

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO



***EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD PEATONAL HACIA LAS
PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO. CASO: LA PAZ, BAJA
CALIFORNIA SUR***

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

PRESENTA
ZAIDA JAZMIN CERVANTES MONTOYA

DIRECTOR DE TESIS:
DR. COSME RENE ARREOLA VALLE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO



EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD PEATONAL HACIA LAS PARADAS DE TRANSPORTE PÚBLICO. CASO: LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

PRESENTA
ZAIDA JAZMIN CERVANTES MONTOYA

Correo electrónico UABC: zaida.cervantes@uabc.edu.mx
Correo personal: zaida.jcervantes@gmail.com

Director de tesis: Dr. Cosme Rene Arreola Valle
Identificador ORCID: 0000-0002-5448-3621

Co-Director de tesis: M. Urb. Alonso Hernández Guitrón
Identificador ORCID: 0000-0002-8450-4841

Co-Directora de tesis: Dra. María de los Ángeles Santos Gómez
Identificador ORCID: 0000-0002-2859-8572

Asesor externo: Dr. Elías Páez Frías

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en esta u otra institución de educación superior. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.

La Paz, Baja California Sur a 28 de noviembre del 2022



ZAIDA JAZMÍN CERVANTES MONTOYA

Nombre y firma del estudiante

Dedico con cariño mi tesis a mi padre Jorge Luis Cervantes Ojeda y a mi madre Lourdes Montoya Gámez, quienes me han guiado a lo largo de mi vida para llegar a culminar tan importante proceso. Su paciencia, sus consejos para motivarme y principalmente su compañía fueron mi pilar para poder cumplir mis sueños. Por ello les doy mi trabajo en ofrenda por el cariño y el apoyo, los amo con todo mi corazón.

Al Dr. Cosme Rene Arreola Valle y a mi equipo de tutores, por su apoyo, asesoramiento y por el aporte de sus ideas para la realización de este trabajo. También me gustaría dar las gracias a mis compañeras, ya que sin su apoyo en clases no habría sido capaz de llevar a cabo este análisis.

Al Arq. Marco Antonio Domínguez Valles, por despertar en mí este interés y pasión por el urbanismo.

Al IMPLAN de La Paz, por brindar tan amablemente la información con la cual se llevó a cabo la investigación.

Finalmente agradecer a CONACYT, por el apoyo económico recibido en el transcurso de mi maestría para la elaboración de esta investigación.

Resumen

Esta investigación evalúa la accesibilidad peatonal hacia las paradas de transporte público. Esta evaluación se realizó a través de indicadores que representen la interacción de los peatones con el entorno urbano de las paradas, aplicado en un caso de estudio en concreto, que son las paradas con mayor índice de ascensos y descensos dentro del sistema de transporte de la ciudad de La Paz, Baja California Sur. El estudio y evaluación de la componente peatonal del tránsito, es pertinente en los entornos urbanos de las paradas de transporte pues supone un nuevo planteamiento sobre los factores que intervienen en el transporte público más allá de las rutas y las unidades de transporte, para la mejora de la movilidad y su integración urbana.

Palabras clave: paradas, accesibilidad peatonal, entorno urbano, transporte público.

Abstract

This research evaluates the pedestrian accessibility to public transport stops. This evaluation has been made through indicators that represent the interaction of pedestrians with the urban environment of the stops, applied in a specific case study, which are the stops with the highest rate of ascents and descents within the transport system of the city of La Paz, Baja California Sur. The study and evaluation of the pedestrian component of traffic is relevant in the urban environments of transport stops, since it supposes a new approach to the factors that intervene in public transport beyond the routes and transport units, for the improvement of mobility and its urban integration.

Keywords: Bus-stops, pedestrian accessibility, urban environment, public transport.

Índice

Introducción	1
Planteamiento del problema.....	1
Objetivos de la investigación	3
Pregunta de investigación	3
Hipótesis	3
Justificación	4
Capítulo I. Movilidad urbana, desplazamientos y accesibilidad	6
1.1. Movilidad peatonal y entornos peatonales	8
1.2. El transporte público y sus características	10
1.3. Paradas de transporte público urbano	13
1.3.1. Ubicación de las paradas.....	14
1.3.2. Espaciamiento entre paradas.....	16
1.3.3. Diseño de la parada.....	17
1.4. Accesibilidad peatonal	19
1.5. Accesibilidad peatonal en el entorno urbano de las paradas de transporte	22
Capítulo II. Teorías, caminabilidad y transporte	24
2.1. Teoría de la Red Urbana	25
2.2. La teoría general de caminabilidad	26
2.3. Desarrollo orientado al transporte (DOT).....	27

2.4. Resumen de elementos teóricos	29
Capítulo III.....	31
3.1. Marco metodológico	31
3.1.1. Enfoques de la accesibilidad peatonal	32
3.2. Diseño metodológico	37
3.2.1. Variables empleadas para la determinación de la accesibilidad.....	37
3.2.2. Accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público	40
Capítulo IV	43
4.1. Caso de estudio	43
4.1.1. La Paz, Baja California Sur	43
4.1.2. La política pública de La Paz, B.C.S.....	46
4.1.3. Movilidad y transporte público de la ciudad de La Paz, B.C.S.....	48
Capítulo V.....	50
5.1. Método	50
5.1.1. Calidad ambiental	52
5.1.2. Densidad	53
5.1.3. Proximidad.....	54
5.1.4. Confort	55
5.1.5. Entropía.....	56
5.1.6. Seguridad vial	57

5.2. Resumen.....	58
Capítulo VI. Accesibilidad peatonal de las paradas de La Paz B.C.S.....	59
6.1. Resultados.....	59
6.1.2. Calidad ambiental	60
6.1.3. Densidad	62
6.1.4. Proximidad.....	63
6.1.5. Confort	65
6.1.6. Entropía.....	66
6.1.7. Seguridad vial	68
6.2. Accesibilidad peatonal.....	69
Conclusión	71
Anexos	76
Referencias	80

Contenido figuras

Figura 1. Paradas de autobús	16
Figura 2. Diseño de paradas.....	18
Figura 3. Mapa topográfico La Paz, B.C.S.....	34
Figura 4. Métodos seleccionados para la evaluación de la accesibilidad peatonal y sus factores condicionantes.....	36

Figura 5. Área de influencia	41
Figura 6. La Paz, B.C.S. como ciudad dispersa y policéntrica.....	44
Figura 7. Rutas de transporte de la Cd. de La Paz	49
Figura 8. Metodología para la medición de la accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público	50
Figura 9. Mapa de paradas seleccionadas para evaluación de accesibilidad peatonal.	60
Figura 10. Mapa subíndice de calidad ambiental de las paradas de transporte (S ₁).	61
Figura 11. Mapa subíndice densidad de las paradas de transporte (S ₂).	63
Figura 12. Mapa subíndice de proximidad de las paradas de transporte (S ₃).	64
Figura 13. Mapa subíndice confort de las paradas de transporte (S ₄).	66
Figura 14. Mapa subíndice entropía de las paradas de transporte (S ₅).	68
Figura 15. Mapa subíndice seguridad vial de las paradas de transporte (S ₆).	69
Figura 16. Mapa de índice de accesibilidad peatonal de las paradas de transporte.	70

Contenido tablas

Tabla 1. Referencias seleccionadas para la evaluación de la accesibilidad peatonal.	22
Tabla 2. Factores para accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público	23
Tabla 4. Factores para accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público.	39
Tabla 3. Análisis de instrumentos disponibles en las leyes de La Paz, B.C.S.	47

Introducción

El análisis del sistema de transporte público a menudo se enfatiza desde el punto de vista de la red de transporte haciendo una comparativa frente al automóvil, dejando de lado los modos de transporte no motorizado, tal es el caso de la ciudad de La Paz en donde los actuales instrumentos de planeación no consideran al peatón como el origen del sistema de transporte, por lo cual existe poca o nula información sobre las necesidades del peatón, lo que ha provocado la concepción del transporte y peatón como elementos individuales. La parada de transporte público cobra valor al ser esta el punto de encuentro entre el transporte público y los modos de desplazamiento no motorizados, es el componente que incita la intermodalidad.

En el contexto descrito, esta tesis contribuye a la generación de información acerca de la accesibilidad peatonal que existe en las paradas de transporte público de la ciudad de La Paz, con el fin de inferir en la importancia del vínculo entre el peatón y el transporte público, conceptualizando a la parada como el espacio encuentro entre estos dos elementos. En específico, la tesis aporta una adaptación metodológica que, mediante un análisis de micro datos, el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), y paquetes estadísticos, determina la caminabilidad de los espacios que rodean a las paradas.

Planteamiento del problema

Las ciudades actuales han tenido una expansión territorial donde el transporte particular suele ser el eje rector en la planificación de rutas. Ante esto, distintas voces de especialistas sugieren que se tome en cuenta las ventajas del transporte público, para servicio de los habitantes que no poseen automóvil, por lo que se está intentando beneficiar las rutas públicas

que permitan desplazamientos masivos con menor gasto y carga ambiental a las ciudades. En este afán, la planificación de los sistemas terrestres urbanos define las líneas para los vehículos, camiones y ciclistas. Sin embargo, en lo referente a la construcción de las rutas de transporte público se deja de lado las rutas peatonales hacia los paraderos.

La ciudad de La Paz ha experimentado un crecimiento territorial carente de planificación en temas de movilidad urbana, siguiendo una trayectoria de expansión dependiente del uso del automóvil, lo que ha generado problemas en el sistema de movilidad y transporte de la ciudad, el cual está rebasado en su capacidad de funcionamiento, como consecuencia el servicio que actualmente se ofrece en la ciudad es deficiente e inseguro para los transportistas, usuarios de transporte y la población en general (Instituto Municipal de Planeación de La Paz B.C.S., 2014).

Los elementos que conforman el sistema de transporte público de la ciudad carecen de mantenimiento, control y supervisión, lo que resulta en tiempos de viaje prolongados, además de problemas de accesibilidad en las unidades de transporte y las paradas. Por ello surge la necesidad de nuevas investigaciones y metodologías que ayuden a estudiar la ciudad de forma integral, explorando especialmente las relaciones entre transporte, espacio público y desarrollo urbano (Navarro, Galilea , Hidalgo , & Hurtubia, 2018).Es importante considerar el contexto urbano alrededor de las paradas y sus beneficios para formular mecanismos de evaluación integrada de la infraestructura del transporte y espacio público.

A partir de lo anterior, esta investigación propone realizar una adaptación metodológica que evalúe en conjunto los atributos que describen el espacio público alrededor de las paradas de transporte público.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la accesibilidad peatonal hacia las paradas de transporte público con mayor índice de ascensos y descensos de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, a través de indicadores que representen la interacción de los peatones con el entorno urbano de las paradas seleccionadas.

Objetivos específicos

- Realizar una adaptación metodológica que permita medir la accesibilidad peatonal de las paradas de transporte público.
- Evaluar la accesibilidad peatonal de las paradas de transporte público.
- Definir la muestra de paradas de transporte público que serán estudiadas.
- Medir la calidad peatonal de las paradas de transporte público utilizando software de Sistema de Información Geográfica.
- Interpretar la calidad de los entornos urbanos de las paradas de transporte.
- Realizar recomendaciones de lineamientos de movilidad peatonal enfocadas a las paradas de transporte.

Pregunta de investigación

¿Qué características de los entornos caminables de las paradas de transporte público afectan la accesibilidad peatonal?

Hipótesis

Elementos físicos y sociales en la ciudad, tales como el arbolado urbano, la disponibilidad de aceras, la densidad de población, la mezcla de usos de suelo, el confort y la seguridad vial

afectan la calidad del entorno de las paradas de transporte público e influyen directamente en la accesibilidad peatonal al sistema de transporte público.

Justificación

En la ciudad de La Paz, el 41.5% de la población hace uso del transporte público para desplazarse a sus hogares, trabajos y centros de estudio principalmente, sin embargo, según el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de La Paz, B.C.S. (PDUCP La Paz, 2018), menciona que, entre las actuales problemáticas con las que cuenta el sistema de transporte público en la ciudad, generan que se preste un servicio poco funcional para la población.

La actual situación de la ciudad en donde el sistema de transporte público es ineficiente y no cumple con las necesidades de la población, se vuelve imprescindible la creación de estrategias enfocadas en el mejoramiento de distintas partes enfocadas al beneficio del usuario. De tal manera que, por medio de una correcta planificación y ordenación del transporte público, se asegure la accesibilidad, seguridad y se mejore la calidad del servicio en general.

La necesidad de profundizar en el análisis de los entornos urbanos y su relación con la movilidad peatonal da lugar a la necesidad de una planificación cuyo principal actor sea el peatón, con estrategias que promuevan la accesibilidad peatonal. Existen diversos factores que influyen al determinar la metodología para cuantificar la accesibilidad, esta estará en función de los diferentes objetivos que se establezcan para cada caso específico, dentro de disciplinas tales como la planificación urbana, la geografía, la economía, la ingeniería de

transporte, etc. (Steiniger, Fuentes, Villegas, Rojas, & Poorazizi, 2017), así como los trayectos hacia los primeros puntos de espera, ascenso y descenso.

Las paradas de autobús son los elementos del sistema del transporte urbano menos considerados dentro de los instrumentos de planeación de la ciudad de La Paz, a pesar de ser el punto de encuentro entre el peatón y la unidad de transporte que resguarda a los usuarios de la intemperie y a la vez brinda seguridad y comodidad en la espera, la ausencia de integración de las paradas dentro del sistema ha provocado una falta de información clara acerca de las deficiencias y necesidades de las paradas en cuestión, es por ello que resulta importante el estudio del estado actual de las paradas de la ciudad para plantear objetivos específicos enfocados en la mejora de la calidad del entorno de las paradas y fomentar el uso del transporte público. Además, considerar el paradero como un espacio y mobiliario para el descanso y espera, permite que se observe las rutas conectoras peatonales, los caminos principales de llegada a pie.

Capítulo I. Movilidad urbana, desplazamientos y accesibilidad

La primera parte de este capítulo trata sobre los aspectos de la movilidad dentro de zonas urbanas. La segunda sobre la distinción de tipologías de desplazamiento alternativas y surgidas de acuerdo a los conceptos evolucionados desde el siglo pasado. La tercera sobre los conceptos de accesibilidad en general, con hincapié en las necesidades de movilidad personal y seguridad para los habitantes. La cuarta y última parte toca aspectos de la reglamentación en las ciudades en materia de movilidad, normas técnicas para la construcción de paraderos, modos de transbordar y espera de los usuarios.

De manera simplista, la conformación de las ciudades se puede entender como resultado de un conjunto de interacciones sociales y económicas entre seres humanos sobre un territorio; sin embargo, a partir del siglo XIX, tras la aparición de nuevos modelos de transporte motorizado, en las urbes se ha generado una expansión territorial acelerada, fenómeno que a su vez provoca un inevitable incremento de los desplazamientos y, en consecuencia, de las externalidades. El aumento en el uso del automóvil ha ocasionado una desvinculación entre los usos de suelo, expandiendo las ciudades de manera dispersa y con una baja densidad poblacional (Martner, 2016).

Este tipo de configuración ha impulsado patrones urbanos con dependencia al uso del automóvil. Esto dificulta la transformación y el desarrollo de las ciudades bajas en emisiones de carbono, con alta calidad del aire y con calidad de vida aceptable para sus habitantes. Esto también genera un problema para la prestación de bienes y servicios públicos básicos, ante los enormes costos que se requieren para cubrir las nuevas distancias, así como en un grave

problema administrativo para los gobiernos locales, por lo que se requiere plantear desarrollos urbanos que generen una movilidad eficaz, incluyente, equitativa y sustentable.

Ante esta problemática, han desarrollado teorías, modelos y enfoques que han tratado de progresar en la vinculación de los usos de suelo y los modos de transporte. En este contexto, se encuentran los manuales de desarrollo orientado al transporte (DOT) (Medina & Veloz, 2013), en los que se vinculan los desarrollos urbanos de alta densidad al transporte público con un diseño de entorno enfocado a la movilidad peatonal. Dentro de este mismo ámbito encontramos diversos autores que se han enfocado en el estudio de la movilidad peatonal y su vinculación con los sistemas de transporte urbano. En cuanto a los estudios nacionales será interesante mencionar el trabajo de Juárez y Hernández (2020) donde pretende contribuir con una nueva visión para el análisis de la movilidad urbana en México adoptando una nueva perspectiva en torno al peatón y ciclista. También encontramos estudios internacionales relativos a la movilidad peatonal donde cabe destacar los trabajos de Talavera, Valenzuela y Soria (2015; 2017; 2018) como base para el análisis de la relevancia del concepto de accesibilidad y los indicadores para su evaluación, en relación con el proceso de producción de conocimiento, planificación y toma de decisiones vinculadas al transporte público.

Esta descripción general muestra la importancia de ir más allá de la visión tradicional de la movilidad centrada únicamente en la observación de viajes y flujos vehiculares. Si bien la observación ha brindado avances en la mejora de los tiempos de viaje, los casos revisados dan muestra del aporte complementario que implica el observar otro tipo de indicadores. Esto permite incluir la accesibilidad como aspecto relevante en la política pública, al tiempo que facilita sustancialmente la mirada de la movilidad desde un paradigma de sostenibilidad.

1.1. Movilidad peatonal y entornos peatonales

La base biológica del ser humano es la misma que los animales, deben moverse para resolver necesidades esenciales, aún más, en las personas, la movilidad puede tener una carga psicológica importante: moverse y desplazarse para encontrar satisfactores. Esto ocurre en cualquier territorio, sea natural, rural o urbano. Cuando ocurre en las ciudades se denomina movilidad urbana, a lo que López (2019) define como una necesidad básica de desplazamiento de un lugar a otro, en este sentido menciona que las dinámicas de desplazamientos están directamente relacionadas al tamaño, producción y actividades que se llevan a cabo en el territorio. Juárez y Hernández (2020) al conjunto de desplazamientos cotidianos a razón de múltiples motivos, efectuados por diversas personas que modifican y transforman el territorio mediante cuestiones materiales, sociales e imaginarios. Ambas definiciones abordan el fenómeno en los deseos de viajar de la población u obligadas para la resolución de necesidades elementales, sin embargo, a lo largo de los años se aprecia cómo este concepto se ha abocado a los medios de desplazamiento motorizados debido a la morfología de las ciudades, como mencionan Obregón-Biosca y Betanzo-Quezada (2015) mientras más crece la ciudad, más induce a realizar desplazamientos de mayor longitud. Por otro lado, abordar la movilidad urbana desde los movimientos de personas y no de vehículos, permite adoptar una tendencia cualitativa que busca otros elementos a su paso, con parámetros más complejos, pero más humanos (Juárez & Hernández, 2020). Lo que significa recurrir a la esencia de la necesidad humana que es el caminar. De modo que los lugares dentro de las ciudades, barrios, vivienda y lugar de trabajo, tendrán forzosamente tramos que sean recorridos a pie.

