superficie para minimizar la fatiga causada a los peatones. Idealmente no se deberán exceder el 5%.

Ilustración 93 - Descansos en una acera con pendiente



Si el grado de acera excede el 5%, los desembarques nivelados deben ser proporcionados en intervalos regulares.

Ilustración 94 - Descansos en una acera con pendiente



Los descansos nivelados minimizan la longitud de los segmentos de pendiente pronunciada. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que aumentarán la pendiente entre los mismos.

Si no se pueden evitar pendientes excesivas, las siguientes medidas ayudarán a reducir los impactos negativos de la acera empinada:

SOLUCIÓN 1 Limitar la distancia y la magnitud de pendiente del tramo para proporcionar descansos periódicamente entre tramos de pendientes pronunciadas.

La distancia y la magnitud de inclinación del tramo son factores significativos para determinar quién podrá acceder a la acera. Se permite una pendiente máxima de 8,3% para una distancia de 9,14 m antes de la construcción de un descanso. En las aceras, sin embargo, puede no ser posible limitar el grado de la acera al 8,3%. Los grados máximos en las aceras a menudo continúan durante varios bloques. Incluso si los peatones pueden tolerar una inclinación de 8,3% para las distancias cortas.

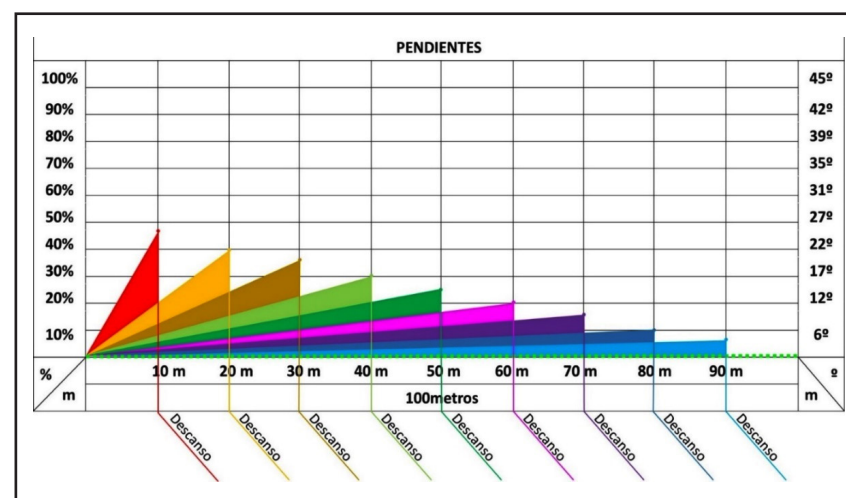
DESCANSOS

Las características de diseño debe responder a un flujo peatonal continuo de peatones, por ejemplo, los descansos deben implementarse de acuerdo a la pendiente a las que responde, por ejemplo, con una pendiente mayor a 5%, permite a una persona desplazarse por 90 m sin necesidad de un área destinada a descanso, a medida que la pendiente se incrementa,

las distancia en la que deben ubicarse los descansos es menor.

Una persona sin limitaciones de movilidad puede circular en pendientes elevadas sin embargo, una persona con discapacidad de movilidad se verá limitada para circular en pendientes superiores a 5%. La pendiente de un nivel de aterrizaje no debe exceder el 2% en ninguna dirección y debe instalarse en la parte superior e inferior de los segmentos de pendiente pronunciada. Los peatones que tienen baja resistencia precisan de los descansos para lograr desplazarse en aceras escarpadas. Cuando se instalen descansos, se deben cumplir los siguientes criterios:

Ilustración 95 - Relación para la implementación de descansos: pendiente - distancia



La dimensión del descanso debe extenderse a través de todo el ancho de la zona peatonal. En las aceras estrechas, se recomienda un ancho extra para permitir que peatones más rápidos adelanten a los más lentos.

- El descanso debe ser de al menos 1,60 m x 1,60 m para permitir un espacio suficiente para que un usuario de silla de ruedas se detenga y descanse sin bloquear el flujo de otros peatones que pueden o no usar sillas de ruedas. También es necesario considerar los cambios de dirección que un peatón puede realizar en su desplazamiento.

- La pendiente del aterrizaje debe estar diseñada para ser del 2 % en cualquier dirección para facilitar el drenaje y para evitar que el agua y los escombros se acumulen en la superficie de aterrizaje.

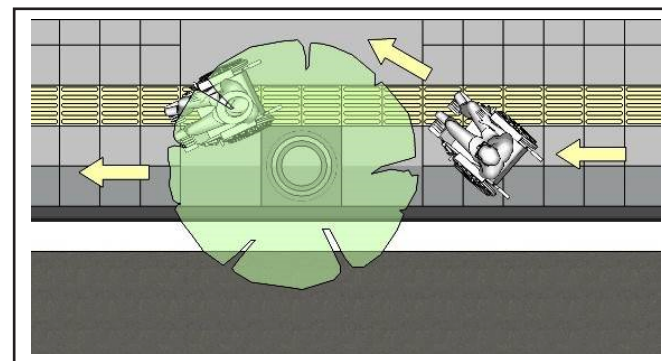
2. Evitar otros factores tales como anchos mínimos claros y pendiente transversal sobre el 2% Esta combinación de condiciones agrava el impacto de la pendiente pronunciada y hace que la acera sea más difícil de transitar.

Las áreas de descanso mejoran el diseño de un descanso proporcionando un punto de reposo que no impedirá el flujo de otros peatones.

En tramos empinados, una amplia acera permite que los usuarios de sillas de ruedas viajen en un movimiento en zigzag, lo que reduce el grado de la pendiente, aunque la distancia total de su viaje aumenta. Los efectos en tramos empinados se

combinan a menudo con otros factores tales como la pendiente cruzada, anchos estrechos, y desniveles.

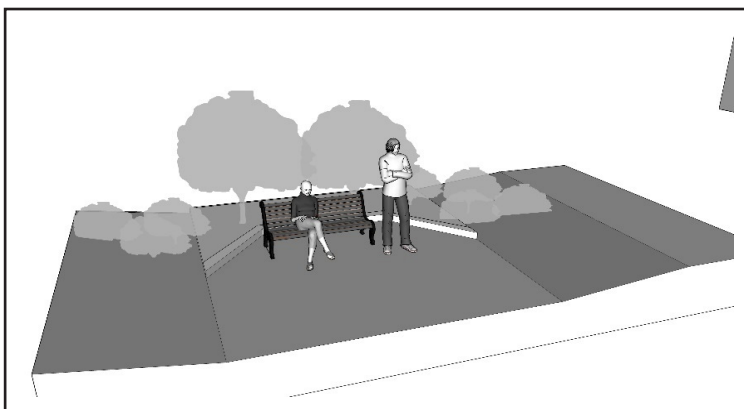
Ilustración 96 - Obstáculos en la acera



Siempre que sea posible, estos otros factores que afectan el acceso de las personas con movilidad reducida deben ser minimizados, pero especialmente cuando los grados más empinados no pueden eliminarse por completo. Cuando el grado es empinado, las superficies deben ser firmes, estables y libres de cambios en el nivel. El espacio de circulación debe ser lo suficientemente ancho como para permitir que los usuarios pasen simultáneamente, y las pendientes transversales no deben ser superiores al 2%.

1. Proporcionar áreas de descanso con bancos y espacios para usuarios de sillas de ruedas.

Las áreas de reposo son descansos situados fuera de la banda de circulación que albergan servicios peatonales adicionales tales como bancos, elementos de sombra y bebederos. Los bancos son los elementos confortables más comunes para las áreas de descanso en las aceras.



2. Considerar la ampliación de la acera en lo posible.

Las aceras anchas aseguran que la gente pueda viajar en velocidades más lentas de manera cómoda sabiendo que otros usuarios de la acera pueden pasar próximos.

3. Proporcionar pasamanos cuando exceda el 5% se considera el tramo como una rampa y debe tener pasamanos. Los pasamanos pueden ser una solución viable en algunas situaciones. Por ejemplo, donde las pendientes empinadas se producen en distancias muy cortas, en las bajadas o cerca de las instalaciones construidas, como puntos de parada.

4. Proporcionar señalización que indique el grado de pendiente de la acera e informe a los usuarios de rutas alternativas con pendientes menores, además de realizar modificaciones arquitectónicas en las aceras con pendientes pronunciadas, se deberán considerar proporcionar a los usuarios información objetiva sobre las cualidades de la acera existentes. Este tipo de información es más eficaz cuando se complementa con información sobre rutas alternas.

5.3 VADOS

Se denominan vados peatonales a las modificaciones que se generan en un itinerario peatonal, a través de rampas o plano inclinados que facilitan el desplazamiento de niveles diferentes, los cuales eliminan las rupturas de nivel para el cruce de los peatones a través de las calzadas.

El ancho de la rampa depende del volumen de tráfico peatonal en el tramo especificado. Aunque los anchos de rampa pueden variar, éstos deben ser diseñados para que los usuarios de sillas de ruedas puedan atravesar por ellos sin dificultades. Las rampas en acera deben tener al menos 0,90 m de ancho.

Las rampas demasiado anchas y las curvas con pendientes graduales son difíciles de detectar para los peatones con impedimentos visuales. La adición de una franja de advertencia detectable de 0,80 m en la parte inferior de estos tipos de rampas mejorará la detección del desnivel. A su vez, las rampas demasiado estrechas y desconectadas del paso peatonal tampoco son útiles, más al contrario desorientan al peatón y restringen el paso de sillas de rueda o el paso varios peatones.

Ilustración 97 - Tipos de vados dispuestos en el centro de La Paz





La definición de las pendientes y su localización es determinante para que un vado se considere accesible, si es que una persona con discapacidad no puede pasar por él de manera autónoma y segura, éste no cumple su función. Las tres variables que definen la accesibilidad de los vados son: pendientes longitudinales y transversales, las dimensiones del ancho y el resalte. Para fines explicativos:

- La pendiente longitudinal de un vado o de un itinerario peatonal se define como la inclinación del terreno, acera o cualquier estructura de paso, en el sentido de la marcha.
- La pendiente transversal de un vado o de un itinerario peatonal se define como la inclinación del terreno, acera o cualquier estructura de paso, en la dirección perpendicular al sentido de la marcha.
- Dimensión del vado es el espacio o ámbito de paso, en el sentido del cruce de la calzada, que mantiene la continuidad, sin resaltes ni cambios de nivel a lo largo del recorrido.



Coincide generalmente con la longitud de la línea de intersección entre el plano inclinado principal del vado y la calzada.

- Resalte Diferencia de nivel igual o inferior a 0,03 m. Se resuelve con planos inclinados de pendiente no superior al 25%.

Las dimensiones que debieran utilizarse para garantizar la accesibilidad son:

Tabla 49 - Medidas máximas a usar en un vado

VARIABLES	PENDIENTE LONGITUDINAL MÁX.	PENDIENTE TRANSVERSAL MÁX.	ANCHO MÍNIMO	RESALTE MÁXIMO (m)-
	8 – 10%	2%	1,2 – 1,8	0,03

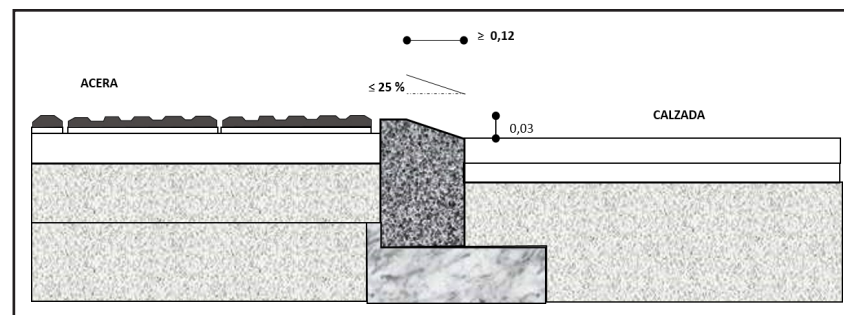
5.3.1 CLASIFICACIÓN

Existen diversos criterios para clasificar los vados, en función al material de construcción, sistema de ejecución, ubicación, etc., en nuestro caso se considerará como variable de clasificación los niveles que superan la diferencia entre la acera y la calzada. Existen tres tipos

5.3.1.1 VADO DE RESALTE

Es la modificación que sufre un itinerario peatonal para comunicar dos superficies cuya diferencia de nivel que no supera los 0,03 m. Suelen hallarse en pasos elevados, vados y otras plataformas continuas. El encuentro de ambas se realiza mediante un plano inclinado de pendiente no superior al 25%, a manera de bordillos achaflanados, además, sirve para indicar el cambio de situación de la acera a la calzada. Si el desnivel no supera los 0,02 m, es admisible y no requiere mayor tratamiento.

Ilustración 98 - Detalle de un vado de resalte y la perspectiva de su funcionamiento



Se debe evitar la retención de agua en los vados, mediante sumideros adecuadamente situados. El encuentro entre acera y calzada en la zona donde se efectúa el cruce de los peatones, será realizado en la misma cota de altura. En caso de que acera y calzada no estén enrasadas en dicha zona, se pueden producir dos situaciones:

- Si el desnivel no supera los 0,02 m., se achaflanará o redondeará el canto del bordillo para que no suponga una barrera para personas que utilicen silla de ruedas.
- Si el desnivel está comprendido entre 0,02 y 0,03 m., se achaflanará el encuentro con una pendiente del 25%. En el caso del bordillo achaflanado para vados peatonales.

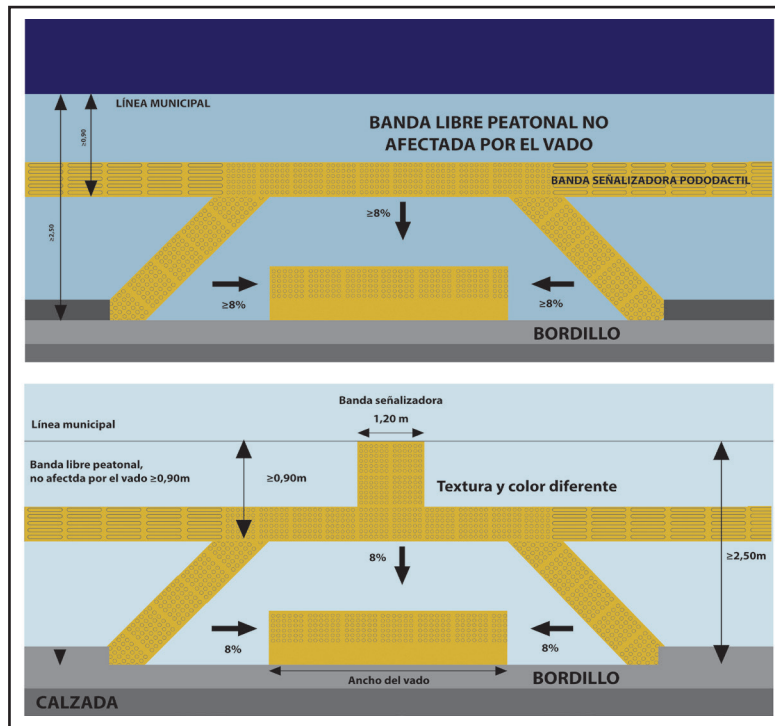
5.3.1.2 VADO DE CAMBIO DE NIVEL

Responde a la altura que superan los vados entre acera y calzada que varían entre 0,15 a 0,20 m en la ciudad de La Paz, sin embargo no debieran ser mayores a 0,15 m, y están formados por planos inclinados que confluyen para alcanzar la cota de la calzada.

A continuación se presentan tres tipos de vados para resolver las diferentes características de las aceras:

VADOS CON TRES RAMPAS: Se pueden construir cuando la acera en la que se sitúan es lo suficientemente amplia para permitir que la banda de circulación no se vea afectada, brindando un ancho mínimo de 0,90 m. Se conforman mediante tres planos inclinados, con el 8% de pendiente máxima, confluyen hasta alcanzar el nivel de la calzada.

Ilustración 99 -Vados de tres desniveles con podotactiles

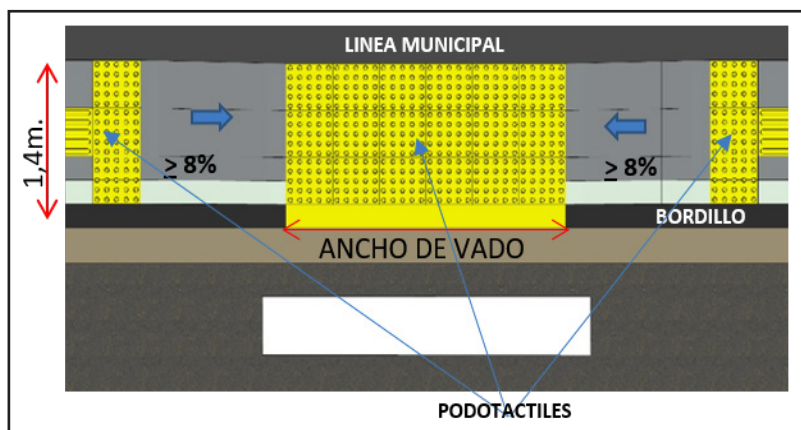


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

VADOS CON DOS NIVELES: Este tipo de vado contiene sólo dos rampas, las mismas deben ser desarrolladas cuando la acera sea demasiado estrecha y el porcentaje de inclinación demande mayor ancho, ello dependerá también de la altura de la acera. Por ejemplo con una altura de 0,15 m de altura de acera se requiere un ancho mínimo de 2,5m para poder implementar rampas de tres niveles, en esos casos se pueden desarrollar vados de dos niveles que desciendan al 8% y lleguen al nivel de la calzada, sin embargo estos demandan la implementación de un adecuado sistema de desagüe. No es la mejor forma de rampa pues da impresión de desniveles abruptos. Consisten en descender todo el ancho de la acera mediante dos planos inclinados, con el 8% de pendiente máxima, hasta alcanzar el nivel de la calzada. En este tipo de vado no se colocan franjas señalizadoras y, únicamente, se construye la totalidad de la superficie ocupada por el vado con podotáctiles.

Vale aclarar, en algunas partes de la ciudad de La Paz se han identificado su implementación como parte de "rampas de acceso vehicular", generando desniveles en la circulación peatonal y convirtiéndose en un riesgo por su continuidad.

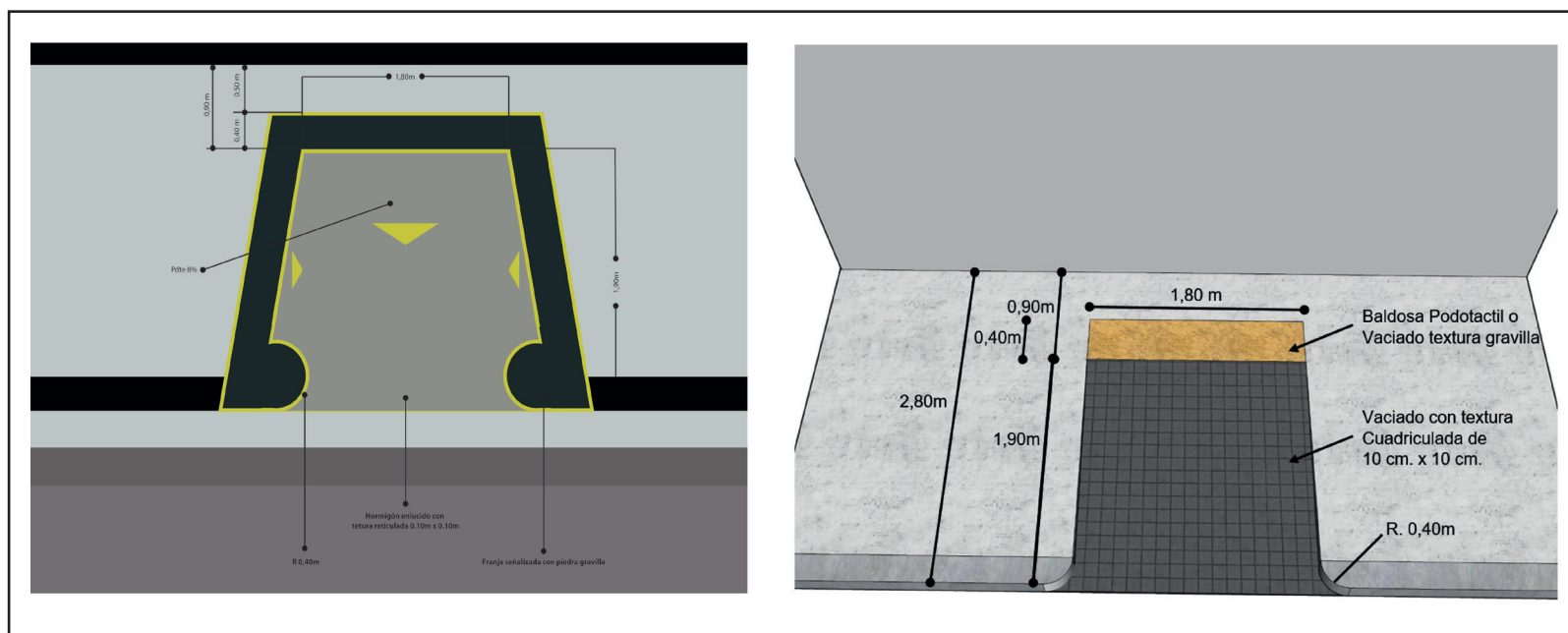
Ilustración 100 - Vado de dos desniveles con podotactiles



VADO DE UN NIVEL: Este tipo de vado se puede usar en aceras estrechas, sin embargo demandan la implementación de podotáctiles que alerten la proximidad a estos vados. Están formados por un único plano inclinado, con el 8% de pendiente máxima. Deben permitir una banda libre peatonal, no afectada por el vado, de 0,90 m. de ancho mínimo.

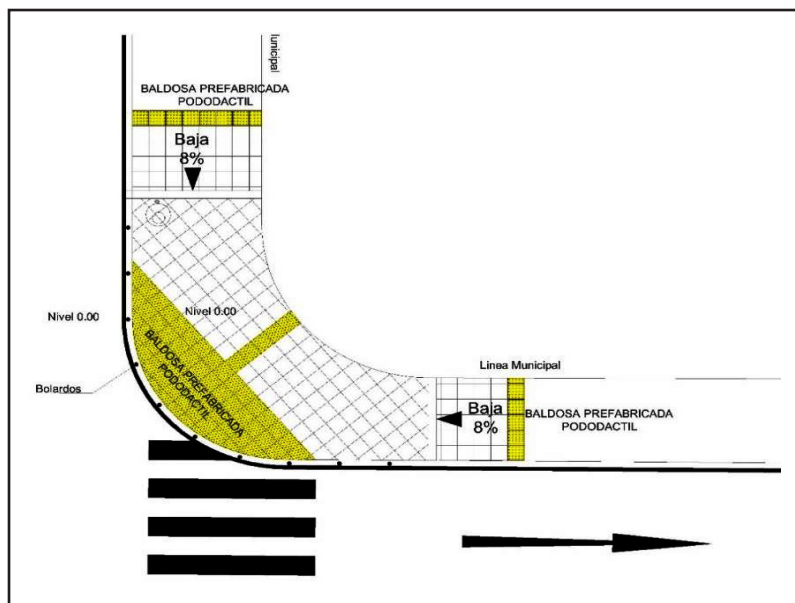
A Continuación se presentan dos tipologías, una es acompañada de podotáctiles y la segunda demarca el área de la rampa con prefabricados que funcionan también como elementos de alerta.

Ilustración 101 - Ejemplo de vado de un desnivel con podotactiles con y sin prefabricado



VADO DE ESQUINA: Se incorpora la señalización del paso peatonal, denotando que no resulta factible el cruce por la esquina. Se debe alejar los planos inclinados que conforman las rampas del encuentro de las alineaciones de las dos fachadas, como mínimo 1,50 m para posibilitar un giro de 90° de una silla de ruedas sin invadir la calzada.

Ilustración 102 - Vado en esquina con dos niveles



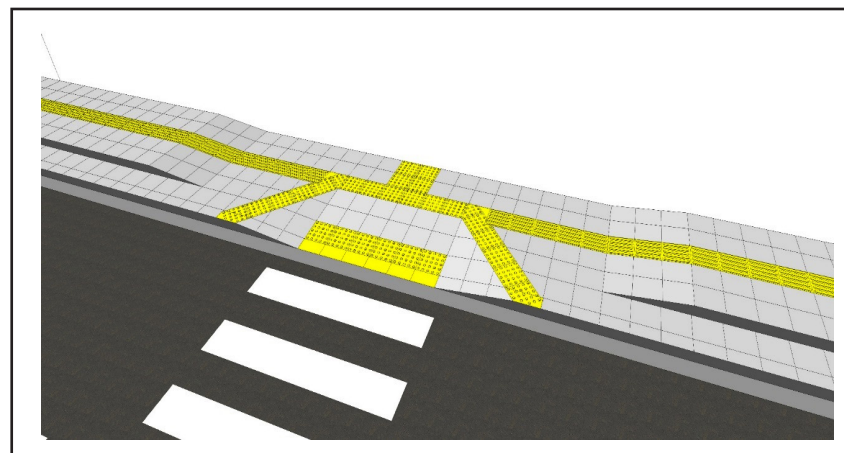
5.3.1.3 VADO DE RUPTURA DE NIVEL

Este tipo de vado se desarrolla sobre aceras que tienen una altura superior a 0,45 m, al ser muy elevada no puede implementarse rampas, dado que no puede adaptarse a un vado accesible para personas con discapacidad, este vado se

restringe a ser accesible para personas sin discapacidad.

Por ello son implantadas gradas con altura de 0,15 m y una huella de 0,30 m. La banda de circulación debe ser de 1,00 m como mínimo y no debe presentar ningún mobiliario ni señalización que obstruya el paso. Suelen ser vados de morfología compleja, que se apartan de las soluciones convencionales normalizadas y que se utilizan en puntos conflictivos de las estructuras urbanas antiguas (aceras escalonadas, topografías complicadas, etc.).

Ilustración 103 - Vado de ruptura, escalonada



Esta tipología, evidencia los niveles en el área de mobiliario, alineada a la rampa.

5.4 TIPOLOGÍA DE ACERAS

Las aceras en la ciudad de La Paz tienen anchos muy diversos, en su mayoría el ancho no tiene coherencia con respecto al ancho de calzada ni considera la jerarquía vial. Existen tramos que no poseen el ancho mínimo necesario para el desplazamiento de peatones, ya que algunas zonas, ya consolidadas, responden a un trazado que difícilmente podría ser modificado. Se recomienda como ancho mínimo de acera de 1,40 m. Tomando en cuenta la dimensión a partir bordillo que posee un ancho de 0,20 m además de considerar 1,20m para la banda de circulación peatonal.

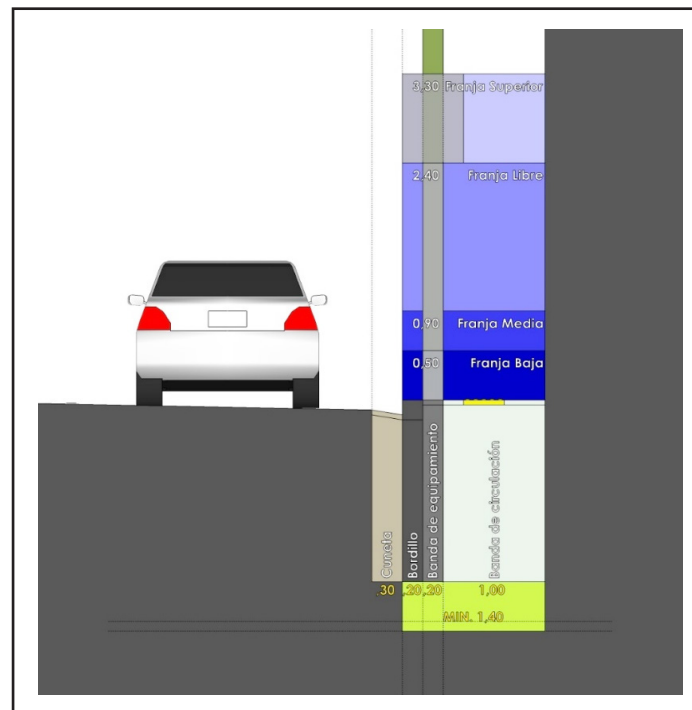
Se proponen las siguientes tipologías con base a la estandarización de los anchos más usuales en la ciudad de La Paz, teniendo en cuenta que aceras más angostas restringen la comodidad durante la caminata y la implementación de mobiliario público.

A continuación se clasifican las aceras en 4 tipologías, estableciendo sus respectivos parámetros para la implementación de elementos del espacio público.

- a) Tipología A: de 1,40 m a 2,20 m.
- b) Tipología B: de 2,20 m a 3,00m.
- c) Tipología C: de 3,00m. a 4,00m.
- d) Tipología D: encima de 4,00 m.

5.4.1 TIPOLOGÍA A

Ilustración 104 - Acera con la dimensión más reducida (1,4 m)



El ejemplo gráfico muestra las bandas de: equipamiento y circulación adaptada al ancho mínimo de 1,40 m, en este caso la banda de equipamiento se reduce a 0,20 m. Dejando un ancho para la banda de circulación de 1,00 m. La dimensión de la cuneta se mantiene constante en 0,30 m y el bordillo o cordón de acera de 0,20m. En esta tipología se restringe la implementación de mobiliario público, sólo la instalación de los más indispensables como el caso de postes de señalización o luminarias de escala mediana.

La línea guía podotáctil se emplaza a partir de los 0,60 m. del borde de la acera. Los parámetros de emplazamiento se encuentran en la siguiente tabla.

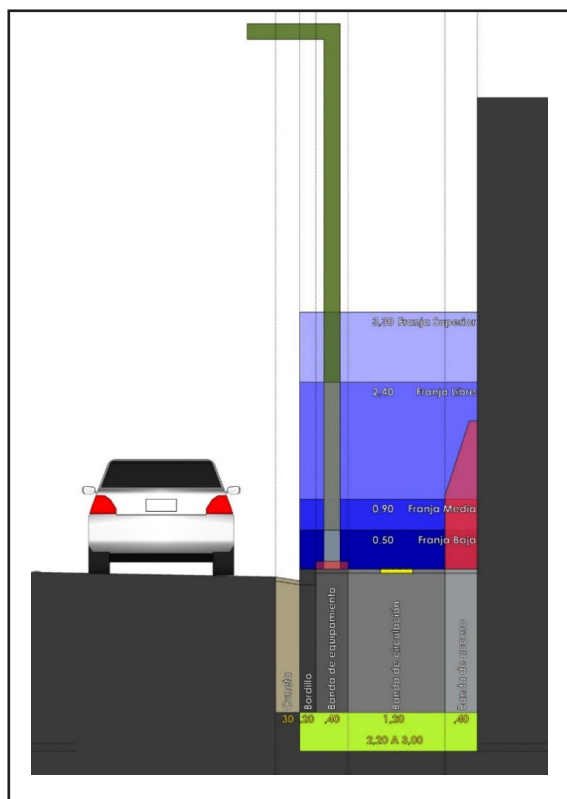
Tabla 50 - Parámetros tipología A

DESCRIPCIÓN			
Esta tipología es aplicable en aceras con ancho MINIMO a partir de 1.40 m.			
DIMENSIONAMIENTO DE BANDAS			
Banda de equipamiento	0,20 m		
Banda de circulación	1,00 m		
MOBILIARIO URBANO	DIMENSIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (M)	RESTRICCIÓN VERTICAL	LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL BORDE DE ACERA (M)
Banca	no aplica	no aplica	no aplica
Parada de Transporte	0,20 X 0,20	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Panel Informativo	no aplica	no aplica	no aplica
Bebedero	no aplica	no aplica	no aplica
Basurero	no aplica	no aplica	no aplica
Luminaria	0,20 X 0,20	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Kioscos	no aplica	no aplica	no aplica
Baranda Peatonal	no aplica	no aplica	no aplica
MOBILIARIO VIAL			
Bolardos	no aplica	no aplica	no aplica
SEÑALIZACIÓN Y PUBLICIDAD			
Poste de señalización	0,20 X 0,20	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Poste informativo	0,20 X 0,20	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
VEGETACIÓN			
Baja	no aplica	no aplica	no aplica
Media	no aplica	no aplica	no aplica
Alta	no aplica	no aplica	no aplica
BALDOSAS PODODACTILES		min 0,60	

5.4.2 TIPOLOGÍA B

El ejemplo gráfico muestra las bandas de: equipamiento y circulación adaptada al ancho mínimo de 1,40 m, en este caso la banda de equipamiento se reduce a 0,20 m. Dejando un ancho para la banda de circulación de 1,00 m. La dimensión de la cuneta se mantiene constante en 0,30 m y el bordillo o cordón de acera de 0,20m.

Ilustración 105 - Tipología B: Parámetros de dimensionamiento de acera (2,2 a 3,0 m)



En esta tipología se restringe la implementación de mobiliario público, sólo la instalación de los más indispensables como el caso de postes de señalización o luminarias de escala mediana.

El ejemplo grafico muestra las bandas de: equipamiento, circulación adaptadas al rango de ancho de 2,20 m. hasta 3,00 m.

En este caso la banda de equipamiento se amplía a 0,40 m. Dejando un ancho ideal para la banda de circulación de 1,60m. La dimensión de la cuneta se mantiene constante en 0,30m y el bordillo o cordón de acera de 0,20m.

En esta tipología se permite la implementación de mobiliario público que no exceda los 0,40 m de ancho, está permitida la implementación de mayor cantidad de elementos del espacio público como ser: basureros o paneles informativos.

La línea guía podotáctil se emplaza a partir de los 1,00 m. del borde de la acera.

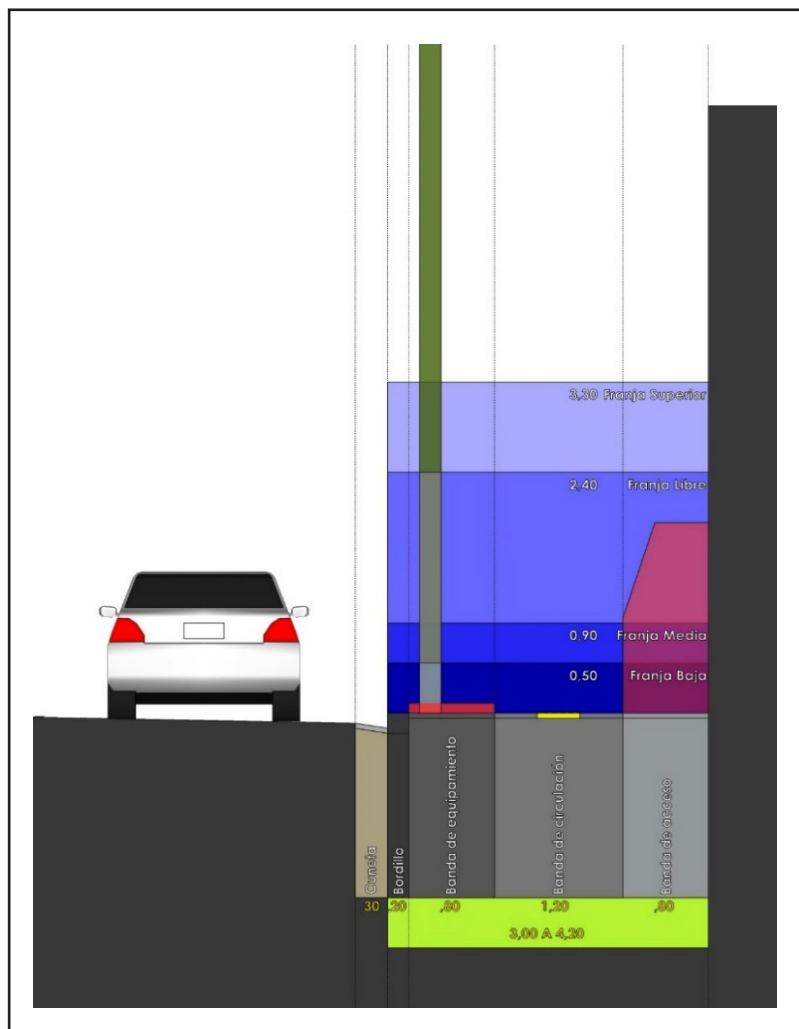
Los parámetros de emplazamiento se encuentran en la siguiente tabla.

Ilustración 106 - Parámetros tipología B

DESCRIPCIÓN			
Esta tipología es aplicable en aceras con ancho a partir de 2,20 m a 3,00 m.			
DIMENSIONAMIENTO DE BANDAS			
Bordillo	0,20 m	Banda de circulación	1,60 m
Banda de equipamiento	0,40 m		
MOBILIARIO URBANO	DIMENSIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (M)	RESTRICCIÓN VERTICAL	LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL BORDE DE ACERA (M)
Banca	no aplica	no aplica	no aplica
Parada de Transporte	0,20 X 0,20	hasta la franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Panel Informativo	0,75 x 0,50	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Bebedero	0,3 diámetro	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Basurero	0,40 x 0,40	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Luminaria	0,20 X 0,20	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Kioscos	0,40 x 1,20	hasta la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Baranda Peatonal	0,4 x largo requerido	hasta la franja media	Adosada al límite municipal
MOBILIARIO VIAL			
Bolardos	0,40 x 0,40	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
SEÑALIZACIÓN Y PUBLICIDAD			
Poste de señalización	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Poste informativo	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
VEGETACIÓN			
Baja	0,40 x 1,20	hasta franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Media	0,40 x 1,20	hasta franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Alta	no aplica	no aplica	no aplica
PATRON DE BALDOSAS		min 1,00	

5.4.3 TIPOLOGÍA C

Ilustración 107 - tipología c: parámetros de dimensionamiento de acera (3,0 a 4,2)



El ejemplo gráfico muestra que las bandas de: equipamiento y circulación están adaptados a un ancho de 3,00 m hasta 4,20 m.

En este caso la banda de equipamiento se amplía a 0,80 m. Dejando un ancho ideal para la banda de circulación de 2,00 m. y el bordillo de 0,20 metros de ancho.

La dimensión de la cuneta se mantiene constante en 0,30 m.

En esta tipología permite la implementación de mobiliario público que no exceda los 0,80 m de ancho, está permitido la implementación de mayor cantidad de elementos del espacio público como ser: vegetación media y alta.