La movilidad peatonal es la base de cualquier sistema de transporte público que incita la intermodalidad, además de ser el modo más básico que existe para desplazarse, de acuerdo con, (Talavera, Valenzuela, & Soria, 2018) son los desplazamientos a pie los que permiten al usuario llegar finalmente a su destino ya sea para acceder a su vivienda, lugar de trabajo o cualquier centralidad urbana, es el modo de desplazamiento que alimenta el resto del sistema de transporte. La relación directa que tienen los desplazamientos a pie con las actividades urbanas conforma los entornos de movilidad peatonal o entornos peatonales. El profundizar en el conocimiento de todos los factores de los entornos construidos y su relación con el peatón, representa una mejora en la calidad de la movilidad peatonal, y de esta manera lograr que el transporte y los espacios públicos sean más accesibles. (Escobar & Flórez, 2016). Los distintos sitios, zonas exteriores en espacios públicos, en interiores de predios hacia los edificios, son líneas conectoras importantes para la funcionalidad y conexión entre actividades, espacios vivenciales para el ciudadano, que garantizan la conectividad, incluso, los puntos de abordaje en estacionamientos y paraderos de camión hacia las estancias más prolongadas, como el trabajo, escuela y vivienda. Estos tramos representan el espacio vital, que resuelve la actividad de caminar, que debe ser provista de elementos y medidas adecuadas en función de la jerarquía urbana, permitiendo el traslado a pie de una persona o un grupo de individuos.

Para valorar un entorno como peatonal, el caminar se debe convertir en una experiencia positiva que incluya transitar por calles seguras y de buena calidad, se requiere que los servicios provistos fomenten un trayecto de entre 5 y 15 minutos a los destinos que conforman la rutina diaria de la población, tales como ir a sus lugares de trabajo, ocio o estudios y cubrir sus necesidades (Steiniger, Fuentes, Villegas, Rojas , & Poorazizi, 2017).

La calidad del entorno será evaluada con base al conjunto de propiedades de la red peatonal, en donde se incluyen los sistemas de acera y espacios públicos, que caracterizan y condicionan la movilidad peatonal (Escobar & Flórez, 2016).

A pesar de la gran influencia que tienen las características del entorno urbano sobre el trayecto que el peatón recorre (distancia peatonal) hasta acceder al transporte público, existe una escasa atención a este fenómeno, en el contexto de los análisis de accesibilidad. El análisis del sistema de transporte público a menudo solo se realiza desde el punto de vista de la red de transporte en sí y se hace una comparativa frente al automóvil, tratando de incentivar el uso de modos más sustentables, sin embargo, dejan detrás a los modos de desplazamiento no motorizados. Considerar la movilidad peatonal en la evaluación de la accesibilidad constituye una herramienta útil para conseguir una mayor y mejor integración del transporte público en los entornos urbanos (Contreras, Navarrete , & Arias, 2016).

Es así como las redes de encaminamientos de una ciudad, representan la primera intención de la persona para resolver la necesidad de traslado de un sitio a otro. Son las que unen puntos claves desde la vivienda o de punto de trabajo hacia los vehículos. Las cuales deben ser consideradas en los análisis y propuestas de mejoramiento en los sistemas de transporte urbano.

1.2. El transporte público y sus características

El transporte público nace debido a las necesidades de desplazamiento de la población, fue la respuesta ante el crecimiento de las ciudades, al ser el medio con mayor flexibilidad en la ramificación de sus rutas y tener un coste de inversión relativamente bajo en comparación con otros medios de transporte. El transporte público no solo es una necesidad para el

desarrollo de las ciudades, sino también como mencionan Delfín y Melo (2017) el transporte público asegura una posibilidad real de acceso para todas las personas, ya que constituye el medio en que las personas se desplazan para satisfacer sus necesidades y llegar a sus destinos.

Los medios de transporte según Molinero y Sánchez (2005) se clasifican a partir de tres características principales:

- Tipo derecho de vía, que se refiere al espacio dentro de la vialidad por el cual circulan las unidades de transporte y existen tres tipos de variantes:
 - Derecho de vía tipo C, en este tipo la superficie de rodamiento opera con tránsito mixto, es decir, que varios medios de transporte comparten la vialidad, en este tipo también se incluyen aquellos carriles en los cuales se les da preferencia al transporte público.
 - Derecho de vía tipo B, en el cual a diferencia del anterior ya aparece una barrera física que impide el uso mixto de medios de transporte, esto mediante elementos fijos colocados de manera longitudinal en la vía, que mantienen separados los diferentes medios de transporte, sin embargo, en las intersecciones viales se mantiene el nivel de manera que tanto peatones como automóviles puedan cruzar por la vía.
 - Derecho de vía tipo A, por último, se encuentra el tipo A el cual es una vía la cual tiene total preferencia al transporte, la cual evita la interposición entre vehículos y peatones, a través de la separación física longitudinal y vertical, que puede ser mediante vías subterráneas, elevadas, sistemas de metro, entre otras.

- Tipo de tecnología utilizada, que se refiere a la relación de las características mecánicas de las unidades de transporte y las características del camino por el cual se desplaza el transporte, en el cual existen cuatro componentes principales que permiten clasificarlos según el tipo de tecnología utilizada en ellos: soporte, guía, propulsión y control, siendo el de soporte el más común entre los sistemas de transporte público, pues se refiere al contacto vertical entre la unidad de transporte y la superficie de rodamiento, como puede ser a través de los neumáticos sobre el asfalto.
- Tipo de servicio, este último concepto se refiere a la combinación de la forma y horario en el que opera el sistema de transporte y los tipos de ruta que ofrece el sistema.

Dentro de los tipos de ruta se encuentran los de frecuencia intensiva, que son aquellas en donde el servicio que se presta es de baja velocidad y con altas densidades de viajes dentro de áreas pequeñas. Así mismo, se tienen las rutas de transporte urbano que son aquellas que cubren el servicio en una ciudad y por último las rutas de transporte regional o suburbanas las cuales manejan altas velocidades y pocas paradas en la vía, las cuales recorren largos trayectos dentro de un área metropolitana.

El tipo de operación es un componente el cual condiciona el tipo de servicio que ofrece un sistema de transporte público y se puede clasificar en: servicios locales, servicio de paradas alternas y el servicio expreso.

Por último, la hora de operación, la cual se clasifica en horario regular, que es el más común en el cual se encuentran la mayoría de las rutas del sistema, el horario pico, compuesto por rutas que operan únicamente en los horarios de máxima demanda y

finalmente los servicios especiales que operan en eventos, emergencias o servicios de transporte contratados para viajes turísticos, escolares entre otros.

Los componentes principales de un sistema de transporte se dividen en tres elementos físicos. En primer lugar, se encuentra el vehículo, el cual se refiere a la unidad de transporte que brinda servicio al sistema de transporte, conocido también como parque vehicular. En segundo lugar, tenemos la infraestructura, en este componente se conforma por los derechos de vía, las paradas y/o estaciones, los estacionamientos de las unidades, depósitos, talleres de mantenimiento y reparación, es decir, la infraestructura del sistema de transporte son aquellos elementos que permiten a las unidades de transporte, transportistas y usuarios del transporte en general, operar y hacer prestación del servicio dentro de la ciudad. Por último, el componente red de transporte, la cual hace referencia a las rutas de transporte que conforman los ramales de los sistemas de transporte (Molinero & Sánchez, 2005).

1.3. Paradas de transporte público urbano

Se define como parada de autobús o paradero a la infraestructura física construida con el fin de acoger a pasajeros en la espera de un transporte público, es el mobiliario público que resguarda a los usuarios de la intemperie y a la vez brinda seguridad y comodidad en la espera de la unidad de transporte, según lo establece el reglamento de imagen urbana del municipio de La Paz, B.C.S. Su objetivo es el de facilitar el acceso y descenso del usuario al sistema de transporte público. Además, las paradas deben adaptarse al entorno urbano, y permitir un fácil reconocimiento, brindando información con nomenclatura visible y clara tanto para el usuario como para los operadores de autobús (Velasco, Guerrero, & Aguilar,

2020). De modo que la parada es un componente que ejerce influencia en la operación del sistema de transporte, pues limitan la capacidad de las líneas o rutas y por tanto el parque vehicular que puede operar, así también su ubicación y esparcimiento condiciona la atracción del usuario, además del consumo de combustible de las unidades dependerá del número de paradas que existan en la ruta.

La definición de las características según Molinero y Sánchez (2005), se basa en tres aspectos principales: la ubicación de la parada, el espaciamiento y por último el diseño.

1.3.1. Ubicación de las paradas

La elección de la posición de la parada dependerá de las necesidades de la población y el entorno, es decir, las condiciones del tránsito de la vía y la geometría del movimiento de la unidad de transporte, de manera que al momento de hacer la parada no interfiera con el tránsito y sea seguro tanto para los pasajeros como para la comunidad en general el ascender y descender de la unidad, para ello se debe realizar un análisis preliminar en donde con base en lo anteriormente mencionado se determine su ubicación. Existen tres tipos de ubicación de paradas (figura 1):

- En el lado cercano (LC), este tipo de ubicación se considera cuando existe gran afluencia de autobuses y tránsito, y las unidades de transporte operan por el carril central de la vía. Sin embargo, este tipo de ubicación obstruye las señales de tránsito y semáforos y pone en peligro al peatón al tener que cruzar por el frente del autobús.
- En el lado lejano (LL), estas paradas se colocan justo después de la intersección de las vialidades, este tipo de parada es más seguro para el peatón al realizar el cruce por

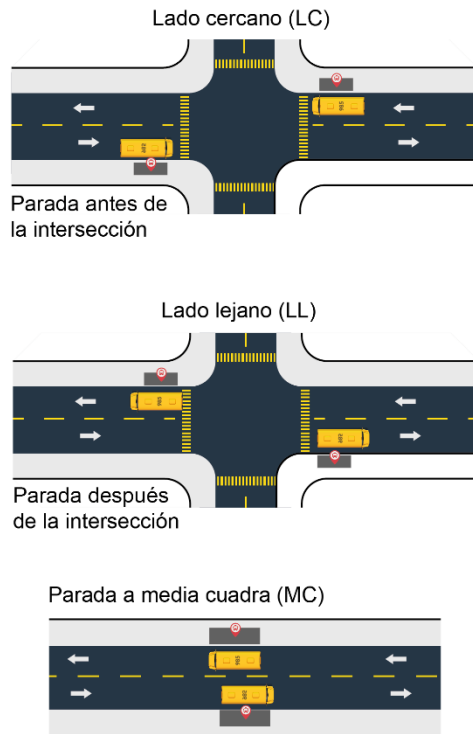
la parte posterior de la unidad, además de permitir un espacio menos para entrar y abandonar el carril.

- A media cuadra (MC), este tipo de ubicación es frecuentemente utilizado en lugares donde existe un centro importante de atracción de viajes, como resultado el número de usuarios que asciende y desciende es alto.

Siendo las paradas un lugar para el trasbordo y desembarco de pasajeros en las vías, también es considerado un espacio el cual debe contar con instalaciones y servicios necesarios para la espera de este medio de transporte, así como la adecuada información de los destinos de sus rutas. Para ello se toman en cuenta una serie de temas para su correcto funcionamiento, como la seguridad de los peatones y el tráfico vial circundante, el confort y que no se entorpezcan las circulaciones (López, 2019).

Figura 1.

Paradas de autobús.



Nota. Tipos de ubicación de paradas de autobús. Fuente: Elaboración adaptada de Molinero y Sánchez (2005).

1.3.2. Espaciamiento entre paradas

La distancia que existe entre una parada y otra es un factor determinante en la operación del transporte, ya que condiciona la velocidad de operación y el consumo de combustible de la unidad (Millán & Hinojosa, 2017), por lo que mientras más distancia exista entre las paradas más veloz podrá desplazarse la unidad reduciendo así los tiempos de recorrido, sin embargo, las distancias que deben de recorrer a pie los transeúntes para llegar a la parada más próxima sufren incrementos. En zonas urbanas en donde las velocidades de operación son de entre 15 a 25 km/h, se recomienda una distancia entre 300 y 500 metros para poder mantener la velocidad de la vía. En áreas suburbanas esta distancia se incrementa ya que las velocidades

de operación de la vía son superiores a los 20km/h por lo que las distancias entre una parada y otra pueden ser superiores a 800 metros (Molinero & Sánchez, 2005).

1.3.3. Diseño de la parada

El diseño y morfología de las paradas de transporte según Velasco et. al. (2020) deben ser justificados dependiendo la demanda de pasajeros, los tiempos de espera, y las singularidades climáticas del entorno urbano. Las características de diseño y elementos que conforman la parada se dividen en tres grupos (Pérez, y otros, 2022):

Parada 01. Señalamiento vertical, se caracteriza por tener baja demanda y se utiliza en zonas tipo periferia, vialidades terciarias o con poca disponibilidad de espacio. Son la versión mínima y deberán contar con: Señalamiento vertical y horizontal, circulación peatonal mínima de 1.80 m y mínima óptima de 2.4 m.

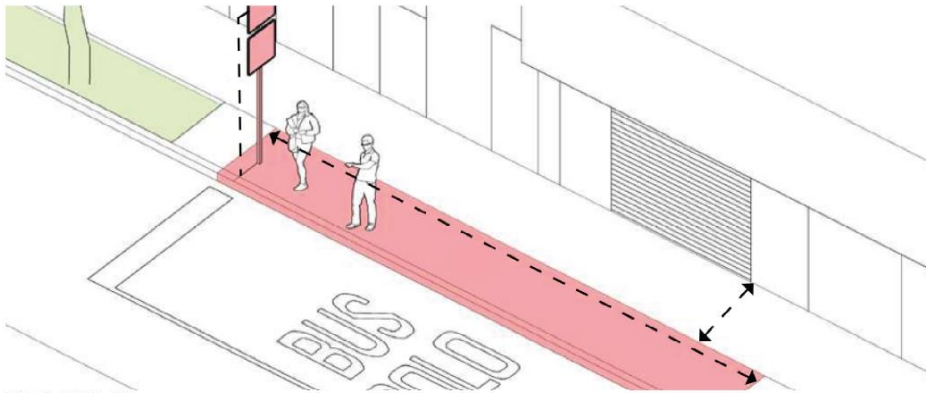
Parada 02. Con techo y banca, este tipo de puntos dan servicio a una demanda baja e intermedia de usuarios y son buena opción en banquetas angostas. La instalación mínima es del techo en cantiliver, banca y su debida señalización vertical y horizontal, son paradas normalmente implementadas en zonas suburbanas.

Parada 03. Con dos o más paradas, se recomiendan usar este tipo en zonas donde existe una demanda intermedia a alta, se pueden colocar dos o los necesarios de acuerdo a la demanda esperada, también se suele instalar bici estacionamiento. Las paradas de tipo 03 se proponen en los puntos de inicio y finalización de recorrido, debido a que son los puntos en las rutas donde suele haber mayor afluencia de usuarios o cruce de varias rutas.

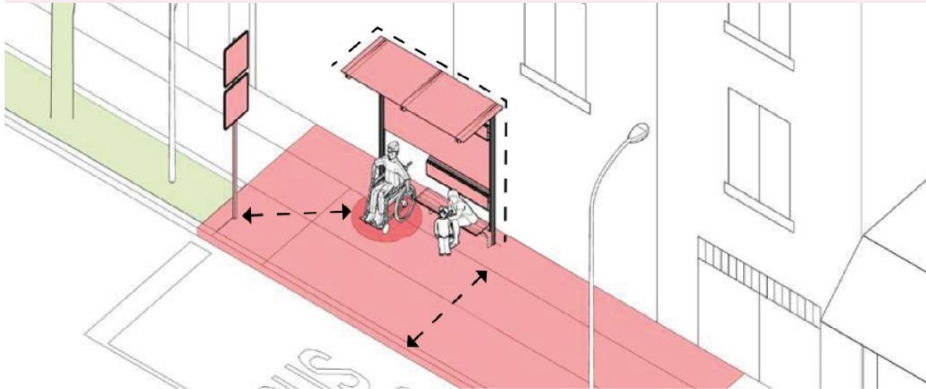
Figura 2.

Diseño de paradas.

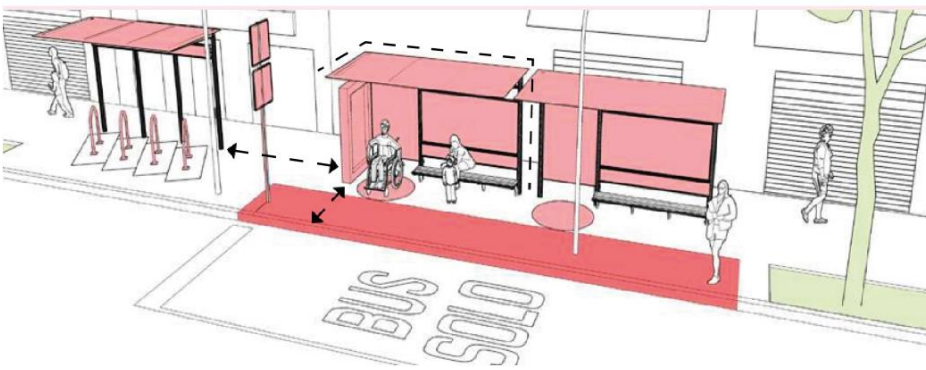
PARADA 01



PARADA 02



PARADA 03



Nota. Tipos de diseño de paradas de autobús. Fuente: (Pérez, y otros, 2022)

El primer acercamiento que tiene un usuario de un medio de transporte urbano es con la parada de autobús, lo que directamente incide en el uso de este medio por ello esta estructura debe tener un buen manejo por parte de las autoridades encargadas ya que el usuario espera de estas un diseño agradable, con un tamaño de la cabina amplio, con accesos a horarios y

rutas de los buses, que proteja a la intemperie a los mismos con una iluminación, señalización y seguridad adecuada (López, 2019).

1.4. Accesibilidad peatonal

Existen varias formas de definir la accesibilidad, comúnmente más afines a campos de la medicina y la psicología que a los estudios urbanos, en los que se orienta sobre la actitud de la población frente al caminar. Una de las primeras definiciones bajo un enfoque territorial fue la realizada por Hansen (1959), quien define accesibilidad como la medida en que la distribución espacial de actividades está estructurada en torno a una localización, con base en un enfoque de acceso a oportunidades, dicho de otra manera, se puede definir como el grado de ajuste entre las estructuras de oportunidades de movilidad.