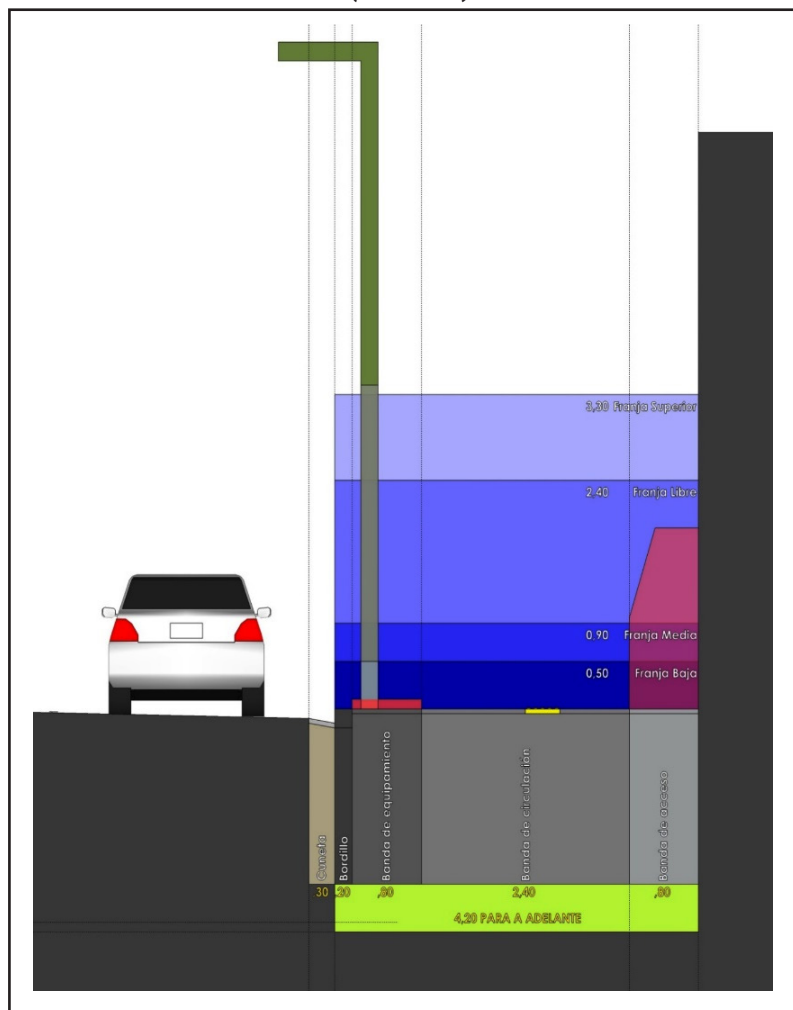
De igual manera sobre la banda de circulación y adosados a la línea municipal se puede implementar kioscos, que no excedan los 0,80m. La línea guía podotáctil se emplaza a partir de los 1,40m. del borde de la acera.

Tabla 51 - Parámetros tipología C

DESCRIPCIÓN			
Esta tipología es aplicable en aceras con ancho a partir de 3.00mts. a 4,20mts.			
DIMENSIONAMIENTO DE BANDAS			
Bordillo	0,20 m	Banda de circulación	2,00 m
Banda de equipamiento	0,80 m		
MOBILIARIO URBANO	DIMENSIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (M)	RESTRICCIÓN VERTICAL	LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL BORDE DE ACERA (M)
Banca	0,80 x 2,40	hasta la franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Parada de Transporte	0,40 x 3,20	hasta la franja libre	sobre Banda de Equipamiento y Acceso
Panel Informativo	0,75 x 0,50	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Bebedero	0,3 diámetro	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Basurero	0,80 x 0,80	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Luminaria	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Kioscos	0,80 x 1,20	hasta la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Baranda Peatonal	0,4 x largo req.	hasta la franja media	Adosada al límite municipal
MOBILIARIO VIAL			
Bolardos	0,40 x 0,40	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
SEÑALIZACIÓN Y PUBLICIDAD			
Poste de señalización	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Poste informativo	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
VEGETACIÓN			
Baja	0,80 x 1,20	hasta franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Media	0,80 x 1,20	hasta franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Alta	0,80 x 0,80 (base)	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
PATRON DE BALDOSAS		min 1,40	

5.4.4 TIPOLOGÍA D

Ilustración 108 - Tipología D: parámetros de dimensionamiento de acera (4.0 o más)



El ejemplo grafico muestra las bandas de: equipamiento, circulación y bordillo adaptados al rango de ancho de 4,20 m. para adelante.

En este caso la banda de equipamiento se ensancha a 0,80 m., la banda de circulación se amplía hasta los 3,20 m., la dimensión de la cuneta se mantiene constante en 0,30 m y el bordillo o cordón de acera de 0,20m.

Al igual que la anterior, esta tipología permite la implementación de mayor cantidad de elementos del espacio público, el ancho de la banda de circulación incrementa su magnitud hasta el doble.

La línea guía podo táctil se emplaza a partir de los 2,20m. del borde de la acera.

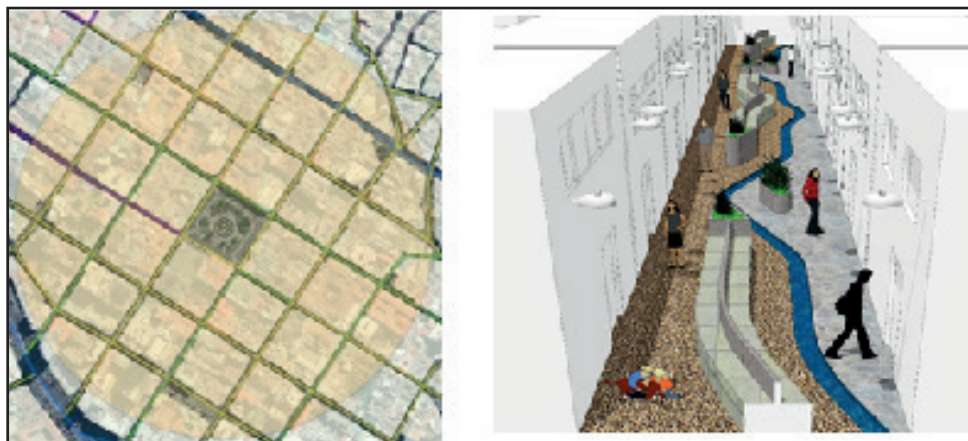
Tabla 52 - Tipología D: parámetros de dimensionamiento e implementación elementos del espacio público

DESCRIPCIÓN			
Esta tipología es aplicable en aceras con ancho a partir de 4,20mts. Para adelante			
DIMENSIONAMIENTO DE BANDAS			
Banda de acceso	0,80 m	Banda de circulación	2,40 m
Banda de equipamiento	0,80 m		
MOBILIARIO URBANO	DIMENSIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (M)	RESTRICCIÓN VERTICAL	LOCALIZACIÓN CON RESPECTO AL BORDE DE ACERA (M)
Banca	0,80 x 2,40	hasta la franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Parada de Transporte	0,40 x 3,20	hasta la franja libre	1,00
Panel Informativo	0,75 x 0,50	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Bebedero	0,3 diámetro	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Basurero	0,80 x 0,80	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
Luminaria	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Kioscos	0,80 x 1,20	hasta la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Baranda Peatonal	0,4 x largo req.	hasta la franja media	Adosado a la Línea Municipal
MOBILIARIO VIAL			
Bolardos	0,40 x 0,40	hasta la franja media	sobre Banda de Equipamiento
SEÑALIZACIÓN Y PUBLICIDAD			
Poste de señalización	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
Poste informativo	0,40 X 0,40	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
VEGETACIÓN			
Baja	0,80 x 1,20	hasta franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Media	0,80 x 1,20	hasta franja baja	sobre Banda de Equipamiento
Alta	0,80 x 0,80 (base)	a partir de la franja libre	sobre Banda de Equipamiento
PATRON DE BALDOSAS		Min 2,20	

PEATONALIZACIÓN

El presente capítulo, propone la implementación de la peatonalización en circuitos y vías que cuyas características las circunscriben como zonas potenciales para peatonalización. También se presentan vías semipeatonales y de tráfico calmado que son espacios que pueden mejorar la permanencia y circulación de los peatones.

Ilustración 109 - Propuesta de peatonalización para el centro urbano de La Paz



Las zonas y calles peatonales son vías o circuitos de la ciudad donde se restringe y/o prohíbe la circulación de motorizados, muchas veces solo pueden acceder en coche los residentes para poder llegar a los garajes de sus viviendas, así como vehículos de servicios de emergencia, de reparto y de mantenimiento, también con restricciones de horarios.

Se entiende por zona peatonal aquel conjunto de vías urbanas dedicadas a la circulación preferente de peatones y usuarios de sistemas de transporte no motorizados.

Esta forma de intervención urbana permite calmar el tráfico y devolverle a la calle su función original: lugar de encuentro, mercado y tránsito. Hay varias razones para considerar la peatonalización, una de las más importantes es la mejora de la seguridad y la movilidad de los peatones al brindarles un espacio segregado del transporte motorizado.

Otro beneficio importante está relacionado con el medio ambiente, las redes articuladas de áreas peatonales pueden ayudar a reducir el ruido y la contaminación, a desalentar o restringir el acceso de vehículos privados. Esta situación va de la mano con la reducción de ingreso de vehículos al centro y por consiguiente reducción del tráfico; se incrementan los índices de caminantes y ciclistas; y se genera menos espacio tomado para el estacionamiento.

Ilustración 110 - Peatonalización calle Tomas de Heredia, Andalucía, España



Promover la caminata en zonas donde se cuenta con un entorno seguro y confortable, tiene una correlación directa con el crecimiento económico de los sectores de comercio próximos a las zonas peatonales. La razón principal es que el peatón circula y accede de manera más directa a los comercios próximos.

6.1 PRINCIPIOS DE DISEÑO DE UNA ZONA PEATONAL

Los circuitos peatonales pueden estar localizadas en diferentes zonas de la ciudad, pero deben cumplir con determinados criterios que potencien y garanticen su existencia ya sea el uso de suelo mixto y el flujo peatonal predominante. La implantación de una zona peatonal debe ser el resultado de un proceso de planificación inscrito, en lo posible, dentro de un Plan de movilidad de la ciudad, y sustentada en estudios que la avalen.

Tabla 53 - Características que debe cumplir una calle peatonal

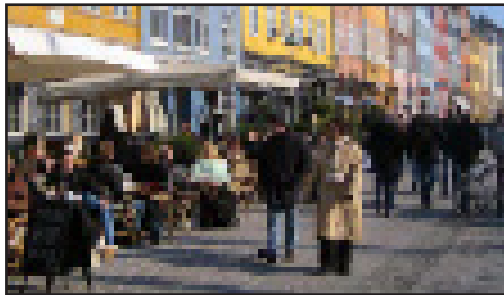
CUALIDAD	DESCRIPCIÓN
TAMAÑO	Hay áreas peatonales con diferentes dimensiones, desde pequeñas hasta áreas de enorme extensión que alcanzan tramados de varias manzanas a la redonda.
MORFOLOGÍA	Puede tratarse de ejes que articulan hitos, como redes con formas variadas que entran un conjunto, o zonas puntuales delimitadas dentro un entorno. En vías con un ancho de 7 m resulta dificultoso poder segregar la calzada y la acera, por tanto es recomendable priorizar el modo peatonal. De la misma forma, en calles de mayor dimensión, hasta 9 metros, son factibles a ser consideradas vías 100% peatonales o de tráfico mixto.
ACTIVIDADES Y USOS DEL SUELO	Las cualidades y cantidades actividades desarrolladas son determinantes para brindar servicios al peatón. Ya sean para actividades recreativas, educacionales, de comercio, etc.
FUNCIONALIDAD	La red debe facilitar conexiones directas con la menor cantidad de desvíos. Acortar los recorridos peatonales para que puedan ser realizados a pie. Buscar la funcionalidad en el entorno, concentrándose en conectar los elementos importantes existentes. Los grandes polos urbanos de atracción (centros urbanos, centros de empleo, instituciones, universidades, etc.) o espacios para el ocio (parques, lugares de entretenimiento, etc.), deberán de constituir el objetivo final de estas conexiones. Así como los viajes frecuentes a las zonas residenciales, centros comerciales, transporte público zonas de trabajo, etc. Una vez definida la zona o vías a convertir en zona peatonal, se requerirá contar con mecanismos reguladores de tráfico, para incentivar la movilidad de peatones, y el desincentivo a los vehículos. En el caso de que el volumen de vehículos que pasan por la vía a peatonalizar sea significativo, es aconsejable aplicar modelos de meso simulación y micro simulación para determinar los posibles impactos y los niveles de servicio ante y post intervención.
CONFORTABILIDAD	Son necesarios espacios con dimensiones suficientes para el flujo de los modos de transporte, pendientes moderadas. Instalación de elementos que faciliten la accesibilidad peatonal como es el uso de las escaleras eléctricas como alternativas de solución de conectividad vertical. Por último, significa también protección contra el ruido y la contaminación generada por vehículos.

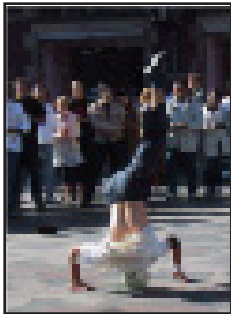
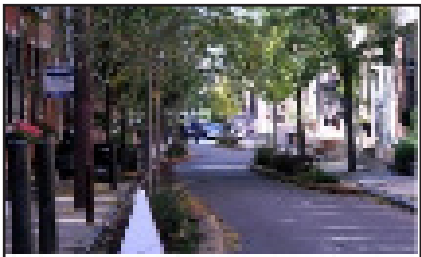
CUALIDAD	DESCRIPCIÓN
ACCESIBILIDAD	Previa implementación, se hace necesario contar con los estudios de impacto vial, para analizar la demanda vehicular, peatonal y cuáles serán los posibles impactos en el sector. De la misma manera se requiere analizar las opciones de conexión intermodal. Ya sea para transporte público y/o privado.
SEGURIDAD	Se precisa analiza que los movimientos peatonales no atraviesen zonas que produzcan la sensación de inseguridad para los peatones, especialmente para las poblaciones más vulnerables (mujeres y niños). Zonas con altos niveles de actividad en la vía, son zonas que producen menos inseguridad que zonas totalmente aisladas. Se requiere de implementación de elementos urbanos que ayuden a disminuir la sensación de inseguridad, muros perimetrales fuera de la escala humana, vías peatonales debajo de pasos a nivel, son elementos que producen la sensación de inseguridad.
ATRACTIVIDAD.	Dotar de atractividad a la zona a través de actividades que llamen la atención de los usuarios ayuda con la gentrificación del sector.

6.1.1 TIPOS DE PEATONALIZACIÓN

Aunque la peatonalización se aplica en general a zonas relativamente extensas, con una significativa actividad terciaria y/o un intenso flujo de peatones, en algunos casos se aplica también a calles aisladas de escasa longitud. De acuerdo a los objetivos trazados y la evaluación de los aspectos anteriormente citados, se presentan tres grados de peatonalización:

Tabla 54 - Tipos de peatonalización

TIPO DE PEATONALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
VÍAS PEATONALES A TIEMPO COMPLETO:	Se prohíbe el acceso vehicular en un área cercada por un cinturón vial, de tráfico calmado, para reducir los impactos próximos a la zona de transporte motorizado. En la mayoría de los casos se permite el acceso de vehículos de servicio de emergencia y de los residentes.	

TIPO DE PEATONALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	IMAGEN
CALLES PEATONALES A TIEMPO PARCIAL:	Las calles peatonales de tiempo parcial son aquellas donde el acceso vehicular es permitido solamente en ciertos períodos. No hay espacios de estacionamiento permitidos en la calle, pero sin embargo, las bahías de carga están disponibles.	
CALLES CON TRAFICO CALMADO	La tercera forma de peatonalización son las calles con tráfico calmado. Sirven para reducir la dominancia y velocidad de los vehículos en las vías de segundo y tercer orden. No hay restricciones al acceso del vehículo, pero se amplían los senderos y se reducen los espacios de estacionamiento.	

6.2 ¿CÓMO SE IMPLEMENTAN LAS ÁREAS PEATONALES?

Las características de la ciudad evidencian un colapso en las vías generado por el transporte motorizado, la población evidencia clara inclinación por la caminata, pese a las condiciones actuales de las aceras, por lo que la peatonalización en áreas dentro el Centro Urbano y en las laderas se evidencia un potencial para la conversión.

Los procesos de jerarquización viaria y peatonalización urbana tienen como objetivo precisamente retornar a un ámbito urbano más tranquilo, en el que los desplazamientos a pie o en bicicleta tengan prioridad frente a otras alternativas de movilidad y faciliten la comunicación social y un uso más humano de la vía pública.

La transformación en vía o zona peatonal, potencia el aumento del número de personas que transitan por ella, este tipo de intervención y los cambios de hábitos en los peatones y vecinos demandan la modificación positiva del entorno: mejora urbanística, creación de espacios públicos de descanso, relación y restauración.

Tabla 55 - Servicios y mobiliario que debe ser evaluados para su incorporación en zonas peatonales

ITEM	CONTENIDO	ITEM	CONTENIDO
SERVICIOS BASICOS	Agua potable	MOBILIARIO Y SEÑALIZACION	Banca
	Energía eléctrica		Paneles informativos
	Instalación sanitaria		Bebedero
	Alcantarillado pluvial		Basurero
	Gas domiciliario		Parquímetro
MATERIALES	Baldosas diferenciadas		Luminaria
	Baldosas podo táctiles		Bolardo
	Cunetas		Estacionamientos para bicicletas
	Cordón de acera	VEGETACIÓN	Jardinera
	Piedra adoquín		Arbustos
	Asfalto		Arboles

6.2.1 PROBLEMAS POTENCIALES DE LA PEATONALIZACIÓN

Otras consideraciones para la peatonalización son los problemas a los que conllevan estas intervenciones:

1. DEFICIENTE PLANIFICACIÓN: Un problema frecuente es que las políticas de peatonalización han sido generadas de intenciones políticas y desarticulada de los planes de movilidad omitiendo la planificación integrada de uso de suelos, actividades y transporte.

Intentando que el sistema de transporte resuelva los problemas que devienen de los otros subsistemas.

2. USO INDISCRIMINADO DE LOS ESPACIOS PEATONALES

PARA ESTACIONAMIENTOS: La falta de planificación conlleva a generar un desorden en la localización de los estacionamientos y el tiempo de permanencia en los mismos.

Políticas de reducción de estacionamientos para residentes de la zona, genera una presión en la demanda, llevando a estos usuarios a estacionarse en lugares no permitidos. Es necesaria una fiscalización constante a fin de evitar este tipo de comportamientos, no se puede permitir la implementación de estacionamiento dentro de la zona peatonal, ni aún subterráneo, ni aún subterráneo, para evitar el tráfico.

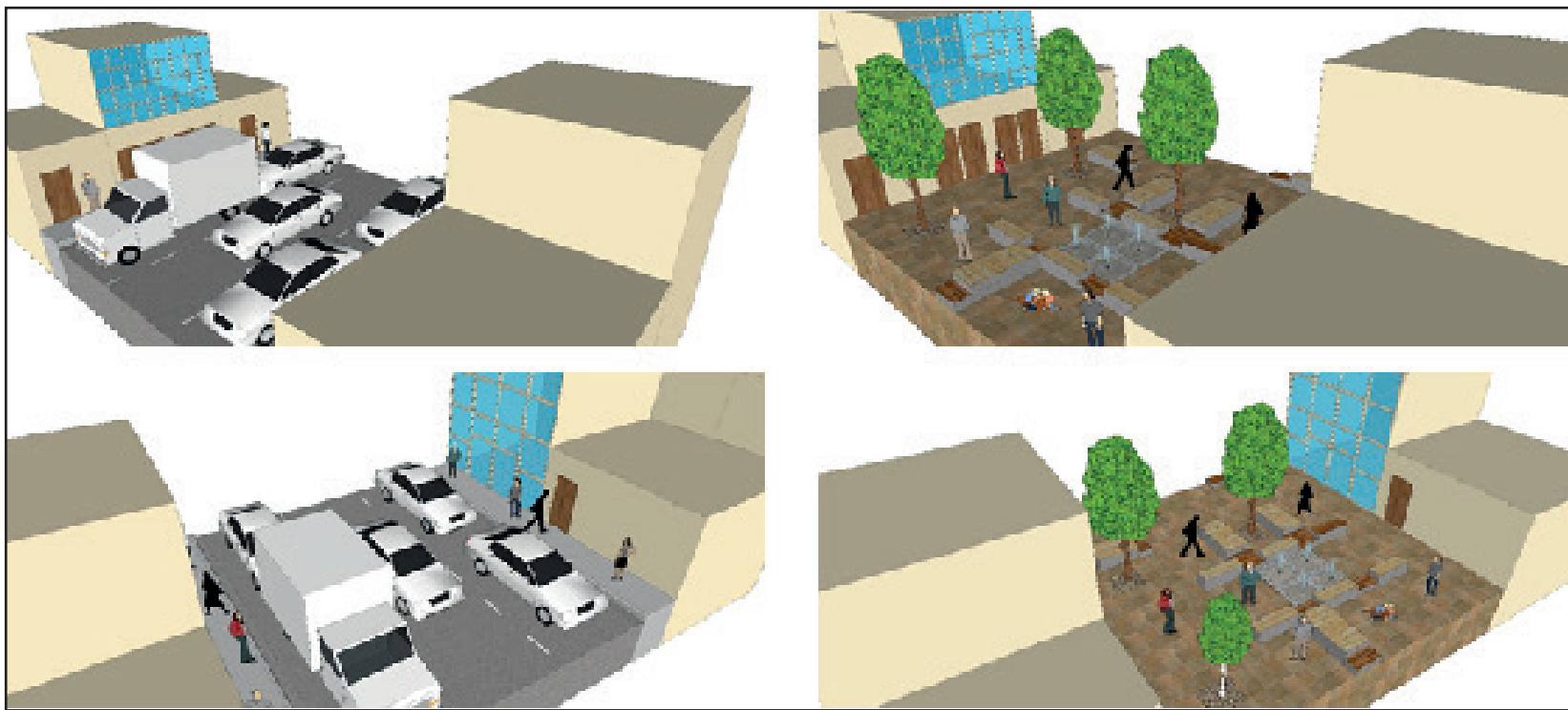
La creación de espacios de estacionamiento perimetral resulta positivo tanto para el comercio como para la convivencia vecinal.

3. TRANSPORTE PÚBLICO: Se aconseja que el transporte público no circule por las zonas peatonales, ya que puede generar algunos problemas de movilidad, el encuentro con peatones puede reducir la seguridad del peatón, generar conflictos de movilidad y deterioro del material rodado.

4. USOS DE SUELO Y ACTIVIDADES INCOMPATIBLES: La necesidad de la planificación y la gestión de los usos de suelo requieren de la participación de los actores involucrados en el proyecto, caso contrario es menos probable garantizar su sostenibilidad. La peatonalización también conlleva el cambio en la tipología de comercio, hecho que debe ser considerado pues la tendencia es la transformación de la zona hacia actividades del sector terciario.

5. INACCESIBILIDAD PARA LA CARGA Y DECARGA: Es importante la creación de zonas de carga y descarga perimetrales que coadyuven con el servicio de las actividades que se desarrollan al interior de las zonas.

Ejemplos de la transformación tras la peatonalización de una vía



6.3 TRATAMIENTO URBANÍSTICO

El tratamiento urbanístico compone diversos aspectos, por cuestiones metodológicas son divididos en tres: La superestructura, la superficie viaria y la infraestructura, estos elementos combinados de manera armónica garantizan una peatonalización adecuada y exitosa.

Tabla 56 - Jerarquía vial y características viales para vías peatonales

	VÍAS DE PASAR	VÍAS DE ESTAR		
		Peatonales	Con prioridad para peatones	Zona 30
Anchura entre fachadas	> 7 m	< 7 m	< 7 m	> 7 m
Volumen de peatones		Alto o vías incluidas en zonas peatonales	Bajo/medio	Bajo/medio
Señalización vertical vigente	 R-301  R-301	 R-102  R-301  R-308	 S-28	 S-30
Limitadores de velocidad y control de acceso	- Semáforo - Rotonda - Desvíos del eje de la trayectoria - Elevaciones en la calzada (excepcional)	- Pilonas de entrada - Mobiliario urbano - Sentidos de circulación concurrentes	- Sentidos de circulación concurrentes - Mobiliario urbano	- Rotondas - Desvío del eje de la trayectoria - Elevaciones en la calzada
Aparcamiento	Si	Excepcional (señalización específica)		Si para más de 9 m
Plataforma	Segregación calzada-acera	Única		Segregación calzada-acera
Bicicletas	Segregadas	Velocidad limitada en función del flujo de peatones	Coexistencia	

LA SUPERESTRUCTURA: implica la implementación de mobiliario urbano que brinde espacios de acogida y descanso para el peatón, lo ideal es implantar vegetación para mejorar la calidad ambiental, el mobiliario también sirve como elemento disuasorio al paso de vehículos motorizados, es por ello que su disposición debe apoyar en la restricción de la circulación de vehículos y a motivar a que el peatón se apropie de este espacio.

Los elementos son variados en forma, disposición y función, los indispensables son: banquetas, luminarias y basureros.

LA SUPERFICIE VIARIA: Para áreas peatonales se recomienda el uso de adoquines u otras texturas similares que diferencien, a la zona o vía, del resto de vías vehiculares. También su importancia se halla en la comodidad para la circulación, cualquier material a ser colocado debe ser fácilmente reemplazable para darle un mantenimiento continuo y el área de circulación se halle siempre en buen estado.

Uno de los principales obstáculos para la circulación peatonal son los obstáculos que se generan en la vía con adoquines sobresalidos, huecos y otros, en el caso de una vía peatonal no pueden existir este tipo de problemas dado que el uso exclusivo del peatón exige brindarle la mejor accesibilidad y movilidad dentro este entorno.

INFRAESTRUCTURA: como se mencionó uno de los aspectos más importantes en la peatonalización es generar espacios atractivos en los que la gente se sienta a gusto y permanezca

más tiempo, por ello debe evaluarse la posibilidad de enterrar las infraestructuras. Las otras instalaciones en el subsuelo deben también ser gestionadas (telecomunicaciones, transporte de energía para señalización e iluminación, instalaciones automatizadas, etc.), lo ideal es concentrarlas en puntos estratégicos para que su tratamiento sea más sencillo. En el caso los cables y ductos enterrados es importante desarrollar un plano con la localización y distancias precisas de implantación para su reparación (si surgiese el caso).

6.3.1 TIPOLOGÍA DE VÍAS PEATONALES

Este capítulo contiene algunos ejemplos de formas de intervención en vías que respondan a las tipologías características de la ciudad de La Paz. Los ejemplos se estandarizaron bajo tres criterios: uso de suelos, pendiente y dimensiones que determinan cómo se puede intervenir en un área peatonal, con base a ellos se determinaron 10 tipologías mismas que fueron ejemplificadas de manera gráfica como apoyo visual para que el diseñador pueda recuperar los elementos de mayor interés.

Tabla 57 - Tipología de diseños de vías peatonales propuestos como ejemplo

Nº	TIPOLOGÍA	ANCHO DE VIA	PENDIENTE	USO DE SUELO
1	A	1,50m a 3,00m	0% - 15%	Residencial
2	B	3,00m a 6,00m	0% - 15%	Industrial
3	C	6,00m a 8,00m	0% - 15%	Recreacional
4	D	8,00m a 11,00m	0% - 15%	Patrimonial
5	E	11,00m a 14,00m	0% - 15%	Comercial
6	F	14,00m a 18,00m	0% - 15%	Educacional
7	AP1	5,00m a 10,00m	15% - 45%	Recreacional
8	AP2	10,00m a 15,00m	15% - 45%	Comercial

6.4 FICHAS MODELO DE ESTÁNDARES DE PEATONALIZACIÓN

6.4.1 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA A

Este diseño corresponde a una vía estrecha con ancho máximo de 3m. Posee espacios de reposo e interacción social local. Puede contar con vegetación mediante la colocación de macetas adosadas a las fachadas, teniendo en cuenta que las mismas no excedan el ancho de 0,40 m. x 0,40 m. instalándolas a un solo lado de la vía, o en su defecto alternar su localización. En el ejemplo se propone la implementación de mobiliario plegable, que brinde espacio de descanso sin ocupar demasiado ancho útil. El soporte de la iluminación no debe obstaculizar la vía peatonal, por lo tanto se recomienda implementarlas adosadas a los muros de los predios, como son los apliques o faroles empotrados en las fachadas.

Tabla 58 - Vías peatonales. tipología A

TIPOLOGÍA	A
Dimensión	1,50 – 3,00
Uso predominante	Residencial
Característica	Área Patrimonial
Flujo vehicular	Ninguno
Acceso vehicular	Sólo en casos de emergencia
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 111 - Propuesta de vía peatonal - Tipología A

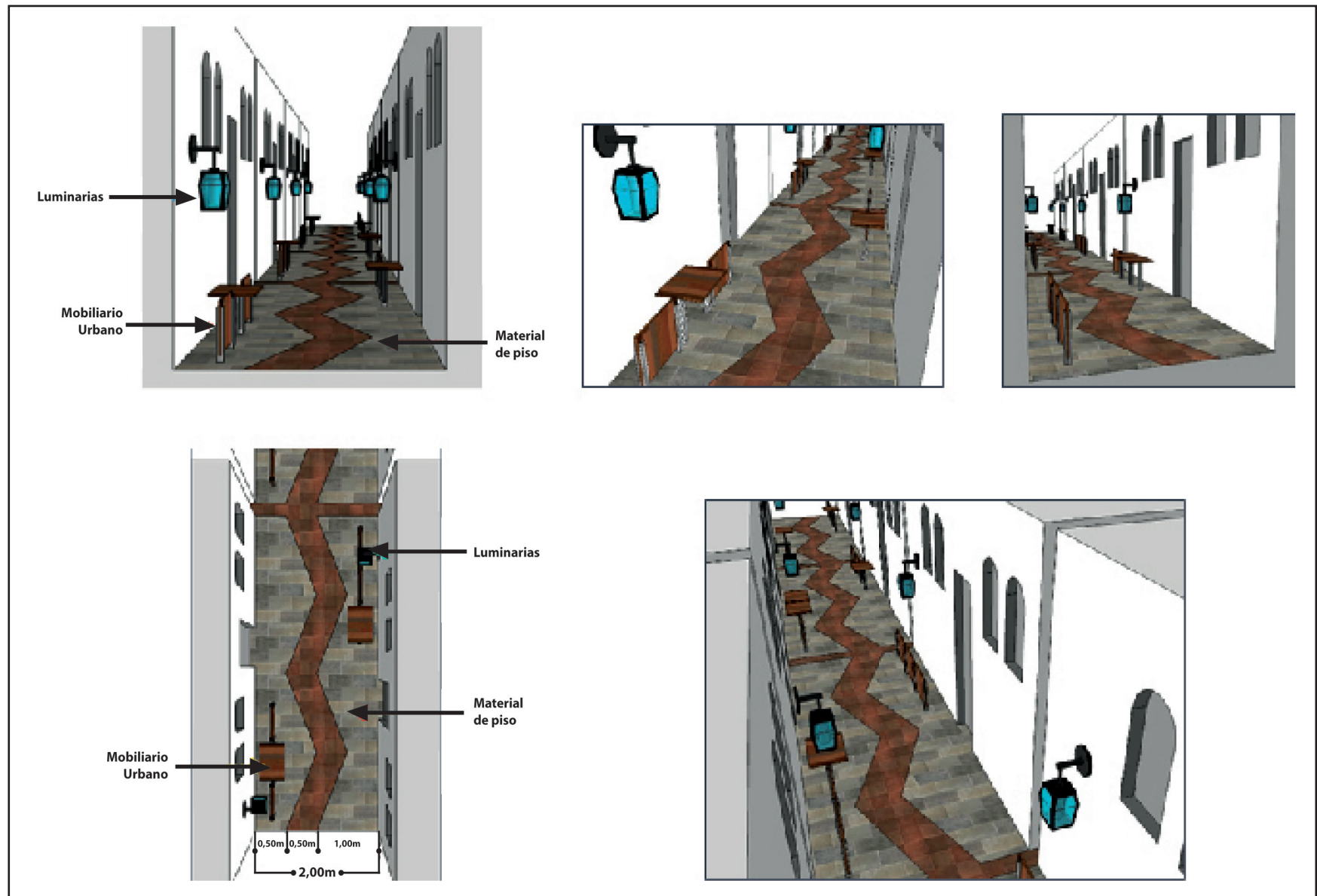


Tabla 59 - Parámetros de implantación: Tipología A

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADECUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	0,40 x 0,40	De 0,40 a 1,00	Paradas de transporte público	En la ruta de la vía	En la ruta
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75 del bordillo. Cerca a otros mobiliarios urbanos	0,45 del bordillo
Poste de señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Señalización. Nombre de la vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Macetero	0,40 x 0,40	De 0,40 a 0,60	Adosado a las viviendas	Adosado a las viviendas	Adosado a las viviendas

6.4.2 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA B

La propuesta vial responde a un ancho entre 3,00 a 6,00 metros Este ancho permite la implementación de un área verde central armonizando el espacio. Dentro del área verde central que es accesible peatonalmente se puede aprovechar para implementar el mobiliario urbano, y la iluminación como se ve la ilustración. Posibilidad de incluir ciclo vías de un solo sentido en caso de existir alta demanda.

Tabla 60 - Vías peatonales. Tipología B

TIPOLOGÍA	B
Dimensión	3,00 – 6,00
Uso predominante	Residencial – Comercial
Característica	Área Patrimonial
Flujo vehicular	Ninguno
Acceso vehicular	Sólo en casos de emergencia
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 112 - Propuesta de vía peatonal - Tipología B

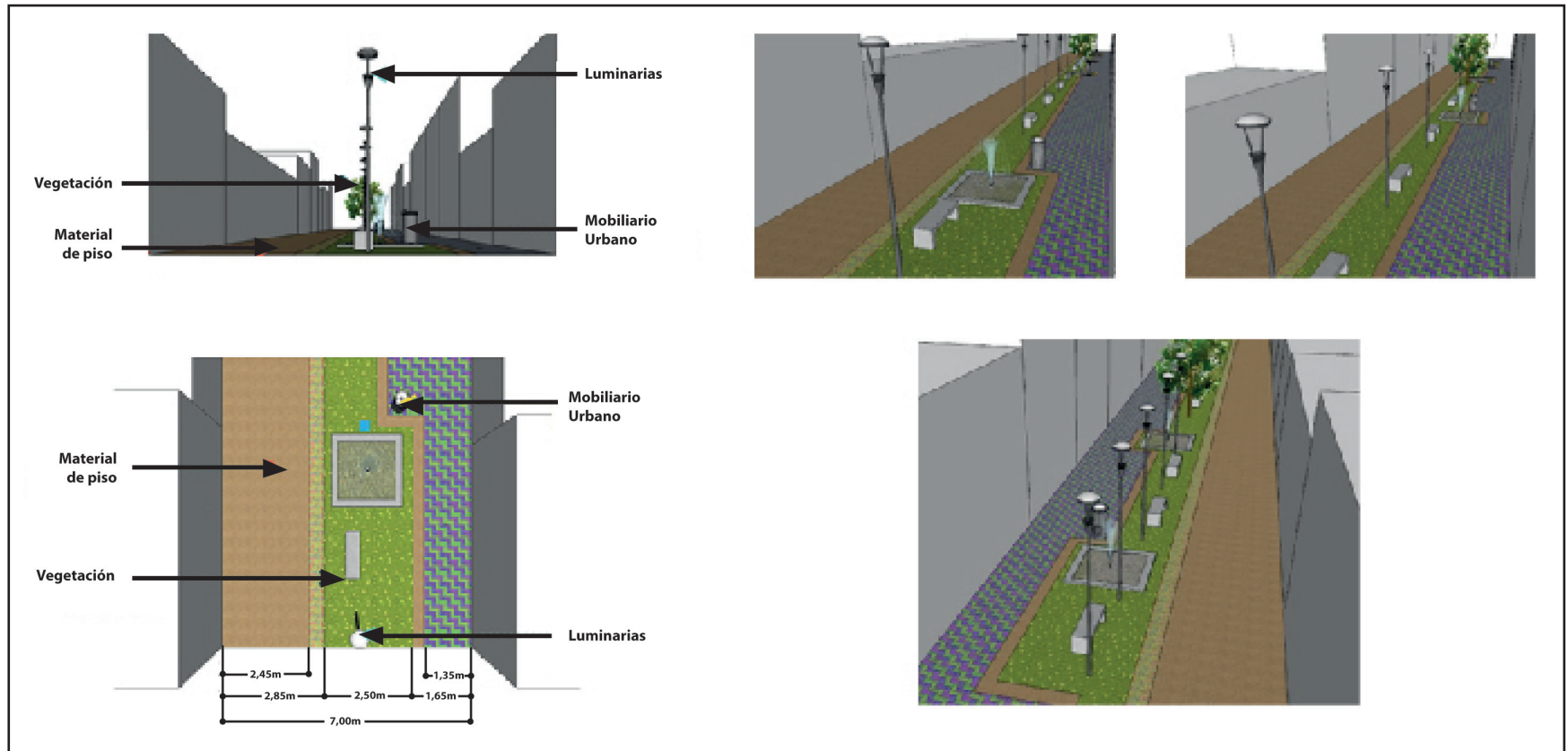


Tabla 61 - Parámetros de implantación: Tipología B

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADECUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 A 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,00	Cada 50, paradas de transporte público	En la ruta de la vía	En la ruta
Parqueo De Bicicletas	2,00 x 1,90	2,1	Según demanda de usuarios de bicicleta	Ruta ciclista	Parques, plazas, rutas alternativas de ciclista
Bebedero	0,30 diámetro	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Cerca a otros mobiliarios urbanos
Basurero	De 0,40 a 0,80 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75 del bordillo	0,45 del bordillo
Poste De Señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Poste Informativo	0,45 x 0,45	2,00	Variable	A 0,60 del bordillo	0,45 del bordillo
Señalización Nombre De La Vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Cerca a otros mobiliarios urbanos

6.4.3 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA C

La propuesta peatonal es apta para áreas con uso de suelo predominante recreacional. Responde a un ancho entre 6,00 m a 8,00 m. Este ancho permite la implementación de áreas amplias de descanso. La parte central de la vía puede ser aprovechada para la implementación de espacios de descansos longitudinales. La iluminación no debe obstaculizar la vía peatonal, por lo tanto si se implementarán luminarias fijadas en el suelo deberán situarse en el centro de la vía coincidiendo con el área de descanso longitudinal, o caso contrario se debe instalar apliques o farolas empotradas en las fachadas.

Posibilidad de Incluir ciclo vías de un solo sentido en caso de existir alta demanda.

Tabla 62 - Vías peatonales. Tipología C

TIPOLOGÍA	C
Dimensión	6,00 – 8,00
Uso predominante	Recreacional
Uso secundario	Residencial y Educación
Flujo vehicular	Ninguno
Acceso vehicular	Sólo en casos de emergencia
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 113 - Propuesta de vía peatonal - Tipología C

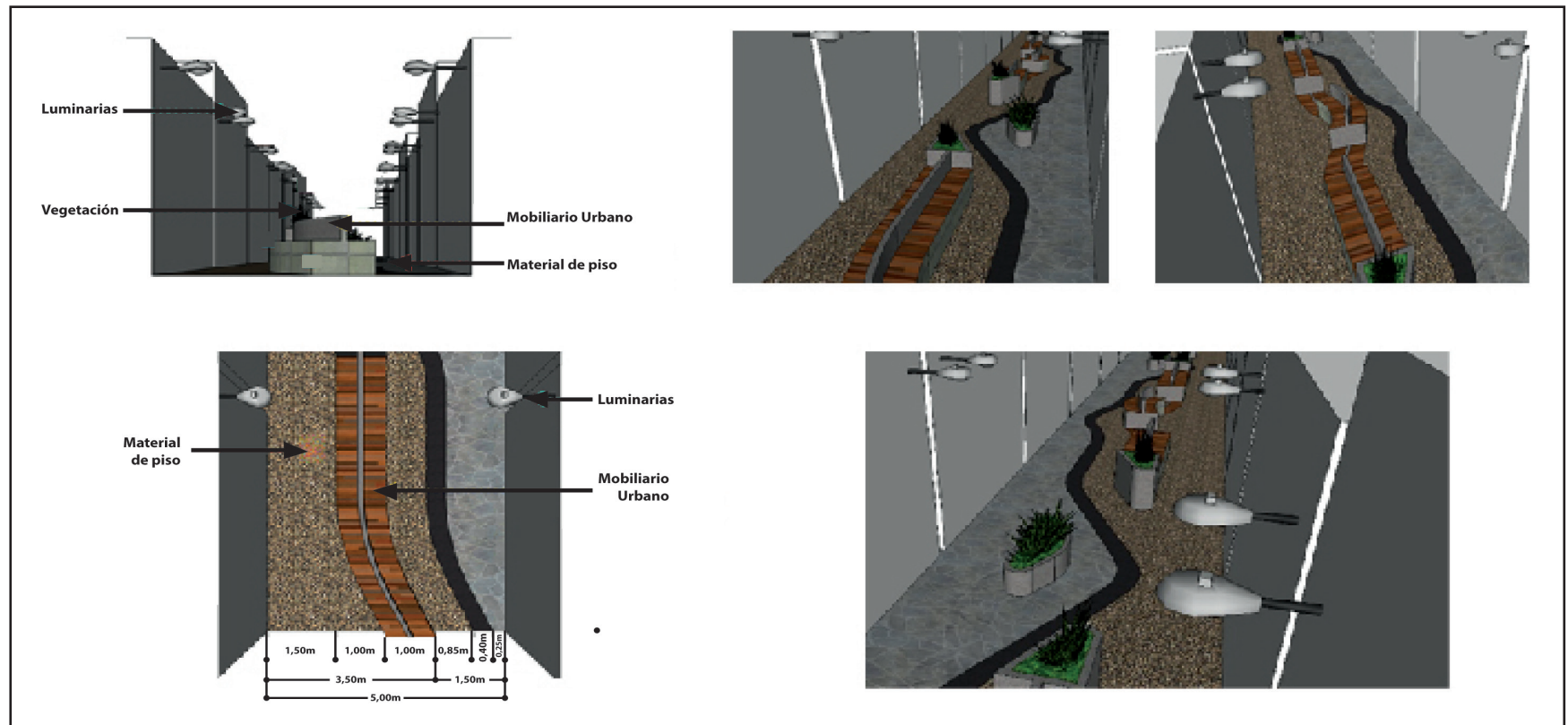


Tabla 63: PARÁMETROS DE IMPLANTACIÓN: TIPOLOGÍA C

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADCUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 a 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,00	Cada 50, paradas de transporte público	En la ruta de la vía	En la ruta
Bebedero	De 0,40 a 1,00	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Debe emplazarse en el adecuado
Basurero	0,30 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	De 0,40 a 0,40 diámetro	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75m del bordillo	
Poste de Señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Señalización nombre de La Vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,60 del bordillo	0,45 del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo

6.4.4 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA D

Responde a un ancho entre 8,00 m a 11,00 m, este ancho permite la implementación de áreas amplias de descanso, esta tipología permite proponer formas más diversas de diseño en las áreas de estancia, permite la implantación de especies arbóreas frondosas. La parte central de la vía puede ser aprovechada para la implementación de espacios de descansos longitudinales. La iluminación no debe obstaculizar la vía peatonal, por lo tanto si se implementarán luminarias fijadas en el suelo deberán situarse en el centro de la vía coincidiendo con el área de descanso longitudinal, o caso contrario se debe instalar apliques o farolas empotradas en las fachadas.

La propuesta en cuanto al diseño de mobiliario, iluminación y pisos deben responder al contexto patrimonial en el que se sitúa.

Tabla 64 - Vías peatonales. Tipología D

TIPOLOGÍA	C
Dimensión	8,00 – 11,00
Uso predominante	Patrimonial
Uso secundario	Educación, recreación y comercio
Flujo vehicular	Restringido
Acceso vehicular	Sólo en horarios establecidos, para carga y descarga de productos
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 114 - Propuesta de vía peatonal - Tipología D

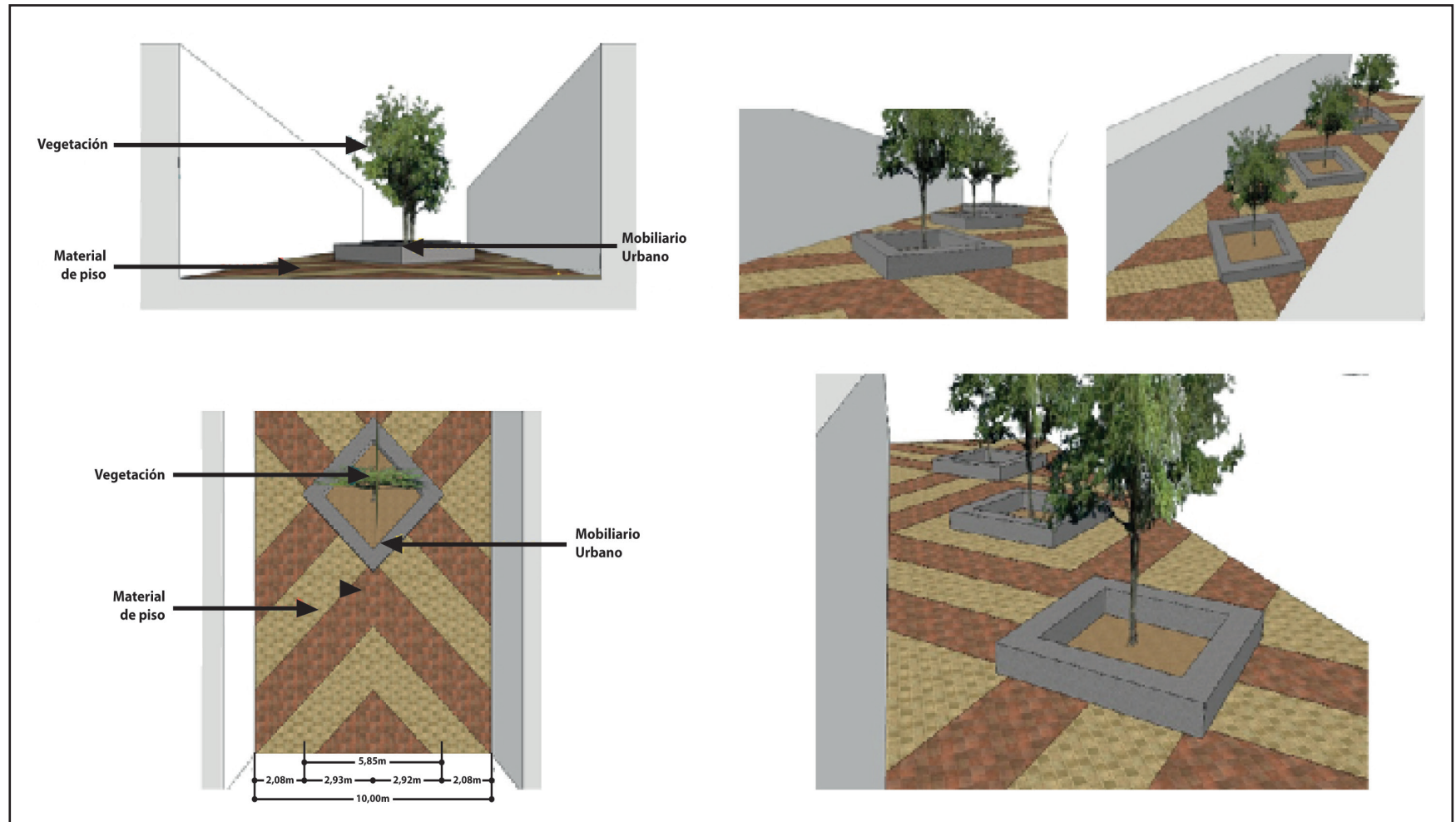


Tabla 65 - Parámetros de implantación: Tipología D

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADCUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 a 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,00	Cada 50, paradas de transporte público	En la ruta de la vía	En la ruta
Parqueos para Bicicletas	2,00 x 1,90	2,10	Según la demanda de ciclistas y análisis de origen destino	La instalación de los mismos depende del análisis O-D.	Lo más próximo al destino demandado, universidad, escuela, centro cultural, etc.
Panel Informativo	0,75 x 0,50	0,75	Según requerimiento	Sectores céntricos, paralelo al bordillo a 3,6m de ancho	Sectores educativos, paralelo al bordillo a 3,00 de ancho
Bebedero	0,30 diámetro	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Debe emplazarse en el adecuado
Basurero	De 0,40 a 0,80 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios	0,45 del bordillo
Poste Señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Poste Informativo	0,45 x 0,45	2,00	Variable	A 0,60 del bordillo	0,45 del bordillo
Señalización Nombre de la vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios	Cerca a otros mobiliarios urbanos
Arbusto	0,80 x 1,20	De 0,50 a 1,00	Variable	En un mínimo de 2,50 de ancho de acera	En un mínimo de 2,50 de ancho de acera
Árbol	1,00 x 1,50	De 3,00 a 10,00	Variable	En un mínimo de 2,75 de ancho de acera	En un mínimo de 2,75 de ancho de acera

6.4.5 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA E

Esta tipología se caracteriza por tener ancho suficiente que permite el diseño de la vía separando la calzada de la acera, la misma que puede ser transformada en terrazas. Esto permite que los comercios próximos puedan apropiarse del espacio de la acera y brindar sus servicios y productos al exterior de sus negocios, transformando la dinámica urbana del espacio.

Se debe considerar cambiar el uso de suelo a favor de mejorar el atractivo de la vía, fomentando las actividades recreativas – comerciales. La geometría de la acera presenta ensanchamientos en los cuales se pueden implementar mobiliario urbano y/o vegetación. Es necesaria la implementación de textura podó táctil.

Puede contar con vegetación y/o mobiliario urbano móvil, generando opciones de configuración que permita la transformación de la imagen de la vía.

Tabla 66 - Vías peatonales. Tipología E

TIPOLOGÍA	E
Dimensión	11,00 - 14,00
Uso predominante	Comercial y Residencial
Uso secundario	Recreacional y patrimonial
Flujo vehicular	Restringido
Acceso vehicular	Sólo en horarios establecidos, para carga y descarga de productos
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	0 - 15
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 115 - Propuesta de vía peatonal - Tipología E

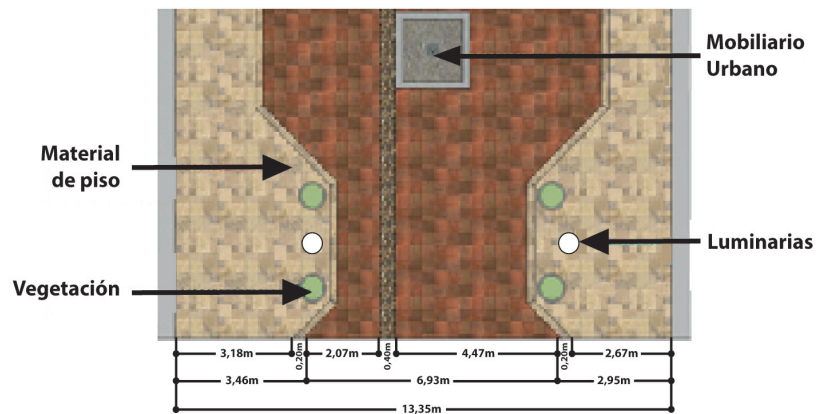
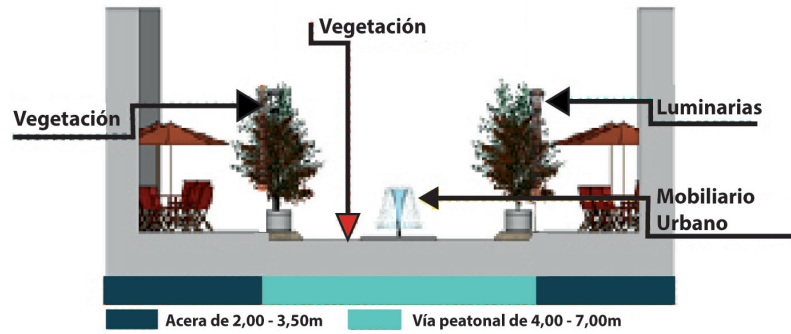


Tabla 67: Parámetros de implantación: Tipología E

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADCUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 A 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,00	Cada 50, paradas de transporte publico	En la ruta de la vía	En la ruta
Parqueos para Bicicletas	2,00 x 1,90	2,10	Según la demanda de ciclistas y análisis de origen destino	La instalación de los mismos depende del análisis O-D.	Lo más próximo al destino demandado, universidad, escuela, centro cultural, etc.
Panel Informativo	0,75 x 0,50	0,75	Según requerimiento	Sectores céntricos, paralelo al bordillo a 3,60m de ancho	Sectores educativos, paralelo al bordillo a 3,00 de ancho
Bebedero	0,30 diámetro	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Debe emplazarse en el adecuado
Basurero	De 0,40 a 0,80 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75 del bordillo - Cerca a otros mobiliarios	0,45 del bordillo
Poste Señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Poste Informativo	0,45 x 0,45	2,00	Variable	A 0,60 del bordillo	0,45 del bordillo
Señalización Nombre de la vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios	Cerca a otros mobiliarios
Arbusto	0,80 x 1,20	De 0,50 a 1,00	Variable	En un mínimo de 2,50 de ancho de acera	En un mínimo de 2,50 de ancho de acera
Árbol	1,00 x 1,50	De 3,00 a 10,00	Variable	En un mínimo de 2,75 de ancho de acera	En un mínimo de 2,75 de ancho de acera

6.4.6 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA F

La propuesta vial responde a un ancho entre 14,00 a 18,00 metros, esta dimensión permite la implementación de un espejo de agua central, a la vez permite la incorporación de alcorques con vegetación alta.

Se generan espacios amplios para reuniones, puntos de encuentro y actividades recreativas. Es necesaria la implementación de textura podo táctil. La luminaria alta y baja es necesaria, debido a las dimensiones de la vía.

Tabla 68 - Vías peatonales. Tipología F

TIPOLOGÍA	F
Dimensión	14,00 - 18,00
Uso predominante	Educación
Uso secundario	Comercial e Industrial
Flujo vehicular	Ninguno
Acceso vehicular	Ninguno
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	0 - 15
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 116 - Propuesta de vía peatonal - Tipología F

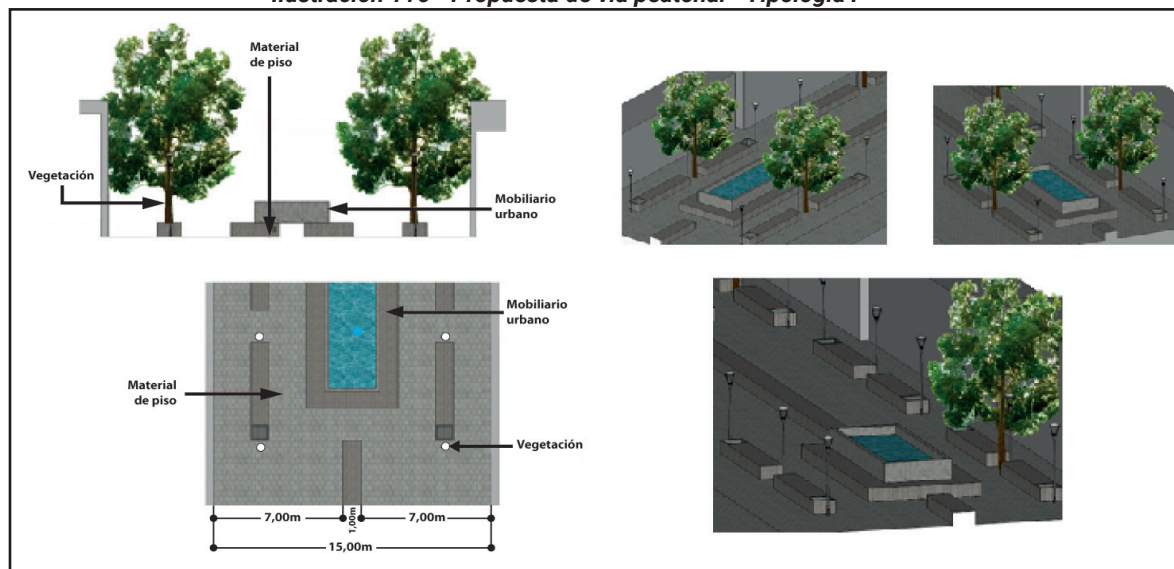


Tabla 69 - Parámetros de implantación: Tipología F

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADCUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 A 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,00	Cada 50, paradas de transporte publico	En la ruta de la vía	En la ruta
Parqueos para Bicicletas	2,00 x 1,90	2,10	Según la demanda de ciclistas y análisis de origen destino	La instalación de los mismos depende del análisis O-D.	Lo más próximo al destino demandado, universidad, escuela, centro cultural, etc.
Panel Informativo	0,75 x 0,50	0,75	Según requerimiento	Sectores céntricos, paralelo al bordillo a 3,60m de ancho	Sectores educativos, paralelo al bordillo a 3,00 de ancho
Bebedero	0,30 diámetro	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Cerca a otros mobiliarios urbanos
Basurero	De 0,40 a 0,80 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75 del bordillo	0,45 del bordillo
Poste Señalización	0,55 x 0,55	2,5	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Poste Informativo	0,45 x 0,45	2,0	Variable	A 0,60 del bordillo	0,45 del bordillo
Señalización Nombre de la vía	0,60 x 0,20	2,0	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios	Cerca a otros mobiliarios
Arbusto	0,80 x 1,20	De 0,50 a 1,00	Variable	En un mínimo de 2,50 de ancho de acera	En un mínimo de 2,50 de ancho de acera
Árbol	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo

6.4.7 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA AP1

La ciudad de La Paz presenta pendientes que llegan a un máximo de 45%. La propuesta que se presenta a continuación responde a un ancho de vía de entre 5,00m a 10,00m.

La vía posee rampas situadas en forma transversal para aminorar la pendiente hasta un máximo de 12%. La tipología de vía tiene barandas y luminarias para la seguridad de los peatones. Presenta vegetación baja. Es necesaria la implementación de textura podo táctil.

Tabla 70 - Vías peatonales. Tipología AP1

TIPOLOGÍA	AP1
Dimensión	5,00 – 10,00
Uso predominante	Recreacional – Residencial
Característica	Patrimonial
Flujo vehicular	Ninguno
Acceso vehicular	Ninguno
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	15-45
Pendiente (%)	0 - 15

Ilustración 117 - Propuesta de vía peatonal - Tipología AP1

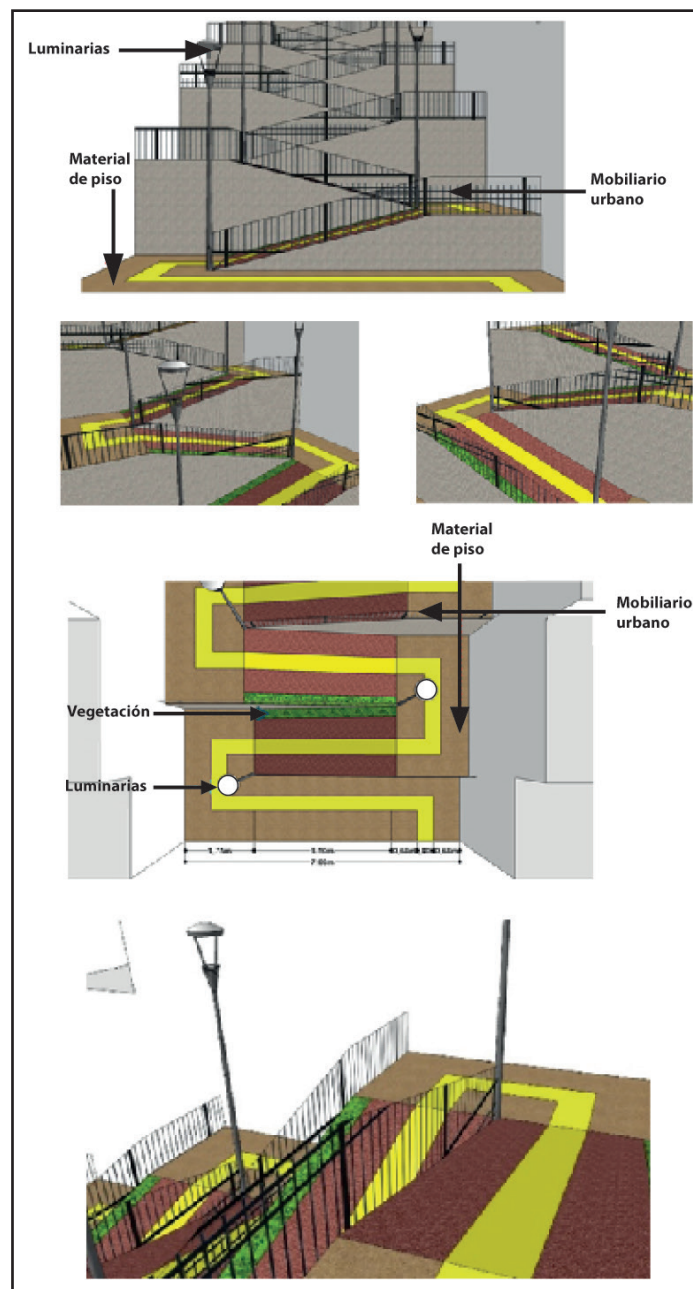


Tabla 71 - Parámetros de implantación: Tipología AP 1

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADECUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 A 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,0	Cada 50, paradas de transporte publico	En la ruta de la vía	En la ruta
Bebedero	0,30 diámetro	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Cerca a otros mobiliarios urbanos
Basurero	De 0,40 a 0,80 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75 del bordillo Cerca a otros mobiliarios	0,45 del bordillo
Poste De Señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Señalización Nombre Vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios	Cerca a otros mobiliarios

6.4.8 VÍAS PEATONALES TIPOLOGÍA AP2

La ciudad de La Paz presenta pendientes que llegan a un máximo de 45%. La propuesta que se presenta a continuación responde a un ancho de vía de entre 10,00 m a 15,00 m. La vía posee rampas situadas en forma transversal para aminorar la pendiente hasta un máximo de 12%.

La tipología de vía tiene barandas y luminarias para la seguridad de los peatones. Presenta vegetación baja. Es necesaria la implementación de textura podotáctil.

Tabla 72 - Vías peatonales. Tipología AP2

TIPOLOGÍA	AP2
TIPOLOGÍA	AP2
Dimensión	10,00 – 15,00
Uso predominante	Comercial– Residencial
Uso Secundario	Educacional
Flujo vehicular	Ninguno
Acceso vehicular	Ninguno
Flujo peatonal (personas/día)	> 3000
Pendiente (%)	15-45

Ilustración 118 - Propuesta de vía peatonal - Tipología AP2

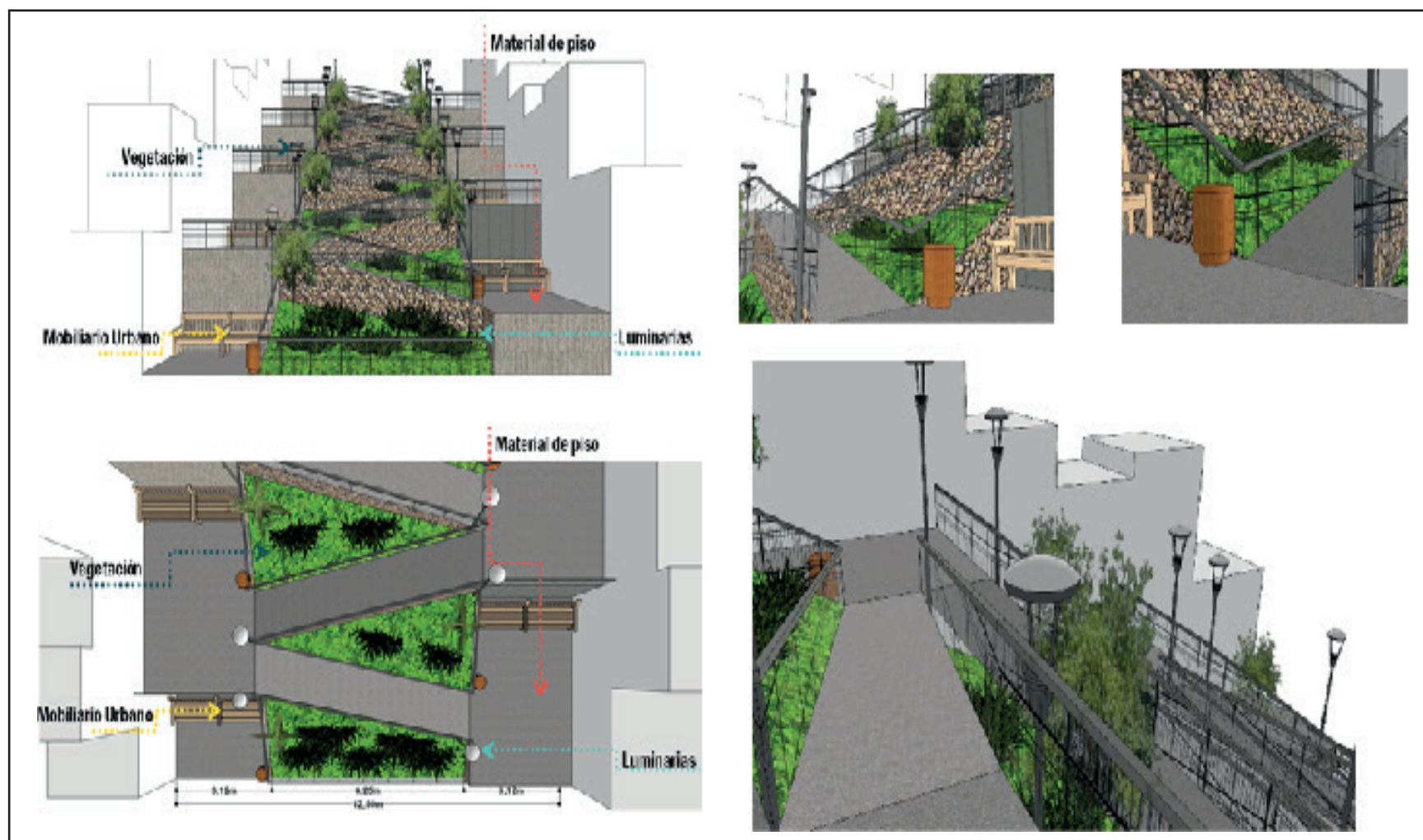


Tabla 73 - Parámetros de implantación: Tipología AP 2

INSTALACIÓN	DIMENSION DE LA BASE (m)	ALTURA (m)	LOCALIZACIÓN Y FRECUENCIA (m)	EMPLAZAMIENTO ADECUADO (m)	SEGUNDA OPCIÓN DE EMPLAZAMIENTO (m)
Banca	De 0,40 x 1,20 A 2,40 x 0,75	De 0,40 a 1,0	Cada 50, paradas de transporte público	En la ruta de la vía	En la ruta
Bebadero	0,30 diámetro	0,60	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	Cerca a otros mobiliarios urbanos
Basurero	De 0,40 a 0,80 diámetro	1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios urbanos	En la ruta de la vía
Luminaria	0,40 x 0,40	De 3,00 a 4,50	Donde se requiera	A 0,75 del bordillo Cerca a otros mobiliarios	0,45 del bordillo
Poste De Señalización	0,55 x 0,55	2,50	Variable	A 0,75 del bordillo	Cerca del bordillo
Señalización Nombre Vía	0,60 x 0,20	2,00	Donde se requiera	A 0,45 del bordillo	Cerca del bordillo
Jardinera	0,80 x 2,00	De 0,60 a 1,00	Donde se requiera	Cerca a otros mobiliarios	Cerca a otros mobiliarios

VÍAS CICLISTAS

En el presente manual se aborda los parámetros estándar para el diseño de vías ciclistas y clasificación según la tipología, de esta manera se garantiza el diseño y procedimiento correcto de su implementación sobre el territorio. La revalorización de la bicicleta como medio de transporte, además de una necesidad energética y medioambiental, representa una conquista social que no requiere gastos elevados, sino que está vinculada a la determinación y la coordinación de los esfuerzos de todos los agentes implicados.

La bicicleta puede llegar a cubrir una parte importante de los desplazamientos de la población, especialmente aquellos de menos de 3 km de distancia y el diseño de una red ciclista depende de las características de la planificación territorial.

7.1 RED DE MOVILIDAD PARA BICICLETAS

Se deberán tomar en cuenta tres aspectos, al momento de planificar una red ciclovía eficiente, la función de la vía, su forma o tipo y el uso que se le da. La función de la vialidad se refiere al papel en la red vial; tanto del tránsito como del hábitat, cuyo producto de este análisis es la jerarquización vial. Sin embargo, existe el caso que el uso que se le da así como su diseño geométrico (la forma) no tienen relación con la función, produciendo un desequilibrio en la vía e impactos negativos en la función de la red. Al momento de incluir a la bicicleta en la planificación y en el diseño vial, se debe considerar los impactos para el tránsito motorizado.

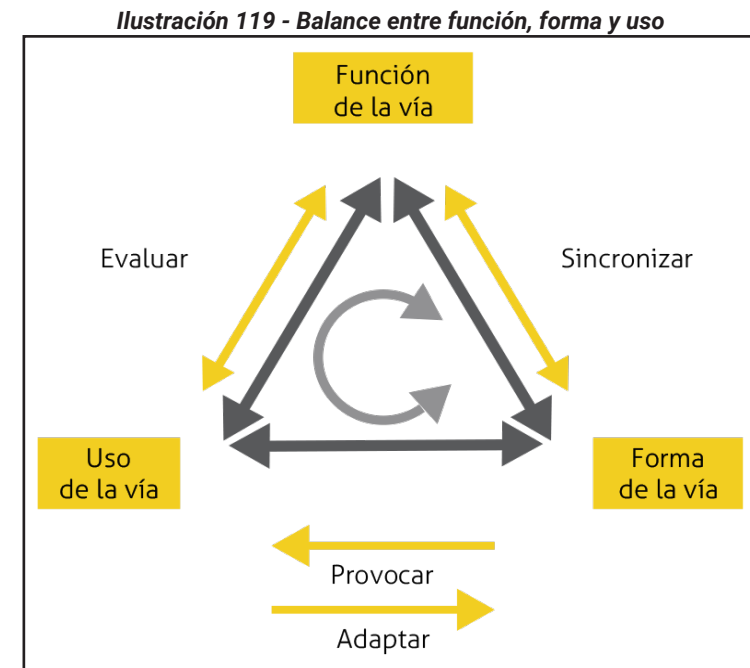
Los procesos de crecimiento urbano y las políticas de movilidad para el planeamiento de las vías, ha generado limitaciones para la seguridad y comodidad de los ciclistas.

- Forma de la vía
- Ancho de la vía;
- Distribución de la vía y número de carriles;
- Dimensión de los carriles;
- Geometría de las intersecciones
- Tipo de pavimento
- Dispositivos de control de la velocidad.

La forma de la vía puede ayudar a influenciar su uso, cambiando las dimensiones de los carriles vehiculares para poder dar un espacio para carriles de ciclistas así se fomenta el uso de la bicicleta, disminuyendo la velocidad de operación de la vía. Los elementos clave para poder definir la vialidad de un proyecto, están referidos al ancho de la vía, número de carriles, uso, geometría de las vías y las intersecciones y tipo de pavimento. De igual manera influye el objetivo del viaje, tipo de viaje, el número de vehículos que circulan (volumen vehicular); tipo de vehículos, brechas entre los vehículos; flujo peatonal y características de los mismos.

Se debe buscar que la función, forma y uso de la vía encuentren equilibrio, por ejemplo si la vía se emplaza en una zona de densidad media a alta de residencias, sin embargo ésta cuenta con un alto flujo vehicular, se recomienda que antes de la implementación de una ciclovía se introduzcan políticas que cambien el uso de la vía para disminuir el volumen.

El diseño de la vía es el instrumento más importante para influenciar en su uso, velocidades, carriles exclusivos, sentidos viales, etc.



FUENTE: CICLOCIUDADES (2011)

7.1.1 MARCO PARA LA CREACIÓN DE UNA RED

Es necesario basarse en una tipología de intervención en la infraestructura vial, considerando lo siguiente:

Volúmenes y trayectorias de los viajes existentes, inversión en obra y mantenimiento, calidad del espacio peatonal, velocidades y flujo del tránsito motorizado, cantidad y forma de las intersecciones y función vial de la calle y composición del tránsito.

Estrategias: Reducción de los volúmenes automotores, reducción de las velocidades de los vehículos automotores, replanteamiento en intersecciones peligrosas, redistribución del espacio vial, construcción de la infraestructura ciclovitaria.

Criterios: Las rutas de movilidad en bicicleta deben cumplir algunos requisitos para permitir su circulación, adecuada.

Rutas directas contemplar trazos que no contengan desvíos y sean libres de obstáculos, el costo de tener que rodear un obstáculo se ve reflejado en la disminución de los flujos de bicicleta. Por tanto se debe incluir una red flexible, incluir en el proyecto la facilidad para tomar atajos. Así se reduce los tiempos de recorrido y distancia.

Trayectos seguros Los trayectos proyectados deben maximizar la seguridad para la bicicleta, se debe poner especial atención en las intersecciones de las vías segregadas con las vías vehiculares, ya que la solución de éstas resulta compleja y de

alto riesgo. Para ello se debe adoptar las siguientes medidas: separar los tipos de vehículos (motorizados de no motorizados), reducir la velocidad y puntos de conflicto, la información de la vía debe ser clara e intuitiva para todos los usuarios.

Situaciones de tránsito uniformes: No se deben usar soluciones y/o características de un tipo en otros tipos de vía. Se debe tratar de usar soluciones y/o característica bajo los mismos criterios en las diferentes tipos de vía.

Red coherente: Los trazos deben contar con una configuración uniforme. Se debe formar una red integrada y coherente que integre orígenes y destinos. Uso de los hitos urbanos para poder facilitar el mapa mental de los usuarios de la red.

7.1.2 PROCESO PARA EL TRAZADO DE LA RED

Los próximos pasos para el trazado de una red son: Analizar, las necesidades del usuario real y potencial; se debe pensar que este último usuario aún no ha optado por esta selección modal. Finalmente se precisa adecuar el diseño para cada solución a la situación, considerando criterios generales de diseño.

7.1.2.1 DIAGNÓSTICO DEL DISEÑO DE LA RED DE MOVILIDAD DE LA BICICLETA

Se requiere definir un área de estudio, identificar factores físicos, ambientales y urbanos.

En general, los viajes en bicicleta cubren distancias cortas, la única forma de poder obtener este dato es a través de encuestas Origen – Destino. El motivo de viaje suelen tener un comportamiento similar al resto de las selecciones modales. Para unas primeras encuestas, estos datos pueden ser obtenidos a través de una aproximación de los motivos de viaje a través de la observación de los usuarios. Analizando el tipo de bicicleta (urbana, de carga) y los horarios de uso. Ejemplo viajes al trabajo generalmente el usuario lleva una mochila o bolso. Los horarios son fijos, generalmente los viajes motivo trabajo se dan previo al horario del ingreso laboral.

Con relación al género y la edad, estos pueden ser colectados a través de encuestas o conteos de campo de una muestra representativa que pueda estimar estos datos en la población. Se precisa cruzar estos datos y ver las correlaciones entre los motivos, distancias y características sociodemográficas.

De la misma manera, es necesario saber las características de los ciclistas, este depende de la oferta para hacer uso de la bicicleta (infraestructura ciclovía, usos de suelo, barreras urbanas existentes, etc.). Describir la ciudad identificando los factores físicos ambientales y urbanos, si la ciudad es compacta, expandida densa, etc.