A lo largo de los años se han ido dando diferentes connotaciones al término de accesibilidad complementando la definición con distintos componentes y factores que intervienen en el concepto, por ejemplo: Geurs y Van Wee (2004) definen accesibilidad como el grado en que el uso del suelo y los sistemas de transporte permiten a los individuos alcanzar actividades o destinos mediante una combinación de modos de transporte. Este nuevo enfoque se centra en la posibilidad de que las personas utilicen la infraestructura y los servicios de transporte para acceder a las oportunidades que ofrecen las ciudades en relación con las actividades sociales y económicas.

El concepto de accesibilidad se ha ramificado con el fin de puntualizar el enfoque y así considerar aspectos interdependientes en diferentes áreas, en este sentido se busca una perspectiva que integre la accesibilidad dentro de la planificación urbana considerando

aspectos tales como, la proximidad, usos de suelo, redes de transporte, entornos urbanos y equipamiento, permitiendo así alcanzar una movilidad sostenible.

De esta manera, Talavera (2017) define el concepto de accesibilidad peatonal como el factor condicionante, relativo a la existencia de infraestructura acorde para que la población logre realizar sin ningún impedimento desplazamientos a pie, con base en cuatro componentes: usos de suelo, transporte, individualidad y el componente temporal. Cada componente aporta una variedad de factores fundamentales para comprender las medidas para la evaluación y el análisis de la accesibilidad al transporte público.

Para la consideración de los factores que ayuden a caracterizar y entender la accesibilidad peatonal, Valenzuela y Talavera (2015) realizaron un arco temporal de dos décadas con el fin de detectar la evolución de enfoques y perspectivas, en el cual se analizaron 48 factores que se incluyen en los estudios de la accesibilidad peatonal, sin embargo, mencionan que el número de factores por considerar se busca que sea el mínimo para que de esta manera sean fácilmente manejables por los distintos actores que tienen acceso a él. La toma de decisión respecto a los factores elegidos será según el enfoque idóneo dominante con el cual favorecer la accesibilidad peatonal en un entorno determinado. En este sentido, se distinguen tres grandes enfoques en los cuales se engloban los factores relacionados a la accesibilidad peatonal: (i) enfoque peatón-transporte, (ii) enfoque peatón-entorno y (iii) enfoque mixto. El enfoque mixto presenta un entendimiento y evaluación de la movilidad peatonal y los usos de suelo a partir del concepto de accesibilidad espacial. En donde se analiza la estructura del espacio con base en su configuración, de esta manera es posible cuantificar la accesibilidad de cada componente (tramo de calle, punto, sección de banqueta, cruce, etc.), es decir, el área de estudio con relación al entorno. Otro tipo de impacto que se

puede evaluar basándose en áreas de cobertura es la proximidad métrica de un proyecto, de esta manera se obtiene información cuantificable y gráfica sobre quienes se benefician o son afectados por la localización de algún equipamiento. (Ortiz & Garnica, 2010)

Habría que decir también que, una buena accesibilidad incluye la consideración de la conectividad entre los vecindarios adyacentes y las paradas, los caminos de acceso peatonal deben conectar los desarrollos directamente con la parada de autobús, y aquellos desarrollos amurallados deberán proporcionar un acceso peatonal directo y conveniente a las paradas de autobús cercanas para que de esta manera se logre una buena accesibilidad a ellas. (Regional Public Transportation Authority (RPTA), 2017)

De acuerdo con Juárez y Hernández (2020) la seguridad vial es un factor importante a considerar dentro de la accesibilidad peatonal, debido a que, contribuirá a mejorar el comportamiento de los usuarios de las vías y permitirá de manera progresiva, reducir los traumatismos y muertes derivados por siniestros en vías primarias y secundarias. Juárez y Hernández (2020) establecen que, al generar restricciones, datos y normatividad acorde a una movilidad urbana enfocada en los peatones, se logra incrementar la seguridad vial de grupos vulnerables.

Con base en un enfoque mixto, la selección de factores de la accesibilidad peatonal es esencial al entender las diferentes medidas para evaluar su accesibilidad al transporte público, y de esta manera considerarlo como un componente esencial en la evaluación de proyectos de infraestructura del transporte, (Steiniger, Fuentes, Villegas, Rojas , & Poorazizi, 2017) en este contexto los factores que afectan la accesibilidad peatonal para este estudio serán seleccionadas con el fin de hacer una evaluación en las paradas de transporte público.

Uno de los indicadores que se utiliza para el factor de características de las calles, espacios públicos y edificios, es el del arbolado, el cual cobra importancia según Tornero et. al (2006) pues mediante el desarrollo y mejora de índices de confort, se busca una buena interacción entre el cuerpo humano y el ambiente de su alrededor.

Tabla 1.

Referencias seleccionadas para la evaluación de la accesibilidad peatonal.

Autor	Enfoque	factores
(Talavera R. , 2017)	Entorno urbano	Accesibilidad, seguridad, confort y atractivo.
(Gutiérrez-López, Caballero-Pérez, & Escamilla-Triana, 2019)	Entornos urbanos	Calidad ambiental, confort, entropía, proximidad y densidad.
(Geurs & Van Wee, 2004)	Usos de suelo	Transporte, usos de suelo, componente temporal, componente individual.
(Steiniger, y otros, 2017)	Software de medición	Modos de viaje, ubicación geográfica, tiempos, velocidad y grupo demográfico.
(Trujillo Hidalgo, 2019)	Usos de suelo	Usos de suelo, densidad, empleo, estudiantes, equipamiento,

Nota. La selección final de factores para la evaluación de la accesibilidad peatonal se llevó a cabo a partir de las referencias establecidas en la tabla. Elaboración propia 2022.

1.5. Accesibilidad peatonal en el entorno urbano de las paradas de transporte

La ubicación de las paradas de transporte condiciona la cobertura, el nivel de servicio y la accesibilidad peatonal (Talavera, Valenzuela, & Soria, 2018). En este sentido la distancia peatonal es un tema el cual diversos autores han considerado para la medición de la accesibilidad a las paradas del transporte, de la misma manera los manuales de planificación orientada al transporte han establecido distancias peatonales a las paradas con el fin de tener la mayor cobertura posible según el modo de transporte y destino. Sin embargo, debido a que el concepto de distancia peatonal está sujeto a diferentes interpretaciones, son distintos los

factores que se han tomado en cuenta para la deliberación de la generación de áreas de cobertura y servicio. Además, esta relación entre distancia peatonal y factores considerados varía en función del modo de transporte, la distancia de 400 metros se asocia a modos más locales como el autobús y el metro ligero, mientras que la distancia de 800 metros se asocia a modos con mayores distancias entre paradas como el metro, el BRT o el tren (Valenzuela & Talavera, 2015).

Tabla 2.

Factores para accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público.

Factores	Indicadores	Unidades	Posibles mejoras a introducir en la planificación
Conectividad	Conectividad	No. De intersecciones	Número de intersecciones por segmento de calle
Movilidad	Distancia, velocidad	Distancia y velocidad adaptadas según entorno urbano y social	
Características de las calles, espacios públicos y edificios	Anchura de acera, arbolado, tipos de materiales del mobiliario	Arboles/m2, metros de ancho	Medidas de influencia del diseño urbano en la movilidad y elección de ruta
Características socio-demográficas	Edad, género, posesión de vehículo	Densidad de pob, vehículo/hab	Medidas como las características afectan las distancias
Usos de suelo	Densidad comercial, diversidad	Comercios/m2	Medidas de cómo los factores de uso de suelo afectan la distancia
Seguridad vial	Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas	No. de víctimas	Instrumentos normativos y financieros que se pronuncien a favor de priorizar a peatones, ciclistas y motociclistas como grupos vulnerables

Nota. Elaboración propia con base en los estudios realizados por Talavera, Valenzuela y Soria (2017; 2018) y Juárez y Hernández (2020).

Capítulo II. Teorías, caminabilidad y transporte

Son diversas las teorías que abordan al caminante como el actor principal en temas de movilidad, de tal manera en este capítulo se enuncian aquellas teorías las cuales dentro de sus principios se señala la importancia de las estrategias que establecen los programas de desarrollo con respecto a la mezcla de usos de suelo para que se creen espacios urbanos donde pueda existir cercanía entre sus diversos equipamientos, igualmente se esclarecen las

características principales con las que los espacios urbanos contruidos para el caminante deben contar y considerar, con la finalidad de lograr espacios atractivos y accesibles para los caminantes, y así crear nodos propicios para las paradas de transporte, de esta manera alcanzar el objetivo principal de estas teorías que es el de lograr una movilidad sostenible.

2.1. Teoría de la Red Urbana

En la teoría general de la red urbana, propuesta por Salingaros (1998), se enuncian los principios estructurales de la red urbana, escalas, trayectorias, patrones y principios de organización, así mismo señala como prioridad la creación de trayectorias peatonales. La red urbana se conforma por los elementos conectivos que pertenecen a la ciudad entre ellos están; áreas y sendas peatonales, al igual que la infraestructura ciclista que conectan hasta las autopistas. Los principios generales que establece la teoría se engloban en tres áreas, que proporcionan las reglas básicas de aplicación.

Nodos: en este principio se menciona que la teoría se basa en nodos de actividad humana, en la cual la interrelación de estas conforma la red. Los nodos se refieren al equipamiento urbano (vivienda, parques, tiendas, restaurantes, iglesias, etc.), el cual deberá, según la teoría, ser organizado y determinar su espacio por la red urbana de tal manera que puedan ser conectados por medio de sendas peatonales.

Conexiones: se refiere a las trayectorias peatonales que se recorren de un nodo a otro. Los peatones requieren de cierta distancia permisible, fuera de la cual no pueden funcionar, de la misma manera los recorridos de un nodo a otro deben ser los más recto posible evitando esquinas, escalera y cambios de nivel, de manera que la trayectoria peatonal sea rápida y

eficiente. Las conexiones permiten a los peatones llegar fácilmente, por muchas y distintas trayectorias a cualquier punto.

Jerarquía: es el último principio que postula la teoría y se entiende como la auto organización ordenada de conexiones que se proyecta en diferentes niveles de escalas. El proceso de organización que la red urbana propone es el de comenzar la planeación con escalas menores, es decir, con las sendas peatonales, y dejar en último término las escalas superiores, como las calles de gran capacidad.

Los principios que enuncia la teoría reflejan el interés por hacer una planeación dirigida al peatón y no a los modos de transporte motorizado, en donde se plantea reconocer al caminante como el principal actor de la ciudad.

2.2. La teoría general de caminabilidad

La teoría general de la caminabilidad propuesta por Speck en 2012 (Serrano Romero, 2018) plantea soluciones cuyo objetivo es el de dotar de una naturaleza más humana a las ciudades. Así pues, el caminar y el espacio público se convierten en los principales objetos de análisis para repensar los esquemas de movilidad.

Speck (2012) postula cuatro condiciones que deberán de satisfacer las estrategias de planeación para lograr ciudades caminables; i) caminata útil, ii) caminata segura, iii) caminata cómoda y iv) caminata interesante. A partir de esta teoría, Serrano (2018) desarrolla las siguientes estrategias:

1. Poner los vehículos en su sitio. Esta estrategia plantea en primera instancia reducir la inversión a la infraestructura vial, enfocándose a un diseño vial asociado al peatón. Además, propone una reducción de velocidades en determinadas zonas, de esta

manera fomentar el uso de otras modalidades de transporte. Cabe mencionar que el objetivo no es la desaparición del automóvil, sino que más bien plantea la coexistencia y adaptación a las características urbanas, promoviendo el uso y un mejor acceso a desplazamientos sustentables.

2. Mezclar los usos. En él se propone una estructura de polifuncionalidad, estructurada con base en los desplazamientos peatonales, en donde se aumente la diversidad de usos de suelo en cada sector de la ciudad.
3. Ubicar correctamente los estacionamientos. Propone localizar los estacionamientos en las periferias de los centros urbanos, con el fin de impulsar los viajes a pie, restringiendo el acceso del automóvil en estas zonas.
4. Permitir el funcionamiento del transporte público. Se establece que al existir mayor número de viajes en servicio público se genera un mayor índice de desplazamientos a pie y de igual manera, de viajes en modos alternativos de transporte, por lo que la relación entre la infraestructura del servicio de transporte público y la caminabilidad, es bidireccional, en donde, al diseñar infraestructura peatonal que sirva al sistema de paradas y estaciones del transporte público, se podría garantizar un mayor uso del transporte público.

2.3. Desarrollo orientado al transporte (DOT).

Vista la importancia de planificación de la movilidad urbana y la promoción del desarrollo urbano sostenible, se han desarrollado teorías, modelos y enfoques que han tratado de progresar en la vinculación de los usos de suelo y los modos de transporte. En este contexto, se encuentran los manuales de Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) (Medina & Veloz, 2013), el cual es un modelo urbano cuyo objetivo es el de construir barrios en torno al

transporte público, es decir, busca transitar hacia modelos y estrategias de desarrollo urbano en donde el caminar, usar la bicicleta y el transporte público sean los elementos alrededor de los cuales se genera el desarrollo de las ciudades. Medina y Veloz (2013) establecen que la política federal puede impulsar el DOT mediante los siguientes puntos:

- Modificar la planeación urbana para que incluya la movilidad como eje rector.
- Actualizar los planes de desarrollo urbano máximo cada 6 años y contar con indicadores de monitoreo
- Modificar la política nacional de vivienda para que incluya criterios de localización
- Incentivar la renta de vivienda en las ciudades
- Controlar la tierra periurbana
- Considerar la expansión urbana y el tráfico inducido en las manifestaciones de Impacto Ambiental
- Manifestaciones de Impacto Ambiental
- Modificar los mecanismos de desincorporación de tierra de los ejidos para requerir que se ajusten a los planes de desarrollo urbano
- Reorientar el financiamiento público al transporte público y no motorizado.

Así, el DOT se vuelve una herramienta fundamental en la política pública al reducir la necesidad de viajar largas distancias para acceder a los bienes y servicios que se necesitan, así como reducir el uso del auto y la congestión vial, mejorando la conectividad de la ciudad bajo criterios estratégicos y de eficiencia.

Dentro de este mismo ámbito, en la búsqueda de estrategias de desarrollo urbano enfocado al estudio de la movilidad peatonal y su vinculación con los sistemas de transporte urbano,

encontramos Gestión de la Demanda de Transporte (GDT) el cual de acuerdo con Soriano et. al. (2016) el objetivo principal de esta estrategia es el de desestimular el uso excesivo de medios de transporte privados, mediante reorganizar la utilización del espacio urbano, logrando así que, los desplazamientos se realicen de manera sustentable y se incentiven los modos alternativos de transporte. Soriano et. al. (2016) propone que la gestión de los desplazamientos urbanos debe ser a través de: i) la expansión de la oferta y disponibilidad de modos más sustentables; ii) el control de la demanda para reducir el uso de modos no sustentables; iii) la provisión de incentivos a los cambios de hábitos de viaje; y iv) la imposición de pago por todos los costos derivados del uso de modos individuales, logran facilitar el acceso de las personas a servicios y actividades, y no al tráfico de vehículos privados.

2.4. Resumen de elementos teóricos

Los desplazamientos a pie son un componente primordial en el diseño de espacios urbanos, es por ello que diversos autores han abordado el tema desde distintos enfoques, exponiendo los aspectos y objetivos que deberían ser tomados en cuenta. Una de las primeras definiciones bajo un enfoque territorial fue la realizada por Hansen (1959), quien define accesibilidad como la medida en que la distribución espacial de actividades está estructurada en torno a una localización, con base en un enfoque de acceso a oportunidades, dicho de otra manera, se puede definir como el grado de ajuste entre las estructuras de oportunidades de movilidad.

A lo largo de los años se han dado diferentes connotaciones al término de accesibilidad, definición que incluye distintos componentes y factores que intervienen en el concepto. Geurs y Van Wee (2004) definen accesibilidad como el grado en que el uso del suelo y los

sistemas de transporte permiten a los individuos alcanzar actividades o destinos mediante una combinación de modos de transporte. Este nuevo enfoque se centra en la posibilidad de que las personas utilicen la infraestructura y los servicios de transporte para acceder a las oportunidades que ofrecen las ciudades en relación con las actividades sociales y económicas.

El concepto de accesibilidad se ha ramificado con el fin de puntualizar el enfoque y así considerar aspectos interdependientes en diferentes áreas, en este sentido se busca una perspectiva que integre la accesibilidad dentro de la planificación urbana que considere aspectos tales como, la proximidad, usos de suelo, redes de transporte, entornos urbanos y equipamiento, permitiendo así alcanzar una movilidad sostenible.

La discusión teórica en torno a una movilidad urbana orientada al peatón, en donde el confort, la seguridad, el atractivo y la accesibilidad, son los principales enfoques que determinan los factores e indicadores para la mejora de la calidad peatonal en los entornos de las paradas de transporte público. Esto genera un cambio en el interés público y en las políticas públicas, en generar instrumentos de planeación e instrumentos normativos, que consideren el peatón como un componente esencial en la evaluación de proyectos de infraestructura del transporte.

Capítulo III.

3.1. Marco metodológico

La metodología empleada en esta tesis permite evaluar la accesibilidad peatonal de las paradas de transporte público, que se aplicó en una línea de transporte de la ciudad de La Paz con el fin de establecer las bases de información para el conocimiento de las necesidades, debilidades y virtudes de las paradas y así lograr plantear objetivos claros y enfocados para la elaboración de lineamientos de transporte público que incluyan al peatón y las paradas de transporte como elementos dentro del sistema de transporte.

La evaluación de la calidad peatonal al caso de estudio se realiza de manera cuantitativa y se refiere al conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos contables, que mediante la medición de variables busca describir el estado actual de las paradas de transporte público. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Bajo esta metodología se caracteriza y

analiza la movilidad peatonal del entorno de las paradas de autobús, con base en los indicadores establecidos.

3.1.1. Enfoques de la accesibilidad peatonal

Profundizando en las referencias seleccionadas para la evaluación de la accesibilidad peatonal y su relación con el entorno urbano, se observan diferentes enfoques para el proceso metodológico que permita la obtención del índice de caminabilidad en los entornos urbanos, sin embargo, será necesario realizar un análisis en cada una de las referencias para la adaptación del método que permita evaluar de manera puntual la accesibilidad peatonal de los entornos de las paradas de transporte público, la selección de factores irá en función del entorno particular al cual se aplica el método y la información con la que se cuenta. La selección de factores e indicadores que intervengan en la evaluación de la accesibilidad son en función de criterios de representatividad, con el fin de reducir el número de indicadores sin perder la utilidad del factor en general, facilidad de aplicación, para ello es importante considerar indicadores para los cuales se encuentre disponible la información o sea de fácil acceso y fácil comprensión, para que sea una herramienta que pueda ser aplicada y utilizada por diferentes actores, sin que sean necesarios conocimientos técnicos o complejos en la materia (Talavera, Soria, & Valenzuela, 2014).