Realizar un mapeamiento de las densidades poblacionales (de acuerdo a las actividades que se desarrollan en una ciudad), puede ser una herramienta que ayude a definir la priorización de la locación de la red. Ya que zonas con densidades más bajas, implicará reforzar el uso de la bicicleta a través

de estrategias de conexión intermodal. Las características de los usos de suelo, ayuda a determinar los patrones de viajes, distancia y tiempo de viaje de las zonas residenciales a las zonas de concentración de empleos, o la ubicación de industrias, escuelas comercios, etc. Así también es necesario saber la ubicación de las zonas de expansión urbana, los programas y planes de desarrollo urbano que puedan estimar las tendencias de crecimiento poblacional.

La estructura demográfica, que considere las características de la población que reside en las distintas áreas de la ciudad, como edad, género, ingreso salarial, necesidades básicas insatisfechas, etc.

7.1.2.2 MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Los aspectos importantes a considerar en un diagnóstico están referidos a la oferta de la infraestructura de transporte, se requiere contar con la información de la red vial actualizada, a través de la jerarquización vial, y a su vez contar con la información de cada vía, dimensionamiento, número de carriles, sentido vial, si cuenta con estacionamiento en la vía pública.

Es importante definir el método a aplicar para el conteo de ciclistas. Así también se hace necesario contar con datos de movilidad, encuestas O-D, modo de transporte, distancias, tiempo de viaje etc., aforos vehiculares de las vías que se consideren como potenciales para la red de movilidad de bicicletas.

Las barreras urbanas tienen que ver con cualquier obstáculo o impedimento que presenta la infraestructura urbana, impidiendo la movilidad y la accesibilidad. Este factor resulta relevante en ciudades como La Paz, ya que esta variable será la que defina la vialidad o no de una instalación de red de movilidad de bicicletas. Las barreras urbanas a considerar se refieren a las vialidades de altos volúmenes y velocidades vehiculares, a la conectividad entre estas.

Cuando una estructura vial cuenta con pasos a nivel y pocas intersecciones son accionadas por semáforos, el nivel de la barrera urbana crece. Los cuerpos de agua como son los ríos pueden ser barreras arquitectónicas, porque generalmente los puentes son diseñados para atender a la demanda de los automóviles.

Por último las pendientes pueden llegar a ser un factor desincentivador para el usuario, al momento de pensar en realizar un viaje en bicicleta, por lo que se debe intentar garantizar un desplazamiento con la menor cantidad de obstáculos posibles.

7.1.2.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y POTENCIAL CAMBIO DE SELECCIÓN MODAL

Estimar la demanda actual por el uso de la bicicleta y la demanda potencial como siguiente paso, es importante para priorizar las zonas a ser intervenidas. Al establecer la red esta deberá cubrir la totalidad del tejido urbano.

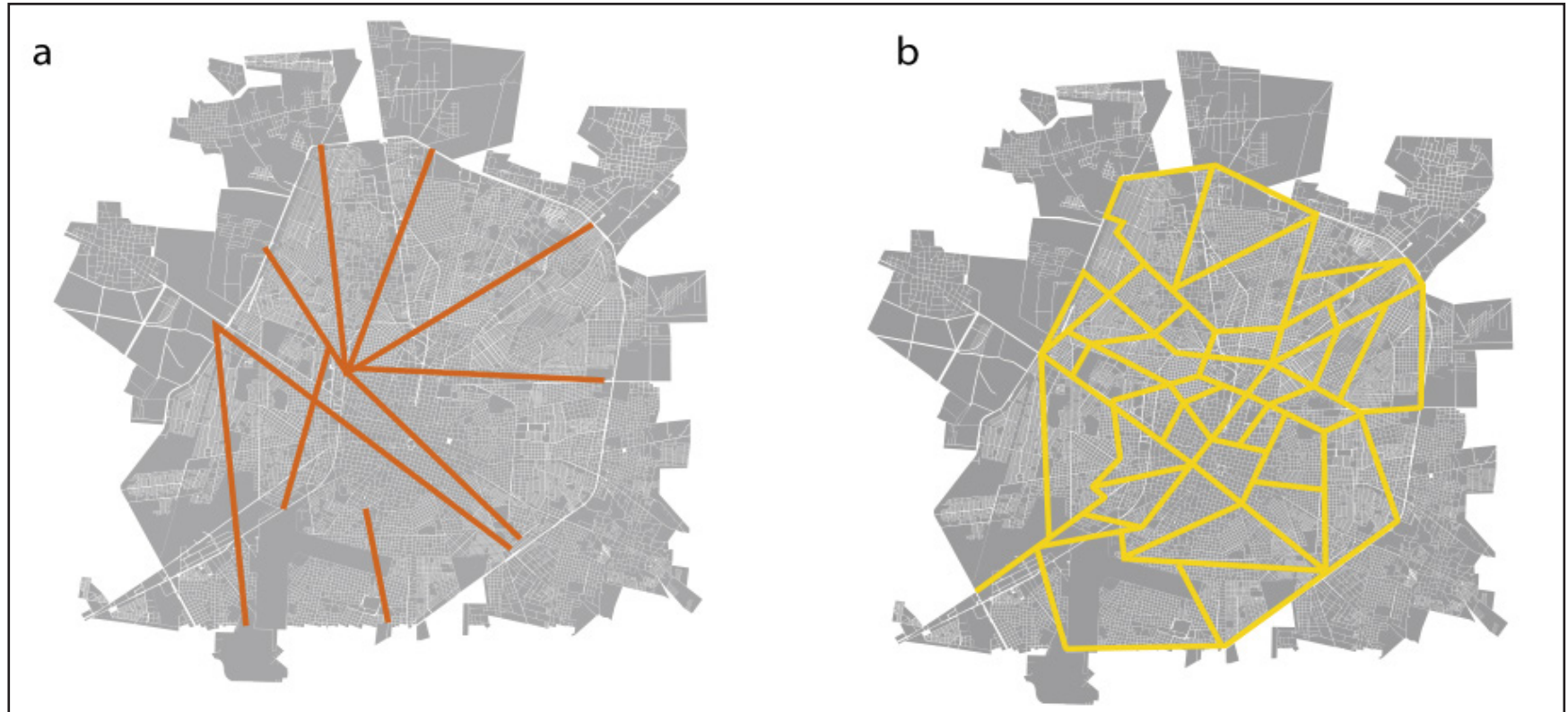
Sin embargo, el criterio de demanda no señala donde se deberá localizar la red para las bicicletas, sino que define la priorización, para determinar la red de movilidad en bicicleta a partir de un modelo de tránsito o adaptar el trazo vial existente a fin de permitir la circulación de bicicletas.

Los modelos de demanda, normalmente incluyen variables relacionadas a cantidad de ciclistas actuales y potenciales, además de uso de suelo, expansión urbana, necesidades, estructura demográfica, infraestructura vial, aforos y sistemas de transporte. Algunos modelos incluyen estimaciones de volúmenes de ciclistas sobre ciertas vías, sólo que generalmente, los modelos usan información recabada para calcular la proyección de los viajes en bicicleta; la información colectada en aforos de ciclistas sirve para calibrar los resultados del modelo y permitir la estimación de los volúmenes de bicicletas en ciertos corredores.

Los modelos de demanda son representados por las líneas de deseo representando que expresan la cantidad de viajes de cada par Origen - Destino de las zonas de tráfico. Este tipo de representación de líneas rectas, no son localizados en la red vial, ya que los mismos son una representación esquemática de los movimientos separados. La intensidad del viaje es representada por el grosor de la línea, este factor determina las zonas de tráfico que tienen mayor demanda por viajes, (ver Ilustración 120a).

Una vez priorizadas las zonas de los pares O-D con mayor demanda de viajes en bicicleta, estos serán localizados en la red vial existente o en las vías que podrían ser consideradas para instalar carriles exclusivos para ciclistas (ver Ilustración 120b).

Ilustración 120 - Mapa ilustrativo de representación de las líneas de deseo de la demanda por viajes en bicicleta y la localización de estos viajes en la red



FUENTE: CICLOCIUDADES (2011)

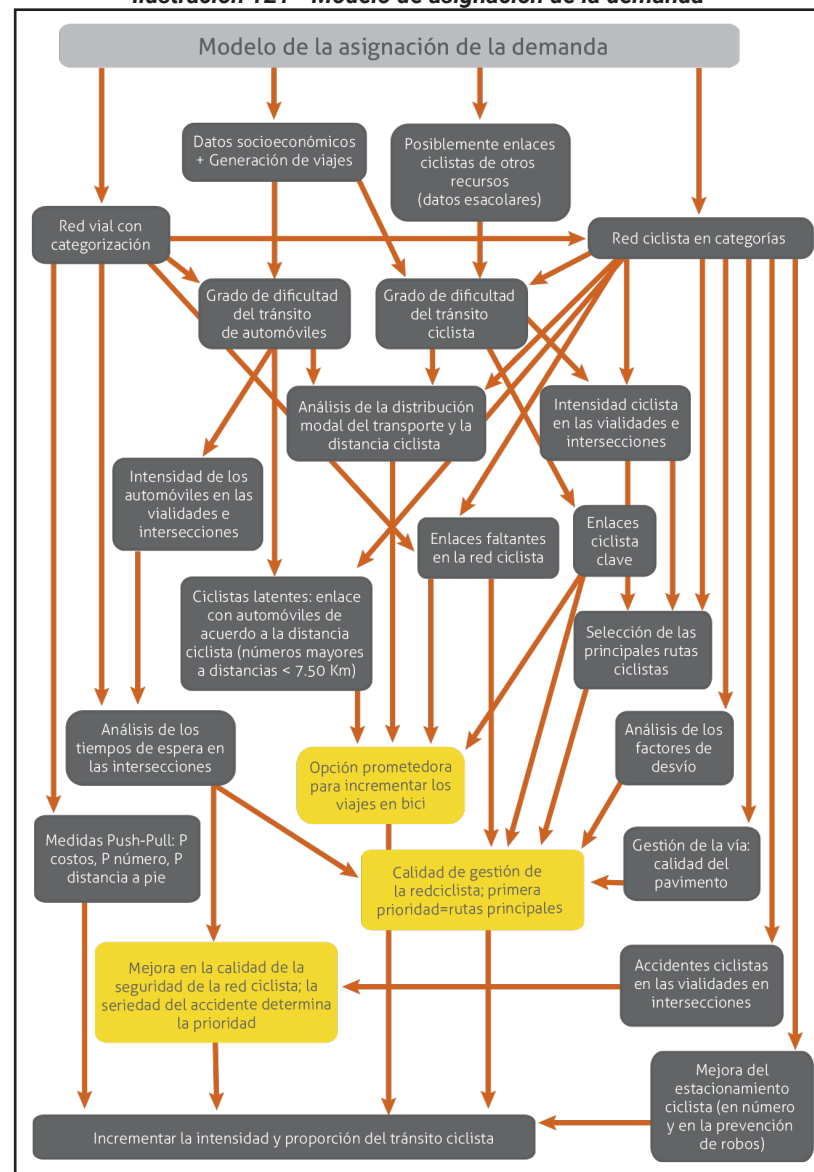
Se debe tomar el cuidado que los datos alimentados al modelo de la demanda consideren como premisas los parámetros citados anteriormente, para su elaboración se deberá considerar: La generación de viajes, determinados por datos socioeconómicos del número de viajes por cada motivo, para las estimaciones futuras se necesitan datos de usos de suelo, y los patrones de crecimiento urbano.

Determinar los viajes por modo, utilizando los datos de las encuestas Origen – Destino. La asignación de la demanda, a cada vía es a través de los valores con base a las características de la velocidad, sentidos tipos de intersección, capacidad, etc. De esta manera se puede calcular la demanda para cada vía a través del análisis (ver Ilustración 121).

ADAPTACIÓN DEL TRAZO VIAL

En el caso que no existiera un modelo base disponible o una encuesta Origen – Destino para poder elaborarlo, se recomienda crear una red base a través del método de adaptación del trazo vial partiendo de la premisa que los ciclistas se pueden beneficiar de la red existente, distinguiéndose varios tipos de nivel de calidad, haciendo que la densidad de la malla crezca al momento de incorporar niveles secundarios de movilidad en la red.

Ilustración 121 - Modelo de asignación de la demanda



FUENTE: CICLOCIUDADES (2011)

Determinar los grandes orígenes y destinos de viajes, las grandes zonas habitacionales como parte de los viajes de origen, y en el caso de los destinos de viajes, que representan las actividades y funciones que atraen a los ciclistas. Se procede al trazado del mapa de las líneas de deseo entre los pares O-D a una escala mayor conectando las líneas de preferencia entre periferias y centros urbanos, para posteriormente, considerar escalas más precisas, considerando polos atractores más concretos.

Estas líneas de deseo se convierten en rutas, de esta manera se crea una “red teórica” para el conjunto de destinos elegidos. Estas adaptaciones de la red de deseo a la estructura urbana existente, procura la simplificación en troncos del mayor número de líneas de deseo posibles. Los criterios para el trazado de estas rutas teóricas son la continuidad, la rapidez, las distancias menores.

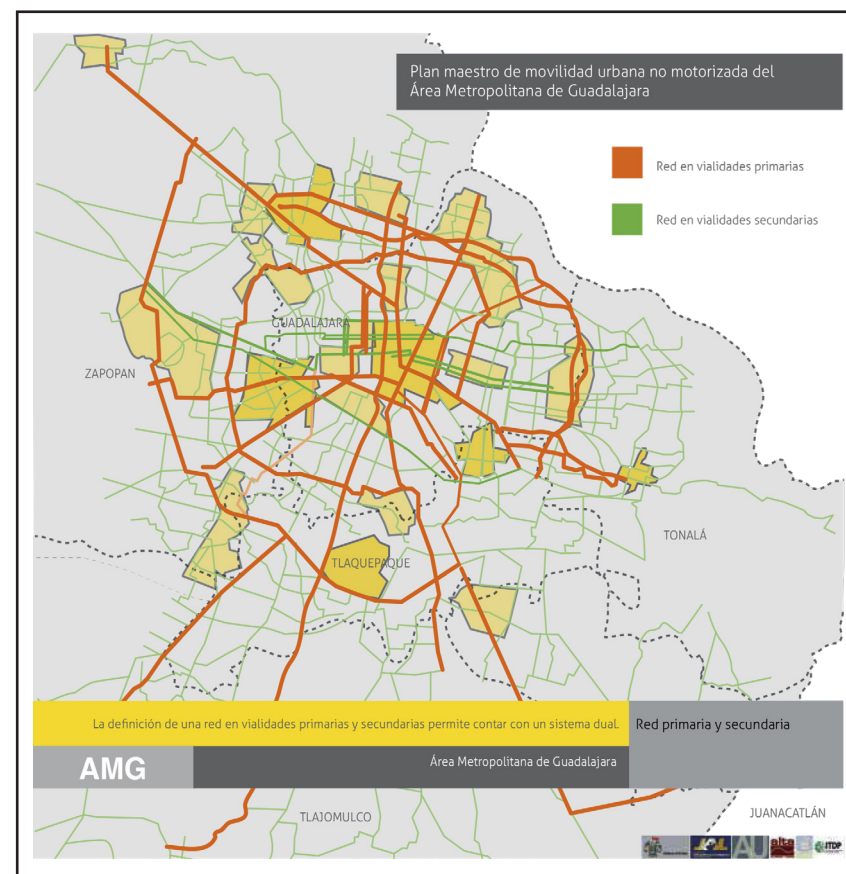
El criterio es proponer rutas directas. A partir de ello se define la red primaria y secundaria, escoger trazos directos, seguros atractivos continuos y cómodos.

7.1.2.4 DEFINICIÓN DE LAS REDES PRIMARIA Y SECUNDARIA

La red de movilidad en bicicleta es una malla que cubre la totalidad del área urbana de la ciudad y representa los desplazamientos de ciclistas. El tamaño de la resolución de la malla depende de los objetivos de calidad definidos para cada contexto.

En los Países Bajos se propuso una red básica con una resolución entre 200 a 250 m. (CROW, 2007). La ciudad de Guadalajara propuso una malla con una resolución menor a 1000 metros de distancia entre dos vías paralelas de la red. (CICLOCIUDADES, 2011).

Ilustración 122 - Plan de movilidad para bicicletas - vías primarias



FUENTE: CICLOCIUDADES (2011)

7.1.2.5 DEFINICIÓN DE LOS POLÍGONOS DE ACCIÓN

Una vez definidas las redes primaria y secundaria, se procede a contemplar los polígonos de acción, para establecer las zonas de pacificación del tránsito, y las zonas susceptibles a la implementación de sistemas de bicicletas públicas.

Se debe señalar las barreras urbanas y las propuestas para ser resueltas, así como las intersecciones más conflictivas.

7.1.2.6 FASES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

Se hace necesario contemplar las fases de implementación, especialmente cuando se parte de cero, existiendo dos opciones:

- Priorizar la continuidad y coherencia de la red: Comenzando con las vías ubicadas en el centro de la ciudad, creciendo en número en el transcurso del tiempo, agregando tramos poco a poco, de manera que, se mantenga una malla coherente. Se requiere de voluntad política para mantener un proyecto, además de la capacidad de gerencia de proyectos para poder ejecutarlos en tiempos cortos. Se precisa de campañas de promoción e información que incentiven a la mudanza del modo de viaje.
- Seleccionar barrios o zonas con alto uso de bicicleta o zonas con usuarios potenciales, que puedan tener una alta probabilidad de ser eficaces.

Como un proyecto inicial puede iniciarse en el corredor donde se encuentren la mayor cantidad de ciclistas y a partir de este primer proyecto complementar la red. De esta manera se atrae a más usuarios, en un corto plazo, complementando el proyecto con medidas de pacificación del tránsito.

A través del modelo de demanda se pueden definir los itinerarios más utilizados, de esta manera se llega a los usuarios de bicicleta actuales, se precisa de una campaña comunicacional intensa para alentar a nuevos usuarios. Se debe contemplar que este tipo de políticas no obtienen una respuesta a corto ni mediano plazo.

7.1.2.7 MEDIDAS DE PACIFICACIÓN DEL TRÁNSITO

Implica combinar medidas para reducir los efectos negativos del uso del automóvil en las vialidades, modificando el comportamiento del conductor para mejorar las condiciones de peatones y ciclistas (LOCKWOOD, 1997). Esta medida debe partir de una visión integral del problema contemplando la sensibilización, educación y motivación a los diferentes usuarios del espacio público.

Puede desarrollar programas o paquetes tecnológicos que permitan medir el impacto de las medidas implementadas o por implementar en el tráfico urbano.

Las zonas donde se tranquiliza el tránsito mejora la calidad de vida, en aquellos barrios donde se realizan estas intervenciones, se retoma el espacio público como parte del lugar de encuentro para realizar una serie de actividades (conversar, jugar y estar) para ello deberán contemplarse las siguientes políticas de pacificación:

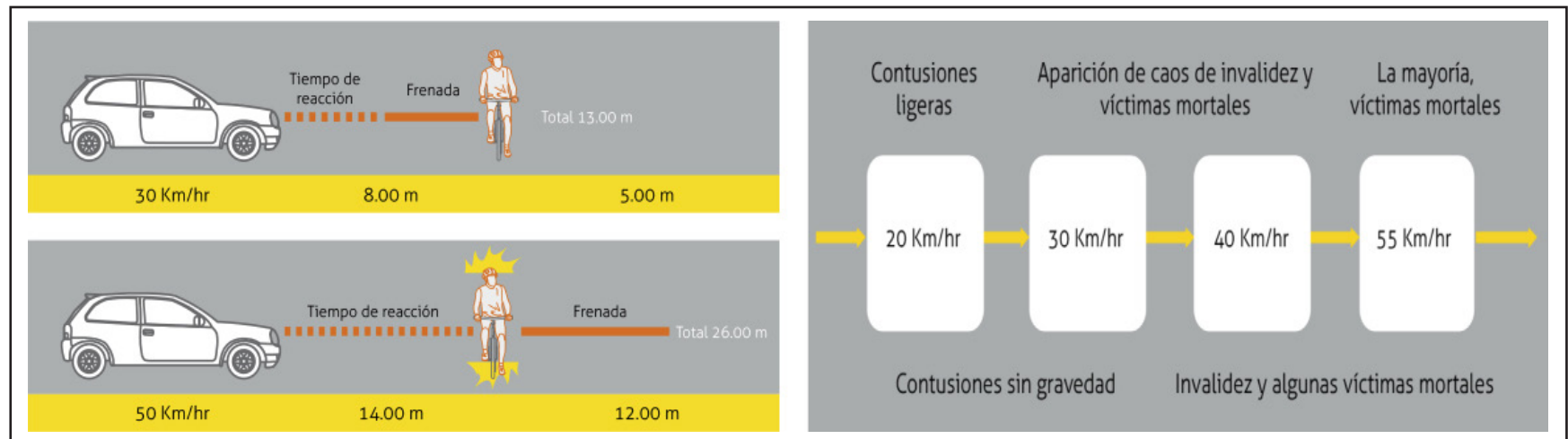
Priorizar al peatón

Evitar el tránsito de paso, reduciendo la velocidad y creando circuitos cerrados.

Incrementar la seguridad vial limitando la velocidad a 30 Km/h, esto permite:

- La disminución del 50% de la probabilidad de sufrir un accidente vial.
- En caso de un accidente, las lesiones en los peatones y ciclistas son sólo contusiones.
- El conductor de un vehículo cuenta con más tiempo para la reaccionar y frenar ante un evento inesperado, (ver Ilustración 123)

Ilustración 123 - Relación entre velocidad de un vehículo y la posibilidad de un atropello

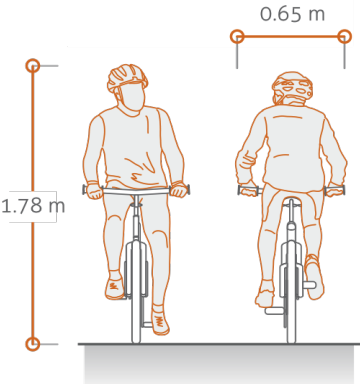
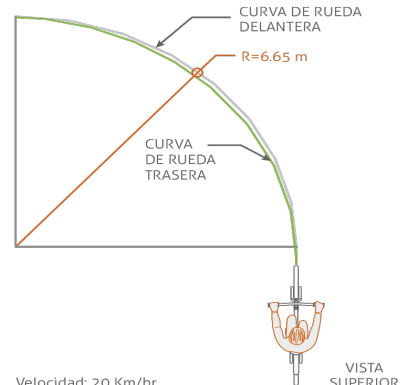
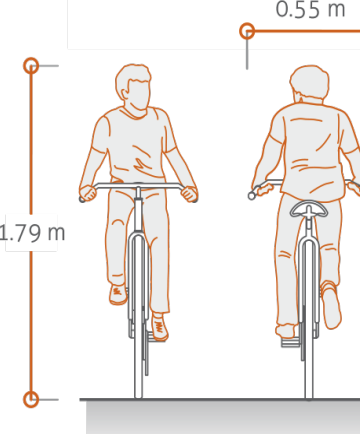
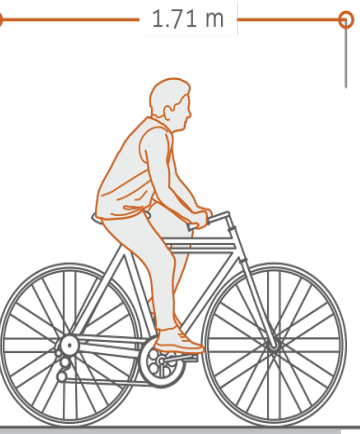
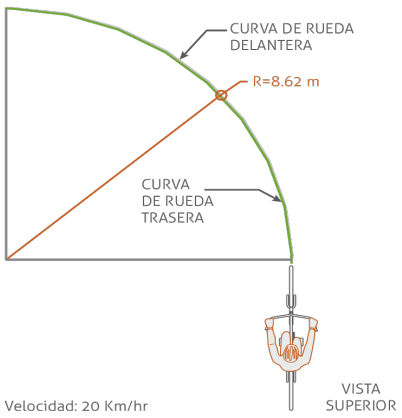


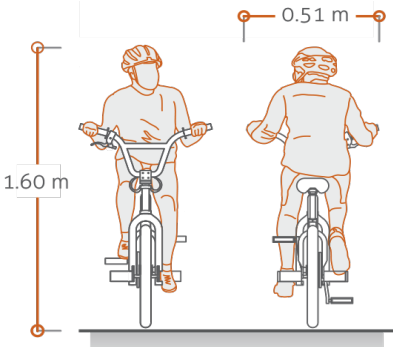
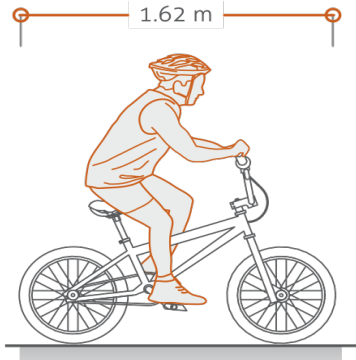
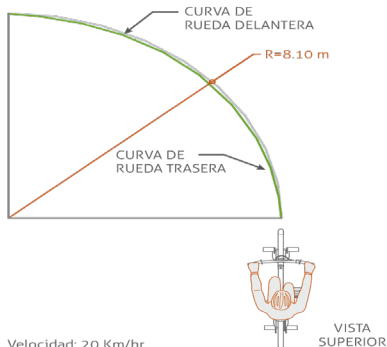
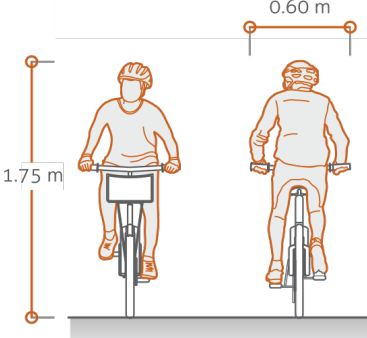
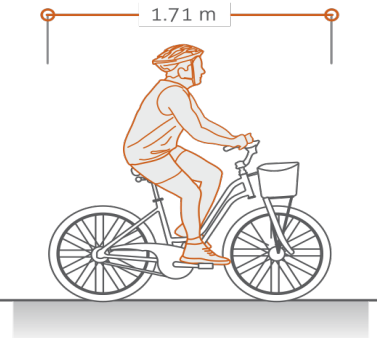
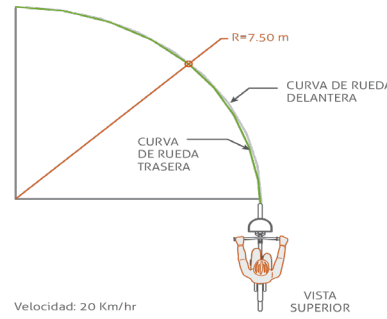
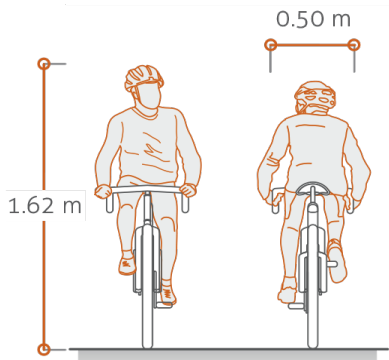
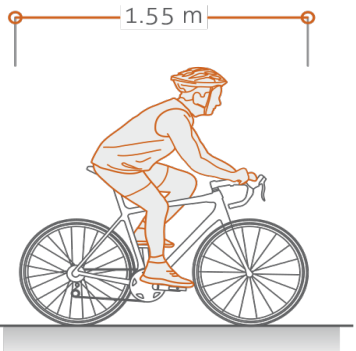
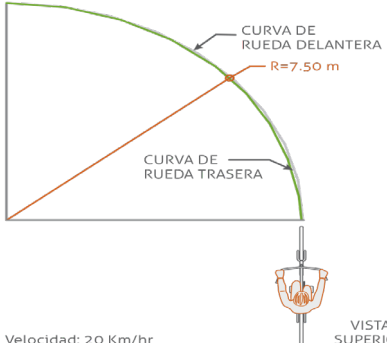
FUENTE: CICLOCIUDADES (2011) APUD HERNANDEZ Y ABADIA (207)

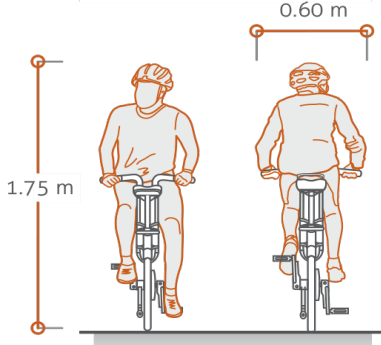
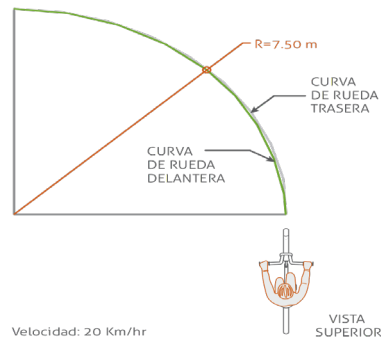
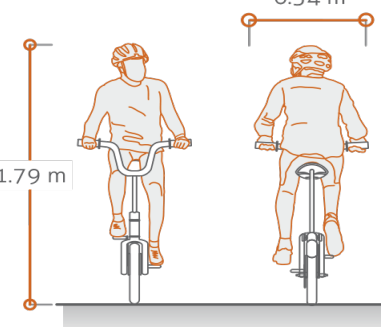
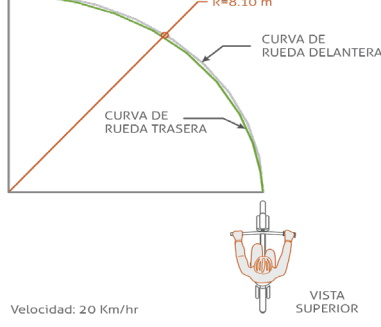
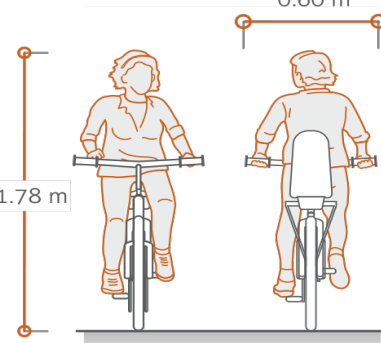
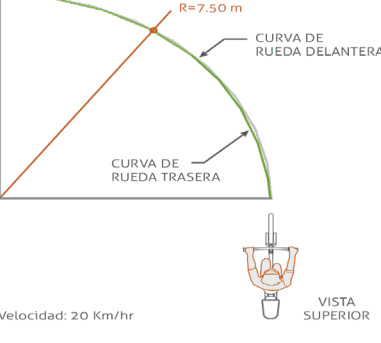
7.2 INFRAESTRUCTURA

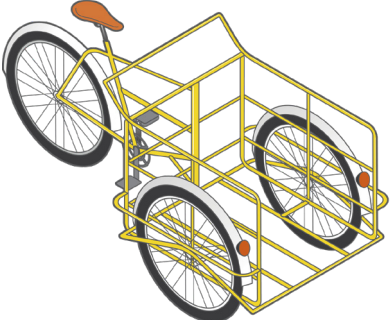
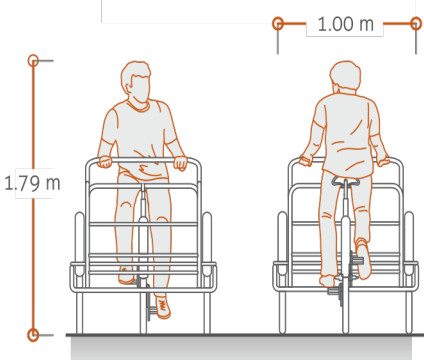
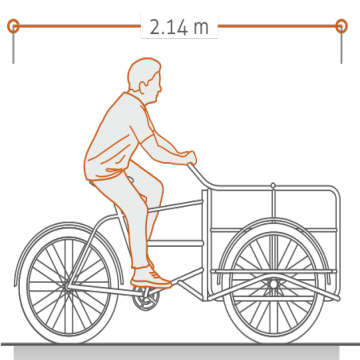
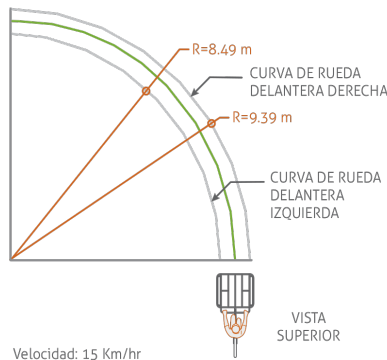
La bicicleta es un vehículo de tracción humana a pedales, de bajo consumo de energía y bajo impacto por el espacio que requiere para circular y estacionarse, no emite contaminantes, los tipos de bicicletas más comunes son: Montaña, turismo, BMX, triciclo de carga, híbrida para ciudad, ruta, plegable.

Ilustración 124 - Tipos de bicicletas

TIPO DE BICICLETA	VISTA FRONTAL	VISTA LATERAL	RADIO DE CURVATURA
MONTAÑA 			 Velocidad: 20 Km/hr
TURISMO 			 Velocidad: 20 Km/hr

TIPO DE BICICLETA	VISTA FRONTAL	VISTA LATERAL	RADIO DE CURVATURA
BMX 			 Velocidad: 20 Km/hr
URBANA 			 Velocidad: 20 Km/hr
PISTA 			 Velocidad: 20 Km/hr

TIPO DE BICICLETA	VISTA FRONTAL	VISTA LATERAL	RADIO DE CURVATURA
PÚBLICA 			 Velocidad: 20 Km/hr
PLEGABLE 			 Velocidad: 20 Km/hr
BICICLETA CON SILLA PARA NIÑO 			 Velocidad: 20 Km/hr

TIPO DE BICICLETA	VISTA FRONTAL	VISTA LATERAL	RADIO DE CURVATURA
CARGUERA 			

FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.3 VELOCIDAD DE OPERACIÓN Y ESPACIO DE CIRCULACIÓN

La velocidad promedio de una bicicleta difiere de externalidades y de aspectos comportamentales del propio usuario como ser nivel de destreza, condición física, estado de ánimo, geometría del vehículo, tamaño de las ruedas, peso del vehículo, usuario y cargar, sistema de transmisión, superficie de rodadura, topografía, viento, insolación y congestión.

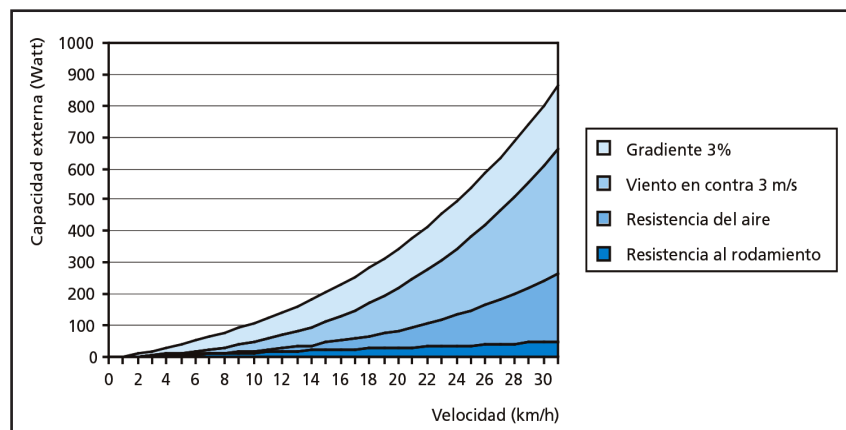
Pero también con otros aspectos, relacionados con el diseño de la vía relativos al acceso a los predios, diseño de las intersecciones, dimensión de la calzada, radios de giro, y visibilidad limitada.

7.3.1 RESISTENCIA

El esfuerzo físico que un ciclista debe imprimir para poder desplazarse es limitado y este además se ve influenciado por una resistencia extra que deberá compensarse con un esfuerzo físico mayor; caso contrario la bicicleta se desacelerará hasta detenerse.

Las principales causas de pérdida de energía son: pérdidas por fricción en los rodamientos de la cadena, resistencia al rodamiento entre neumático y superficie del camino, resistencia aerodinámica, pérdidas por vibración en el marco, sillín y neumáticos, frenado y aceleración, gravedad al subir una pendiente.

Ilustración 125 - Resistencia a la bicicleta



FUENTE: CROW (2007)

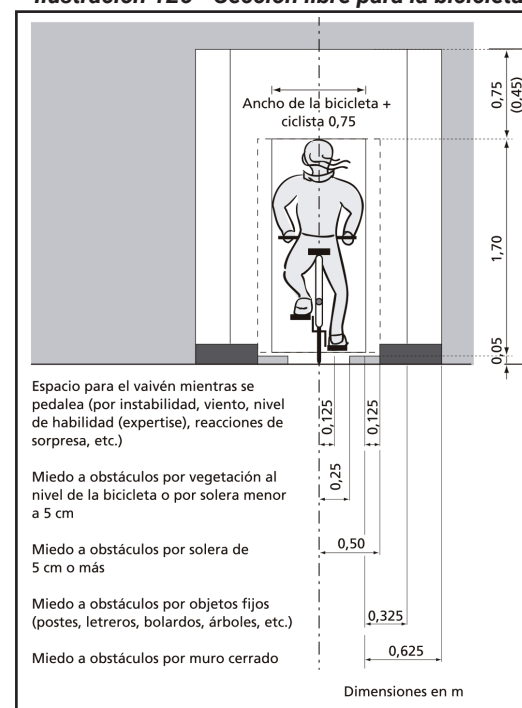
La resistencia aerodinámica depende principalmente de la velocidad del ciclista y sólo es importante a velocidades relativamente altas (encima de 20 km/h).

A mayor velocidad del viento, mayor resistencia, la que aumenta según la rapidez del ciclista. Los ciclistas no se pueden beneficiar del viento cruzado.

El diseño influye mucho en la velocidad del ciclista, contar con varias intersecciones semaforizadas, acaba con la energía acumulada por la actividad física. Cuando se está partiendo desde una posición estática el valor a usar varía entre 0,8 a 1,2 m/s² de aceleración, la desaceleración depende de varios factores, pero se puede asumir un frenado de 1,5 m/s² (cómodo) a unos 2,6 m/s² (de emergencia).

La bicicleta es un vehículo inestable, el balanceo y su estabilidad dependen de factores como vientos cruzados, baches en el camino, presencia muy próxima de ciclistas o elementos físicos. Para que una bicicleta se mantenga estable es necesario que la velocidad de desplazamiento sea de por lo menos 12 km/h. a una velocidad menor, la inestabilidad aumenta. En condiciones normales y a una velocidad promedio el balanceo puede llegar a 0,20 m, pero por ejemplo donde los ciclistas deben parar y continuar a cada momento, se requiere más espacio libre para mantener el equilibrio, requiriendo de un ancho mayor de hasta 0,80 m.

Ilustración 126 - Sección libre para la bicicleta

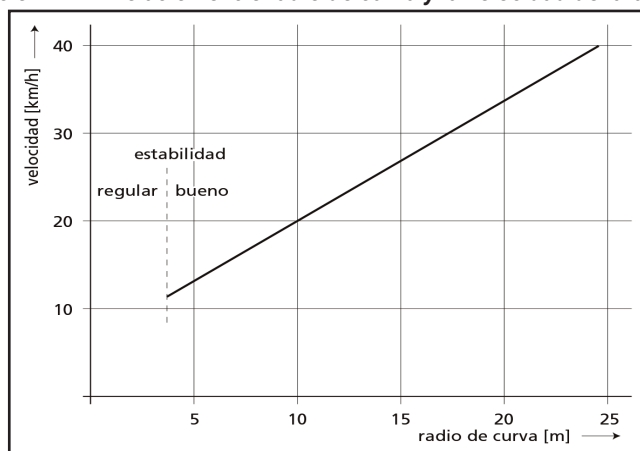


FUENTE: CROW (2007)

7.3.2 CURVAS Y VISIBILIDAD

Las curvas horizontales son necesarias para la interconexión con las secciones viales, el radio mínimo es de 5,00 m, un radio menor, obliga a bajar la velocidad a menos de 12 km/h produciendo problemas en el equilibrio. Para ciclovías diseñadas con una velocidad de 30 km/h se requiere una distancia de visibilidad de 35 a 42 m, y en rutas diseñadas para una velocidad de 20 km/h se requiere una visibilidad de 22 a 30 m. mientras mayor velocidad de diseño mayor debe ser el radio de curva

Ilustración 127 - Relación entre radio de curva y la velocidad de la bicicleta



FUENTE: CROW (2007)

Tabla 74 - Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades

Distancia a cruzar (m)	Tiempo para cruzar (m)	Visibilidad que se requiere en (m) según velocidad del tráfico			
		30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h
4,0	4,2	45	100	180	205
5,0	4,5	45	105	185	210
6,00	4,9	50	110	190	220
7,0	5,1	50	115	200	225
8,00	5,5	55	120	205	235

FUENTE: CROW (2007)

Se debe tomar en cuenta que la visibilidad de aproximación, que depende normalmente de los vehículos motorizados, por las características de implementación cada vía ciclista necesita un tratamiento adecuado para satisfacer sus necesidades. Esto depende tanto de la propia movilidad ciclista como del tráfico motorizado, el transporte público y los peatones.

7.3.3 USO DEL ESPACIO

El espacio que ocupan las bicicletas estacionadas depende del tipo de estacionamiento y el ancho de las vías, es aconsejable ubicar los estacionamientos, algo alejados entre sí, para permitir a los ciclistas colgar bolsas en los manubrios, no se puede indicar una superficie promedio para el espacio de estacionamiento de las bicicletas, no obstante, el mínimo deberá tener una superficie de 1,05 m² por bicicleta.

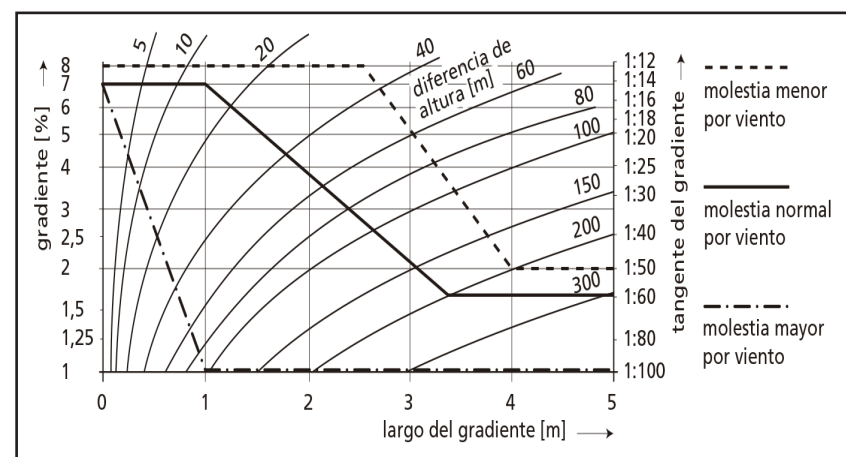
En condiciones normales, cada espacio deberá contar con un área de 1,80m², con una distancia mayor a 0,80 m entre los estacionamientos de bicicletas.

7.3.4 PENDIENTES

Subir una pendiente exige un esfuerzo adicional para los ciclistas, mientras más empinada la pendiente, más esfuerzo deben hacer los ciclistas para superar la fuerza de gravedad. Por unidad de tiempo, es posible producir más poder en un periodo corto que en un periodo prolongado. Lo que significa que si una pendiente es empinada pero corta, la diferencia de altura es posible salvar con esfuerzo extra pero sin problemas,

en cambio si el esfuerzo es prolongado en un periodo más largo, puede resultar más agotador. Cuando la altura es mayor a los 5,00m se aconseja incorporar un área de descanso. De unos 25 m de largo previo a que los ciclistas deban subir la otra pendiente. Como la velocidad de la bicicleta disminuye al subir una pendiente, ($h < 10\text{m}$) cuando ésta es corta, es mejor diseñar con una sección más baja.

Ilustración 128 - Relación diferencia de altura y la pendiente para el tráfico de bicicletas



En el caso de pendientes cuesta abajo, se deberá tomar en cuenta las velocidades que los ciclistas descienden si el tramo es largo, la velocidad puede llegar de 35 km/h a 40 km/h por este motivo es que se precisa de un espacio libre para la desaceleración al final de la pendiente.

7.4 REDISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO VIAL

El espacio vial debe ser utilizado por todos los usuarios de la vía, ya que actualmente, son dos automóviles los que ocupan la mayor parte de este espacio, por lo que se hace necesario rediseñar el espacio para dar lugar a los peatones y ciclistas, el incremento en las tasas de saturación, de las redes viales, tiempos de demora, ofrecen una oportunidad para ceder el espacio aunque no parezca una opción muy viable a un inicio. El espacio que ocupan los automóviles se encuentra en relación al tamaño y la velocidad, éstos precisan de más espacio en kilómetro/pasajero que cualquier otro modo de transporte. El fenómeno conocido como la «Paradoja de Braess» explica que, al disminuir la capacidad de una vía, se incrementa la capacidad de la red. Para ello se cierran varias intersecciones de una vía y eso produce una disminución de la congestión vehicular, disminuye el tiempo de traslado y aumenta significativamente los viajes peatonales y de bicicleta. El método conocido como «dieta de calle», que consiste en reducir el espacio de circulación vehicular redistribuyendo la vía para carriles exclusivos para transporte público o sólo para vehículos que precisan hacer giros a la izquierda.

Una política de estacionamientos, reasigna el espacio que ocupan actualmente los automóviles, ofreciendo un gran potencial para transformar el espacio vial, el estacionamiento gratuito es el factor que fomenta el uso del automóvil, regular los estacionamientos en la vía pública y modificar los cajones de estacionamientos requeridos para las edificaciones, es una estrategia que ayuda a regular los mismos.

Tabla 75 - Parámetros para redistribuir el espacio vial

Ancho de la calzada (m)*	Carril ciclista (m)	Carril de autos 1 (m)	Carril de autos 2 (m)	Contraflujo (m)
7.30	1.30	2.50		3.50
7.50	1.50	2.50		3.50
8.00	1.50	2.50		4.00
8.50	1.50	3.00		4.00
9.00	1.50	3.00		4.50 (1.50 + 3.00)
10.00 (1 carril)	1.50	3.50		5.00 (1.50 + 3.50)
10.00 (2 carriles)	1.50	2.50	2.50	3.50
10.50	1.50	2.50	2.50	4.00
11.00	1.50	2.50	2.50	4.50 (1.50 + 3.00)
11.50	1.50	2.75	2.75	4.50 (1.50 + 3.00)
12.00	1.50	3.00	3.00	4.50 (1.50 + 3.00)
15.00	1.50	3.00	3.00	3.00 + 3.00 + 1.50

FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011) APUD TRANSPORT FOR LONDON (2005)

*Ancho efectivo de la calzada

1. Los tratamientos en todos los lugares deben ser considerados en sus características específicas.

2. En vialidades con alto fijo de camiones de carga, el carril no debe ser menor a 3.00 m y se debe estudiar la colocación del carril ciclista.

Adaptado de: Transport for London, 2005.

7.4.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA CICLÍSTICA

Se deben considerar los siguientes aspectos para una mejor elección de una infraestructura vial ciclista

- Conducción de los usuarios
- Función, forma y uso de la vía en cuestión
- Velocidad y volumen de tránsito automotor (para determinar nivel de segregación de los flujos)

Todo proyecto de infraestructura vial tiende a restar el espacio que estaba destinado a la circulación de los automóviles, se debe seleccionar la opción más conveniente para el ciclista.

Tabla 76 - Factores que influyen en la selección de infraestructura

MOTIVO DEL VIAJE	CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE USUARIOS						CONDICIONES NECESARIAS DE LA VIA CICLISTA					
	Vulnerabilidad	Tiempo máximo (minutos)	Velocidad (Km/hr)	Distancia (Km)	Fase del día	Edad	Tipo de bicicleta	Sensibilidad a las pendientes	Atractivo	Comodidad	Sensibilidad a los rodeos	Protección climática
Escuela primaria	...	15	10	2.50	Mañana Tarde	<14	1/3	...	..	..	...	...
Escuela sec. y bachillerato	..	30	15	7.50	Mañana Tarde	14-18	1/3	..	..	..	...	...
Universidad	.	30	15	7.50	Todo el día	>18	1/3	..	..	..	...	...
Trabajo	.	15	20	5.00	Todo el día	18-60	Todas	..	.	...	...	...
Compras	..	10	15	2.50	Todo el día	>12*	1/3	...	..	...	...	...
Centro Ciudad	.	20	15	2.50	Todo el día	>12*	1/3	...	..	...	...	...
Paseo	...	>45	10	>10.00	Mañana Tarde	>12*	Todas	...	...	...	.	..
Centro de Esparcimiento	..	30	20	10.00	Todo el día	>12*	Todas	..	..	..	...	..
Deporte	...	>45	>25	>20.00	Todo el día	>12*	Todas	.	...	.	.	.
Estación de trans. público	.	10	15	2.50	Todo el día	>12*	1/3	..	..	...	...	...
Visitas	.	15	10	2.50	Todo el día	>12*	1/3	..	..	..	..	..

FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011) APUD TRANSPORT FOR LONDON (2005)

... Alta .. Media . Baja

* Menores de 12 años acompañados

Tipos de bicicletas: 1. Bicicletas Urbanas 2. Bicicletas de Ruta 3. Bicicletas de Montaña

Generalmente, al diseñar la infraestructura ciclista se contempla un diseño bidireccional, buscando concentrar a los ciclistas a un solo lado de la vía, o colocándolos al centro de la misma. Se tiene asociado que el diseño de la ciclovía bidireccional es más eficiente, dado que demanda menor espacio vial que un diseño unidireccional, y limita la intervención a una sola vialidad en lugar de a dos. Sin embargo, salvo escasas excepciones, no es recomendable para un entorno urbano ya que se pone en riesgo a los ciclistas. La infraestructura vial ciclista, para un entorno urbano, debe ser diseñada lo más próxima al carril de baja velocidad, de forma unidireccional, en el mismo sentido de circulación que el vehículo automotor, procurando la visibilidad en las intersecciones.

El material de rodadura, debe asegurar una condición cómoda y segura, esto exige una superficie uniforme, sin baches o irregularidades, de la misma manera esta deberá contemplar la colocación de numeración adecuada y el mobiliario urbano, como los estacionamientos para bicicletas, vegetación y arbolado. Es importante destacar la necesidad de no contar con obstáculos, que puedan afectar en la circulación.

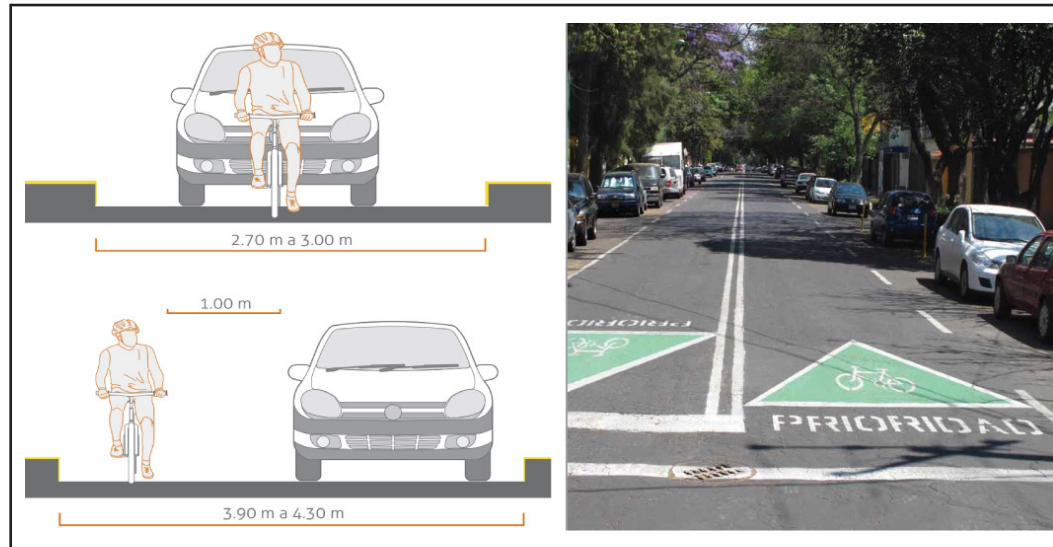
7.5 TIPOLOGÍAS DE VÍAS PARA BICICLETAS

La infraestructura vial ciclística tiene una variedad de tipos de vías, y no necesariamente las vías segregadas del tránsito automotor-, la mayoría de los desplazamientos de bicicleta son realizados en forma compartida con los demás vehículos. Gran parte de las vías son de acceso local, lo que significa que estas vías operan a una velocidad promedio de 30 Km/h y los volúmenes vehiculares son menores.

La infraestructura vial compartida puede darse en el tratamiento de la vialidad completa, o en un solo carril de circulación (en vías secundarias o primarias). La dimensión de los carriles es importante, cuando estos son menores a 3,00 m, no existe la posibilidad que el carro pueda ultrapasar a la bicicleta, en contraparte vías con dimensiones de carril de 3,90 y 4,30 m, permiten que los automóviles rebasen a los ciclistas sin cambiar de carril y de una forma segura. Para poder establecer una vía compartida que cuente con volúmenes bajos de tránsito y otorgue prioridad a la circulación del ciclista, se debe realizar modificaciones en la vía. Se requiere que la velocidad no sea mayor a 30 km/h y los carriles menores a 3 m de ancho. Este tipo de infraestructura funciona mejor con vías altamente conectadas (trazado reticular) en la que los ciclistas pueden seguir rutas razonablemente directas y donde existen arterias paralelas al tránsito pesado. Las mismas se las hace generalmente a 5 niveles:

1. Señalización vertical: instalación de señalización indicativa que la vía es de tránsito compartido;
2. Señalización horizontal: instalación de demarcaciones en el pavimento, para indicar que el ciclista tiene prioridad en la vía.
3. Tratamiento de las intersecciones: los dispositivos de control en las intersecciones para favorecer la circulación continua y conveniente de los ciclistas.
4. Pacificación del tránsito: con el objetivo de hacer compatibles las velocidades de las bicicletas y los automóviles;
5. Desviar el tránsito, aplicando técnicas de desincentivo del tránsito automotor de paso, mantener los viajes continuos en bicicleta

Ilustración 129 - Dimensión de carriles para infraestructura compartida



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

Ilustración 130 - Vialidad compartida ciclista



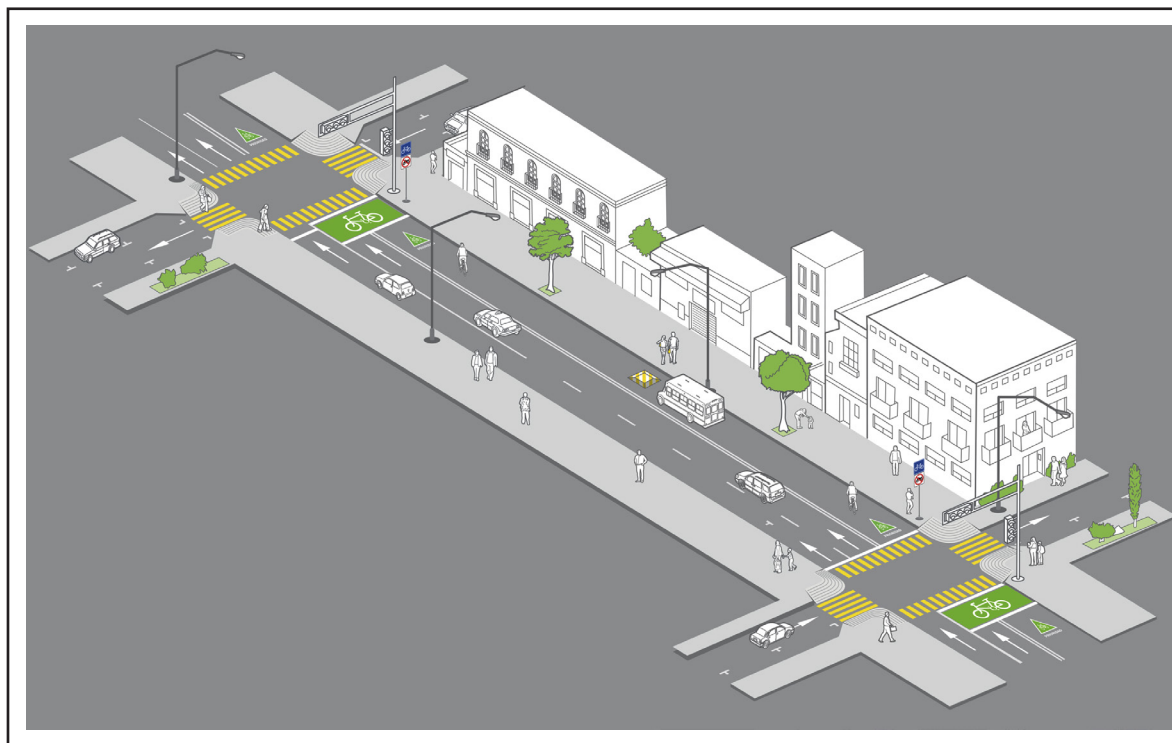
FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.5.2 CARRIL COMPARTIDO CICLISTA

Es aquel que da preferencia a las bicicletas y comparte el espacio con el tránsito automotor, ubicados siempre en el extremo derecho de la calzada, pueden ser instalados en vías primarias secundarias y terciarias. El carril compartido es adaptado para permitir la convivencia de las bicicletas con los vehículos, los ciclistas deberán circular siempre en el sentido del vehículo automotor. Las vías susceptibles a intervenir pueden tener velocidades permitidas hasta 50 km/h. La sección de los carriles debe ser entre 3,90 y 4,30 metros de ancho para permitir el rebase de un ciclista con una distancia de un metro.

En caso de existir estacionamiento en vía pública, colocando una franja de amortiguamiento para la apertura de puertas, con un mínimo 0,50 metros de ancho. Se recomienda evitar carriles entre 3,10 y 3,80 metros, ya que promueven el rebase riesgoso.

Ilustración 131 - Carril compartido ciclista



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.5.3 INFRAESTRUCTURA CICLISTA LIMITADA

Un ciclocarril es una franja dentro de la calzada destinada exclusivamente para la circulación ciclista; delimitada a través de señalización horizontal, ésta se ubica en el costado derecho de la calzada, es unidireccional con el mismo sentido de circulación que está establecido en la vialidad elegida. Se utiliza en arterias que no cuentan con estacionamiento o en vialidades colectoras con estacionamiento derecho. Los parámetros para establecer este tipo de infraestructuras son:

Vías a intervenir: primarias, secundarias o terciarias cuyas velocidades permitidas son hasta 50 Km/hr.

Sección: ancho mínimo de 1,50 metros en áreas urbanas.

La implementación de esta infraestructura ciclista se realiza a través de:

Redistribución del espacio vial: se requiere ajustar el ancho de todos los carriles de la vía o eliminar un carril de circulación o de estacionamiento para asignar el espacio del ciclocarril. Los carriles de circulación adyacentes al ciclocarril deben medir mínimo 3.00 m.

- Señalización vertical: instalación de informativos indicando que existe el servicio de ciclocarril, así como señalización restrictiva indicando la prohibición de motocicletas en ese espacio.
- Demarcación horizontal: colocación de marcas en el pavimento para delimitar el ciclocarril, así como marcas de identificación

de carriles ciclistas. Cuando exista estacionamiento adyacente, se deben marcar los cajones de estacionamiento y colocar una franja de amortiguamiento con un mínimo de 0.50 m para la apertura de portezuelas. En accesos a estacionamientos de los predios, se deben utilizar marcas para indicar el cruce ciclista. Es ideal colocar señalización de destinos ciclistas y de identificación de ruta

- Delimitación: la raya doble en el costado izquierdo para delimitar carril exclusivo. Para la implementación de este tipo de infraestructura, se hace necesario considerar la dimensión de los carriles, ya que los espacios amplios generan velocidades altas y las secciones estrechas generan maniobras riesgosas (Sanz, 1999). Los factores a considerar para establecer el ancho de un ciclocarril son:

- Rebase de ciclistas lentos utilizando el área del ciclocarril.
- Estacionamiento de automóviles a la derecha del ciclocarril.
- Volumen del tránsito ciclista.
- Volumen y velocidad de los automóviles.

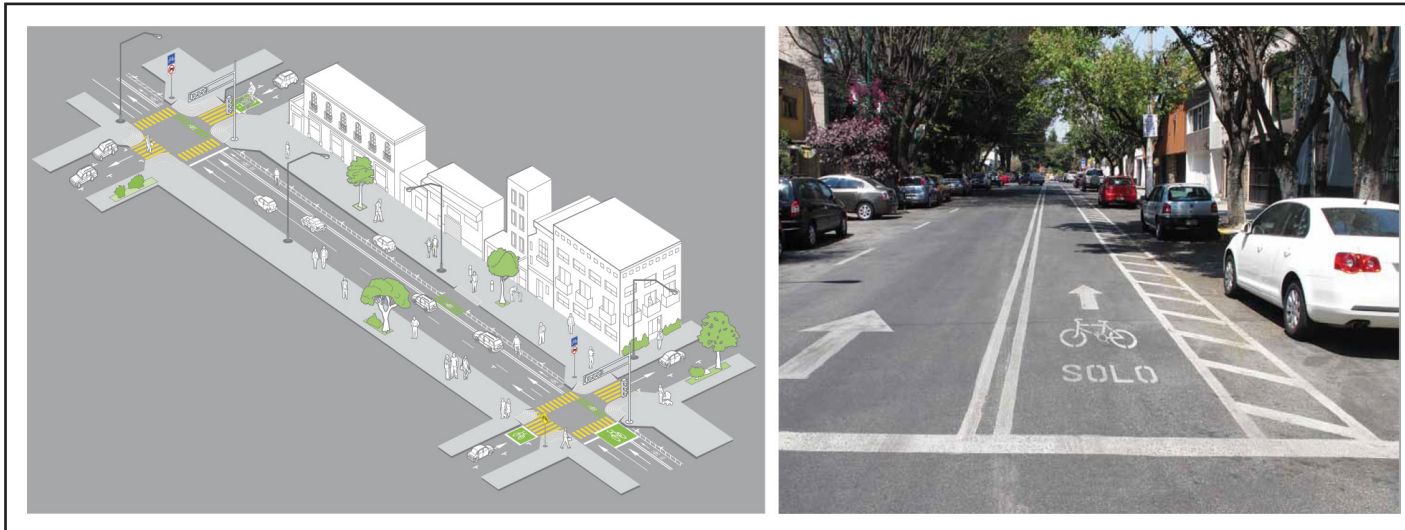
Tabla 77 - Dimensiones de ciclocarriles en áreas urbanas

TIPO	MAS DE 1500 CICLISTAS/DÍA	MENOS DE 1500 CICLISTAS/DÍA
Ciclocarril sin estacionamiento lateral	2,25 m	1,50 m
Ciclocarril con estacionamiento lateral	2,50 m	1,50 m

*Dimensiones para velocidades de diseño de 30 Km/h en zonas planas.

FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

Ilustración 132 - Infraestructura ciclista limitada



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.5.4 INFRAESTRUCTURA CICLISTA SEGREGADA

La ciclovía unidireccional, es una vía o sección de una vía exclusiva para la circulación ciclista físicamente separada del tránsito automotor, dentro de la calzada, este debe coincidir con la dirección del tránsito vehicular ubicado en el extremo derecho del mismo.

El tipo de vías que pueden ser intervenidas, son primarias secundarias y terciarias, con velocidades permitidas entre los 50 y 70 Km/h, el ancho efectivo de circulación oscila entre 2,00 y 4,00 m. En vías sin estacionamiento lateral, deben colocarse elementos segregadores con un ancho mínimo de 0,50 m, acompañados de una demarcación doble para poder delimitar el carril exclusivo para bicicletas.

La dimensión mínima de una ciclovía unidireccional segregada se define en función del número de ciclistas que circulan en ella en hora pico o a través de una proyección de la demanda.

Las medidas de segregación entre los tránsitos peatonal, ciclista y automotor, existen las siguientes medidas:

- Fajas separadoras
- Elementos de confinamiento prefabricados
- Elevación del pavimento
- Vegetación o área de estacionamiento adyacente.

En todos los casos se deberá tener precaución con las intersecciones. Los flujos: ciclista y automotor, deben ser visibles y se deben integrar de manera segura para evitar colisiones.

Especialmente en las conversiones a la derecha de los vehículos motorizados. Esto significa dejar por lo menos 10,00 m libres de obstáculos para visualizar al ciclista antes de cualquier intersección. Otro aspecto importante son las bahías para ascenso y descenso de pasajeros. Su implementación se debe realizar a través de:

- Redistribución del espacio vial, ajustando el ancho de todos los carriles de la vía o eliminando el carril de estacionamiento para asignar espacio en la ciclovía.
- Señalización vertical, instalación de señalética informativa que indique la existencia de una ciclovía y señalización restrictiva que indique la prohibición del ingreso de motocicletas. Es recomendable colocar mapas de ubicación y destinos para los ciclistas.
- Demarcación horizontal, colocación de elementos segregadores físicos, además de la demarcación de raya doble que delimita el carril exclusivo, identificación de carriles ciclistas y sentido de la vía.

- En el caso de existir estacionamiento lateral, es necesario demarcar los cajones y colocar la franja de amortiguamiento con una dimensión mínima de 0,50 m para la apertura de puertas. Los accesos a los parqueos deben ser demarcados para indicar el cruce a los ciclistas.

- En las áreas de intersección se hace necesario colocar el área de resguardo

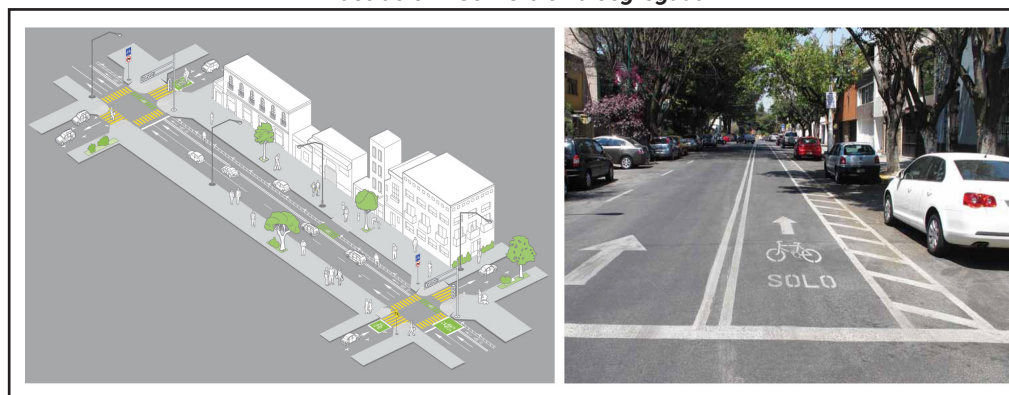
Tabla 78 - Dimensiones en ciclovías unidireccionales urbanas

Volumen ciclista unidireccional en hora pico (ciclistas/h)	Ancho de carril
0-150	2,00 m
150-750	3,00 m (2,50 mínimo)
> 750	4,00 m (3,50 m mínimo)

FUENTE: CROW (2007)

* Dimensiones para velocidades de diseño de 30/Km/h en zonas planas.

Ilustración 133 - Ciclovía segregada



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.5.5 INFRAESTRUCTURA CICLISTA DE TRAZO INDEPENDIENTE

Son las vías exclusivas para la circulación ciclista, apartadas de la circulación del tránsito automotor, cuyo espacio no depende de la distribución de la calzada, generalmente son bidireccionales. Las áreas susceptibles a intervenir, deben ubicarse en áreas verdes o derechos de vía, áreas forestales o aires de río.

Generalmente éstos no cuentan con intersecciones, la sección del ancho efectivo de circulación bidireccional, debe ser entre 2,60 a 4,00 m. Deberá contemplar una franja de amortiguamiento de por lo menos 1,00 m de ancho a cada lado de la ciclo vía, en caso de existir circulación peatonal contigua, ésta deberá ser de 2,00 m.

Ilustración 134 - Dimensiones de ciclovías bidireccionales

Volúmen ciclista bidireccional en hora pico (ciclistas/h)	Ancho de vía
0-50	2,60 m
50 – 150	2,50 a 3,00 m
>150	3,50 a 4,00 m

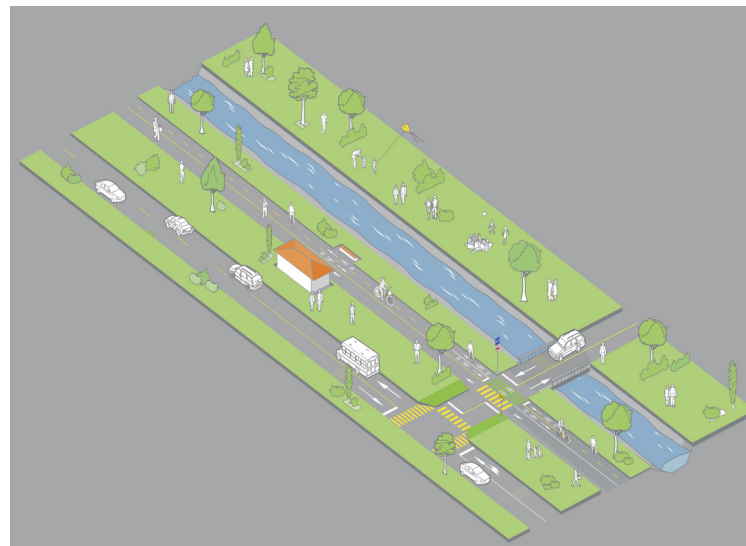
* Dimensiones para velocidades de diseño de 40/Km/h en zonas planas.

Ilustración 135 – Dimensiones de franja separadora en ciclovías interurbanas

Velocidad máxima de la vía contigua (Km/h)	Ancho de vía
60	≥ 1,50 m
≥ 80	≥ 4,50 m
>100	> 6 m

FUENTE: CROW (2007)

Ilustración 136 – Infraestructura ciclista de trazo independiente



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

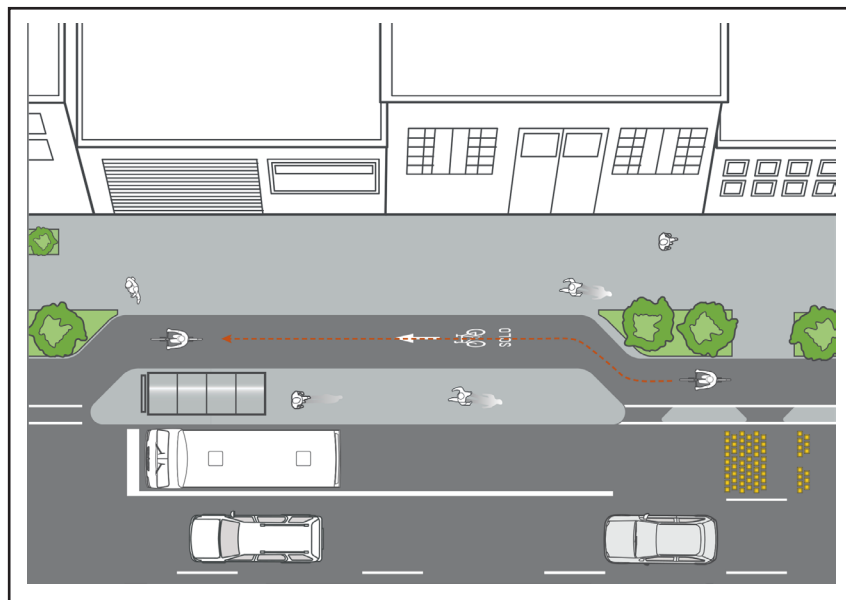
7.6 TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS

Los tratamientos adecuados, relacionados al diseño de la infraestructura ciclista con los otros elementos de la vía, sirven para evitar conflictos entre los distintos usuarios. En el presente acápite se presentan las distintas propuestas de solución de diseño para casos recurrentes.

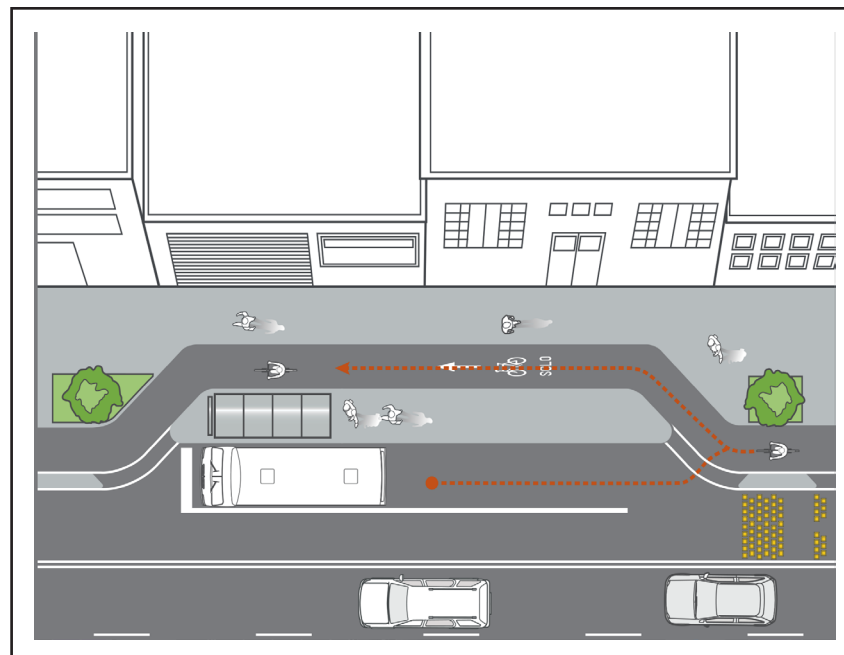
7.6.1 VÍAS CICLISTAS CON PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

a) Parada de transporte público con desvío de ciclista: esta solución propone que el carril de ciclista rodee al mobiliario de parada de transporte público. Esta opción se recomienda si la acera cuenta con el ancho suficiente para no interferir con la circulación peatonal.

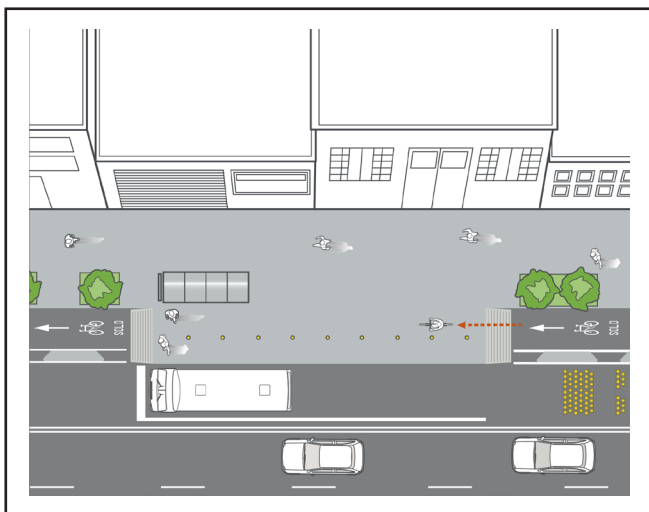
Ilustración 137 - Conflictos ciclovías y paradas de transporte público



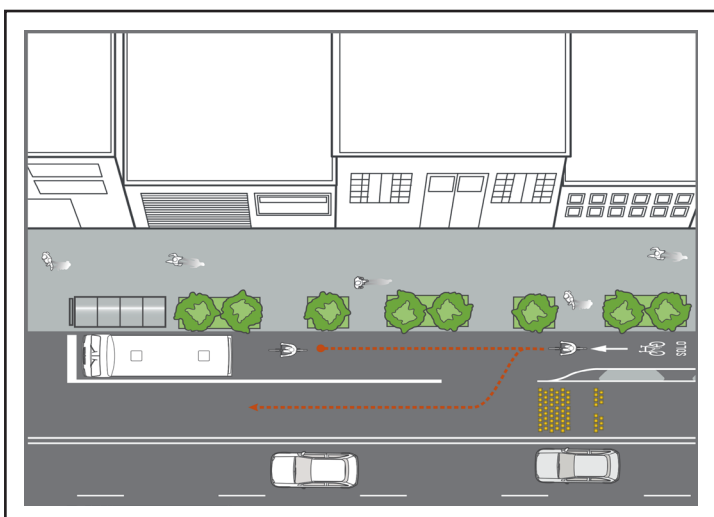
b) Parada de transporte público con trayectoria dual ciclista: cuando se cuenta con una banqueta amplia, se puede definir que la parada de bus se quede en su ubicación original, y el ciclista pueda optar por circular por la parte frontal o rodeando el área de la parada de bus. Eliminando los elementos segregadores del carril de ciclovía, esto permite que el ciclista decida cual vía tomar, dependiendo si existe algún transporte público esperando en la parada.



c) Parada de transporte público con área compartida peatón – ciclista: al elevar el carril ciclista al nivel de la acera, a través de un reductor de velocidad, el peatón tiene preferencia de paso por lo que el ciclista es obligado a detenerse cuando los vehículos de transporte público paren a esperar pasajeros



d) Parada de transporte público con bahía compartida bus-bicicleta: para este tipo de solución se requiere interrumpir el confinamiento del carril de ciclista para convertirse en una bahía de parada de transporte público.