La adaptación del proceso metodológico a seguir se basa en dos metodologías (figura 4) con un objetivo común, la obtención de un índice de accesibilidad mediante resultados estandarizados que permitan una fácil lectura y evaluación de las necesidades peatonales que cubren los espacios urbanos. Por una parte, el método denominado índice de caminabilidad,

propuesto por Gutiérrez, Caballero y Escamilla (2019), propone la medición de la interacción de los peatones con el entorno urbano, por medio de cinco factores, calidad ambiental, densidad, confort, proximidad y entropía, los cuales son medidos mediante diversos indicadores. Por otra parte, el método para caracterizar la calidad peatonal de entornos de movilidad (CPEM), propuesto por Talavera, Soria y Valenzuela (2014), mide aquellas características presentes en los entornos de movilidad y su influencia sobre el desplazamiento peatonal, a través de cuatro factores, confort, seguridad, atracción y accesibilidad. Ambos trabajos utilizan una metodología similar, que consiste en la elección del área de estudio, recolección primaria de datos, para posteriormente ser analizados mediante herramientas de SIG.

Tras el análisis de los factores e indicadores propuestos por ambos métodos se descartaron cinco indicadores, dentro de calidad ambiental se descartó el indicador de material particulado en el aire debido a que los estudios de aire realizados en la ciudad de La Paz se encuentran fuera del rango de la zona de estudio, para el caso de los indicadores de índice de construcción y el índice de ruido, no se contaba con la información necesaria para realizar su análisis, por último, los indicadores de pendiente y ratio entre la anchura y altura, no son aplicables para el caso de la ciudad de La Paz, debido a que el terreno de la zona no es muy accidentado maneja pendientes promedio de 2% (figura 3) y para el caso del ratio está relacionado con el indicador de visión de cielo o ángulo cenital, utilizado para ciudades verticales, caso que no aplica para la ciudad de La Paz al no contar con edificaciones que rebasan los diez niveles según lo marca el Programa De Desarrollo Urbano De Centro De Población La Paz, B.C.S. (PDUCP).

Bajo el mismo criterio de selección de indicadores, se añadieron dos indicadores. En el factor de proximidad se añadió el indicador de rutas de transporte, el cual no fue considerado dentro de las metodologías base debido al alcance de la aplicación de los métodos, para el caso del índice de caminabilidad fue aplicado en las Unidades de Planeamiento Zonal, mientras que el método CPEM, fue aplicado en un corredor de movilidad en el área metropolitana, por lo que el indicador de rutas de transporte no es relevante para esos casos en particular, sin embargo, para la medición de la caminabilidad en los entornos urbanos de las paradas de transporte, resulta de gran importancia el incluir la cantidad de rutas de transporte a las que da servicio la parada a estudiar, al ser una condicionante en la afluencia de peatones de la zona, que va en relación con la cantidad de destinos atractivos para los usuarios dentro del área de influencia de la parada.

Figura 3.

Mapa topográfico La Paz, B.C.S.



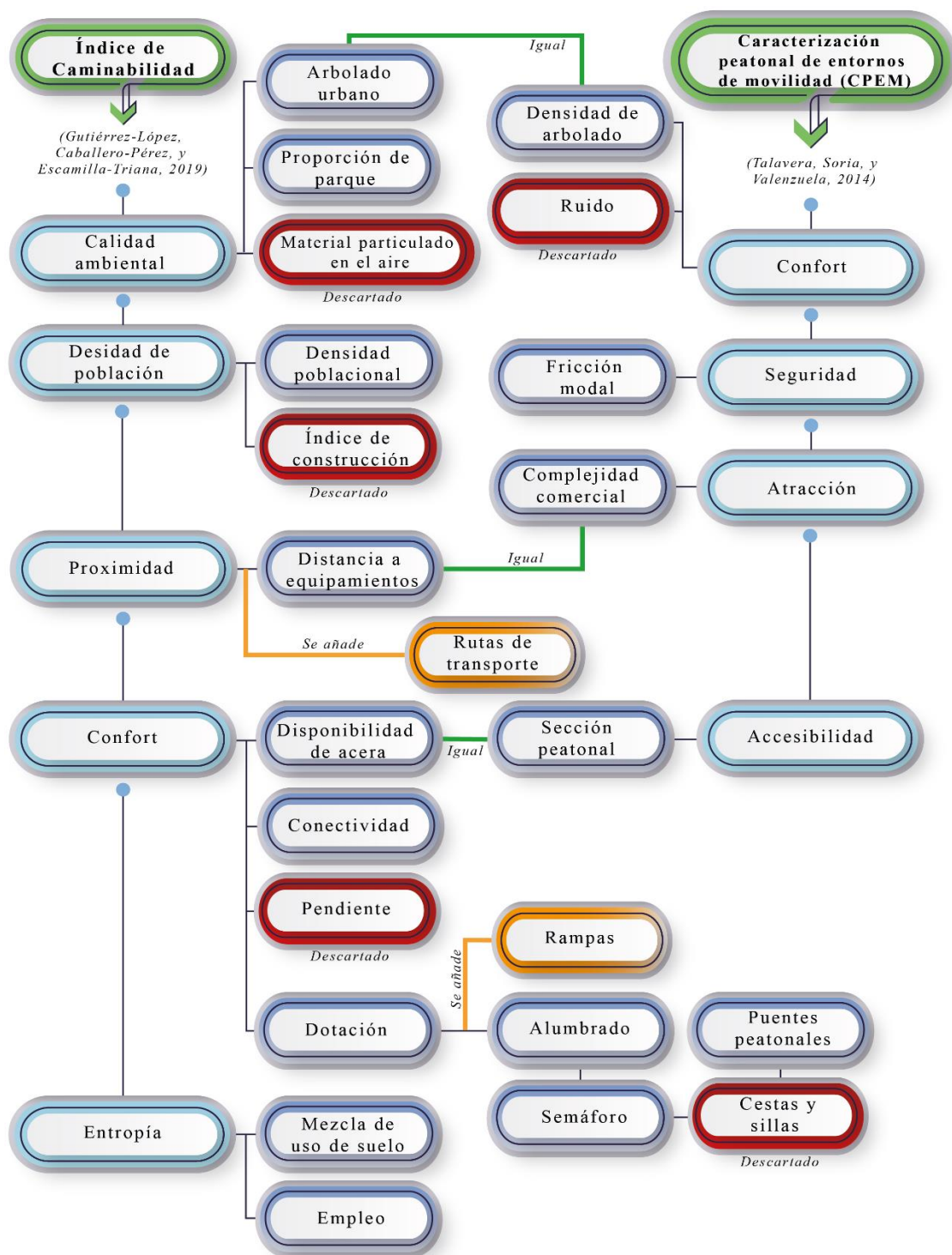
Nota. Altitud y relieve de la ciudad de La Paz con base en el Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica G12D83 (La Paz) INEGI. Fuente: <https://es-mx.topographic-map.com>, 2022.

Así mismo, dentro del indicador de dotación, se anexó un elemento que cuantifica la cantidad de rampas para discapacitados que existen dentro del área de influencia de las

paradas, que permite conocer en qué grado cumple con las necesidades de todos los usuarios del transporte y transeúntes y no solo de un sector de la población.

Figura 4.

Métodos seleccionados para la evaluación de la accesibilidad peatonal y sus factores condicionantes



Nota. Adaptación metodológica con base en los dos métodos y aportaciones propias. Elaboración propia 2022.

3.2. Diseño metodológico

Talavera (2017) define el concepto de accesibilidad peatonal como, el factor condicionante, relativo a la existencia de infraestructura acorde para que la población logre realizar sin ningún impedimento desplazamientos a pie, con base en cuatro componentes: usos de suelo, transporte, individualidad y el componente temporal. Cada componente aporta una variedad de factores fundamentales para comprender las medidas para la evaluación y el análisis de la accesibilidad al transporte público.

De acuerdo a Hansen (1959), Geurs y Van Wee (2004) y Talavera (2017) la metodología consiste en la recolección primaria de datos, junto con análisis de sectorización en términos de observación y percepción (seguridad, arbolado, mezclas de usos, etc.), analizados mediante herramientas de sistemas de información geográficos (SIG). Mediante los SIG proporciona métodos que tienen el potencial de facilitar el desarrollo de índices de tránsito a nivel local en ciudades o áreas regionales, no solo con fines de investigación, sino también para evaluar nuevas iniciativas medioambientales y políticas.

3.2.1. Variables empleadas para la determinación de la accesibilidad.

La toma de decisión respecto a los factores elegidos será según el enfoque idóneo dominante con el cual favorecer la accesibilidad peatonal en un entorno determinado. En este sentido se distinguen tres grandes enfoques en los cuales se engloban los factores relacionados a la accesibilidad peatonal: (i) enfoque peatón-transporte, (ii) enfoque peatón-entorno y (iii) enfoque mixto. Para la evaluación de la accesibilidad se realizará un enfoque mixto que presenta un entendimiento y equilibrio de factores que intervienen dentro de las dimensiones

morfológicas, funcionales y ambientales que implica la accesibilidad peatonal. En donde se analiza la estructura del espacio con base en su configuración, de esta manera es posible cuantificar la accesibilidad de cada componente (tramo de calle, punto, sección de banquetta, cruce, etc), es decir, el área de estudio con relación al entorno.

Con base en un enfoque mixto la selección de factores que determinan la accesibilidad peatonal de un área urbana, es necesario evaluar de manera cuantitativa las diferentes condiciones que permitan realizar desplazamientos a pie, para ello la caminabilidad será el componente primordial que permita realizar esta evaluación. Al realizar el análisis del impacto de las variables en la caminabilidad, se deben identificar y seleccionar aquellas que sean medibles y pertinentes. En esta vía, Gutiérrez-López, et. al. (2019) propone una metodología en la cual realiza una interpretación de la relación que existe entre las condiciones que ofrece la ciudad al peatón y la demanda, mediante cinco factores; calidad ambiental, densidad, proximidad, confort y entropía.

De acuerdo a estos autores, la medición de la caminabilidad consta de estos cinco factores condicionantes (tabla 1), el **confort** se refiere aquellos elementos de diseño urbano que permiten al peatón desplazarse por determinadas zonas urbanas, es decir, dimensiones de acera, pendientes y materiales adecuados. **La densidad** se refiere a la densidad poblacional, el espacio construido y el espacio ocupado. **Proximidad**, se refiere a la cantidad y variedad de destinos dentro un área determinada, como zonas de actividades comerciales y culturales, zonas de trabajo, escuelas que atraen a los peatones produciendo un incremento del flujo peatonal. La **calidad ambiental** se encuentra condicionada por aquellos elementos de diseño urbano que permiten hacerles frente a las condiciones climáticas, como generalmente

vegetación, arbolado, etc. Y por último la **entropía** que se refiere a la homogeneidad o heterogeneidad en los atributos de los usos de suelo.

Sin embargo, el factor de seguridad vial no es tomado en cuenta, como menciona la teoría de la caminabilidad (Serrano Romero, 2018), la seguridad del entorno hacia el peatón, es uno de los factores que determina la decisión de un peatón por tomar una ruta determinada. La seguridad vial es un factor importante a considerar dentro de la accesibilidad peatonal, debido a que contribuirá a mejorar el comportamiento de los usuarios de las vías y permitirá de manera progresiva, reducir los traumatismos y muertes derivados por siniestros en vías primarias y secundarias. Juárez y Hernández (2020) establecen que, al generar restricciones, datos y normatividad acorde a una movilidad urbana enfocada en los peatones, se logra incrementar la seguridad vial de grupos vulnerables.

Tabla 3.

Factores para accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público.

Factores	Indicadores	Descripción
Calidad ambiental	Arbolado urbano	Determina el porcentaje de árboles que existen en el área de influencia.
	Proporción de área de parque	Los m2 de áreas pertenecientes a parques urbanos con respecto al área de influencia.
Densidad	Densidad de población	Cuantos habitantes hay por manzana en el área de influencia.
Proximidad	Complejidad comercial	Considera la densidad de comercios que existen en la zona.

	Rutas de transporte	Cuantifica las rutas que dan servicio a la parada en cuestión.
Confort	Disponibilidad de acera/ banqueta	Porcentaje de vialidades dentro del área de influencia que presentan banqueta.
	Conectividad	Cuantifica el número de intersecciones viales en la zona.
	Dotación	Análisis espacial donde se cuantifica la existencia de luminarias, semáforos, rampas y puentes peatonales.
Entropía	Usos de suelo	Analiza la mezcla de usos de suelo que hay dentro del área de estudio.
	Empleo	Cuantifica la población económicamente activa que hay por manzana en el área de influencia.
Seguridad vial	Límite de velocidad de la vía	Considera la velocidad máxima permitida en la vía entre el número de carriles donde se ubica la parada.

Nota. Elaboración propia con base en los estudios realizados por Talavera, Valenzuela y Soria (2017; 2018) y Gutiérrez-López, et al. (2019).

3.2.2. Accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público

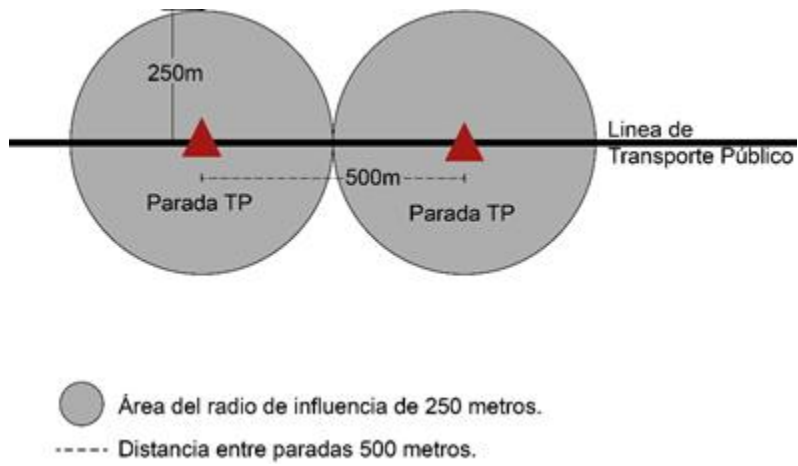
La ubicación de las paradas de transporte condiciona la cobertura, el nivel de servicio y la accesibilidad peatonal (Talavera, Valenzuela, & Soria, 2018). En este sentido la distancia peatonal es un tema el cual diversos autores han considerado para la medición de la accesibilidad a las paradas del transporte, de la misma manera los manuales de planificación

orientada al transporte han establecido distancias peatonales a las paradas con el fin de tener la mayor cobertura posible según el modo de transporte y destino. Sin embargo, debido a que el concepto de distancia peatonal está sujeto a diferentes interpretaciones, son distintos los factores que se han tomado en cuenta para la deliberación de la generación de áreas de cobertura y servicio. Además, esta relación entre distancia peatonal y factores considerados varía en función del modo de transporte, la distancia de 400 metros (cuarto de milla) se asocia a modos locales como el autobús y el metro ligero, mientras que la distancia de 800 metros (media milla) se asocia a modos con mayores distancias entre paradas como el metro, el BRT o el tren (Valenzuela & Talavera, 2015).

El caminar debe ser una experiencia positiva que incluya transitar por calles seguras y de buena calidad, se requiere que los servicios provistos fomenten un trayecto de entre 5 y 15 minutos a los destinos que conforman la rutina diaria de la población, tales como ir a sus lugares de trabajo, ocio o estudios y llevar a cabo sus necesidades (Steiniger, y otros, 2017). La distancia de un cuarto de milla o alrededor de cinco minutos caminando es la distancia media que las personas están dispuestas a caminar hacia las estaciones de transporte público. La investigación estudia la accesibilidad peatonal de las paradas de transporte público que, de acuerdo con lo antes expuesto, se evaluó la distancia existente entre las paradas de autobús, a través del área de influencia (buffer) de 250 m. (figura 1) (Trujillo Hidalgo, 2019).

Figura 5.

Área de influencia



Nota. El gráfico representa el área de influencia de estudio con referencia a las paradas de transporte público. Trujillo, Alejandra, 2019, p. 133.

Capítulo IV

4.1. Caso de estudio

4.1.1. La Paz, Baja California Sur

La Ciudad de La Paz está localizada al sureste de la Península de Baja California Sur, México, pertenece al Municipio de La Paz el cual es la capital del estado de Baja California Sur, con una extensión territorial de 20 274.98m², (Gobierno del Estado de Baja California Sur, 2021) y una población total de 272, 711 habitantes. Al ser esta la capital funciona como centro político, administrativo, de abasto y servicios del estado, sin embargo, debido a su ubicación cuenta con una conectividad limitada, que obliga a la mayoría de las personas a desplazarse por barco, avión o a recorrer largas distancias para llegar a cualquier destino fuera del estado.

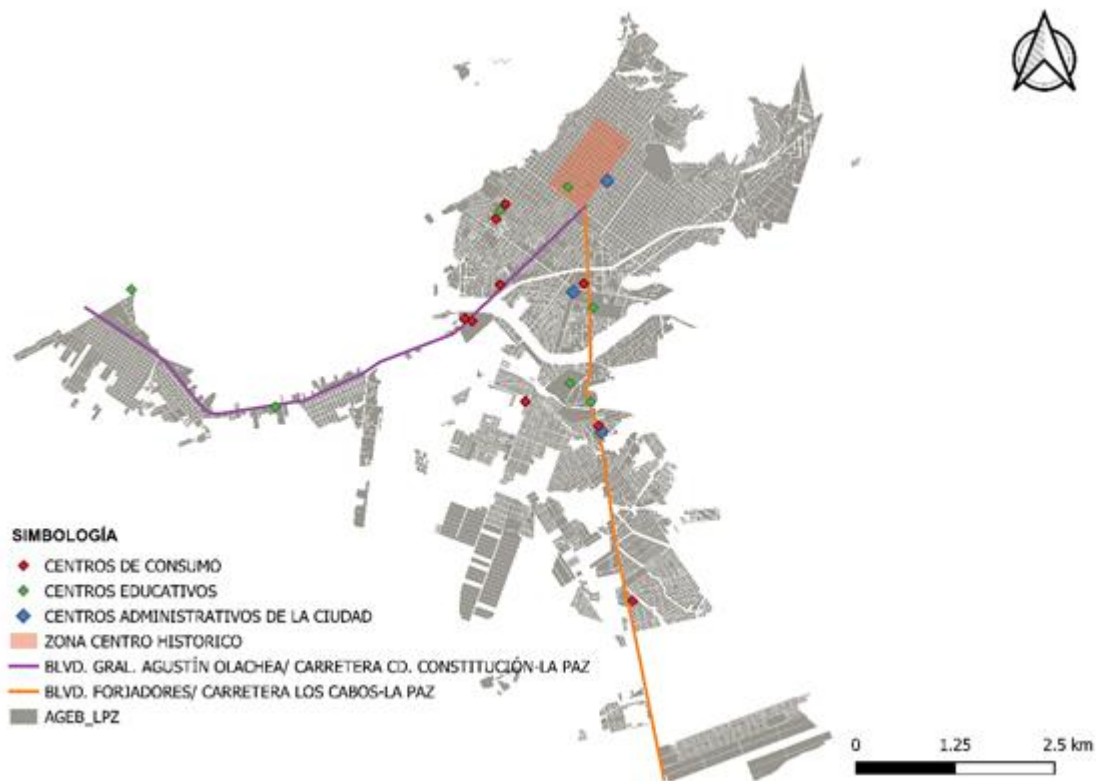
La ciudad se encuentra en la zona costera del cuerpo de agua conocido como laguna de La Paz dentro de la Bahía de La Paz; asimismo, al igual que otras ciudades costeras, se han introducido rápidos incrementos en el turismo y la vivienda, reduciendo los servicios ambientales costeros que brindan las ciudades con clima árido de la región. (Moreno, 2016)

El crecimiento demográfico que ha experimentado la ciudad en los últimos años ha generado un modelo urbano resultante de tipo disperso y desordenado. El proceso de expansión urbana, se caracteriza por el surgimiento y consolidación de polos residenciales y de servicios alejados del centro. La densidad poblacional se concentra en gran medida en el sur y los centros de trabajo en el núcleo urbano, por lo que los desarrollos construidos al Sur tienen que recorrer hasta 15 km de distancia para llegar al malecón y 12 km al Palacio de Gobierno

del Estado. La única vialidad que permite conectar la zona sur de la ciudad con los centros de trabajo es la carretera transpeninsular La Paz-Los Cabos/ Blvd. Forjadores (figura 01).