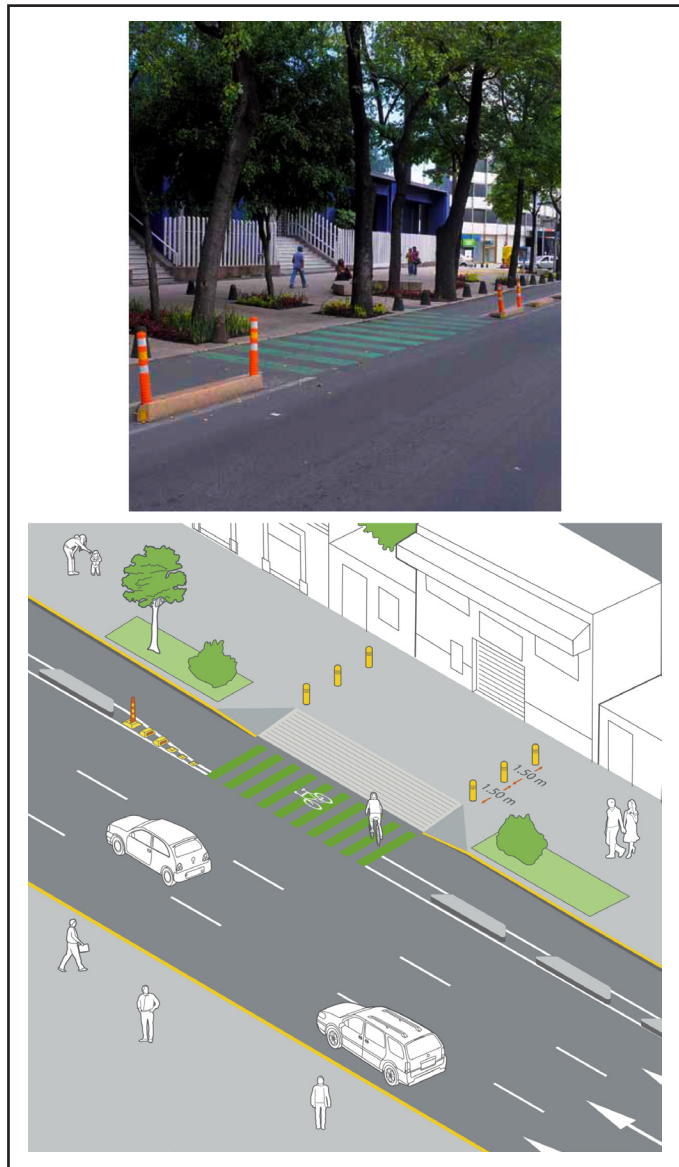
FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.6.2 CICLISTAS Y ACCESOS VEHICULARES A PREDIOS

Los accesos vehiculares a predios generan conflicto con los peatones y ciclistas debido al diseño inadecuado;

- Los accesos a las cocheras deberán reducirse en su dimensión máxima de 6,00 m. Se deberá confinar los accesos mediante bolardos, así se evitará que los autos estacionen sobre el carril destinado a ciclistas. Se deben disminuir las velocidades y los radios de giro para evitar que los vehículos realicen la maniobra de incorporación a la vía en altas velocidades. Es importante eliminar los obstáculos visuales en los accesos vehiculares: caso arbustos o señalización vertical que pueda obstruir el campo de visión del conductor.
- Colocar fajas separadoras en calles bidireccionales para evitar que los autos invadan el carril del sentido opuesto al realizar la maniobra.
- Evitar rampas sobre el área del carril de ciclistas, intentar resolverlas sobre la acera, en la faja de mobiliario urbano.
- En el caso de que la infraestructura ciclista cuenta con elementos segregadores en los accesos a los estacionamientos de los predios, la señalización horizontal deberá ser como cuando se demarca en los cruces de ciclistas en intersecciones.

Ilustración 138 - Vías de ciclistas y accesos vehiculares a predios



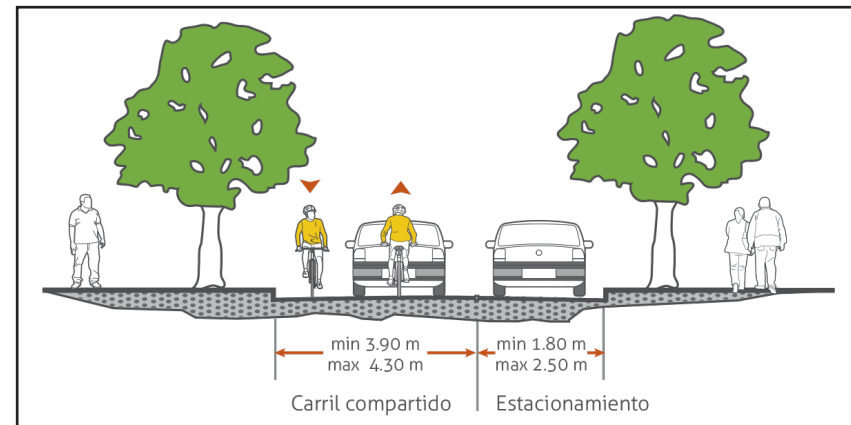
FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

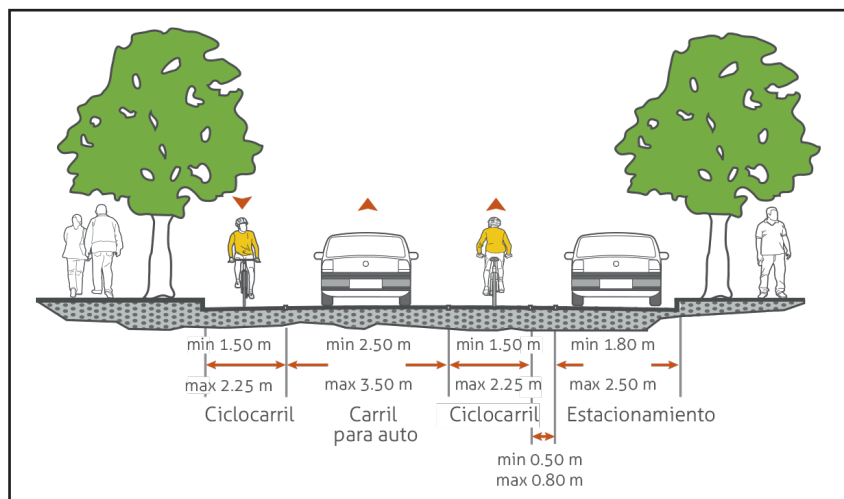
7.6.3 CIRCULACIÓN CICLISTA EN CONTRAFLUJO

La flexibilidad natural por la cual circula la bicicleta, requiere de una infraestructura flexible, contemplando las facilidades, para que los ciclistas puedan disminuir los rodeos y aumentar la accesibilidad, diseñando atajos para permitir que el ciclista pueda circular en contraflujo en ciertas vías como los citados a continuación:

En casos que los sentidos vehiculares sean de un sentido y exista una intensidad de tráfico de 300 vehículos/hora y una velocidad máxima de 30 Km/h, se puede considerar vías de doble sentido ciclista. Se pueden instalar ciclovías o ciclocarri-les en contraflujo en vías unidireccionales, cuando estas cuen-ten con una intensidad de tránsito menor a 600 vehículos/ hora y una velocidad de operación hasta 50 Km/h.

Ilustración 139 - Circulación ciclista en contraflujo





7.6.4 PERMEABILIZACIÓN DE BARRERAS URBANAS

Existen medidas que permiten acondicionar el entorno urbano para librar puntos inaccesibles que no pueden ser resueltos mediante el tratamiento de vías ciclistas o la intervención de intersecciones. Se trata de brindar facilidades en pasos a nivel peatonales, túneles, etc.

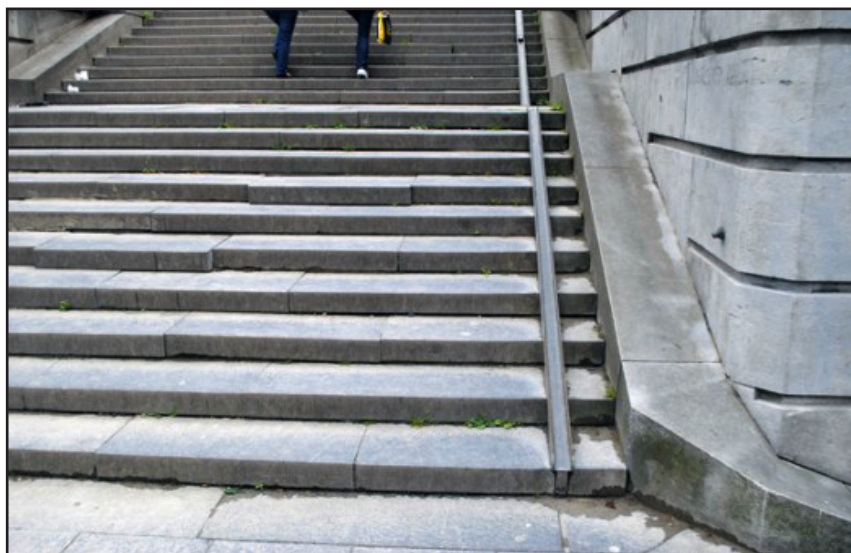
Cuando no exista la posibilidad de librar de las barreras urbanas que impiden la movilidad ciclista. Una opción es mejorar las condiciones de los usuarios de la bicicleta a través de la colocación de canaletas en las escaleras, a fin facilitar a los usuarios el traslado de sus bicicletas.

Ilustración 140 - Barreras urbanas



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)





FUENTE: ECOMOVILIDAD (2014)

7.6.5 INTERSECCIONES

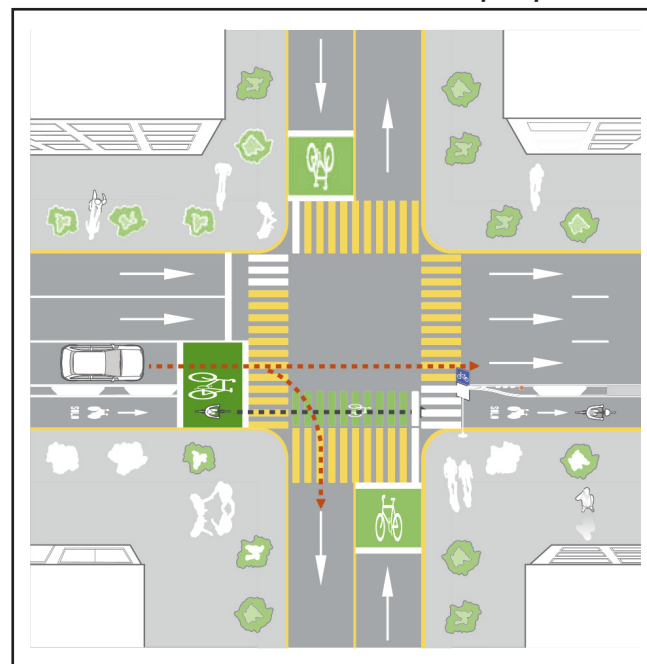
Las estadísticas internacionales demuestran que los accidentes de gravedad (fallecimientos y hospitalizaciones) entre ciclistas y vehículos motorizados ocurren en las intersecciones en vías con velocidades de 50 km/h (CROW, 2007). Para evitar ello se hace necesario un diseño que considere los movimientos de los usuarios.

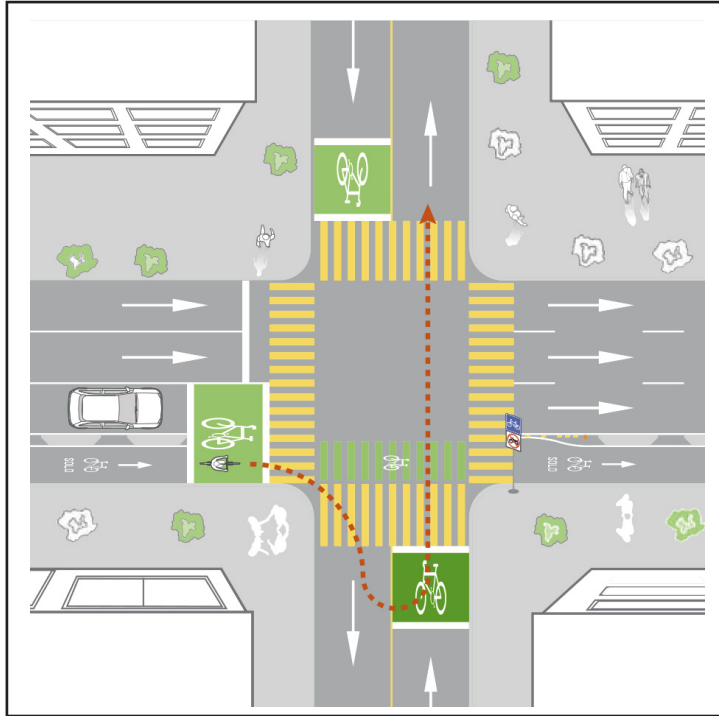
Los movimientos ciclistas en intersecciones deberán considerar el arranque preferencial para ciclistas, esto se realiza a través de la demarcación de un cajón de ciclistas "bike-box" en el inicio de la intersección para que los mismo comiencen su desplazamiento previo a los vehículos motorizados, permitien-

do que los ciclistas puedan desarrollar velocidad antes que el resto de los motorizados. Al momento del arranque, generalmente el ciclista zigzaguea hasta tener el control de la bicicleta, esto no le permite realizar movimientos ágiles para evadir un posible conflicto. Este tipo de demarcación requiere que la instalación de semáforos cuente con una fase exclusiva para la circulación ciclista.

Debido a que la mayoría de las ciclovías son ejecutadas a la derecha de la calzada, resulta complicado para ellos poder colocarse en el carril de extrema izquierda cuando deben dar un giro en esta dirección, entonces, para poder realizar este movimiento, se facilita que a través de las áreas de espera los ciclistas puedan realizar estas maniobras.

Ilustración 141 - Demarcación de áreas de espera para ciclistas



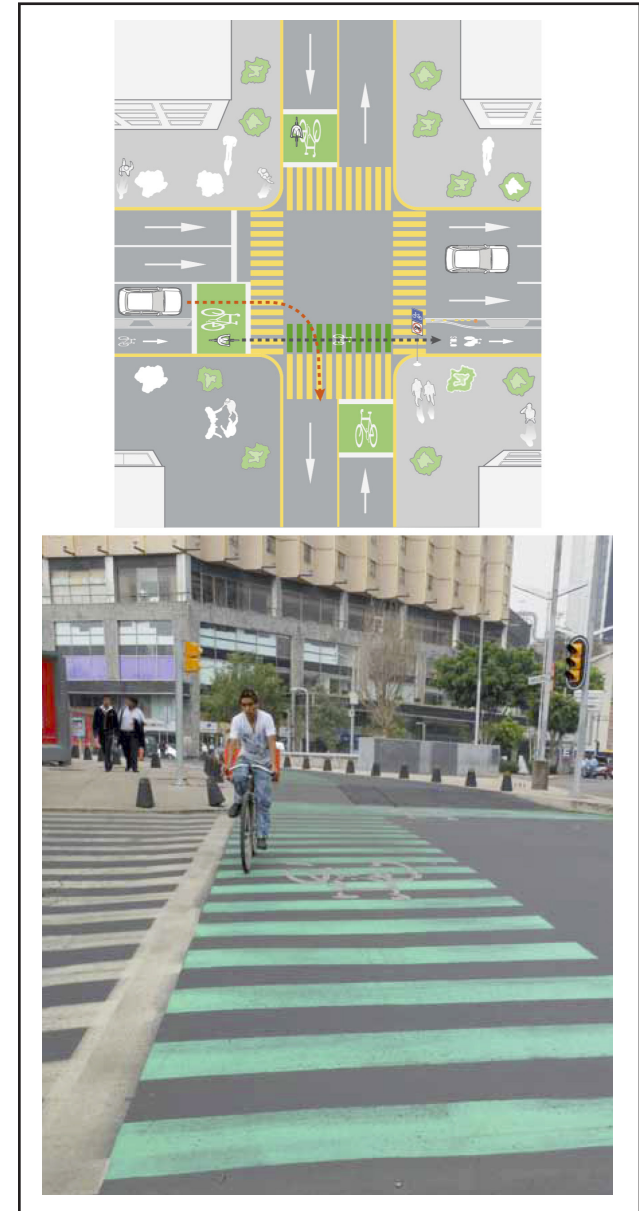


FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

En los cruces, se hace necesario demarcar la trayectoria de los ciclistas, especialmente cuando los vehículos automotores realizan la conversión a la derecha, y esto puede causar el corte de la circulación, esto se consigue a través de la demarcación del cruce de los ciclistas.

Se recomienda, en los casos que exista infraestructura segregada, alejada de la calzada, realizar una modificación en la geometría para aproximar ambas trayectorias, y así se permita que ambos tipos de usuarios tengan el panorama visual de toda la intersección.

Ilustración 142 –Demarcación de la trayectoria de los ciclistas en intersecciones



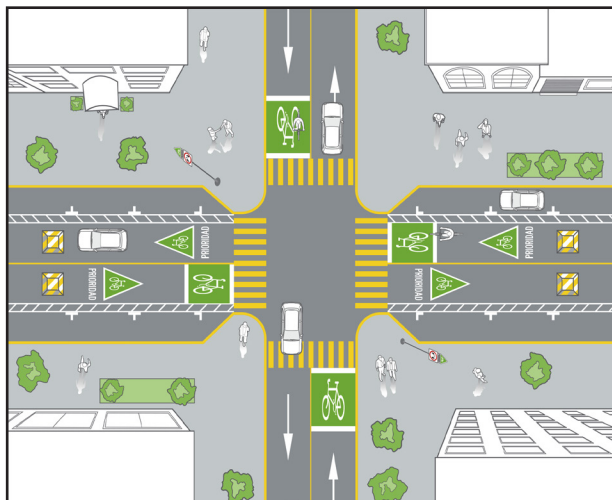
FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.6.5.1 INTERSECCIONES POR TIPO DE INFRAESTRUCTURA CICLISTA

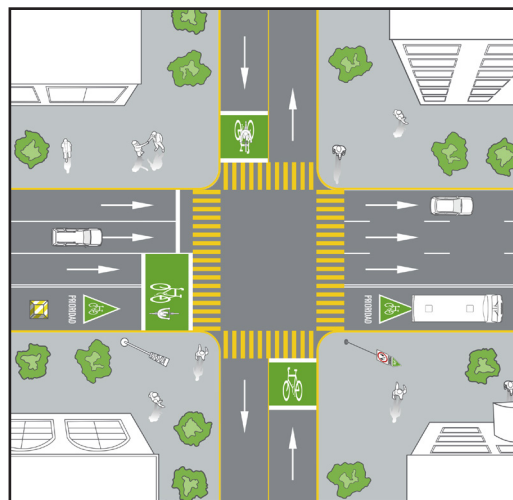
A continuación se presenta un esquema de la intersección dependiendo del tipo de infraestructura vial.

Ilustración 143 - Tipos de intersecciones vehiculares y ciclistas

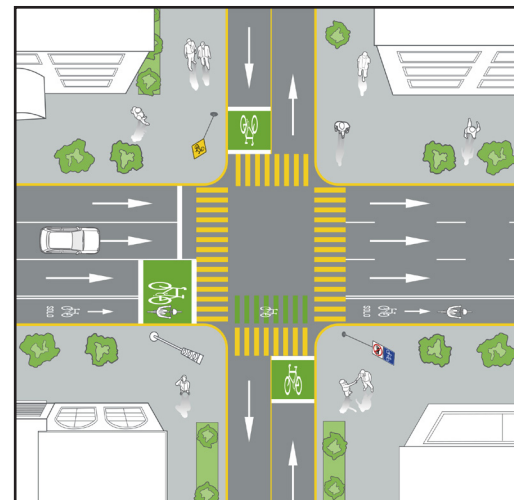
a. Intersección tipo de vialidad compartida ciclista



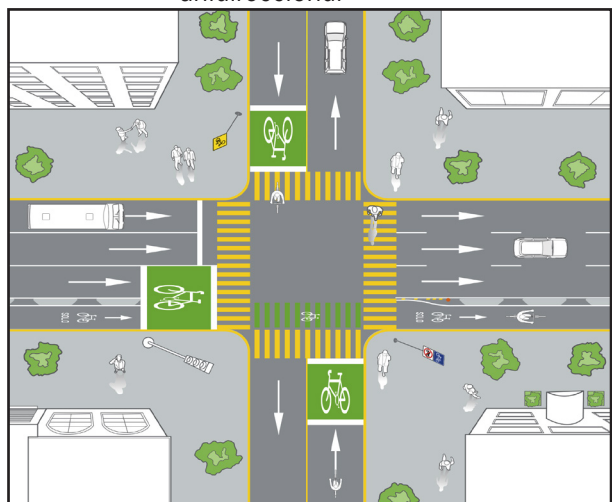
b. Intersección tipo de vialidad con carril compartido ciclista



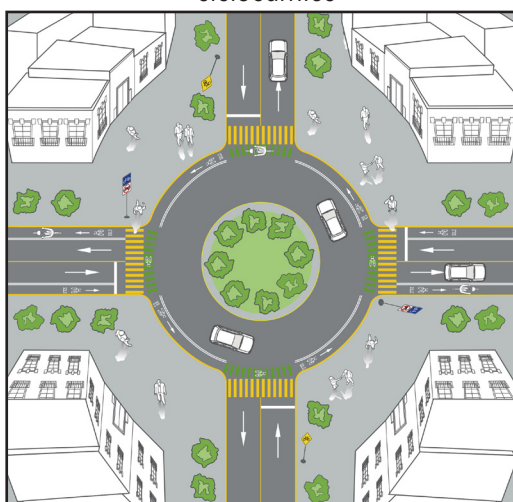
c. Intersección tipo de vialidad con ciclocarril



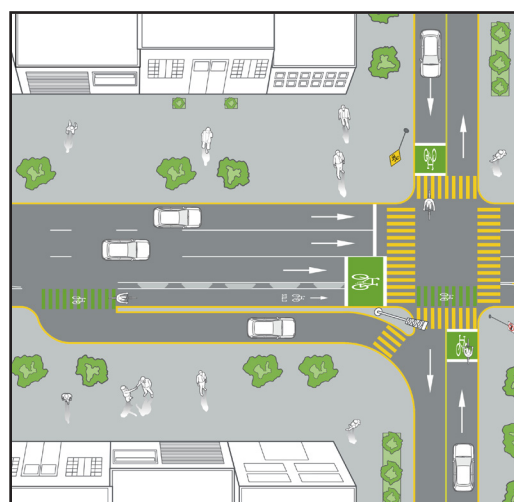
d. Intersección de una vialidad con ciclo vía unidireccional



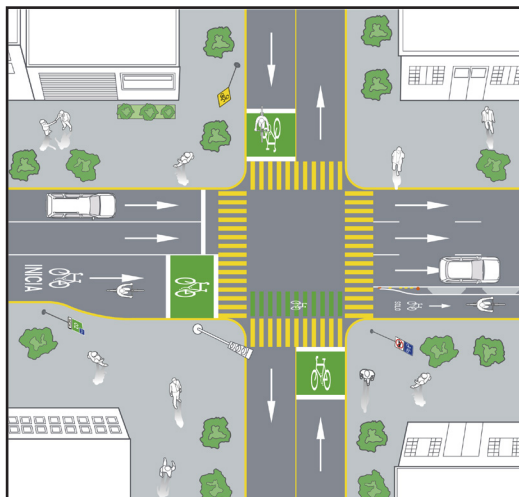
e. Intersección tipo glorieta y una vialidad con ciclocarriles



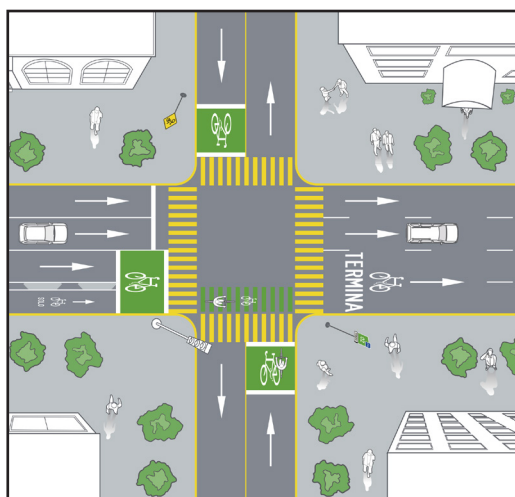
f. Intersección vuelta continua a la derecha



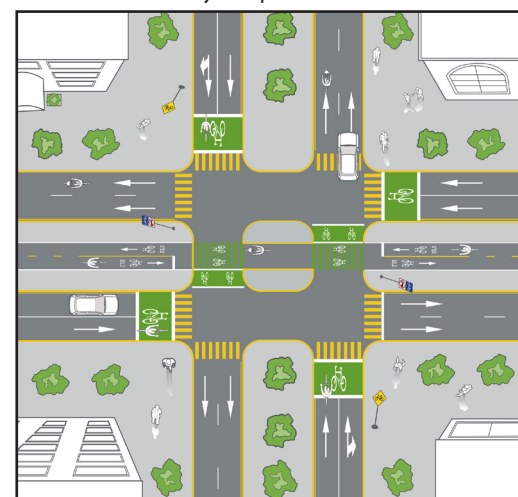
g. Intersección de inicio de la ciclovia unidireccional



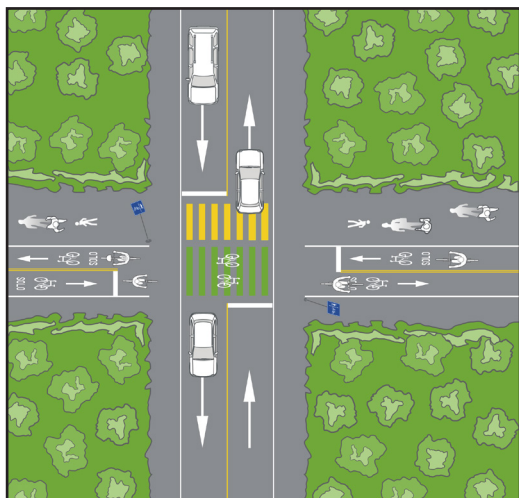
h. Intersección de término de la ciclovia unidireccional



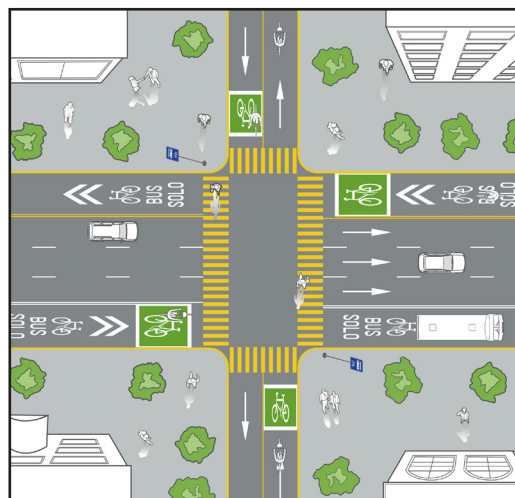
i. Intersección tipo de una ciclovia bidireccional con faja separadora central



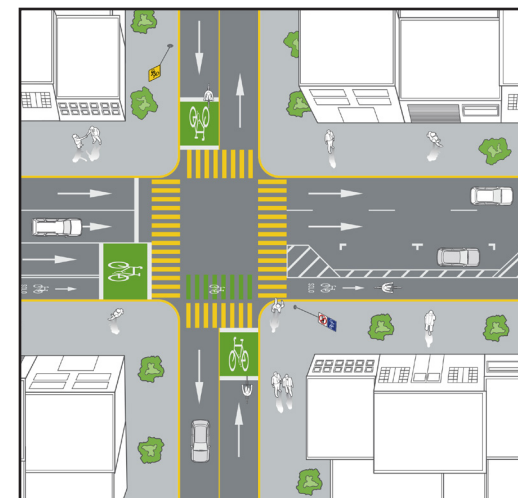
j. Intersección de carretera con ciclovia bidireccional independiente



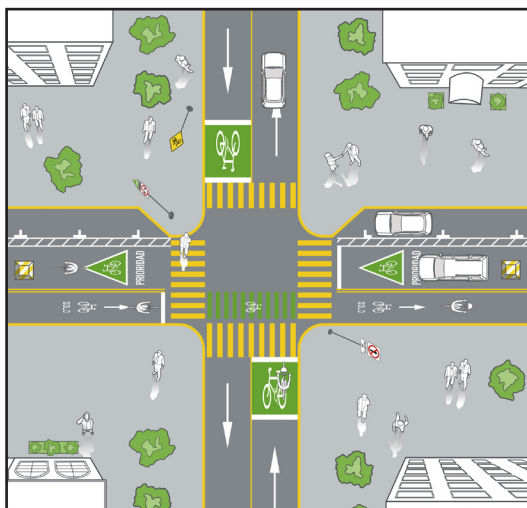
k. Carriles ciclistas



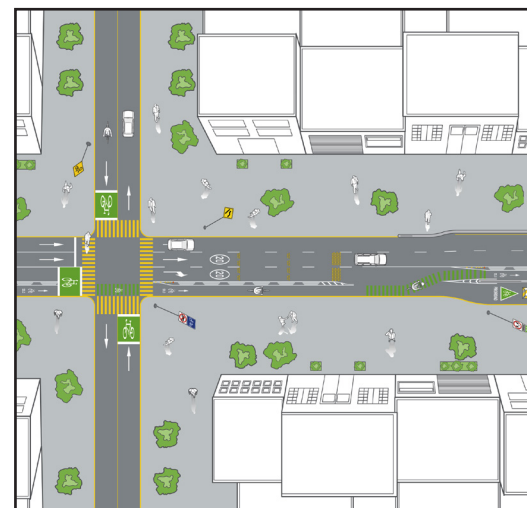
l. Vialidad con ciclovia unidireccional con estacionamiento adyacente



m. Intersección tipo de una vialidad compartida ciclista con ciclocarril en contraflujo



n. Entrecruzamiento de ciclovía unidireccional para incorporarse a un paso a desnivel



FUENTE: CICLOCIUDADES – T. IV (2011)

7.6.6 BICICLETAS PÚBLICAS

El sistema de la bicicleta pública es para las ciudades una alternativa exitosa de transporte. Para ello se han considerado ciertas características en común:

- Una red densa de estaciones en un área específica de cobertura con un promedio de 300 metros de distancia entre cada una.
- Bicicletas cómodas con un diseño especial que desaliente el robo de partes y su posterior reventa.

- Un sistema de seguridad automático que permite a los usuarios estacionar o sacar fácilmente las bicicletas en las estaciones.
- Un sistema de rastreo inalámbrico y dispositivos de identificación de radiofrecuencia (RFIDs) que ubican el lugar donde el usuario tomó la bicicleta y donde la dejó, así como sus trayectos.
- Monitoreo en tiempo real de la tasa de ocupación de las estaciones, a través de comunicaciones inalámbricas y por medio de un servicio de paquete de datos (GPRS)

- Información en tiempo real a través de sus plataformas web, teléfonos móviles y /o terminales.
- Estructura de precios que incentiven los viajes cortos a fin de maximizar los viajes de bicicleta por día.

PROCESO DE PLANEACIÓN

1. REALIZAR UN ESTUDIO DE VIABILIDAD. Se debe realizar un análisis detallado de las posibilidades de las bicicletas públicas, definiendo los parámetros para su planificación y desarrollo, realizar un análisis inicial tanto institucional como financiero, estableciendo fundamentos necesarios.

Esta debe contener los objetivos de la ciudad, analizar los posibles obstáculos que puedan presentarse desde factores físicos, clima, topografía, infraestructura ciclovitaria, y cultura de la bicicleta; realidades políticas y legales. Este estudio de viabilidad deberá contemplar los siguientes componentes:

a) Análisis de la demanda:

Este estudio identifica el número de usuarios potenciales del sistema y sirve de modelo para los demás análisis a través de los siguientes pasos:

- Definir propuesta de área de cobertura: Generalmente se define para la primera fase las áreas donde puede existir mayor demanda de bicicletas públicas, la densidad poblacional residencial es un factor importante a tomar en cuenta como

una variable proxy, que pueda identificar estas zonas.

- Definir los objetivos para los indicadores claves del rendimiento.
- Crear un perfil de la demanda, revisar la demanda existente, a través de la población del área de cobertura, número de viajes, modo de transporte, combinado con el actual. Las redes de ciclovías existentes, es útil crear perfiles de usuarios potenciales, a fin de tener una idea de los posibles usuarios del sistema de bicicletas públicas.
- Crear una estimación de la demanda, a través del Análisis de la Elasticidad del Predio de la Demanda (EPD) de acuerdo a los diferentes tipos de clientes. Otra opción es crear una estimación de la demanda basada en el porcentaje de la población:
 - Propuesta de opciones para los tipos de estaciones, bicicletas y tecnología, para crear o preparar la estimación del monto inicial de inversión.
 - Una estimación del costo operacional basados en el tamaño del sistema, incluyendo mantenimiento y redistribución así como costos de reemplazo de las bicicletas.
 - Opciones de propuestas financieras para identificar la combinación más apropiada de las ganancias generadas (tarifas por uso y membresía), fondos gubernamentales, patrocinios, contratos de publicidad vial, etc.

- Análisis estimativo de los costos contra las opciones de financiamiento para asegurar la viabilidad de la propuesta financiera.
- Recomendar un modelo de negocio que establezca una estructura organizacional y un modelo de contratación.

b) Análisis de los riesgos y barreras.

- Establecer el tamaño del sistema, a través de la densidad necesaria de estaciones, densidad de bicicletas y bicicletas por estación.

2. ANÁLISIS DE ALTO NIVEL DE VIABILIDAD FINANCIERA.

Basado en el análisis de la demanda y el tamaño del sistema, las cifras preliminares ayudan a calcular el costo del sistema, incluyendo los costos capitales como los costos operacionales.

1. Planeación y diseño detallados: Ubicación de estaciones, tamaño, hardware y software requeridos

2. Crear planes de negocio y financieros: definiendo los modelos institucionales y de ganancias, incluyendo contrataciones.

El tiempo entre cada etapa debe basarse en el deseo político y recursos detrás del proyecto. Contar con un estudio de factibilidad, elaborado por fases de tres meses a un año. Licitación y contratar operaciones de acuerdo a normativa vigente Nacional y Municipal.

El ITDP (Instituto de desarrollo y Políticas el Transporte – 2011) elaboró la Guía de Planeación y Diseño, las cuales se resumen en las siguientes recomendaciones:

DIRECTRICES DE PLANEACIÓN

- Mínimo de área de cobertura: 10 Km²
- Densidad de estaciones: 10 – 16 estaciones por Km²
- Bicicletas por residente: 10 – 30 bicicletas cada 1000 residentes (dentro del área de cobertura).
- Anclajes por bicicleta: 2 – 2,5 espacios de anclaje por cada bicicleta

DIRECTRICES PARA LAS ESTACIONES

- Mecanismos de seguridad a prueba de robo (sistemas de seguridad)
- Señalización e instrucciones de uso claras
- Sistema electrónico fácil y rápido para tomar o dejar una bicicleta

MÉTRICA DE RENDIMIENTO

- Eficiencia del sistema: el promedio de uso por día es de 4 a 8 usos por bicicleta
- Penetración del mercado: el promedio de viajeros diarios por residente es de 1 por cada 20 – 40 residentes.

MOBILIARIO

Al caminar por las vías, las personas interactúan constantemente con el ambiente urbano, las calzadas desempeñan un papel importante, debido a que estimulan y tornan esta experiencia más agradable. Una manera de incentivar los desplazamientos a pie y bicicleta, se lo realiza a través de estos complementos que motivan a las personas a cambiar de modo de desplazamiento. El mobiliario urbano sirve para muchos propósitos que responden al lugar y la función que desempeñan, incluyen una variedad de elementos como la iluminación, bolderos, barandillas, asientos y estacionamientos de bicicletas.

La disposición del mobiliario es relevante para la distribución del espacio urbano, la vegetación y el tipo de pavimento, pueden hacer de las vías locales espacios de interacción social, proporcionando mayor seguridad para quienes circulan por el espacio público.

De los elementos del mobiliario urbano podemos decir que cumple una serie de características básicas, que vienen determinadas por su funcionalidad, su solidez de construcción, facilidad de reparación, mantenimiento y la estética de su diseño. El mobiliario urbano se clasifica en los siguientes grupos:

Tabla 79 - Clasificación de elementos del espacio público

TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS	ELEMENTOS
ELEMENTOS ESTRUCTURANTES	Alcorques, Rejillas de piso, Sumideros, Tapas, Bordillos.
ELEMENTOS DE SEGURIDAD	Barandas, Bolderos, Vallas.
ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN	Señalización informativa.
ELEMENTOS DE LUMINARIA	Soportes, Columnas, Farolas, Apliques, luminarias de piso.
ELEMENTOS DE CONFORTABILIDAD	Bancas, Jardineras, Basureros, Fuentes, Bebederos.
ELEMENTOS SERVICIOS PÚBLICOS	Comercial, Paraderos de bicicleta.

Con base a esta clasificación se desarrollaron prototipo de elementos de mobiliario que debieran ser base de la estandarización de los mobiliarios de la ciudad, específicamente de la vía.