Figura 6.

La Paz, B.C.S. como ciudad dispersa y policéntrica.



Nota. Elaboración propia con base en datos de PIMUS de la ciudad de La Paz, BCS (2014).

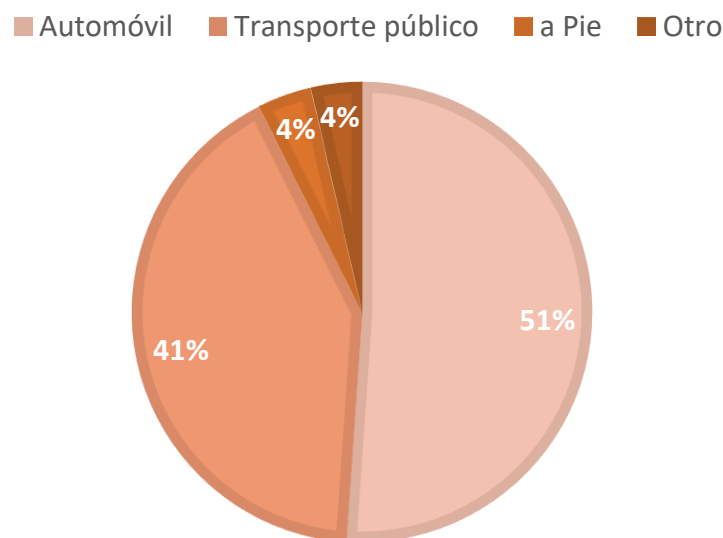
Por otra parte, la estructura vial de la ciudad presenta una falta de legibilidad, en la cual no existe una clara identificación entre la red de vialidades primarias, secundarias y de penetración, debido a que las condiciones y características físicas de las vialidades no tienen diferenciación, ya que en muchos casos no se cumple con las secciones, usos de suelo y conectividad adecuadas (Instituto Municipal de Planeación de La Paz B.C.S., 2014).

Otra deficiencia identificada es la falta de nomenclatura y señalización, tanto horizontal como vertical en las vialidades, así como, mantenimiento y actualización de señalamientos, lo que

genera que la movilidad se desvincule entre orígenes y destinos, con grandes recorridos en tiempo y distancia, lo que hace que prevalezca el uso del automóvil privado, lo que expresa que la ciudad ha sido pensada en función del automóvil, en donde las infraestructuras existentes y las previstas han olvidado otros medios de transporte más sustentable, tales como los desplazamientos a pie, los cuales deberían ser el principal actor de estrategias para la atención de las necesidades de traslado de la población, sin embargo, en la mayoría de las vialidades no hay respeto por el peatón y su seguridad, al no existir banquetas claramente definidas, con las secciones adecuadas para su uso, con continuidad y accesibilidad, principalmente en la zona del centro de la ciudad (Instituto Municipal de Planeación de La Paz B.C.S., 2014).

Gráfica 1.

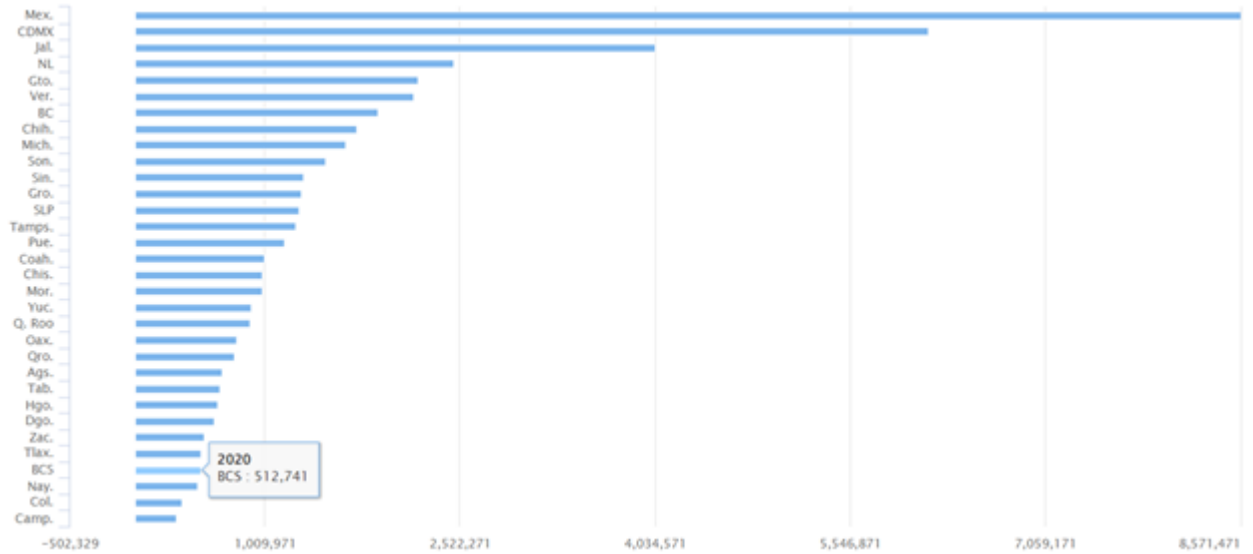
Distribución modal de viajes en La Paz, B.C.S.



Nota. Elaboración propia con base en datos de PIMUS de la ciudad de La Paz, BCS (2014).

Gráfica 2.

Vehículos de motor registrados en circulación, México 2020.



Nota. El estado de Baja California Sur se encuentra en uno de los puestos de motorización más bajos del país con un total de 512, 741 vehículos registrados en circulación. Fuente: INEGI 2020.

A pesar de ser uno de los estados con menor índice de motorización del país, los datos del INEGI no contabilizan los automóviles importados y no registrados, que representa uno de los problemas más importantes en cuanto a movilidad en el estado de Baja California Sur, por la facilidad de conseguir automóviles.

4.1.2. La política pública de La Paz, B.C.S.

Velásquez, en su obra del 2009 sobre una nueva definición del concepto de política pública, precisa que se entiende como política pública aquellas acciones de gobierno que buscan atender las necesidades de la ciudadanía, ya que es un proceso integrador de decisiones, acciones, acuerdos e instrumentos, adelantado por autoridades públicas con la participación de agentes interesados, encaminado a solucionar o prevenir una situación definida como problema (Velásquez, 2009: 156).

Los principales instrumentos jurídicos existentes en La Paz, B.C.S. (tabla 2) no están siendo aplicados objetiva y eficazmente en los planes de movilidad propuestos durante los últimos años, entendiendo al hablar de eficacia, como la coherencia entre las acciones propuestas, los medios y las estrategias para implementarlas. Dado los grandes cambios urbanos en el municipio, la realidad ha rebasado a las instituciones y demuestra la poca importancia que anteriores administraciones le dieron al tema, el ejemplo más emblemático del abandono de la planeación es la falta de actualización dentro de los instrumentos jurídicos existentes en la legislación de Baja California Sur. El municipio carece de herramientas que permitan establecer mejoramientos en la movilidad y accesibilidad urbanas.

Frente a estas situaciones, las ciudades donde la expansión territorial de las urbes no ha sido planeada, sino que es resultado de carencias institucionales y económicas, se han dado a la tarea de buscar herramientas que posibiliten la aplicación de medidas para la promoción del desarrollo urbano sostenible.

Tabla 4.

Análisis de instrumentos disponibles en las leyes de La Paz, B.C.S.

Nombre	Año de creación	Descripción	Problemáticas
NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011	2011	Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas	Establece la señalización horizontal requerida para las paradas de autobús.
Ley de transporte para el estado de Baja California Sur	1997	Objeto promover, fomentar, regular y supervisar los servicios público y particular de transporte terrestre	Desactualizado, la última reforma fue en 2016, sin embargo, no está debidamente aprobada, información limitada respecto a las paradas

Ley de Tránsito Terrestre del Estado y los municipios de Baja California Sur	2005	Todo usuario de las vías públicas está obligado a obedecer las disposiciones contenidas en esta Ley	No hace mención a ningún elemento dentro del sistema del transporte público urbano
Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de La Paz, B.C.S. (PDUCP)	2018	Integrar políticas, lineamientos, criterios, y disposiciones legales tendentes a ordenar y controlar el crecimiento del centro de población	No consideran las paradas del transporte público dentro de sus problemáticas ni estrategias
Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la ciudad de La Paz, B.C.S.(PIMUS)	2014	Un conjunto de actuaciones que tienen como objetivo la implantación de formas de desplazamiento más sostenibles dentro de una ciudad	No cuenta con la información actualizada y exacta de las rutas de transporte, para el análisis de cobertura de las paradas se consideró todo el recorrido del transporte como zona de ascenso y descenso. <u>Los PIMUS no forman parte de los sistemas de planeación estatal o local, por lo que pueden contraponerse o competir con otros planes, como los de desarrollo urbano.</u>

Nota. Elaboración propia con base en los instrumentos jurídicos vigentes para el estado de Baja California Sur.

4.1.3. Movilidad y transporte público de la ciudad de La Paz, B.C.S.

El sistema de transporte público en la ciudad de La Paz, regulado por la Secretaría de Planeación Urbana, Infraestructura y Movilidad, es un sistema administrado por asociaciones particulares denominadas sitios, formados por socios que son dueños de la concesión de una unidad de transporte colectivo. Cada agrupación es representada por una mesa directiva que formula estatutos internos, roles de trabajo, además de realizar cualquier procedimiento administrativo que se requiera, según menciona el artículo 35 de la Ley de Transporte para el estado de Baja California Sur se definen las obligaciones de los concesionarios. Estos concesionarios individuales operan como una agrupación de rutas que se organizan para mantener un control entre ellas, actualmente en la ciudad de La Paz, se tienen 332

concesiones de transporte público que se agrupan en 20 alianzas. Dichos concesionarios se han repartido las 72 rutas que componen el sistema de transporte de la ciudad. La estructura organizacional deficiente de las rutas ocasiona saturación de las vialidades principales por el alto número de rutas circulando por ellas, causando problemas viales y congestión de unidades de transporte en las zonas de inicio y cierre de rutas. El recorrido circular de las rutas genera una sobre oferta de rutas en la zona centro de la ciudad.

Figura 7.

Rutas de transporte de la Cd. de La Paz

Nota. Elaboración propia con datos de IMPLAN 2021.

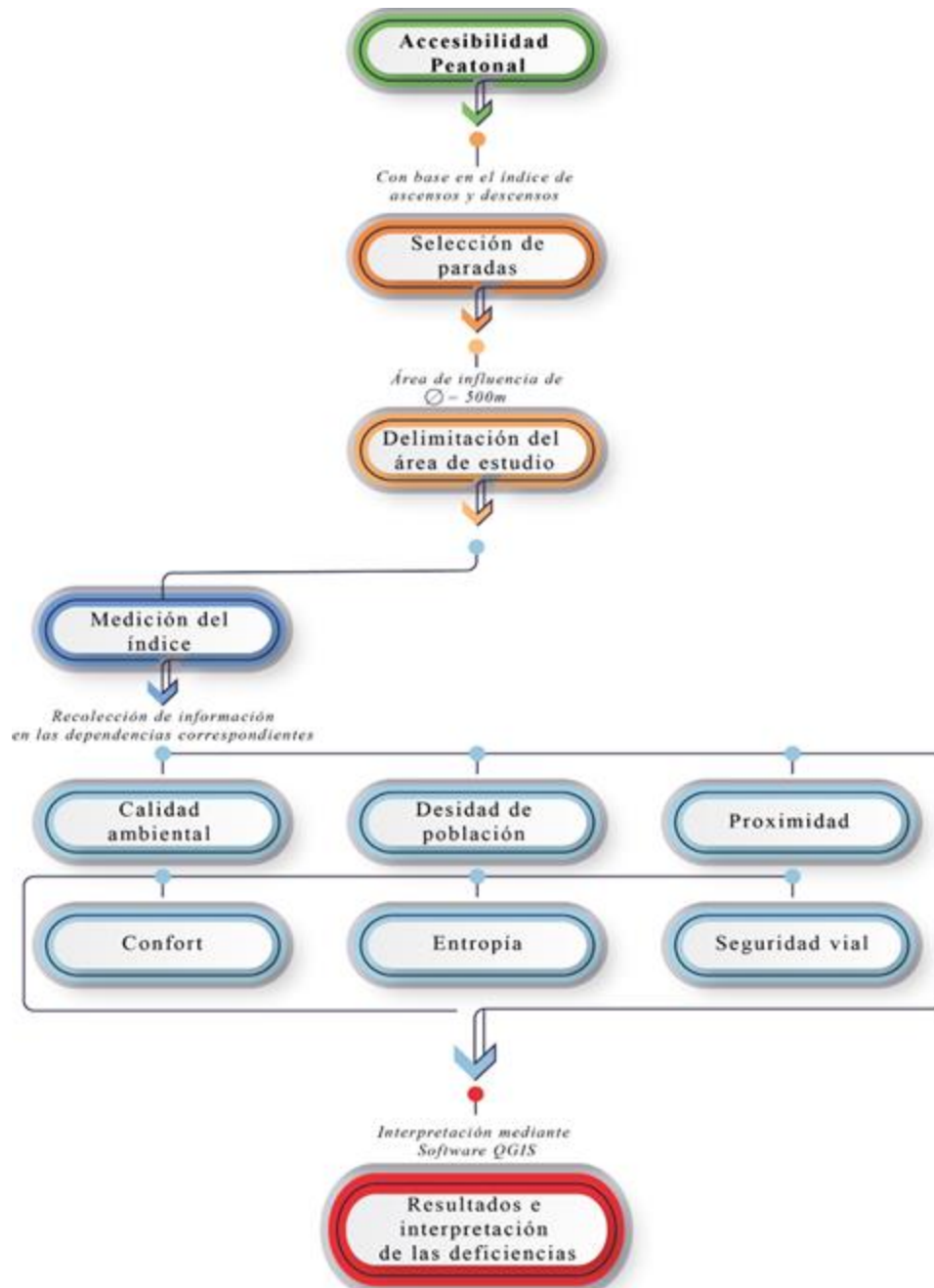


Capítulo V

5.1. Método

Figura 8.

Metodología para la medición de la accesibilidad peatonal a las paradas de transporte público.



Nota. Elaboración propia con base en Gutiérrez-López et al., (2019).

Para la evaluación de la accesibilidad peatonal en las paradas de transporte público, se tomaron en cuenta diversas metodologías en las cuales se enuncian una serie de factores que determinan la caminabilidad de distintas zonas urbanas. Para este caso se consideraron los referentes que crean un índice de medición de distintos factores que intervienen en la caminabilidad. Los factores seleccionados se agruparon en seis índices; calidad ambiental, densidad, proximidad, confort, entropía y seguridad vial. El cálculo que se propone para cada uno de ellos, se basa en la metodología propuesta por Gutiérrez-López et al., (2019), el cual mediante un análisis de micro datos, y el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), para este estudio se utilizó el software QGIS versión 3.16 y paquetes estadísticos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se determina la caminabilidad de los espacios, en la cual se realiza una interacción de los seis subíndices que lo componen, obteniendo un resultado en un rango de $[0,1]$, en donde los altos valores de caminabilidad representan una buena interacción entre las condiciones que ofrece la ciudad al peatón. En él se interpretarán los índices de calidad ambiental, confort y seguridad vial, en su interacción con la demanda, es decir la necesidad del peatón por transitar por áreas específicas de la ciudad, para la cual se analizarán entropía, densidad y proximidad.

El primer paso para la aplicación de la metodología, es el de seleccionar las paradas de transporte que serán evaluadas. Para ello se tomará una muestra del 10% del total de las paradas de la ciudad, es decir, de las 84 paradas registradas oficialmente ante el Instituto Municipal de Planeación de La Paz (IMPLAN), únicamente se estudiarán 9, seleccionadas con base en aquellas con la mayor demanda de ascensos y descensos dentro de las redes del sistema de transporte, una vez seleccionadas se llevará a cabo la evaluación de la

caminabilidad en un diámetro de influencia de 500 metros alrededor de las paradas seleccionadas.

La metodología propuesta para generar un índice de caminabilidad es una medida que representa la interacción de los peatones con el entorno urbano. Los valores cercanos a uno del índice expresan tanto grandes flujos peatonales, así como condiciones aptas para los peatones. Cada uno de los factores representa una medida que puede resultar útil para generar información necesaria para la planeación urbana y ambiental.

La fórmula de integración de los factores se expresa de la siguiente manera:

$$CAM = \frac{S1 + S2 + S3 + S4 + S5 + S6}{6}$$

Donde la caminabilidad se obtiene mediante un promedio de los seis factores, con resultados dentro de un rango de [0,1].

5.1.1. Calidad ambiental

El factor de calidad ambiental se calcula como la interacción de dos variables que son el arbolado urbano y proporción de parque, definido por la siguiente fórmula:

$$S_1 = \frac{AU + P}{2}$$

En donde S_1 es igual a la calidad ambiental del área de influencia, que resulta de la suma de la proporción de arbolado urbano (AU_E) y la proporción de áreas verdes(P), entre dos, el resultado se representará en un rango de [0,1], mientras más cercano sea el valor a uno, mayor será el índice de calidad ambiental que presente la zona.

Arbolado urbano

Para determinar el arbolado urbano de la zona se utilizarán los datos de INEGI según los frentes de manzana en donde se muestran distintos indicadores de entorno urbano y en ellos se presenta la existencia de arbolado urbano en la zona, para ello se especifica el porcentaje de arbolado urbano que hay en el área de influencia previamente determinado para las paradas de transporte.

Áreas verdes

Para determinar las áreas verdes con respecto al área de influencia de cada parada, de manera que el área de parque se define como:

$$P = \frac{\text{Área total de área verde}}{\text{Área de terreno por zona}}$$

Para la obtención de área total del área verde se hizo mediante técnicas de análisis espacial y con la ayuda de Software QGIS se realizó una medición de áreas verdes dentro del área de influencia de la parada.

5.1.2. Densidad

Densidad poblacional

La densidad poblacional se calcula en términos de habitantes por manzana, entre el área que corresponde al área de influencia y está definida como:

$$DP = \frac{\text{Población por manzana}}{\text{Área de terreno por zona}}$$

Se realiza una normalización de datos dentro del rango [0,1] , de manera que la variable DP , pase a ser comprendida como DP_E que se calcula:

$$DP_E = \frac{DP - DP_{min}}{DP_{max} - DP_{min}}$$

5.1.3. Proximidad

Este subíndice agrupa variables de proximidad, entendiendo esta como el número y la variedad de destinos dentro de una determinada área. El cálculo del subíndice contempla la existencia de las siguientes variables clasificadas según su género arquitectónico, en un diámetro de 500 metros alrededor de cada parada de transporte:

1. Educativo
2. Educativo superior
3. Centros gubernamentales
4. Comercio
5. Hospitales
6. Financieras y bancarias
7. Industria
8. Recreación
9. Deportivos y culturales
10. Protección social

Donde a partir de datos generados por INEGI según los datos generados por El Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), con ayuda del software QGIS se realizará el procesamiento de datos para la obtención de la cifra total de destinos que existen dentro del área de influencia. Una vez obtenidos los datos se procede a realizar una normalización de datos dentro del rango $[0,1]$, de manera que la variable S_3 , pase a ser comprendida como $S3_E$ que se calcula:

$$S3_E = \frac{S3 - S3_{min}}{S3_{max} - S3_{min}}$$

5.1.4. Confort

El confort se relaciona con las características del entorno urbano que permiten e incitan al peatón desplazarse por dicha zona. El índice de confort S_4 se calcula como la interacción de las cuatro variables que lo componen, se define como el promedio ponderado de las variables disponibilidad de banqueta (AN), dotación (DOT) y conectividad (CON).

$$S_4 = \frac{AN + DOT + CON}{3}$$

Disponibilidad de banqueta

Para la medición de la disponibilidad de banqueta dentro del área de influencia se considera la proporción de banqueta en el área de influencia y el ancho calculado de cada segmento como una medida de calidad. La banqueta se considera como un rectángulo en donde h es igual al ancho y b al largo, el área del rectángulo está determinada por $A=b*h$ y el perímetro está determinado por $P=2b + 2h$, por lo tanto, $b=(p-2h) /2$. Reemplazando el b estimado en la fórmula del área, valor

Dotación

Para calcular la variable de dotación se requiere hacer un análisis espacial del área, donde se contabilicen la presencia de luminarias (lum), semáforos (sem), rampas (ram) y puentes peatonales (pue), con respecto al área de influencia, para proseguir a normalizar los datos dentro del rango $[0,1]$ y finalmente hacer el cálculo de la dotación de cada parada de transporte:

$$DOT = \frac{lum_E + sem_E + ram_E + pue_E}{4}$$

Conectividad

La obtención de la conectividad del área de influencia se adquiere al calcular la densidad de nodos (intersección vial) y el número de conexiones de cada nodo. El cálculo se lleva a cabo mediante técnicas de análisis espacial, es decir, observación de imágenes satelitales que permitan cuantificar las intersecciones viales, segmentos de calles que se conectan y las calles cerradas. Una vez cuantificados los nodos se procede a calcular la densidad para cada área de influencia.

$$DCON = \frac{\text{Número de conexiones (nodos)}}{\text{Área de terreno por zona}}$$

5.1.5. Entropía

La entropía toma las variables de la diversidad de los usos de suelo en las áreas de influencia, y la población económicamente activa, obtenida de AGEB de INEGI. La fórmula para la obtención de entropía se calcula mediante el promedio de las dos variables.

$$S_5 = \frac{EM + MU}{2}$$

Usos de suelo

La finalidad de analizar la mezcla de usos de suelo es ver si existe homogeneidad o heterogeneidad en los atributos de los usos de suelo, los datos que se obtengan serán en un rango de cero a uno, en donde cero significa que es un área donde no hay variedad de uso de suelo, es decir, homogénea, mientras que más cercano sea el valor al uno representa un área heterogénea, presentando variedad en sus usos de suelo, cálculo que se realiza de la siguiente manera:

$$MU = \frac{-\sum kpk * \ln(Pk)}{\ln N}$$

En donde k corresponde a la categoría de uso de suelo que presenta el área, p el porcentaje que cada uso distinto de uso de suelo representa y por último N que se refiere al número de categorías de uso de suelo, ej. comercial, habitacional, etc.

Empleo

Para conocer la densidad de empleo en el área de influencia, se analiza la población económicamente activa del área en cuestión, para después dividirlo entre el área de terreno, expresado de la siguiente manera:

$$EM = \frac{\text{total de empleo en AI}}{\text{Área de terreno del AI}}$$

5.1.6. Seguridad vial

Fricción modal

Esta variable considera la velocidad máxima permitida en la vía, así como el número de carriles de transporte motorizado que posee, de tal modo que, a mayor velocidad y mayor número de carriles, mayor será la percepción de inseguridad del peatón respecto a estas vías. Para calcular el límite de velocidad de la vía se propone clasificar los tipos de vías en primarias, con límites de velocidad de 50km/h a cuatro carriles, vías secundarias con límite de velocidad de 45km/h, a dos carriles, terciarias con límite de 30km/h a dos carriles, por último, promediar según el área de influencia.

$$FM = v * n \text{ carriles}$$

Una vez que se obtuvieron los resultados de cada uno de los factores se procede a realizar la fórmula de integración de la caminabilidad, Los resultados obtenidos tanto en cada uno de

los seis factores como en la integración que arroja el índice de caminabilidad aporta información para evaluar las interacciones de la ciudad con el peatón, con información acerca de las relaciones espaciales, sociales y económicas entre las personas y su entorno.

5.2. Resumen

Las paradas juegan un papel importante en el rompecabezas del sistema de transporte público y se pueden usar no solo para proporcionar un acceso de tránsito cómodo y accesible, sino también para organizar las interacciones del tráfico y administrar la actividad en la acera. Priorizar el acceso a pie a las paradas, incluidas las rutas directas y los cruces de peatones convenientes, es vital para lograr un sistema de transporte seguro, la parada puede respaldar un tránsito rápido y un cruce seguro al tener en cuenta las operaciones de intersección, las transferencias a otras rutas y los destinos locales.

Diseñar paradas y estaciones como una introducción al sistema de transporte público, con especial atención a cómo el espacio urbano es atractivo, confortable y seguro para los peatones, representa una nueva visión al considerar al peatón como el principal actor del espacio y no a los modos de transporte motorizados. Sin embargo, a pesar de ser un elemento vinculador del sistema de transporte, a menudo se pasa por alto su importancia dentro del sistema, por tal motivo existe poca o nula información acerca de los factores de consideración para la planificación de las paradas de transporte público. Los factores de diseño como la localización e infraestructura que componen las paradas definen el tipo de interacción que se da entre la parada, los pasajeros y el tránsito vehicular.

El modelo propuesto en este estudio puede ser útil para generar la información necesaria para la planificación urbana y ambiental, sobre la toma de decisiones al momento de diseñar y

localizar las paradas de transporte público; especialmente cuando no hay suficientes recursos para producir estudios más completos. En la mayoría de los países existen agencias que se encargan de la recopilación de información socioeconómica como la utilizada en este estudio, por lo que aplicar esta metodología resulta viable en diversas localidades urbanas.

Con base en la teoría de la Red urbana y la teoría general de la caminabilidad, se busca establecer los factores que serán la base para la medición de la calidad de accesibilidad que las actuales paradas de transporte público. Así evidenciar el hecho de la necesidad de estrategias que conviertan al peatón como el principal objeto de análisis para repensar los esquemas de movilidad.

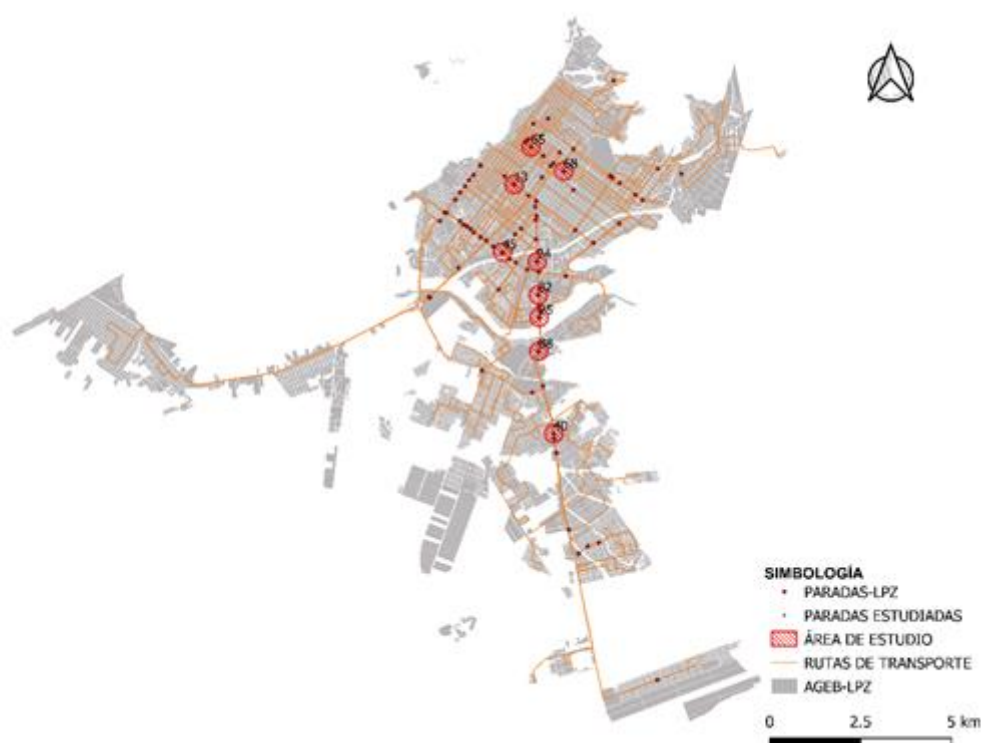
Capítulo VI. Accesibilidad peatonal de las paradas de La Paz B.C.S.

6.1. Resultados

Una vez seleccionadas las nueve paradas con mayor índice de ascensos y descensos que suponen el 10% del total de paradas registradas, se procede a la aplicación del método que permite obtener de manera integral las características que posee cada uno de los entornos que rodean estas nueve paradas respecto a la caminabilidad a través de la evaluación de los seis factores que condicionan la accesibilidad peatonal. En este sentido se muestran de manera detallada los principales resultados obtenidos.

Figura 9.

Mapa de paradas seleccionadas para evaluación de accesibilidad peatonal.



Nota. Elaboración propia 2022.

6.1.2. Calidad ambiental

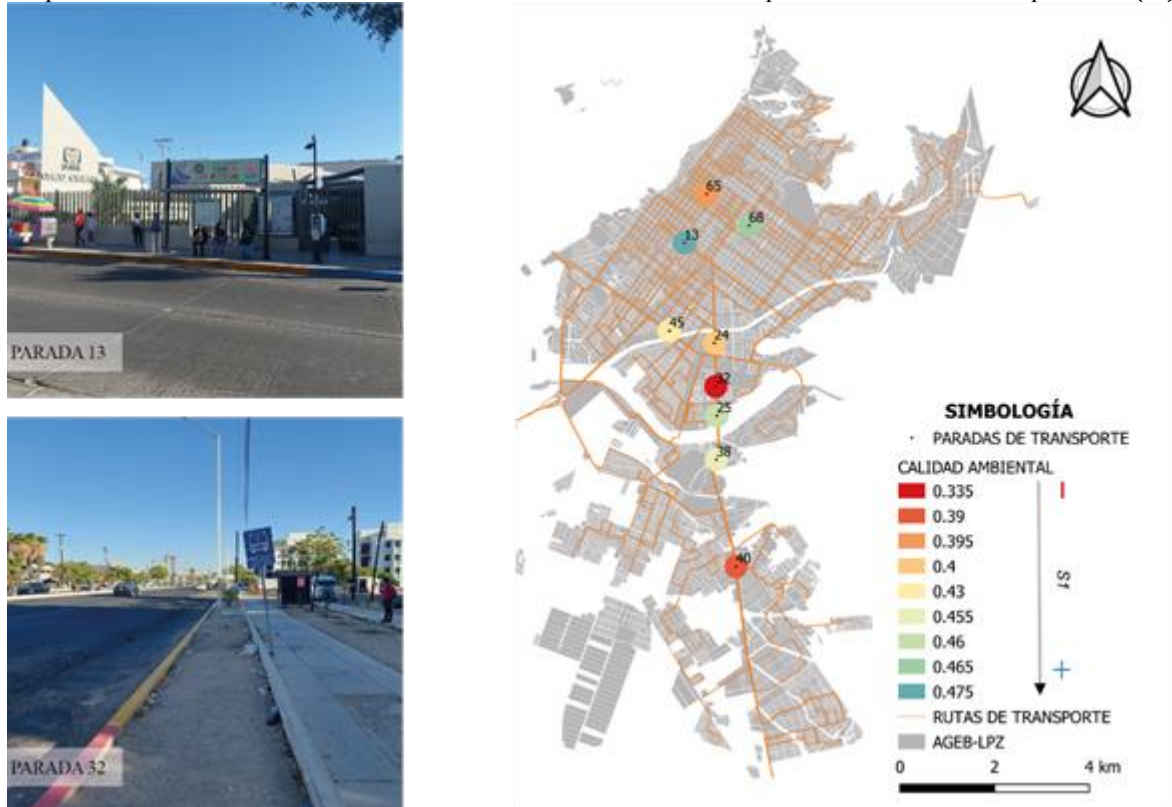
La accesibilidad peatonal con respecto al indicador de calidad ambiental (figura 8) muestra resultados en un promedio de 0.627 en un rango de 0 a 1, obtenido con base en los subindicadores de arbolado urbano y proporción de parque, en los cuales se observa que en

todas las paradas hay presencia de arbolado urbano, sin embargo, el indicador de proporción de parque en todas ellas es muy bajo presentando un valor promedio de 0.026 en contraposición del valor promedio del arbolado urbano que es 0.717.

En la figura 8 se muestran los valores calculados de calidad ambiental (S_1), en donde los colores azules a verdes representan mejor calidad ambiental, las paradas 13 es la que presenta el valor más alto en el subíndice de calidad ambiental que, a pesar de que ninguna de ellas presenta área de parque, más del 95% de la superficie de su área de influencia cuenta con arbolado urbano. Por otro lado, los colores que van de naranja a rojo representan una mala calidad ambiental, la parada 32 con el valor más bajo de calidad ambiental teniendo únicamente 58% del área total con presencia de arbolado urbano y únicamente 0.090 con respecto a la proporción de parque en el área. Se observó, que los usuarios de la parada 32 esperan la unidad de transporte en otras áreas cercanas a la parada, sin embargo, no hacen uso del espacio de la parada en sí.

Figura 10.

Mapa subíndice de calidad ambiental de las paradas de transporte (S_1).



Nota. Elaboración propia 2022.

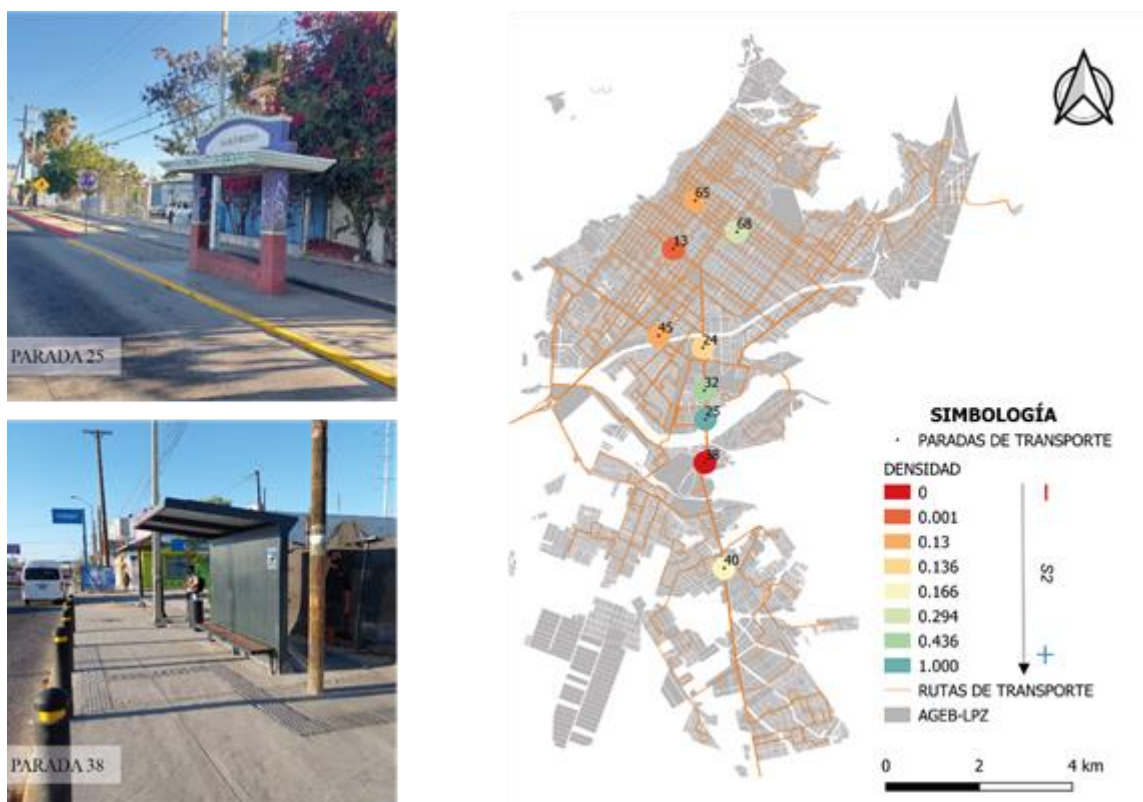
6.1.3. Densidad

El índice S_2 indica la densidad de población que hay en cada una de las áreas de influencia alrededor de las paradas estudiadas de las cuales se obtuvo un promedio de 0.258. En la figura 5 se muestra de manera detallada la distribución de densidad, de manera que los colores de verde a azul se señalan aquellas de mayor densidad, mientras que los colores que van de naranja a rojo son las paradas que tienen menor densidad de población.