8.1 CONSIDERACIONES GENERALES

8.1.1 UBICACIÓN

- Que el elemento este a una altura de 150 mm, para ser visto.
- Que sea emplazado fuera de la ruta peatonal.
- Que sea adecuado al contexto existente, que no rompa la coherencia del diseño.
- El mobiliario sobre acera debe colocarse preferentemente, sobre la banda de equipamiento.
- La instalación de elementos deben ir acompañados de señalización para reducir desorden.
- Elementos existentes de valor histórico que promueven el carácter patrimonial local deben ser claramente identificados.
- Se debe analizar la línea de deseo peatonal para la implementación del tipo de mobiliario teniendo en cuenta puntos críticos, puntos de atracción y destinos.
- En lo posible las vallas no deben utilizarse como herramientas para confinar peatones y delimitar su recorrido.

- Las vallas sólo deben instalarse si se comprueba que su existencia garantizará la seguridad peatonal, por ejemplo, en lugares donde la gente puede inadvertidamente cruzar la calzada (Por ejemplo, al ingreso de una escuela).

8.1.2 CARACTERÍSTICAS TÍPICAS

El mobiliario debe ser integrado con el entorno y usado por los peatones, debe ser accesible a todos los tipos, debe tener un buen color que contraste la vía y el fondo.

En general los colores grises deben ser evitados.

Tabla 80 - Características típicas del mobiliario urbano

ELEMENTOS ESTRUCTURANTES	EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN	ÁREA ÚTIL OCUPADA
Alcorque	Según la disposición del arbolado urbano. Sobre la banda de equipamiento.	0,80m. X 0,80m.
Sumideros	Cada 50m. En ambos extremos de la calzada situada en la cara lateral de los bordillos.	NO APLICA
Barandas	En tramos con media y alta pendiente. Paralela a la línea municipal sobre la banda de acceso o equipamiento. Considerando las aperturas necesarias que coincidan con accesos peatonales y vehiculares.	0,40m. X el largo requerido.
Bolardos Tipo	Se debe utilizar en los siguientes casos: En tramos de acceso peatonal sin desnivel entre acera y calzada. Con un distanciamiento de 1,20m. a 1,80m. A 0,40m. Entre el límite peatonal y vehicular, para direccionar el tráfico, separación de espacio público con circulación vehicular cuando está a desnivel en aceras estrechas. No se debe colocar en lugares de alto tráfico.	0,40m. X 0,40m.
Vallas	En tramos con peligro por proximidad y velocidad del tráfico vehicular. A 0,40m. del borde de la acera. Siguiendo paralelamente el borde de la acera cubriendo el tramo a ser restringido.	0,40m. X el largo requerido.
ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN		
Señalización reglamentaria e informativa	Donde se requiera a 0,40m del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento.	0,40m. X 0,40m.
Publicidad	Donde se requiera a 0,80m del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento.	0,80m. X 0,80m.
Paneles Informativos	Donde se requiera a 0,40m del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento.	0,80m. x 2,60m.
ELEMENTOS DE LUMINARIA		
Apliques	Colgadas o empotradas en las fachadas. Entre 15m. y 25 m. de distanciamiento. Procurar dejar la altura libre mínima de 2,40m.	NO APLICA
luminaria de piso	Según diseño específico. (luminaria empotrada, luminaria sumergible)	NO APLICA
luminaria tipo esfera y farol	Entre 15m. y 25 m. de distancia entre luminarias sobre la banda de equipamiento. A 0,80m. del borde de la acera.	0,80m. X 0,80m.
luminaria vial - peatonal	Entre 30m. y 40 m. sobre la banda de equipamiento. A 0,40m. del borde de la acera.	0,40m. X 0,40m.

ELEMENTOS ESTRUCTURANTES	EMPLAZAMIENTO Y LOCALIZACIÓN	ÁREA ÚTIL OCUPADA
ELEMENTOS DE CONFORTABILIDAD		
Bancas de descanso	Donde se requiera y se perciba aglomeración de peatones que permanecen en un punto a 0,40m del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento. En vías peatonales se pueden colocar al centro de la vía.	1,20 x el largo requerido.
Jardineras	Según requerimiento a 0,20m del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento. Se deben considerar accesos vehiculares y peatonales. En esquinas de las extensiones de acera u orejas, en bandas de seguridad, separador de carriles y ciclo vía.	0,80m. X 1,20m. Mínimo.
Basurero Fijo	Según la demanda a 0,40m. del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento.	0,80m. X 0,80m.
Bebedero	Según requerimiento específico a 0,40m. del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento.	1,20m. x 1,20m.
Kioscos	En áreas comerciales procurando agruparlos dejando espaciamiento mínimo de 1,20 m. entre kioscos a 0,40m. del borde de la acera. Sobre la banda de equipamiento.	0,80m. X 1,20m.

8.2 PARADERO

Un paradero de transporte público es un espacio designado para facilitar la espera, abordaje y descenso de pasajeros, en el cual los vehículos se detienen evitando obstaculizar el tráfico cercano.

Los paraderos sirven para varios propósitos:

- Señala la presencia del servicio de tránsito.
- Proporciona información sobre el servicio de tránsito que se suministra.
- Proporciona información sobre los destinos circundantes.
- Proporciona un lugar para que los pasajeros esperen cómodamente y con seguridad.
- Puede proporcionar un lugar para estacionar una bicicleta.

f. Proporciona un lugar para que el vehículo de tránsito haga una pausa.

g. Proporciona una superficie para que los pasajeros suban al vehículo.

En síntesis proporcionan un refugio seguro, iluminado, accesible y con las condiciones necesarias para abordar al transporte público. El diseño de paraderos implica pensar en las paradas existentes y en las nuevas, tanto desde una perspectiva de diseño macro en la que se analice la articulación vial del transporte público como a nivel micro evaluando las condiciones del tránsito próximas a la parada. Otro ámbito a ser analizado es el diseño del mismo paradero, este mobiliario podría mejorar la experiencia de los pasajeros y transeúntes a través de bancos, mapas de la zona, vegetación u obras de arte.

El manual está diseñado para ayudar al funcionario del Gobierno Autónomo Municipal a diseñar paradas que cumplan con estos requerimientos. No está destinada a abordar los detalles técnicos de cómo hacer que una parada sea compatible con diferentes vehículos de tránsito.

El primer punto son los criterios de diseño que debemos considerar para los paraderos: cómo los pasajeros en su camino al tránsito localizarán la parada e identificarán el servicio, como emplazar un paradero de acuerdo a los diferentes tipos de acera y cómo los pasajeros podrán localizar los puntos de parada.

8.2.1 GEOMETRÍA DE LA VÍA PARA PUNTOS DE PARADA

La ubicación de una parada de autobús con relación a una intersección, es determinada por las condiciones del tráfico y la ruta de tránsito.

Cada lugar presenta un conjunto único de problemas, por lo que localizar una parada de autobús requiere de un análisis integral sobre el entorno para dar una solución real.

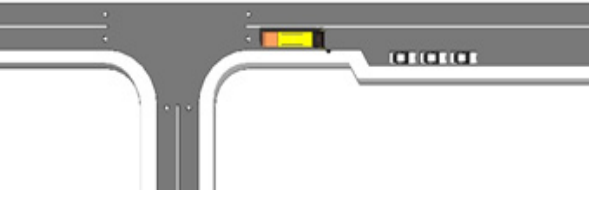
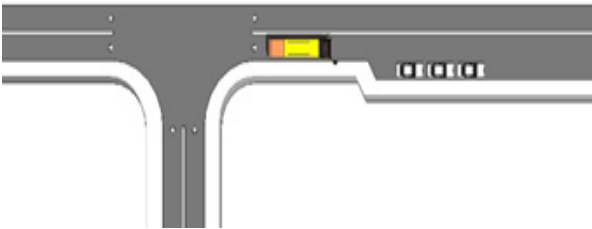
Este manual no puede abordar exhaustivamente todas las cuestiones que pueden surgir en el proceso de parada de la ubicación, el análisis del diseñador es determinante para definir las ubicaciones de los puntos de parada.

La geometría de la acera es determinada por el tamaño del paradero que depende del tipo de vehículo utilizado, los requisitos para vías de tráfico generales son:

- La ubicación más común para el servicio de tránsito está en el lado de la calle, generalmente en carriles de tráfico mixtos pero a veces en carriles exclusivos. Las alineaciones laterales permiten el uso de paradas simples en la acera y son generalmente menos costosas que las alineaciones en el centro de la calle. En las calles de un solo sentido.

Las alineaciones son generalmente en el lado derecho de la calle para adaptarse a las puertas del vehículo

Tabla 81 - Geometría de la vía para paradero

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APTITUD
PUNTO DE PARADA 	Proporciona un acceso fácil para los conductores de autobuses y un mínimo de retraso para el autobús; Simple en diseño, fácil de instalar y reubicar	El tráfico se detiene detrás del primer vehículo, se generan colas; Los conductores de autos pueden realizar movimientos inseguros para evitar ser atrapados detrás del vehículo detenido; requiere que no exista estacionamiento en la vía para funcionar eficientemente, demandando alto control.	Tipo de parada más común.
BAHÍA CON ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN 	El ascenso y descenso de pasajeros se lo realiza en un carril externo al carril exclusivo del tránsito vehicular; esto minimiza el retraso del flujo vehicular.	La reincorporación del vehículo al carril del flujo vehicular, pudiendo causar un retraso e incidentes. Especialmente si la vía cuenta con un volumen vehicular significativo. Costos de construcción más elevados que la opción anterior.	Utilice cuando haya suficiente espacio en el área de paso y la acera puede ser alterada; El diseño colabora con la seguridad de los peatones, al momento de atravesar la intersección.
ESQUINA SOBRESALIDA 	Aproxima las distancias de los cruces peatonales en las intersecciones; se aprovecha el uso de los espacios destinados a estacionamientos para implementar el paradero de transporte público. El retraso por paradas de transporte público se minimiza.	Como este tipo de parada se encuentra sobre la vía de tráfico. Para el desarrollo existente, habría algunos costos de construcción; El tráfico se detiene detrás del primer vehículo, se generan colas; Los conductores de automóviles pueden realizar movimientos inseguros para evitar ser atrapados detrás del primer vehículo.	Utilice cuando haya suficiente espacio en el área de paso y la acera puede ser alterada; El diseño colabora con la seguridad de los peatones, al momento de atravesar la intersección.

FUENTE: DESIGN OF ON-STREET TRANSIT STOPS AND ACCESS FROM SURROUNDING AREAS

Ilustración 144 - Perspectiva de un paradero en esquina sobresalida



- MANUAL DE DISEÑO VIAL - 8: MOBILIARIO

8.2.2 CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PARADEROS

Existen condiciones para la implementación de paraderos, relacionados a seguridad, efectos en el tráfico y accesibilidad universal, cada una de estas condicionantes deben ser tomadas en cuenta para que el tiempo de estadía del usuario sea confortable y segura. Es importante generar las condiciones para facilitar la identificación (encuentro) del paradero y establecer una adecuada localización para facilitar el acceso de todos los usuarios, más allá de sus capacidades. Todas estas condiciones afectan de manera directa en la movilidad motorizada y no motorizada.

Tabla 82 - Condicionantes de diseño de paraderos

SEGURIDAD	EFFECTOS EN EL TRÁFICO	ACCESIBILIDAD UNIVERSAL
La espera, el embarque y el descenso seguros	Retrasos en el tiempo de viaje	Pendiente - no más del 2% para superficies niveladas, 8% para rampas
Dirigir a los peatones hacia pasos de calles seguros	Señalización adecuada Colocación alternativa cerca de la orilla, si se producen señales en cada parada	Deberán implementarse rampas en las intersecciones próximas y en las calles circundantes
Cuidado con otros peatones	Compensaciones de calidad de servicio - menos paradas significan:	Las rutas hacia los puntos de parada deberán ser directos y acondicionar el entorno para hacerlo más cómodo y seguro para caminar y para detenerse
Considerar los impactos en otro tráfico	Servicio más rápido y eficiente	Debe mantener una distancia mínima de 1,20 m en la parte posterior del punto de parada y la línea municipal
Proporcionar la distancia de visibilidad adecuada, tanto para el conductor del transporte público como para los pasajeros que esperan	Más potencial para los servicios en cada parada - Más distancia a pie entre paradas	Deben estar localizados fuera de la banda de circulación peatonal
La iluminación es importante para la seguridad de los usuarios de tránsito	Las paradas deben ser adecuadas para operaciones del transporte público	Asegurar la compatibilidad con las propiedades adyacentes
Los refugios deben estar diseñados para protección de las inclemencias del tiempo.		Los refugios deben estar ubicados al final de la zona de parada de tránsito para ser más visibles
Las paradas deben procurar ser lo más visibles posibles a fin de evitar		

FUENTE: DESIGN OF ON-STREET TRANSIT STOPS AND ACCESS FROM SURROUNDING AREAS

8.2.3 PARÁMETROS DE DISEÑO DE PUNTOS DE PARADA

El siguiente cuadro establece los parámetros de diseño que se deben seguir para diseñar un paradero que cumpla con las condiciones básicas para acoger pasajeros de acuerdo a cada uno de los ITEMS que componen su diseño:

Tabla 83 - Parámetros de diseño de acuerdo a ítem constructivo

Nº	ITEM	PARÁMETROS DE DISEÑO	
1	CUBIERTA	Se permite la instalación de una cubierta a partir de aceras con ancho de 2,15 m. El ancho de la estructura de la cubierta debe enmarcarse dentro de la banda de equipamiento de la acera con excepción al panel publicitario que dependerá del ancho disponible en acera. En aceras con banda de circulación con ancho de 1,20 m, se deberá prever la distancia mínima desde el borde de la cubierta posterior hasta la línea municipal de 0,80 m. La separación mínima entre el paradero cubierto y el borde de la acera es de 0,55 m.	
2	BANCA	Proveer de asientos y apoyos isquiáticos para personas con movilidad reducida. El largo mínimo de la banca es de 1,20 m. La altura de la banca es de 0,45 m. Se debe brindar un espacio mínimo de 0,90 x 1,20 m, libre de obstáculos para la accesibilidad de personas con movilidad reducida.	
3	P A N E L INFORMATIVO	Deberá contener la siguiente información: mapa de la red, mapa de la ruta, tarifa, itinerario. Incorporación del sistema Braille.	

Nº	ITEM	PARÁMETROS DE DISEÑO	
4	SEÑALIZACIÓN	Pictograma del autobús identificando la parada. Cenefa con el número de Línea Panel de información permanente Panel de información actualizable (itinerario) Señalización horizontal línea zigzag a 45 grados Incorporación del sistema Braille.	
5	ANDEN	Estos paraderos deben tener el piso firme, estable y antideslizante. Se debe prever un área periférica con cambio de textura. El andén abordador debe incluir una guía táctil de alerta.	
6	MOBILIARIO	Incorporación de basureros Incorporación de paraderos de bicicletas	
7	PARÁMETROS DE EMPLAZAMIENTO	Los paraderos se instalan cada 350 metros como mínimo, deben contar con señalización y mobiliario urbano adecuado para la espera, el ascenso y el descenso de los pasajeros, esto dependiendo del espacio disponible en acera. Los paraderos deben implantarse en áreas urbanizadas identificando los puntos de mayor afluencia de usuarios en la ruta. Los paraderos deben ser emplazados en sitios donde no existan bolardos, garajes y cualquier otro tipo de elementos que puedan afectar la operación del bus alimentador y la circulación de peatones.	

Ilustración 145: Dimensionamiento de cada tipología

TIPO	ANCHO DE ACERA MÍNIMO (m)	TIPO DE PARADERO	SEPARACIÓN DEL BORDE DE ACERA (m)	ANCHO DE BANDA DE CIRCULACIÓN (m)	ANDEN (m)
A	1,20.	SIMPLE	No aplica	0,85.	3,20 X 1,20
B	2,00.	COMPACTO	0,55.	1,05.	4,80. X 2,15.
C	3,00.	ESTANDAR	0,95.	1,65.	6,40. X 3,00.

Tabla 84 - Tipo de paradero

TIPO	ANCHO ANDEN (m)	MOBILIARIO	REFUGIO	BANCA	SEÑAL	GUÍA TACTIL	CAMBIO DE TEXTURA
A. SIMPLE	3,20. X 1,20.	NO	NO	NO	SI	SI	SI
B. COMPACTO	4,80. X 2,15.	NO	SI	SI	SI	SI	SI
C. ESTANDAR	6,40. X 3,00.	SI	SI	SI	SI	SI	SI

TIPO DE TRÁFICO	ÁREA PARADERO
TRÁFICO LIVIANO	2,40. X 10.
TRÁFICO PESADO	3,00m. X 24m.

Ilustración 146 - Paradero tipología A

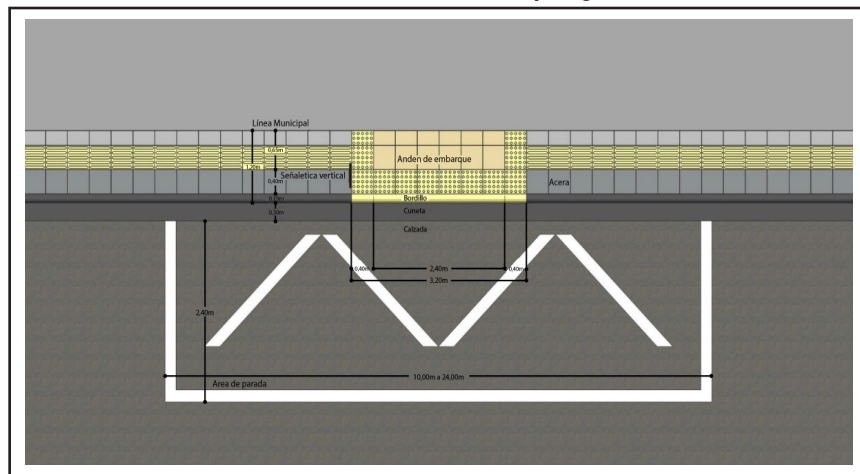


Ilustración 147 - Paradero tipología B

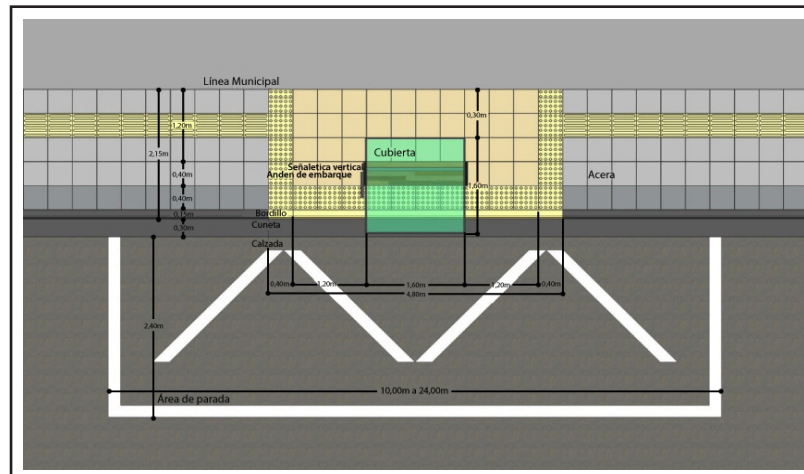


Ilustración 148 - Paradero tipología C

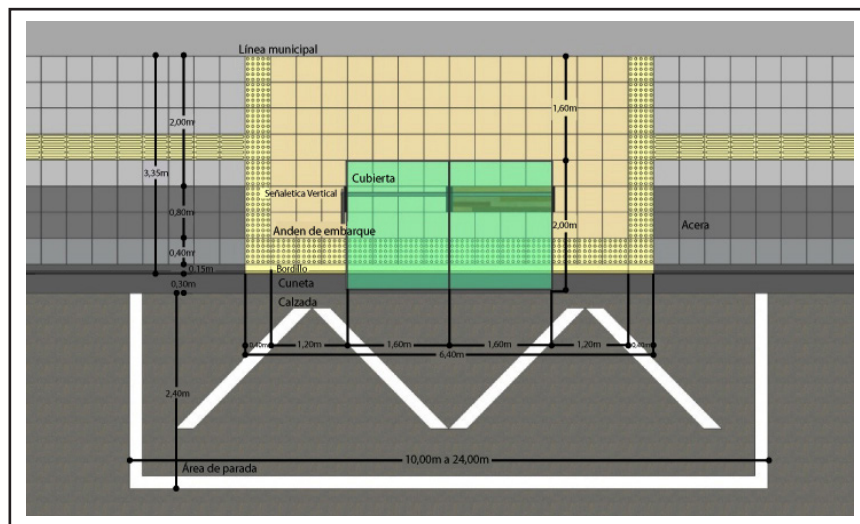
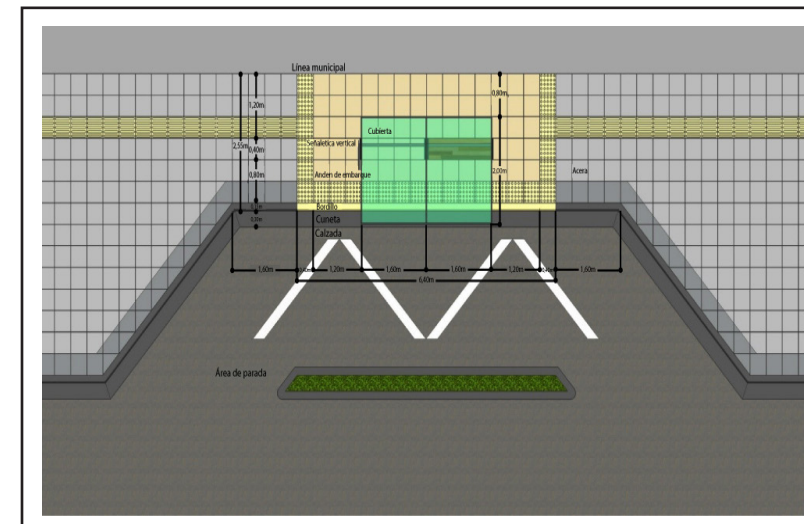


Ilustración 149 - Paradero tipología D



8.3 CARACTERÍSTICAS DEL MOBILIARIO

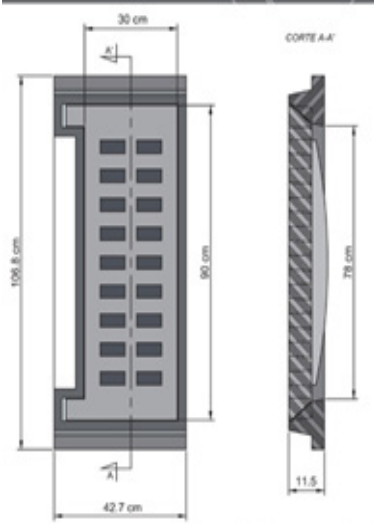
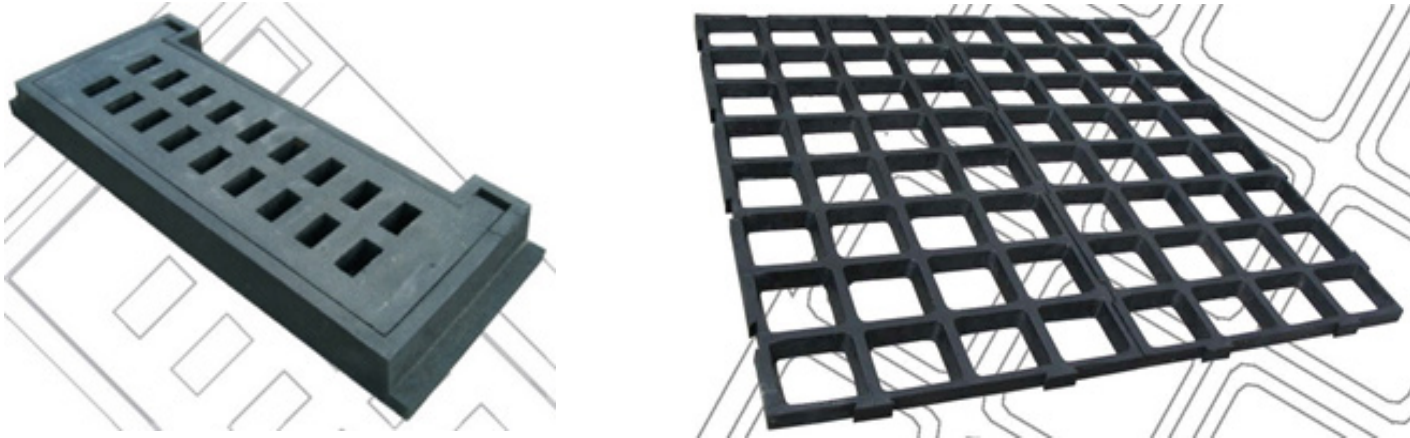
8.3.1 ELEMENTOS ESTRUCTURANTES

Tabla 85 - Alcorques

DESCRIPCIÓN	PLANTA	PERSPECTIVAS	
Alcorque es el hueco que se deja en la base de los árboles y arbustos como perímetro de protección en zonas pavimentadas para permitir su riego y su crecimiento.			
USO			
Se adapta a todo uso de suelo que cuenten con vegetación. Sus dimensiones dependen del ancho de acera y el tipo de vegetación.			
CARACTERÍSTICAS			
La medida mínima es de 0,40 x 0,40cm hasta de 0,80 x 0,80 (metros).			



Tabla 86 - Sumideros

DESCRIPCIÓN	PLANTA	PERSPECTIVAS
La entrada del desagüe es conocida como sumidero. Los sumideros laterales están localizadas adyacentes al bordillo (cordón). Los mismos están usualmente depri-midas en el lado inverso del canal a fin de mejorar la capacidad de captura. Poseen parrillas o rejillas para evitar que objetos voluminosos y escombros caigan en el sistema de alcantarillas. USO Está diseñado para drenar el exceso de lluvia y agua superficial desde calles pavimentadas, playas de estacionamiento y aceras. CARACTERÍSTICAS Las medidas son 0,43 x 1,01 y una altura de 0,12 (metros).	 Technical drawing of a drain grate. The top view shows a rectangular grate with a width of 30 cm and a length of 42.7 cm. The side view shows a height of 78 cm and a base width of 11.5 cm. A section line A-A is indicated.	 Two perspective views of the drain grate. The top view shows the grate from above, and the bottom view shows the grate from below, highlighting the internal structure and the recessed area for the grate.
 Two perspective views of the drain grate on a pavement surface. The left view shows the grate from a low angle, and the right view shows the grate from a high angle, illustrating its integration into the pavement structure.		

8.3.2 ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Tabla 87 - Barandas

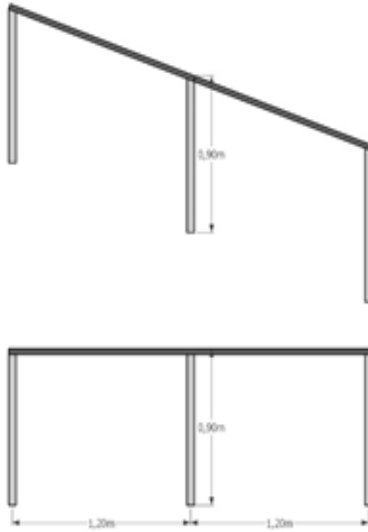
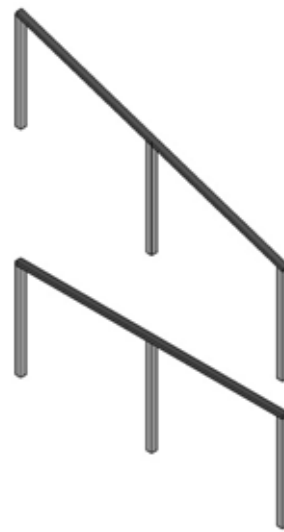
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVAS
La barandilla o baranda es un tipo de parapeto formado por balaustres que constituyen un elemento de protección para desniveles, escaleras, rampas y otros elementos similares. Los detalles del diseño son sujetos al criterio del proyectista, considerando, el contexto arquitectónico.		
USO		
Se implementan para facilitar el desplazamiento, como soporte y guía peatonal sobre todo en vías con alta pendiente.		
CARACTERÍSTICAS		
Altura de 0,90 m. Espaciamiento de la estructura de soporte de 1,20 m.		
Empotrada en el piso.		
Acabado con pintura anticorrosiva.		







Tabla 88 - Bolardos

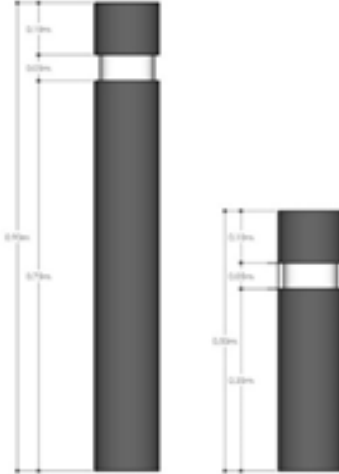
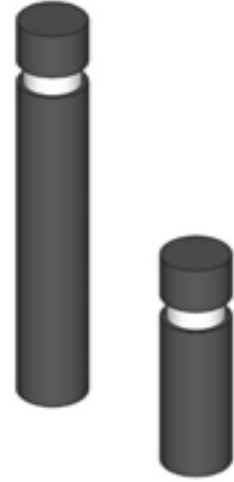
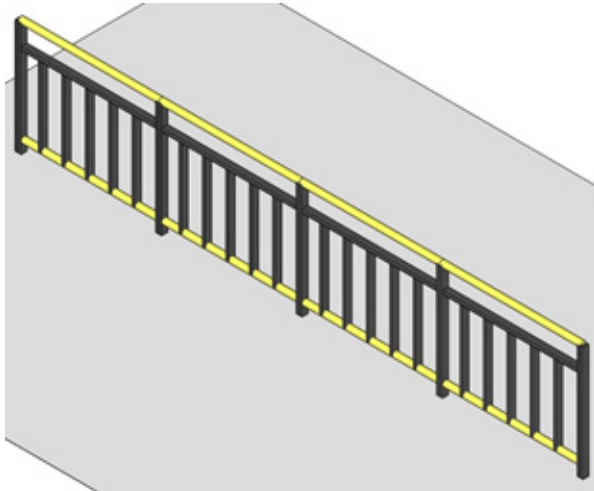
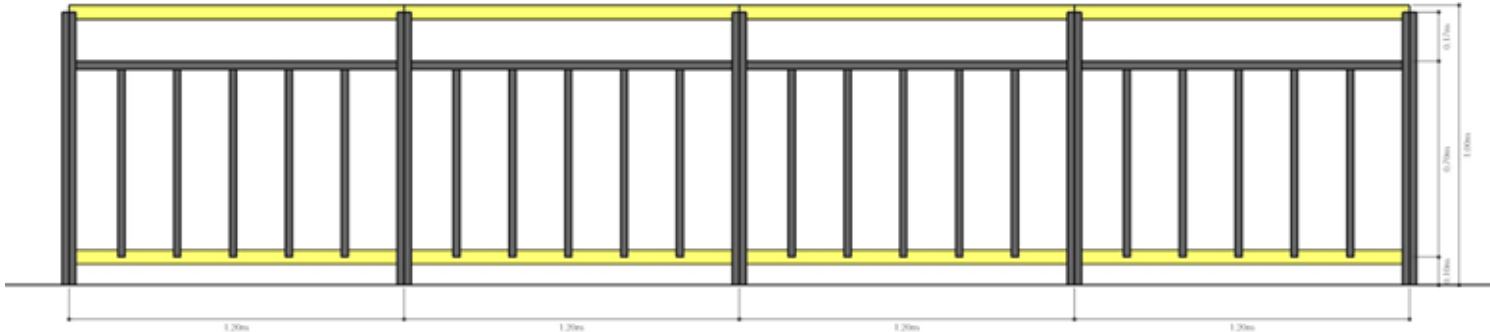
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVAS
El ejemplo grafico muestra la forma arquetípica de un bolardo, según criterio del proyectista pueden implementarse diferentes alteraciones al diseño del mismo.		
USO		
Se implementan para delimitar áreas de acceso peatonal e impedir el acceso y parqueo vehicular.		
CARACTERÍSTICAS		
Altura variable desde 0,50m. hasta 0,90m.		
Fabricado en tubo de sección circular de acero o concreto pre moldeado de 0,10 a 0,20 m.		
Acabado con pintura anticorrosiva.		
Con banda retro reflectiva.		



Tabla 89 -Vallas

DESCRIPCIÓN	PERSPECTIVA
Valla peatonal fabricada en perfiles de acero.	
USO	
Las vallas peatonales se implementan para canalizar el volumen peatonal a través de trayectos seguros y definidos.	
CARACTERÍSTICAS	
Altura de 1m.	
Distancia entre estructura de soporte de 1,20m. Barras de celosía cada 0,20m.	
ELEVACIÓN	
	



8.3.3 ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN

Tabla 90 - Paneles informativos

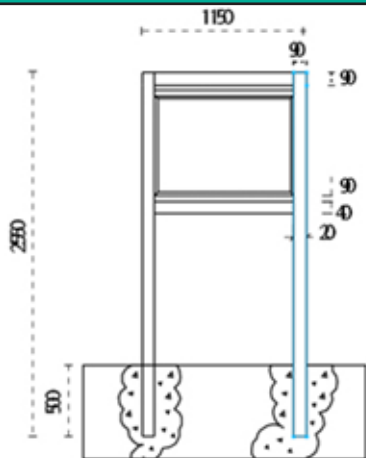
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVAS
El ejemplo grafico muestra la forma del panel informativo.		
USO		
Se implementan este para informar sobre alguna temática en particular.		
CARACTERÍSTICAS		
La altura es de 2,50 m y el panel es 1,50 x 1,00 m		

Tabla 91 – Elementos de luminaria

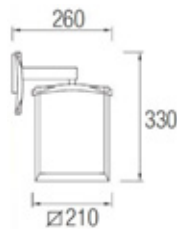
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVAS
Aplique de empotramiento en muro.		
Este tipo de luminaria se instala empotrada en el muro,		
USO		
Se implementa en fachadas para enfatizar algunos detalles		
CARACTERÍSTICAS		
Luminaria de (260mm) x (330mm).		
Colocación a min. 2,40m del nivel de piso.		
Luminarias para empotrar. Este tipo de luminaria tipo E-27 aptas para lámparas de bajo consumo de 15 W.		
USO		
Su uso es recomendado para proyectos urbanos como plazas, parques y redes peatonales.		
CARACTERÍSTICAS		
Luminaria de 15w		

Tabla 92 - Luminarias

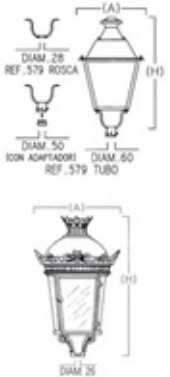
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVAS
Luminaria tipo FAROL. Luminaria de diseño patrimonial e histórico, se implementa en fachadas como apliques o pueden colgarse a través de soportes. USO Se implementan de manera ornamental en áreas patrimoniales, para enfatizar fachadas, monumentos. CARACTERÍSTICAS Luminaria de 0,20 m x 0,30 m. Colocación a min. 2,40 m del nivel de piso.		
		

Tabla 93 - Luminaria de piso

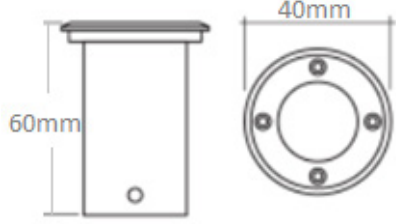
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVAS
Luminaria peatonal de piso. Este tipo de luminaria se implementa a nivel de piso, dispuestas de acuerdo al diseño y cálculo luminotécnico, consiste en un elemento cilíndrico cerrado Se implementa para la delimitación de senderos, enfatización de elementos urbanos (bustos, esculturas). Visibilidad de trayectos nocturnos, ornamentación. Profundidad 0,060 m. Diámetro 0,040 m.		

Tabla 94 - Luminaria sumergible

DESCRIPCIÓN	PERSPECTIVAS	
Luminaria peatonal de piso. Este tipo de luminaria sumergible RGB led para uso debajo del agua, dispuestas de acuerdo al diseño y cálculo luminotécnico.		
USO		
Su uso es recomendado para proyectos urbanos como plazas, parques donde exista diseño de fuentes de agua.		
CARACTERÍSTICAS		
Luminaria led		
		

Tabla 95 - Iluminación tipo esfera

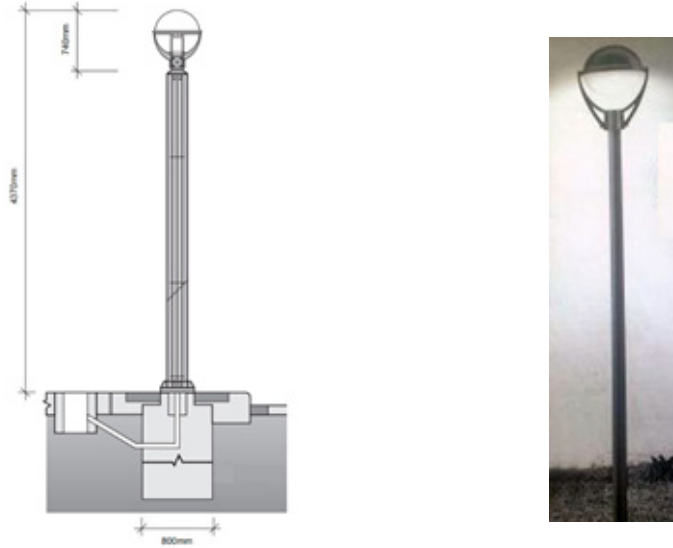
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN		
1 luminaria tipo esfera de policarbonato simple o traslucido. 2 Estructura de soporte, angular de acero. 3 Base de anclaje de hormigón.			
USO			
Se instalan en paseos peatonales, aceras.			
CARACTERÍSTICAS			
Alto 4,00 m. Altura de la luminaria 0,74 m. Ancho 0,37 m. Dado de hormigón de base 0,70*0.60*0.60 m.			
			