Las paradas 25, 32 y 68 presentaron los índices más altos de densidad debido a que se encuentran ubicadas cerca de zonas habitacionales, mientras que la parada 38 que fue la que mostró el nivel más bajo de densidad se encuentra ubicada en una zona destinada como corredor urbano y área de equipamiento.

Figura 11.

Mapa subíndice densidad de las paradas de transporte (S_2).



Nota. Elaboración propia con base en los datos de densidad de población, INEGI 2020.

6.1.4. Proximidad

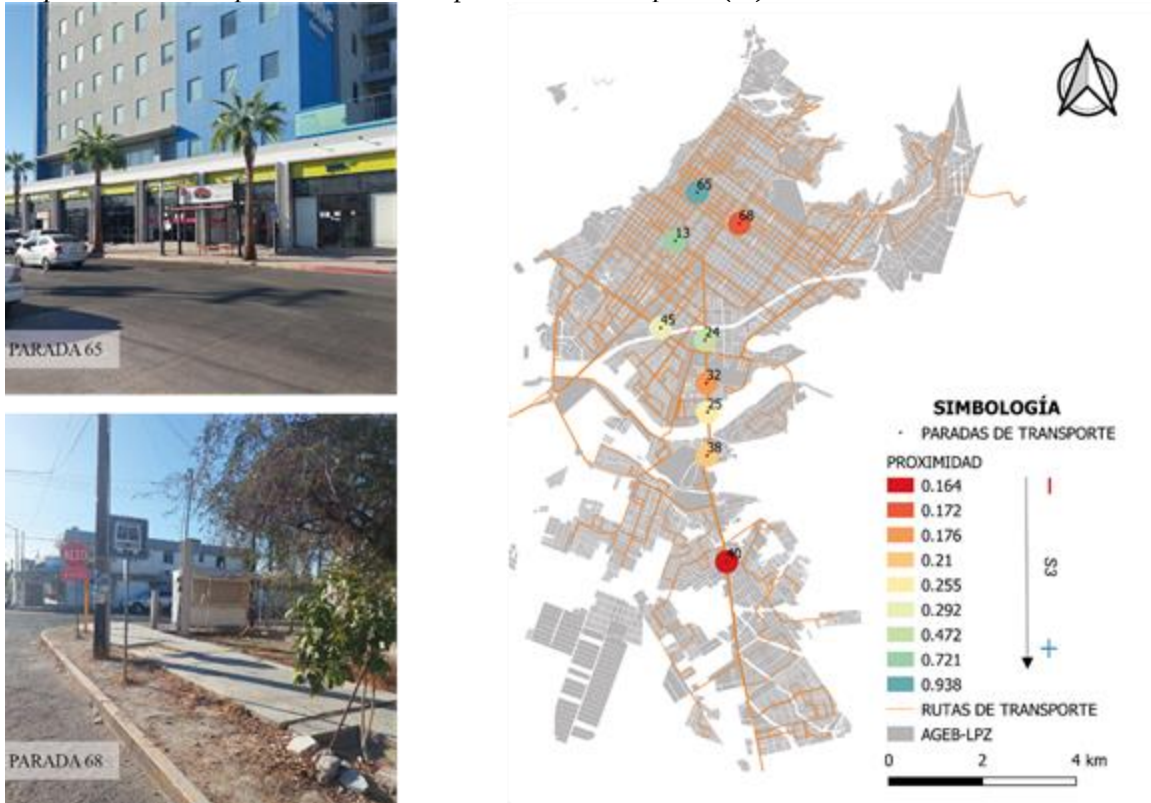
El indicador de proximidad (S_3) que se observa en la figura 10, se obtuvo a partir de los subindicadores de equipamiento con base en los datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2020 (DENUE) el cual señala la ubicación y contacto de las unidades económicas activas en el área de influencia y con el subíndice de rutas en el cual se hace un conteo de todas las rutas a las que prestan servicio cada una de las paradas con base en los datos proporcionados por el Instituto Municipal de Planeación de La Paz (IMPLAN).

Las paradas que se encuentran más cercanas al centro de la ciudad son las que presentan mayor cantidad de equipamiento, de igual manera se observa que la parada 40 a pesar de ser la parada más alejada del centro de población muestra una posición intermedia en la escala de equipamiento, a causa del modelo de tipo policéntrico que presenta la ciudad y debido a que se ubica en la colonia Tabachines, la cual junto con colonia La fuente y Camino real al encontrarse a más de 15 km alejadas del centro de población se han dotado de equipamiento.

El subíndice de rutas en contraposición con el subíndice de equipamiento muestra un comportamiento donde los datos no son directamente proporcionales, ya que no existe una relación directa entre la cantidad de equipamientos que hay en el área de influencia de las paradas con la cantidad de rutas que pasan por cada una de ellas. El sistema de transporte se caracteriza por hacer recorrido circular en 69 de las 72 rutas que conforman el sistema, de las cuales 50 de ellas convergen en la parada 65, provocando aglomeración de unidades y tráfico en la zona.

Figura 12.

Mapa subíndice de proximidad de las paradas de transporte (S_3).



Nota. Elaboración propia con base en los datos de INEGI 2020

6.1.5. Confort

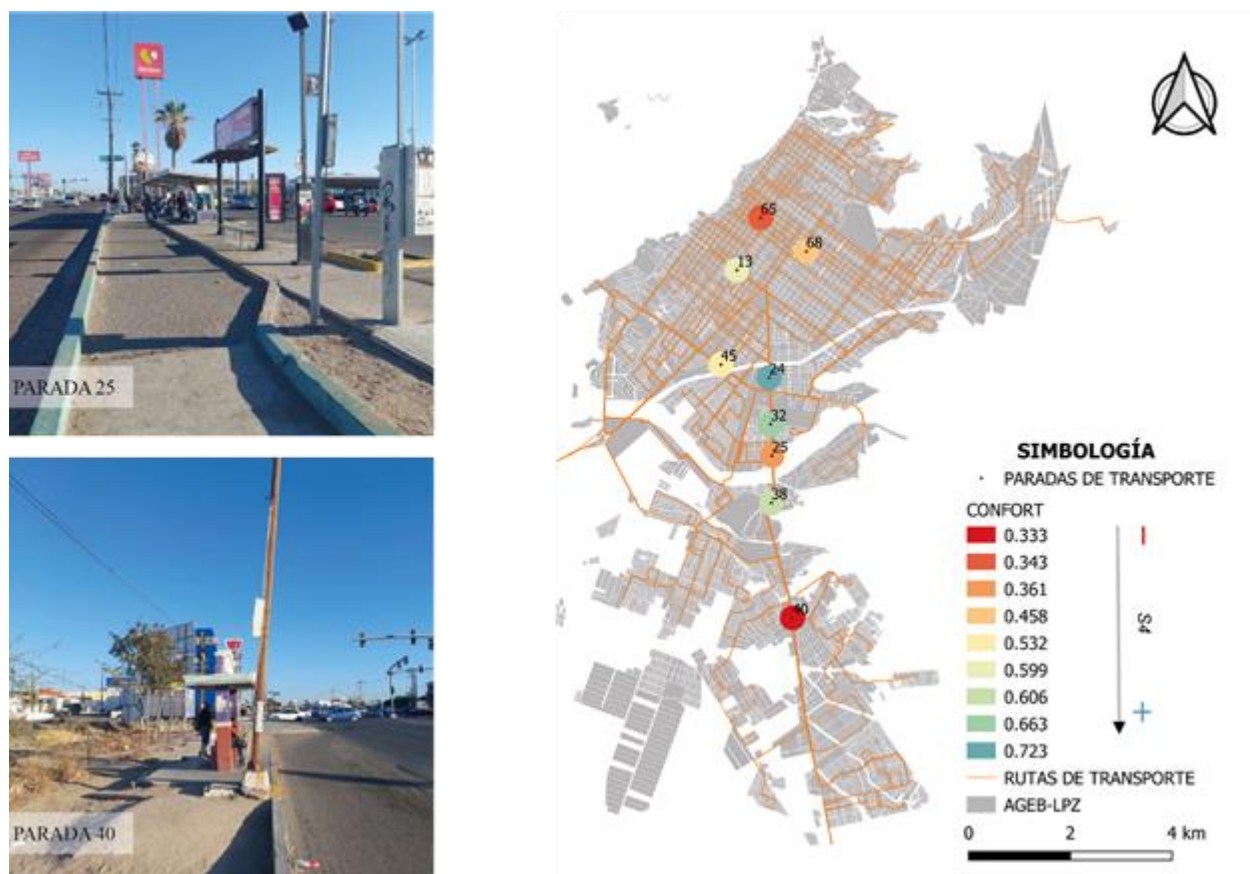
Los subindicadores de dotación y conectividad dentro del índice de confort permiten dar una visión de los elementos necesarios para el tránsito confortable y seguro de peatones en la zona, mientras que el subindicador de disponibilidad de acera señala la existencia de infraestructura destinada al peatón en la zona.

En la ciudad de La Paz únicamente se cuenta con tres puentes peatonales de los cuales dos de ellos se encuentra en las áreas de cobertura de las paradas 24 y 32, donde se observa el mayor subíndice de confort, mientras que el nivel más bajo de confort se observa en la parada 40, en la que, como se muestra en la figura 11 únicamente el área donde se encuentra la

parada cuenta con banqueta en mal estado. La parada 38 fue la única parada estudiada que presentó protección (bolardos) para los usuarios, así como señalización para invidentes.

Figura 13.

Mapa subíndice confort de las paradas de transporte (S4).



Nota. Elaborado con base en los datos de INEGI frentes de manzana INV2015. Fuente: elaboración propia 2022.

6.1.6. Entropía

En promedio las paradas tienen 0.229 en un rango de 0 a 1, donde el menor valor es de 0.095 y el más alto es de 0.595. En la figura 12 se muestra la distribución de los valores calculados de S5, en donde los colores que van de amarillo al azul muestran la mayor diversidad de usos

de suelo y altos niveles de empleo en el área de influencia. La parada que presenta el mayor valor es la parada 25 ya que es en la que existe mayor personal ocupado calculado con base en los datos de INEGI 2020. La relación directa que hay entre el subíndice de densidad y de entropía debido a la forma como los usos de suelo condicionan la distribución de las zonas destinadas al uso habitacional y por lo tanto a la densidad de población en las áreas de influencia.

Evaluar la diversidad de usos de suelo que hay en los entornos de las paradas muestra factores determinantes en relación con la accesibilidad, ya que en un entorno en el que la densidad y diversidad de usos de suelo es elevada genera mayor demanda de peatones. Por el contrario de aquellas zonas en donde la desvinculación de los usos de suelo, con una baja densidad, ha dado lugar a la disminución de desplazamientos a pie.

Figura 14.

Mapa subíndice entropía de las paradas de transporte (S_5).



Nota. Elaboración propia con base en los datos de INEGI 2020, en conjunto con los datos del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de La Paz, BCS 2018 (PDUCP).

6.1.7. Seguridad vial

Los altos niveles de seguridad vial para el peatón con base en la fricción modal que existe en las vialidades donde se ubican las paradas permite conocer qué tan seguro es el desplazamiento peatonal a las paradas. La figura 13 muestra como todas aquellas paradas que se encuentran en el boulevard Forjadores de sudcalifornia presentan el nivel más bajo de seguridad vial, debido a la velocidad y el número de carriles de la vía, al ser una vialidad

principal que conecta la ciudad de La Paz con la ciudad de Los Cabos que maneja velocidades máximas por encima de los 50 km/hr.

Figura 15.

Mapa subíndice seguridad vial de las paradas de transporte (S_6).



Nota. Elaboración propia con base en datos de INEGI 2020.

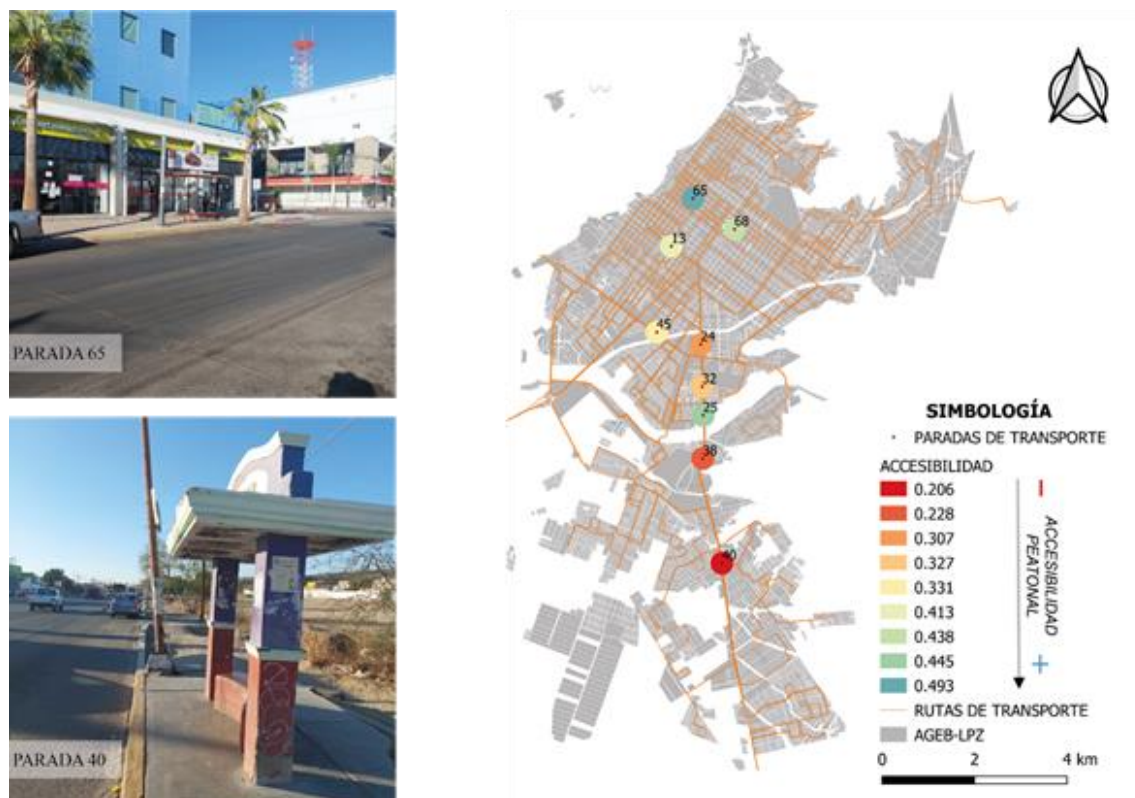
6.2. Accesibilidad peatonal

En el cálculo del índice de accesibilidad peatonal de las paradas de transporte seleccionadas con base en la interacción de los seis subíndices, se define como el promedio de los subíndices de calidad ambiental, densidad, proximidad, confort, entropía y seguridad vial. Se obtuvieron los siguientes resultados:

En promedio las paradas estudiadas presentan un valor de caminabilidad de 0.354 en un rango de 0 a 1, en la figura 14 se observan los valores obtenidos en cada una de las paradas. Siendo la parada 65 la parada que mejor calidad peatonal presenta mientras que la parada 40 presenta el nivel más bajo de amigabilidad, sin embargo, al observar los resultados ninguna de las paradas llega a un valor más alto del 50% de caminabilidad en sus áreas de influencia, siendo 0.493 el valor más alto obtenido. En este contexto los resultados obtenidos reflejan que las paradas de la ciudad de La Paz presentan bajos niveles de caminabilidad, evidenciando la falta de consideración del peatón dentro de los parámetros de creación de paradas de transporte público de la ciudad.

Figura 16.

Mapa de índice de accesibilidad peatonal de las paradas de transporte.



Nota. Elaboración propia 2022.

Conclusión

Durante la recolección de información y análisis de los sitios de estudio se observó una reciente iniciativa de parte de las autoridades por incentivar modos de transporte más sostenibles en la ciudad, por lo que se ha dado mantenimiento y reparación a ciertas paradas de transporte, donde se observa mejora del estado físico de las banquetas, colocación de protección para peatones, nuevo mobiliario en la parada y carriles de ciclovía, sin embargo, dichas mejoras solo se hicieron como parte de la restauración de las paradas ya existentes sin un estudio previo donde se muestran las necesidades de la parada más allá de mejoras en el mobiliario.

La ciudad de La Paz se encuentra en una etapa de crecimiento en donde recientemente se ha despertado un interés por la promoción de una movilidad sostenible, lo que da la oportunidad de impulsar estudios que permitan la creación de estrategias con un enfoque hacia el caminante. Son diversas las teorías que consideran al caminante como el eje principal en los entornos urbanos, como la teoría de red urbana y la teoría general de caminabilidad, las cuales establecen las bases de las características principales con las que los espacios urbanos deben contar y valorar, para considerar espacios atractivos y accesibles para los caminantes, y así lograr una movilidad sostenible. Con base en los resultados se comprueban las bases que establecen dichas teorías y el efecto que tienen sobre la accesibilidad peatonal en las paradas de transporte público, en ellas se menciona la importancia de las trayectorias peatonales que se recorren de un nodo a otro, cuyo objetivo principal es el de lograr que dichas trayectorias sean rápidas y eficientes. La parada 40 la

cual presenta menor índice de calidad peatonal, se demuestra el valor de cada uno de los factores, pues a pesar de contar con un alto índice de mezcla de usos de suelo, los trayectos a las áreas son de difícil acceso, no existe vegetación en la zona, solo el 47% del área de influencia cuenta con banqueta, y solo el 7% de área cuenta con rampas para discapacitados, la vialidad sobre la que se encuentra es una vialidad principal por lo que las velocidades de los automóviles son arriba de 60km/h, además de que solo el 33% del área cuenta con la señalización correspondiente, lo que la convierte en una zona poco atractiva y peligrosa para el peatón.

El enfoque de las teorías de los sistemas de transporte público a menudo mencionan la importancia de la mezcla de los usos de suelo, sin embargo, la teoría de la caminabilidad y la teoría de la red urbana, ponen en evidencia la relevancia de los factores de confort, calidad ambiental, en conjunto con los factores de uso de suelo, y a pesar de existir un alto nivel de mezcla de usos de suelo, los trayectos peatonales en los entornos urbanos de las paradas de transporte, reflejan el efecto de los bajos índices en los factores de confort y calidad ambiental, sobre la accesibilidad peatonal en los entornos urbanos de las paradas de transporte.

Gracias a los resultados obtenidos se concluye como los elementos físicos y sociales en la ciudad, así como la calidad del entorno de las paradas de transporte público, influyen directamente en la accesibilidad peatonal. Cada uno de los factores e indicadores utilizados en la metodología aplicada describe cómo las personas interactúan con la ciudad, cada aspecto de los cuales mide el estado del área urbana dentro de un componente particular, y

brinda información acerca de las relaciones espaciales, sociales y económicas entre los caminantes y su entorno.

Conforme a los resultados obtenidos de la aplicación del método de la medición de la accesibilidad peatonal en entornos alrededor de las paradas de transporte público, el cual es un método que permite identificar de forma detallada el efecto que tiene el entorno urbano en el acceso al transporte público, con respecto a las necesidades de la población como peatón, en este sentido el método expuesto supone un nuevo planteamiento sobre los factores que intervienen en el transporte público más allá de las rutas y las unidades de transporte, para la mejora de la movilidad y su integración urbana.

Las ventajas de este método es la sencillez de su aplicación, de manera que pueda ser replicada en todas las paradas de transporte de la ciudad, debido a que el software que se utiliza es de acceso público, además de ser comúnmente utilizado en el sector académico y profesional, por otra parte, se han utilizado técnicas estadísticas básicas. Como resultado se obtiene un método capaz de ser replicado en el ámbito profesional y que sea una herramienta útil en el proceso de generación de información para la creación de lineamientos para las paradas de transporte público de la ciudad de La Paz.

En contraste con las ventajas que nos ofrece, es necesario puntualizar algunas mejoras al método. A pesar de los grandes hallazgos obtenidos con los subindicadores que conforman el indicador de la accesibilidad peatonal de las paradas (calidad ambiental, densidad, proximidad, confort, entropía y seguridad vial) la obtención de algunos valores agregados a estos subíndices puede contribuir a reforzar la utilidad del método en la toma de decisiones. Una de las principales mejoras que se recomiendan, es en los subíndices de calidad

ambiental y seguridad vial, en donde se sugiere agregar datos como el de la calidad del aire y los accidentes de tránsito en las áreas de influencia de las paradas con el fin de detallar los resultados de estos dos subíndices.

El cálculo del índice de accesibilidad peatonal en las paradas permite sintetizar la información en un único valor final y ser representada de manera gráfica, por lo que posibilita la evaluación e interpretación de los datos a los interesados que intervienen en la toma de decisiones y que pueden o no, ser especialistas en el tema, por consiguiente, abre un campo de posibilidad de entendimiento entre los diferentes campos disciplinarios que hacen posible la planeación de la movilidad urbana.

En este sentido, los resultados obtenidos suponen un área de oportunidad en donde se ponen en evidencia las áreas de mejora, a través de diferentes estrategias en función de las necesidades específicas de cada una de las paradas que conforman el sistema, estrategias tales como, la integración del peatón como el inicio y el fin del transporte y no simplemente considerar el recorrido que hace la unidad por las calles de la ciudad, integrar a las paradas de transporte como el punto de enlace entre el peatón y la unidad que finalmente es el acceso que permite la intermodalidad entre los modos de transporte no motorizados y el transporte público. De igual manera se recomienda la valorización de todas las paradas de transporte que conforman el sistema con el fin de evaluar su entorno y determinar si es necesaria su reubicación o puntualizar los aspectos a mejorar. Este método también nos permite plantear nuevas ubicaciones de las paradas con un previo análisis en donde se justifique y se optimice la localización de la parada.

Finalmente, el estudio de la accesibilidad peatonal en los entornos de las paradas de transporte público supone una herramienta que brinde información clara y sintetizada del estado actual de las paradas y enfatiza las áreas de mejora, para ayudar a la toma de decisiones en el diseño de lineamientos de movilidad urbana que son fundamentales para una integración de modos de transporte sustentables. Con respecto a las líneas de investigación futuras, se considera la posibilidad de complementar a través de encuestas a los usuarios, los materiales con los cuales están construidas las paradas y su influencia en el confort del usuario en relación con las condiciones climáticas de la zona.

Anexos

ACCESIBILIDAD DE PARADA 13						
Ubicación: blvd. 5 Febrero, IMSS						
Tipo de parada: Techada	Tipo de mobiliario: metal	Señalización: Si		Información de rutas: No		Publicidad: Si
Esta ruta da servicio a 26 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	ARBOLADO URBANO	0.95	0.950	0.475	0.475	0.413
	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.00	0.000			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	1.05	0.001	0.001	0.001	
PROXIMIDAD	RUTAS	26.00	0.442	0.721	0.721	
	EQUIPAMIENTOS	3.94	1.000			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.83	0.830	0.599	0.599	
	CONECTIVIDAD	21	0.348			
	DOTACIÓN	0.62	0.620			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.24	0.240	0.179	0.179	
	EMPLEO	4.97	0.118			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	180	0.500	0.500	0.500	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 24						
Ubicación: blvd. Forjadores, Soriana						
Tipo de parada: Techada	Tipo de mobiliario: concreto	Señalización: Si		Información de rutas: No		Publicidad: Si
Esta ruta da servicio a 20 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	ARBOLADO URBANO	0.80	0.800	0.400	0.400	0.3068
	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.00	0.000			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	11.39	0.136	0.136	0.136	
PROXIMIDAD	RUTAS	20.00	0.302	0.472	0.472	
	EQUIPAMIENTOS	2.73	0.641			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	1.00	1.000	0.723	0.723	
	CONECTIVIDAD	21.00	0.348			
	DOTACIÓN	0.82	0.820			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.19	0.190	0.110	0.110	
	EMPLEO	1.22	0.029			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	300	0.000	0.000	0.000	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 25						
Ubicación: blvd. Forjadores						
Tipo de parada: Techada	Tipo de mobiliario: concreto	Señalización: No		Información de rutas: No		Publicidad: No
Esta ruta da servicio 25 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	ARBOLADO URBANO	0.85	0.850	0.460	0.460	0.4452
	PROPORCION DE PARQUE	0.07	0.070			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	77.35	1.000	1.000	1.000	
PROXIMIDAD	RUTAS	25.00	0.419	0.255	0.255	
	EQUIPAMIENTOS	0.88	0.091			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.49	0.490	0.361	0.361	
	CONECTIVIDAD	14.00	0.043			
	DOTACIÓN	0.55	0.550			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.19	0.190	0.595	0.595	
	EMPLEO	41.97	1.000			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	300.00	0.000	0.000	0.000	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 32						
Ubicación: blvd. Forjadores						
Tipo de parada: abierta	Tipo de mobiliario: Ninguno	Señalización: Si		Información de rutas: No		Publicidad: No
Esta ruta da servicio a 18 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	ARBOLADO URBANO	0.58	0.580	0.335	0.335	0.3271
	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.09	0.090			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	36.34	0.463	0.46	0.463	
PROXIMIDAD	RUTAS	18.00	0.256	0.176	0.176	
	EQUIPAMIENTOS	0.89	0.095			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.61	0.610	0.663	0.663	
	CONECTIVIDAD	36.00	1.000			
	DOTACIÓN	0.38	0.380			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.24	0.240	0.326	0.326	
	EMPLEO	17.25	0.411			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	300.00	0.000	0.000	0.000	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 38						
Ubicación: blvd. Forjadores, UABCS						
Tipo de parada: techada	Tipo de mobiliario: metal/madera	Señalización: Si		Información de rutas: No		Publicidad: si
Esta ruta da servicio a 25 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	ARBOLADO URBANO	0.91	0.910	0.455	0.455	0.2276
	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.00	0.000			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	0.98	0.000	0.00	0.000	
PROXIMIDAD	RUTAS	25.00	0.419	0.210	0.210	
	EQUIPAMIENTOS	0.57	0.000			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.87	0.870	0.606	0.606	
	CONECTIVIDAD	21.00	0.348			
	DOTACIÓN	0.60	0.600			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.19	0.190	0.095	0.095	
	EMPLEO	0.00	0.000			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	300.00	0.000	0.000	0.000	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 40						
Ubicación: blvd. Forjadores, col. mezquitito						
Tipo de parada: techada	Tipo de mobiliario: Concreto	Señalización: no		Información de rutas: No		Publicidad: no
Esta ruta da servicio a 11 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	ARBOLADO URBANO	0.78	0.780	0.390	0.390	0.2062
	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.00	0.000			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	13.68	0.166	0.166	0.166	
PROXIMIDAD	RUTAS	11.00	0.093	0.164	0.164	
	EQUIPAMIENTOS	1.36	0.234			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.47	0.470	0.333	0.333	
	CONECTIVIDAD	16.00	0.130			
	DOTACIÓN	0.40	0.400			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.24	0.240	0.184	0.184	
	EMPLEO	5.37	0.128			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	300	0.000	0.000	0.000	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 45						
Ubicación: blvd. Colosio						
Tipo de parada: techada	Tipo de mobiliario: metal	Señalización: si		Información de rutas: No		Publicidad: si
Esta ruta da servicio a 26 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.07	0.070	0.430	0.430	0.3311
	ARBOLADO URBANO	0.79	0.790			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	10.94	0.130	0.130	0.130	
PROXIMIDAD	RUTAS	26.00	0.442	0.292	0.292	
	EQUIPAMIENTO	1.05	0.142			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.56	0.560	0.532	0.532	
	CONECTIVIDAD	26.00	0.565			
	DOTACIÓN	0.47	0.470			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.24	0.240	0.186	0.186	
	EMPLEO	5.51	0.131			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	200.00	0.417	0.417	0.417	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 65						
Ubicación: Nicolas Bravo e/ Ramirez y Altamirano						
Tipo de parada: techada	Tipo de mobiliario: metal	Señalización: si		Información de rutas: No		Publicidad: si
Esta ruta da servicio a 50 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.00	0.000	0.395	0.395	0.4931
	ARBOLADO URBANO	0.79	0.790			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	10.92	0.130	0.130	0.130	
PROXIMIDAD	RUTAS	50.00	1.000	0.938	0.938	
	EQUIPAMIENTO	3.52	0.875			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.56	0.560	0.343	0.343	
	CONECTIVIDAD	13.00	0.000			
	DOTACIÓN	0.47	0.470			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.14	0.140	0.153	0.153	
	EMPLEO	6.94	0.165			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	60.00	1.000	1.000	1.000	

ACCESIBILIDAD DE PARADA 68						
Ubicación: Nicolas Bravo e/ Ramirez y Altamirano						
Tipo de parada: abierta	Tipo de mobiliario: ninguno	Señalización: si		Información de rutas: No	Publicidad: no	
Esta ruta da servicio a 7 rutas de transporte						
FACTOR	INDICADOR	RESULTADO	RANGO DE (0-1)	SUBTOTAL	TOTAL	ACCESIBILIDAD
CALIDAD AMBIENTAL	PROPORCIÓN DE PARQUE	0.00	0.000	0.465	0.465	0.4375
	ARBOLADO URBANO	0.93	0.930			
DENSIDAD	DENSIDAD DE POBLACIÓN	23.41	0.294	0.294	0.294	
PROXIMIDAD	RUTAS	7.00	0.000	0.172	0.172	
	EQUIPAMIENTO	1.73	0.344			
CONFORT	DISPONIBILIDAD DE ACERA	0.71	0.710	0.458	0.458	
	CONECTIVIDAD	17.00	0.174			
	DOTACIÓN	0.49	0.490			
ENTROPIA	USOS DE SUELO	0.14	0.140	0.236	0.236	
	EMPLEO	13.97	0.333			
SEGURIDAD VIAL	VELOCIDAD DE LA VIA	60.00	1.000	1.000	1.000	

Referencias

- Contreras, R., Navarrete , C., & Arias, G. (2016). Encuesta Origen-Destino Santiago 2012: Evolución de escenarios de accesibilidad. *Ingeniería de Transporte*, 20(01), 3-18.
- Delfin, O., & Melo, A. (2017). Eficiencia del transporte público en la ciudad de Morelia, Michoacán (México) en el año 2015: un análisis de la envolvente de datos. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 7-23. doi:<https://doi.org/10.18359/rfce.3066>
- Escobar, D., & Flórez, J. (2016). Instrumento de evaluación de la calidad del espacio peatonal. *Jornadas de investigación*, 305-317.
- Geurs, G., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127-140. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>.
- Gilabert, M., González-Piqueras, J., & García-Haro, J. (1997). Acerca de los índices de Vegetación. *Teledetección*(8), 1-10.
- Gobierno del Estado de Baja California Sur. (09 de 04 de 2021). *GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR*. Obtenido de <http://www.bcs.gob.mx/conoce-bcs/municipios/>
- Gutiérrez-López, J., Caballero-Pérez, Y., & Escamilla-Triana, R. (2019). Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá. *Revista de Arquitectura*, 21(1), 8-20. doi:<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.1884>

- Hansen, W. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute*, 25(2), 73-76. doi:<https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Instituto Municipal de Planeación de La Paz B.C.S. (2014). *Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible de la Ciudad de La Paz. Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles*. La Paz.
- Juárez Flores, J. A., & Henández Ortiz, K. A. (2020). Movilidad urbana y seguridad vial en la Zona Metropolitana del Valle de México. Otra perspectiva en torno al peatón y ciclista. *Anuario de espacios urbanos*, 105-128.
- Juárez, J., & Hernández, K. (2020). Movilidad urbana y seguridad vial en la Zona Metropolitana del Valle de México. Otra perspectiva en torno al peatón y ciclista. (U. A. Azcapotzalco., Ed.) *ANUARIO DE ESPACIOS URBANOS, HISTORIA • CULTURA • DISEÑO*, 105-128. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11191/7265>
- López, R. (2019). Estudio, análisis operacional y diseño tipo de las paradas de transporte público urbano de la ciudad de Machala. (*Tesis de Maestría*). Universidad Técnica de Machala, Machala.
- Martner, C. (2016). Expansión dispersa, ciudad difusa y transporte: el caso de Querétaro, México. *EURE*, 42(125), 31-60.
- Medina, S., & Veloz, J. (2013). *Desarrollo Orientado al Transporte. Regenerar las ciudades Mexicanas para mejorar la movilidad*. México, DF: Cítrico Gráfico.

- Millán, N., & Hinojosa, R. (2017). Identificación de paradas de autobús conflictivas para la seguridad peatonal. Caso de estudio: Ciudad de Toluca. *[Licenciatura]*. Universidad Autónoma de México, Toluca de Lerdo, México.
- Molinero, Á., & Sánchez, L. (2005). *Transporte público: planeación, diseño, operación y administración*. Toluca, Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Moreno, G. (2016). Capacidad de Carga Urbana y Análisis Espacio-Temporal del Crecimiento de La Paz, B.C.S., México. *(Tesis de Maestría)*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur. Obtenido de <http://rep.uabcs.mx:80/handle/23080/121>
- Navarro, I., Galilea, P., Hidalgo, R., & Hurtubia, R. (2018). Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte? *EURE*, 44(132), 135-153.
- Obregón-Biosca, S., & Betanzo-Quezada, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una Análisis de la movilidad urbana de una estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, sociedad y Territorio*, xv(47), 61-98.
- Ortiz, C., & Garnica, R. (2010). La accesibilidad espacial en la definición de territorios inteligentes. *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, II(6), 759-776.
- Pérez, T., López, S., Martínez, A., Janka, L., Aguirre, P., & Tafoya, Y. (2022). Guía de entornos caminables seguros. Lineamientos de diseño para el acceso a equipamientos urbanos y al transporte público en ciudades mexicanas. *Guía. México: WRI México*, 192. doi:<https://doi.org/10.46830/wrigb.21.00114>

- Regional Public Transportation Authority (RPTA). (2017). Bus Stop Design Guidelines. *Valley Metro: Bus Stop Program and Standards*, 1-23.
- Salingaros, N. (1998). Theory of the urban web. *Journal of Urban Desing*, 3(1), 53-71.
doi:10.1080/13574809808724416
- Serrano Romero, R. (2018). *Movilidad urbana y espacio público. Reflexiones, métodos y contextos*. Bogotá: DGP Editores, SAS.
- Soriano, M., Melo, S., & Oliveira, M. (2016). Instrumentos legales para la aplicación de medidas de gestión de la demanda de transporte urbano en Brasil. *Ingeniería de Transporte*, 20(01), 19-32.
- Steiniger, S., Fuentes, C., Villegas, R., Ardiles, R., Rojas, C., & Poorazizi, E. (2017). Accesobarrio - medición de la accesibilidad urbana usando perfiles demográficos y Openstreetmap. *Ingeniería de transporte*, 21(1), 3-14.
- Steiniger, S., Fuentes, C., Villegas, R., Rojas , C., & Poorazizi, E. (2017). Accesobarrio - medición de la accesibilidad urbana usando perfiles demográficos y Openstreetmap. *Ingenieria de Transporte*, 21(1), 3-14.
- Suzuki, H., Cervero, R., & Iuchi, K. (2014). *Transformando las ciudades con el transporte público: integración del transporte público y el uso del suelo para un desarrollo urbano sostenible*. (E. U. Findeter, Ed., & E. Tanács, Trad.) Bogotá, D.C., Colombia: Universidad de los Andes.

- Talavera , R. (2017). Instrumentos de evaluación de la accesibilidad basados en la calidad de los entornos peatonales. (*Tesis doctoral*). Universidad de Granada, Granada. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10481/48072>
- Talavera, R., Soria, J., & Valenzuela, L. (2014). La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 60/1, 161-187.
- Talavera, R., Valenzuela, L., & Soria, J. (2018). Evaluando la influencia de la calidad de la distancia peatonal en la cobertura de paradas del metro ligero de Granada (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 79(247), 1-25. doi:<http://dx.doi.org/10.21138/bage.2472>
- Talavera-García, R. (2017). Instrumentos de evaluación de la accesibilidad basados en la calidad de los entornos peatonales. (*Tesis Doctoral*). Universidad de Granada, Granada.
- Tornero, J., Pérez, A., & Gómez, F. (2006). Ciudad y confort ambiental: Estado de cuestión y aportaciones recientes. *Cuad. de Geogr.*, 80, 147-182.
- Trujillo Hidalgo, A. (2019). El entorno caminable como co-modalidad para el transporte público: El caso de Quito. *Territorios en formación*(16), 130-151.
- Valenzuela, L., & Talavera, R. (2015). Entornos de movilidad peatonal: una revisión de enfoques factores y condicionantes. *EURE*, 41(123), 5-27.

- Velasco, G., Guerrero, A., & Aguilar, G. (2020). Análisis de las características geométricas del ancho de carril e infraestructura en las paradas de bus del transporte público urbano en la ciudad de Riobamba. *ConcienciaDigital*, 3(3), 350-366.
- Velásquez Gavilan, R. (2009). Hacia una nueva definición del concepto "política pública". *Desafíos*, 20, 149-187.