Tabla 96 - Luminaria vial - peatonal

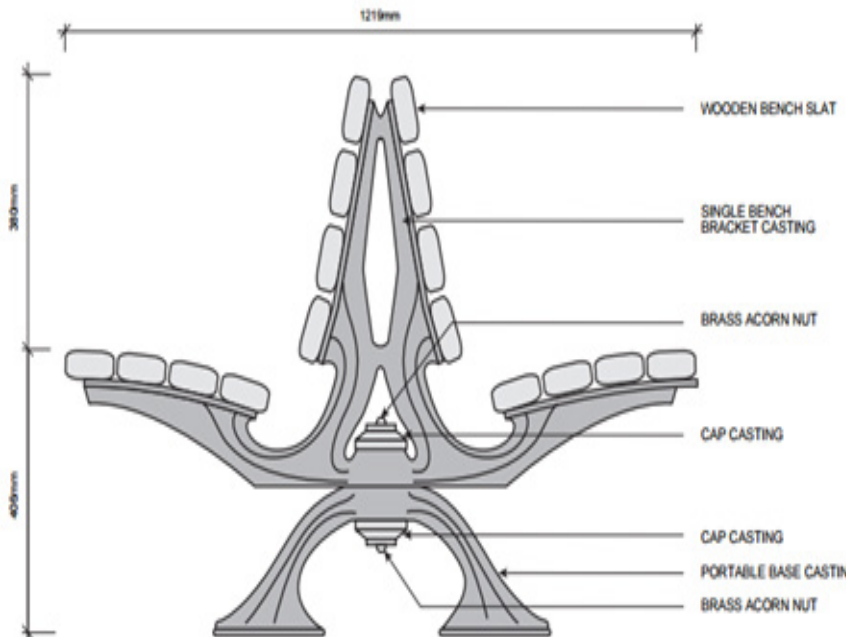
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN
1 Luminaria vial. 2 Banner opcional. 3 Luminaria Peatonal (opcional). 4. Poste de acero galvanizado de sección circular. 5. Señalética empotrada opcional.	
USO	
Se instalan en paseos peatonales, aceras.	
CARACTERÍSTICAS	
Alto 4,37 m. Altura de la luminaria peatonal 4,85m. Altura de luminaria Ancho 0,30 m. Dado de hormigón de base 0,80m.	

8.3.4 ELEMENTOS DE CONFORTABILIDAD

Tabla 97 - Banca tipo A

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA
La banca de diseño estándar con estructura metálica de dos piezas unida a través de una tuerca. El respaldo y asiento están fabricados con tablillas de madera.	
USO	
Se instalan en aceras con bandas de equipamiento a partir de 0,80 m. Evaluando el circuito peatonal deben instalarse mínimamente con un espaciamiento de 25,00 m. Dependiendo del espacio disponible se pueden disponer en ambos sentidos.	
CARACTERÍSTICAS	
Alto con respaldo 0,78 m. Alto 0,80 m. Ancho 0,78 m. Longitud varía en función a requerimiento a partir de 1,20m.	

Tabla 98 - Banca peatonal

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA
Banca doble de diseño estándar con estructura metálica de dos piezas unida a través de una tuerca. El espaldar y asiento están fabricados con tablillas de madera.	
USO	
Se instalan en aceras con bandas de equipamiento a partir de 0,80 m. Evaluando el circuito peatonal deben instalarse mínimamente con un espaciamiento de 25,00 m. Dependiendo del espacio disponible.	
CARACTERÍSTICAS	
Alto con espaldar 0,78 m. Alto 0,80 m. Ancho 1,22 m. Longitud varía en función a requerimiento a partir de 1,20 m.	

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA
Banca de diseño estándar con estructura metálica. El espaldar y asiento están fabricados con tablillas de madera	 Technical drawing of a park bench. The top view shows a bench with a width of 1200mm. The side elevation view shows a bench with a height of 880mm and a seat height of 430mm. The bench has a curved backrest and a slatted seat. A note at the bottom right states: 'NOTE: BENCHES CAN BE INSTALLED BACK TO BACK'.
USO	
Se instalan en aceras con bandas de equipamiento a partir de 0,80 m. Evaluando el circuito peatonal deben instalarse mínimamente con un espaciamiento de 25,00 entre mobiliarios. Dependiendo del espacio disponible se pueden disponer en ambos sentidos.	
CARACTERÍSTICAS	
Alto con espaldar 0,78 m. Alto 0,80 m. Ancho 0,74 m. Longitud varía en función a requerimiento a partir de 1,20 m.	

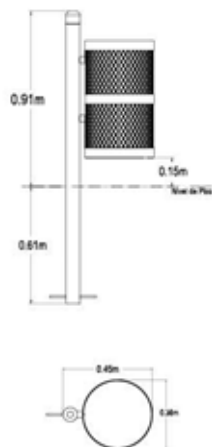
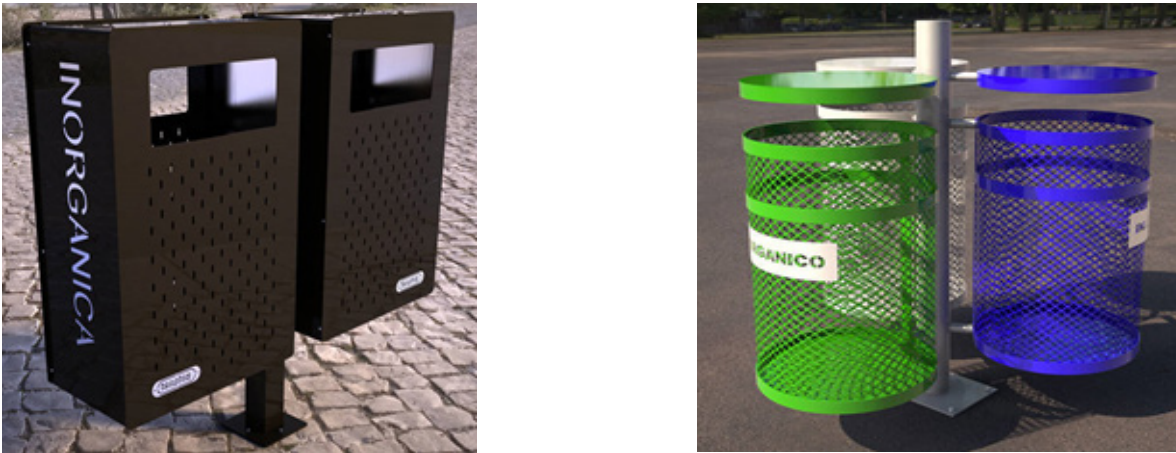
Tabla 99 - Banca tipo

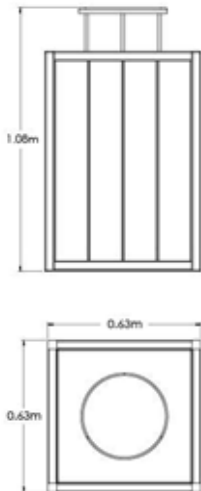
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA
Banca de diseño estándar con brazos laterales, con estructura metálica. El espaldar y asiento están fabricados con tablillas de madera.	
USO	
Se instalan en aceras con bandas de equipamiento a partir de 0,80 m. Evaluando el circuito peatonal deben instalarse mínimamente con un espaciamiento de 25,00 m. Entre mobiliarios.	
Dependiendo del espacio disponible se pueden disponer en ambos sentidos.	
CARACTERÍSTICAS	
Alto con espaldar 0,78 m. Alto 0,77 m. Ancho 0,79 m. Longitud varía en función a requerimiento a partir de 1,20 m.	

Tabla 100 - Banca de descanso

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PERSPECTIVA	
Banca de descanso empotrada para exterior; esta puede ser fabricada en cualquier material y según los requerimientos urbanos.		
USO		
Se implementan para el descanso del peatón en su recorrido.		
CARACTERÍSTICAS		
Alto 0,45m. Ancho 0,80 m. Longitud varía en función a requerimiento a partir de 1,20 m.		

Tabla 101 - Basureros

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PLANTA	PERSPECTIVA
Tipología de basurero fijo empotrado para exterior; este puede tener tapa o no. USO Se implementan a lo largo de las aceras para desechar residuos sólidos. Principalmente en áreas residenciales. CARACTERÍSTICAS Hecho en chapa perforada y tubo estructural de acero, pintura anticorrosiva, estructura de anclaje empotrado.		
		

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PLANTA	PERSPECTIVA
Basurero empotrado para exterior; posee una mayor capacidad de almacenamiento. USO Se implementan a lo largo de las aceras para desechar residuos sólidos. Principalmente en áreas residenciales. CARACTERÍSTICAS Hecho en chapa y tubo estructural de acero, Pintura anticorrosiva, empotrado.		
		

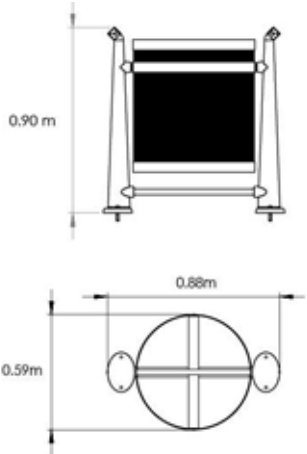
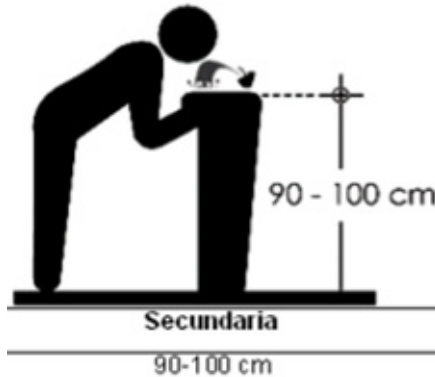
DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN Y PLANTA	PERSPECTIVA
La forma del basurero empotrado para exterior; posee una mayor capacidad de almacenamiento y estructura de soporte en ambos extremos.		
USO		
Se implementan a lo largo de las aceras para desechar residuos sólidos. Principalmente en áreas residenciales.		
CARACTERÍSTICAS		
Hecho en chapa perforada y tubo estructural de hierro, anticorrosiva, empotrado.		
		

Tabla 102 - Bebedero

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVA
Bebedero de agua potable empotrado para exterior; puede ser fabricado en cualquier material y según los requerimientos urbanos. USO Artefacto implementado para el suministro de agua constante, por medio de un botón o palanca CARACTERÍSTICAS La altura varía entre 0,90 a 1,00 m		
		

DESCRIPCIÓN	ELEVACIÓN	PERSPECTIVA
Bebedero de agua potable empotrado para exterior; puede ser fabricado en cualquier material y según los requerimientos urbanos. USO Este artefacto es implementado para el suministro de agua constante para personas con discapacidad y niños, por medio de un botón o palanca CARACTERÍSTICAS La altura varía entre 0,70 a 0,75 m		
		

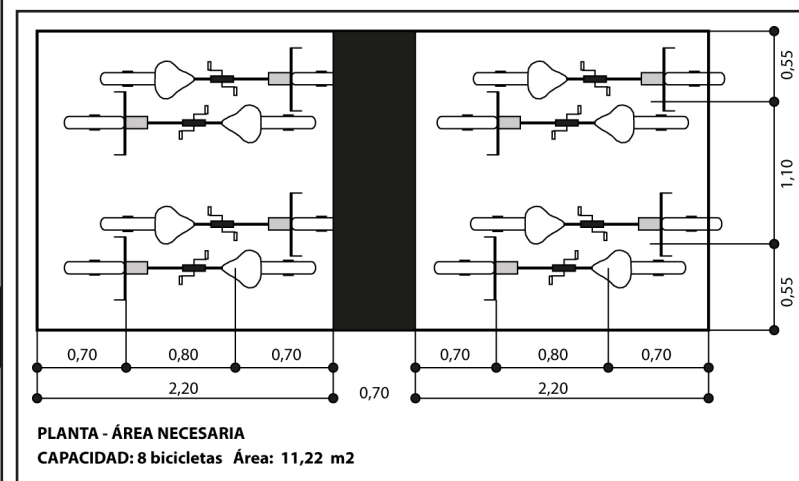
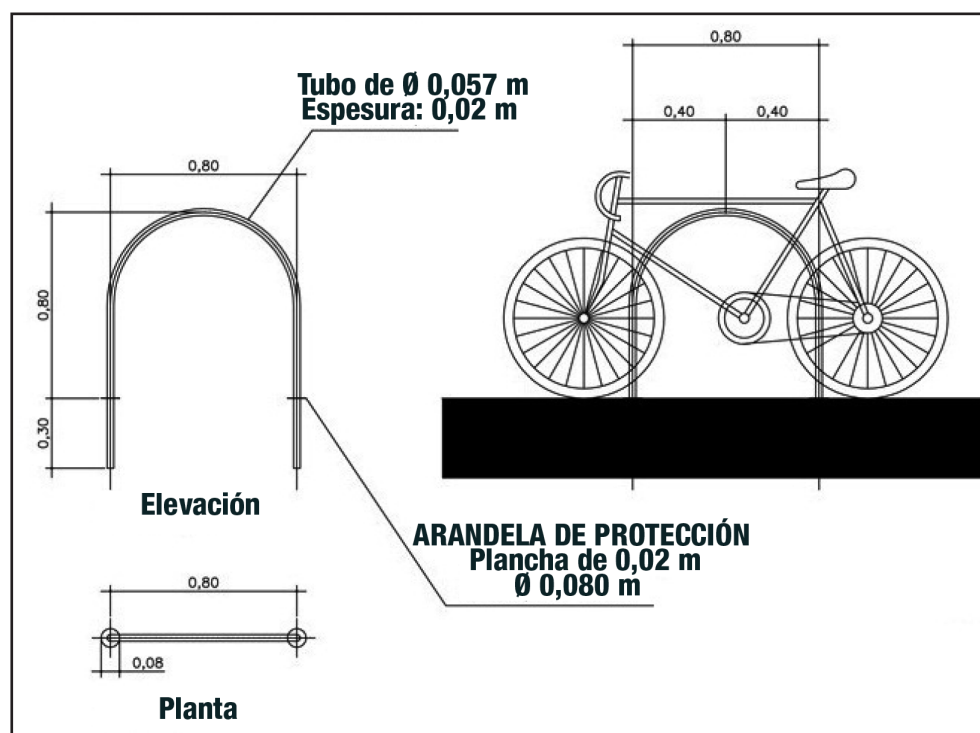
8.3.5 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA LAS VÍAS CICLÍSTICAS

BIOPARQUEOS PARA BICICLETAS

Deben ser contemplados como espacios seguros, ubicados especialmente en lugares donde se promueva la integración física modal, terminales, estaciones y puntos de parada del

transporte público, donde las personas puedan optar por realizar el primer y el último desplazamiento en bicicleta, es recomendable que estos estacionamientos funcionen por lo menos en el mismo horario que el sistema de transporte público, y que posean vigilancia para aumentar la seguridad.

Ilustración 150 - Biciparqueo

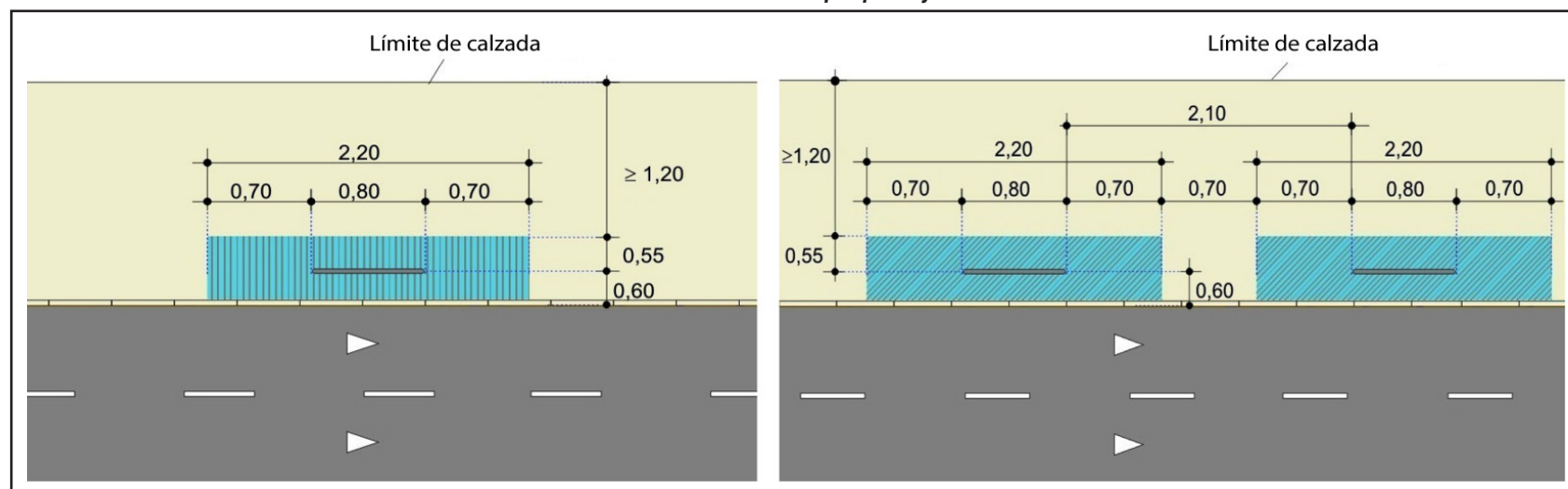


FUENTE: COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - 2015

Los tubos deberán ser de acero galvanizado con un revestimiento de pintura galvanizada. Con relación a su ubicación, estos deben ser colocados en lugares que no obstruyan la circulación de peatones o generen un peligro o impedimento en la locomoción de personas con deficiencia y movilidad reducida. No obstruir el acceso de los pasos peatonales, vados y escaleras especialmente aquellas de emergencia. No ubicarse al frente de los accesos a parqueos privados de los predios.

El área de influencia de un biciparqueos se instale de manera paralela al cordón de la acera, éste debe considerar las maniobras en un área destinada a estacionar bicicletas en ambos lados, y deberá garantizar la distancia de 0,60 m del límite entre el bordillo de la acera y los 2,10 m de distancia de la circulación de la misma.

Ilustración 151 - Ubicación de los biciparqueos y el área de influencia



FUENTE: COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - 2015

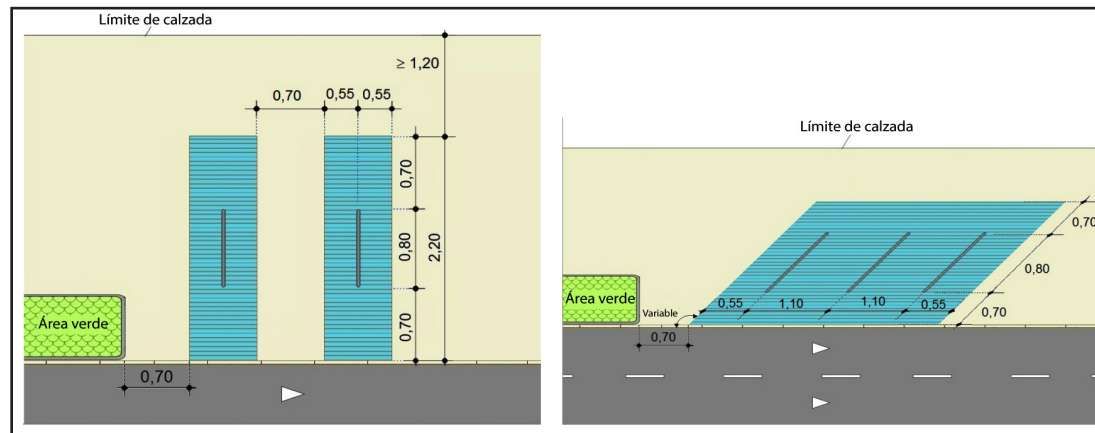
Excepcionalmente, se puede prever que el biciparqueos pueda ser sólo para una fila de bicicletas, en ese caso el mismo podrá ubicarse a 0,25 m del bordillo, cuando la instalación es ubicada próxima a un área verde, este deberá conservar la distancia lateral del 0,25 m y una distancia de 1,40 m cuando esté ubicado en la parte frontal. En el caso de que éste sea

ubicado próximo a un paso peatonal, desprovisto de la línea de detención, el mismo deberá mantener una distancia mínima de 2,70 m del citado paso a nivel.

Cuando este se instale de manera perpendicular al bordillo de la acera, sobre la calzada, en la misma acera, o en el área destinada a cajones de estacionamiento vehicular, deberá preservar una distancia de 1,80 m entre los elementos mobiliarios.

Cuando este se lo instalara de forma inclinada con relación al bordillo de la acera, este deberá seguir las distancias establecidas en la Ilustración 154b.

Ilustración 154 - Biciparqueo instalado perpendicular y diagonal al bordillo de la acera



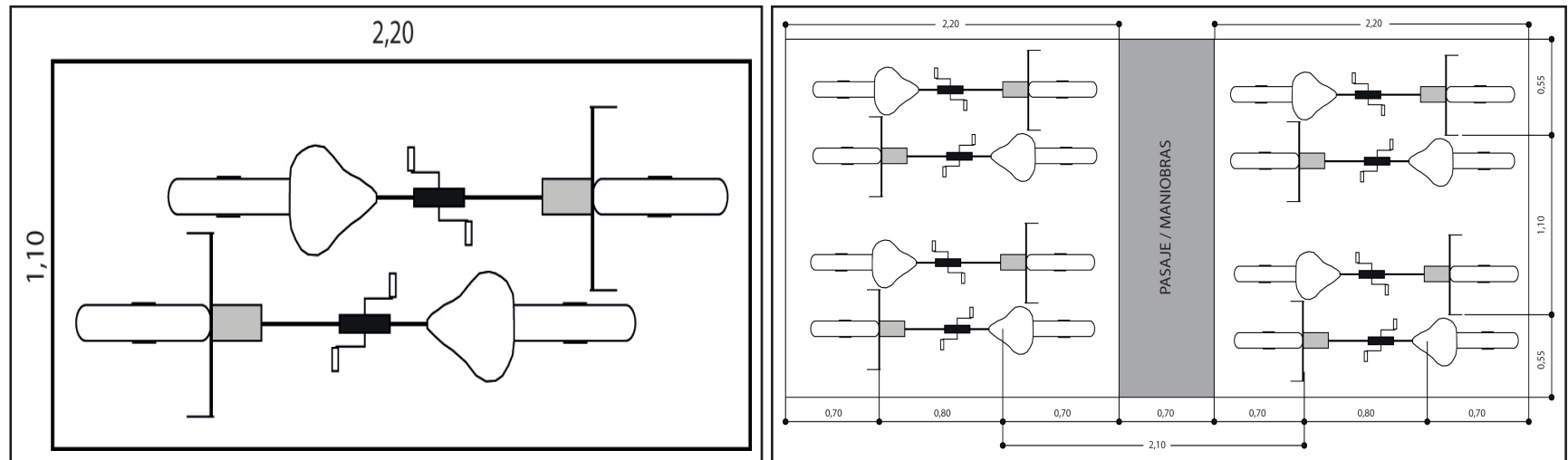
FUENTE: COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - 2015

CRITERIOS DEL PROYECTO

Para poder aprovechar mejor el espacio, se considera instalar las bicicletas paralelas pero desalineadas, en este caso el espacio de ocupación deberá considerar las dimensiones de la bicicleta (0,45 x 1,75 m) y el espacio de maniobras, obteniendo un área de 1,10 m x 2,20 m

En caso de alinearlos en serie se debe preservar un espacio de 0,70 m para pase y maniobras, resultando una distancia entre bici parqueos de 2,10 m, pudiendo ser instalado de diferentes formas preservando las dimensiones mínimas citadas.

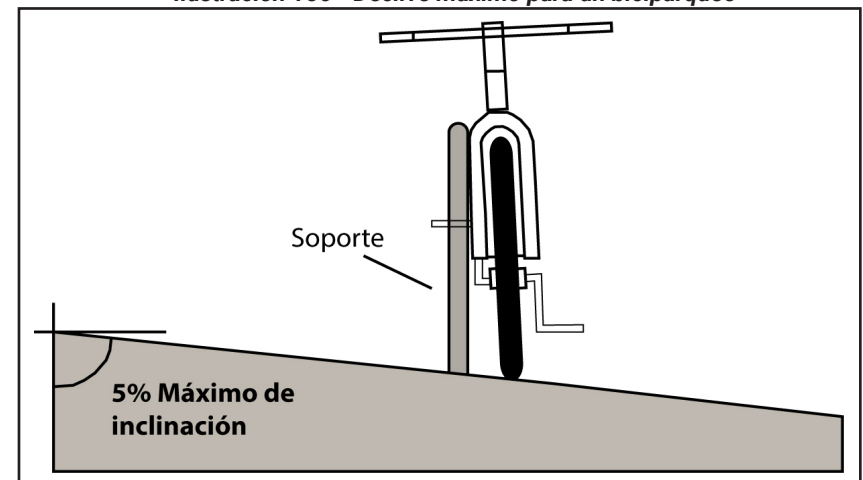
Ilustración 155 - Biciparqueos ubicados en distinta alineación



FUENTE: COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - 2015

Los biciparqueos no deben ser instalados en pisos lisos o deslizables, se recomienda la instalación en pisos de concreto asfalto o cerámica antiderrapante. El pavimento debe ser plano sin salientes o cavidades, se admite un desnivel de hasta un 5% en el sentido transversal.

Ilustración 156 - Declive máximo para un biciparqueo



FUENTE: COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO - 2015

8.3.6 PARKLETS PARQUES DE BOLSILLO Y URBANISMO TÁCTICO

Denominados como plazas de calle temporales, que sirven como una manera de prueba para la aceptación o no de peatonalización de alguna vía al interior de un barrio. Son pequeños espacios públicos que otorgan la oportunidad a las comunidades y barrios de contar con la democratización del derecho de uso del espacio público.

Los parklets proponen que parte de la vía próxima a una acera se convierta en un espacio público de uso para las personas, estos parques de áreas reducidas, proveen amenidad como un espacio para el descanso, para colocar biciparqueos o espacios de descanso. Mientras se encuentran mantenidos por negocios locales, los residentes, de acceso público. Estos reflejan la diversidad y la creatividad de las personas y las organizaciones que los promueven y diseñan.

También pueden reflejar el compromiso de la ciudad por fomentar la movilidad activa (pedalear y caminar) para fortalecer las comunidades, generalmente son ubicados en los centros de las ciudades, en zonas comerciales, propuestos por la ciudadanía, aprobados por los gobiernos locales o autoridades de planificación, desarrollo y financiados por negocios contiguos a estos (u otros privados).

Ilustración 157 - Diseño de parklets

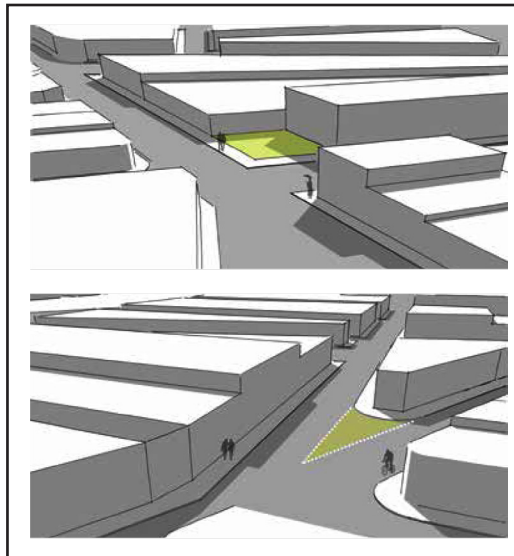


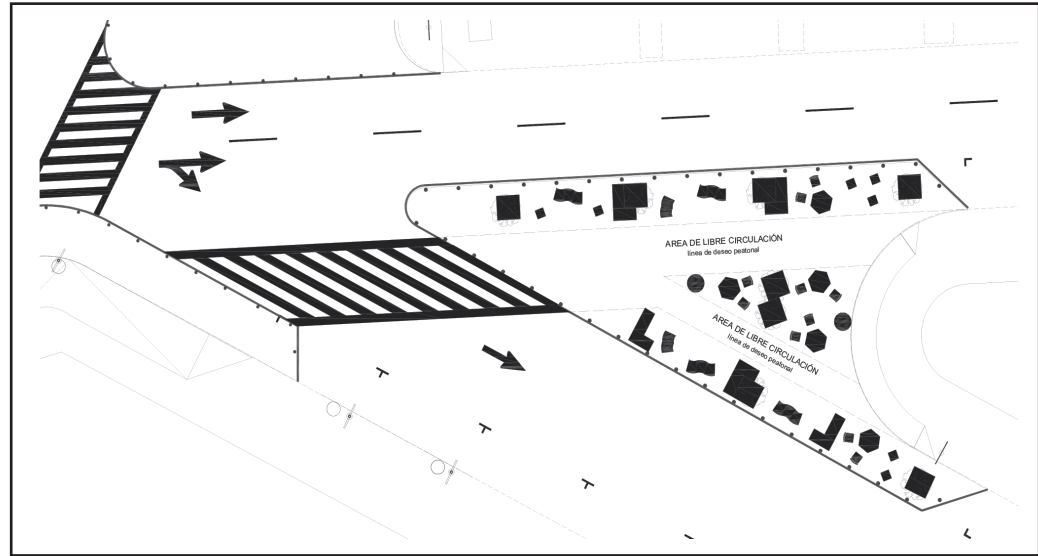
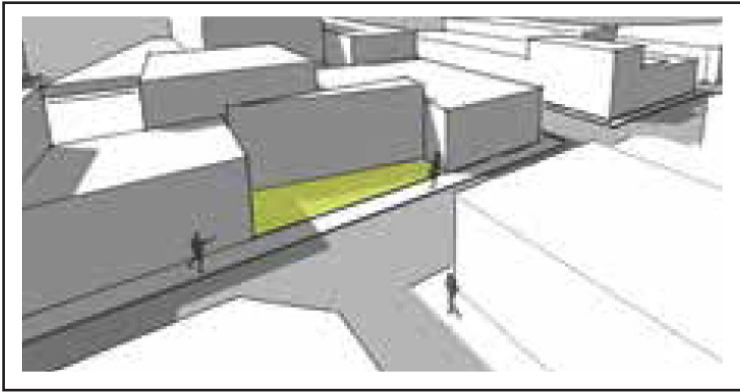
FUENTE: SAN FRANCISCO PARKLET MANUAL V.2.-2015

Los Parques de Bolsillo son pequeños parques accesibles al público en general, localizados frecuentemente en lotes vacíos abandonados o en pequeños terrenos irregulares remanentes como esquinas en la vía, o espacios abandonados, subutilizados, convertidos en espacios para la recreación constituyen acciones realizadas en corto tiempo, de carácter temporal y de bajo costo, pero con un impacto altamente perceptible.

Tienen como objetivo mejorar la calidad de vida y la imagen urbana, a una escala pequeña pero muy visible de los barrios en los que se emplazan, mediante la recuperación física de los espacios y la generación de actividades que promuevan la convivencia social y la conformación de vida comunitaria.

Ilustración 158 - Parques de bolsillo





FUENTE: LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PARQUES PÚBLICOS DE BOLSILLO - 2016

ANEXO 1

ORIGEN/DESTINO	1. Casco Urbano Central -San Jorge	2. Miraflores	3. Sopocachi	4. Llojeta -Pasankeri	5. Tacagua - Alto villa Nueva Potosí	6. San Pedro	7. Chamoco Chico-Gran Poder	8. El Tejar - Munaypata	9. Mariscal Santa Cruz - Unión Alianza	10. Pura Pura - San Martín	11. Agua de la Vida - Plan Autopista	12. Villa Pabón - Las Delicias	13. Villa Fatima - Calajahuira	14. Villa Copacabana - Pacasa	15. San Antonio - Escobar Uria	16. Pampahasi - Villa Salomé	17. Kupini - Cuarto Centenario	18. Irpavi I - Achumani	19. Calacoto - Ovejuyo	20. Aranjuez - Mallasa	21. Obrajes - Bajo Següencoma	Total
1. Casco Urbano Central -San Jorge	12212	858	1431	92	323	4293	1731	154	235	72	5103	274	244	93	89	197	0	159	19	2	0	27581
2. Miraflores	988	7867	54	0	0	0	157	0	22	0	248	782	446	58	789	58	29	0	0	0	0	11497
3. Sopocachi	1742	206	3670	486	66	756	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	0	72	7085
4. Llojeta –Pasankeri	269	0	364	5286	1474	491	360	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	137	8416
5. Tacagua - Alto Villa Nueva Potosí	910	0	264	1504	6498	683	1430	381	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11669
6. San Pedro	5751	0	568	507	389	7848	1659	87	80	0	258	0	88	0	102	0	20	0	0	3	41	17399
7. Chamoco Chico-Gran Poder	3166	71	0	261	1022	2244	13985	3458	187	106	0	0	75	20	0	0	0	0	0	0	0	24595
8. El Tejar – Munaypata	320	0	0	0	381	56	3451	5291	1474	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11174
9. Mcal Santa Cruz - Unión Alianza	210	0	0	100	31	0	275	1229	15795	315	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	18063
10. Pura Pura - San Martín	217	0	0	0	0	0	106	145	178	5572	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6351
11. Agua de la Vida - Plan Auto-pista	6755	261	0	0	0	517	0	44	59	122	19538	207	275	0	0	0	0	0	0	0	0	27778
12. Villa Pabón - Las Delicias	299	875	0	0	0	41	0	0	0	0	389	6382	3108	47	0	0	0	0	0	0	0	11141
13. Villa Fatima – Calajahuira	88	433	237	0	0	0	75	0	0	0	278	2675	9986	373	26	0	0	0	0	0	0	14170
14. Villa Copacabana – Pacasa	89	112	0	0	0	0	47	0	0	0	0	20	431	2143	1177	356	27	0	0	0	27	4431
15. San Antonio - Escobar Uria	89	1122	0	0	0	76	0	0	0	0	0	0	0	715	6397	110	208	0	26	0	0	8743
16. Pampahasi - Villa Salomé	224	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	329	136	6757	220	0	0	0	0	7723
17. Kupini - Cuarto Centenario	91	59	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	27	182	220	8162	58	0	0	111	8930
18. Irpavi I – Achumani	79	0	0	14	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4706	167	0	251	5273
19. Calacoto – Ovejuyo	106	39	0	0	0	20	0	0	0	0	17	0	62	0	26	0	0	164	8997	16	139	9585
20. Aranjuez – Mallasa	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	845	12	879
21. Obrajes - Bajo Següencoma	8	31	68	40	0	22	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	122	194	356	12	5.917	6.797
Total	33.612	11.991	6.656	8.288	10.185	17.129	23.276	10.788	18.050	6.388	26.041	10.339	14.804	3.832	8.924	7.698	8.789	5.295	9.580	877	6.738	249.280

BIBLIOGRAFÍA

- CERVERO, R. **The Transit Metropolis: A Global Inquiry**. Island Press, Washington DC. 1998
- CET. **MANUAL PARA INSTALAÇÃO DE PARACICLOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**. SP- Brasil. 2015
- CICLOCIUDADES, ITDP. **TOMO I - LA MOVILIDAD Y LA BICICLETA COMO POLÍTICA PÚBLICA**. México. 2011
- CICLOCIUDADES, ITDP. **TOMO II – PROGRAMA DE MOVILIDAD EN BICICLETA**. México. 2011
- CICLOCIUDADES, ITDP. **TOMO III – RED DE MOVILIDAD EN LA BICICLETA**. México. 2011
- CICLOCIUDADES, ITDP. **TOMO IV - INFRAESTRUCTURA**. México. 2011
- CICLOCIUDADES, ITDP. **TOMO V - INTERMODALIDAD**. México. 2011
- CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO, INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. **Guía para el Diseño de - Vías Urbanas para Bogotá**. 2011.
- CROW. **Urban design and traffic** La Haya. 2006
- DEPARTMENT OF CITY PLANNING NEW YORK. **Active Design: Shaping the Sidewalk Experience**. New York. NY 2013
- EMBARQ BRASIL. **Projects and programs. Manual to encourage Cycling in Communities**. Brasil. 2014.
- EMBARQ BRASIL. **Impactos da redução dos limites de velocidade em áreas urbanas**. Brasil. 2015.
- FIA FOUNDATION FOR THE AUTOMOBILE AND SOCIETY. **Share the Road: Design Guidelines for Non Motorised Transport in Africa**, Publishing Services Section UNION. 2004
- FUNDACIÓN ONCE, **Manual de Vados y Pasos Peatonales**. Madrid – España. 2000
- FUNDACIÓN RACC AUTOMÓVIL CLUB. **Criterios de movilidad en zonas peatonales**. 2008
- INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. **Manual de diseño geométrico de vías urbanas**, Lima-Perú, Edición 2004.VCHI S.A.
- HCM. **Highway Capacity Manual:Transportation Research Board**.Washington D.C. 2010
- ITDP. **Espacio Vial Requerido por Modo de Transporte**. 2010.
- ITDP. **Guía de diseño de calles e intersecciones para las ciudades de Buenos Aires**. 2016.
- ITDP. **Guía de planejamento cicloinclusivo**. Brasil. 2017.
- ITDP-GEHL ARCHITECTS. **Our cities Ourselves: 10 Principles for Transport in Urban Life**. 2010
- MAGALHÃES, M. T. Q.; YAMASHITA, Y. **Repensando o Planejamento**. CETFRU, n. 4, p. 33, 2009.
- MINISTERIO DAS CIDADES. **Caderno de Referência Para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília. BR. 2015
- NACTO. **Urban Street Design Guide**. New York. NY. 2012
- NACTO, GLOBAL DESIGN CITIES INITIATIVE. **Global Street Design Guide**. New York. NY. 2016
- OPS/OMS, **Accidentes de tránsito en Bolivia. Situación en el último quinquenio**. 2004. Ministerio de Salud y Deportes; Policía Nacional; Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud.
- OFFICE OF TRANSPORTATION. **The Portland Pedestrian Design Guide**. Oregon – Canada. 1998.

- SAN FRANCISCO PLANNING DEPARTMENT. **San Francisco Parklet Manual**. San Francisco. CA.2015
- SEDUVI. **Lineamientos para el diseño e implementación de Parques de Bolsillo**. México. 2015
- SOARES, F. D. P. **Proposta Metodológica de Compreensão da Problemática das Relações Entre Uso de Solo e Transportes no Planejamento Urbano Integrado**. Universidade Federal do Ceará, 2014.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE, EMBARQ. **O desenho de cidades seguras**. Brasil. 2015.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE, EMBARQ. **Oito princípios da calçada**. Brasil. 2017.