

# **Banquetas: el orden híbrido de las aceras en la Ciudad de México y su área metropolitana**

Guénola Capron  
Jérôme Monnet  
Ruth Pérez López  
(Coordinadores)

Universidad  
Autónoma  
Metropolitana



Casa abierta al tiempo Azcapotzalco

**Universidad Autónoma Metropolitana**

*Rector General*

Dr. José Antonio de los Reyes Heredia

*Secretaria General*

Dra. Norma Rondero López

**Unidad Azcapotzalco**

*Rector*

Dr. Oscar Lozano Carrillo

*Secretaria*

Dra. Yadira Zavala Osorio

**División de Ciencias Sociales y Humanidades**

*Director*

Dr. Jesús Manuel Ramos García

*Secretario Académico*

Lic. Gilberto Mendoza Martínez

*Jefe del Departamento de Sociología*

Mtro. Francisco Javier Rodríguez Piña

*Coordinador de Difusión y Publicaciones*

Dr. César Daniel Alvarado Gutiérrez

Primera edición, 2022

© **Universidad Autónoma Metropolitana**

Unidad Azcapotzalco

División de Ciencias Sociales y Humanidades

Coordinación de Difusión y Publicaciones

Av. San Pablo 180, Edif. E, Salón 004, Col. Reynosa Tamaulipas,

Del. Azcapotzalco, C.P. 02200,

Ciudad de México, Tel. 53189109

[www.publicacionesdcsh.azc.uam.mx](http://www.publicacionesdcsh.azc.uam.mx)

ISBN de la obra **digital: 978-607-28-2717-2**

Se prohíbe la reproducción por cualquier medio sin el consentimiento del titular de los derechos patrimoniales de la obra.

Impreso en México / Printed in Mexico

# Contenido

<i>In memoriam</i> . A Angela, la autora omnipresente . . . . .	11
Prefacio . . . . .	13
Introducción. . . . .	15

## PRIMERA PARTE

### DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRÁNSITO PEATONAL AL PALIMPSESTO URBANO

Capítulo 1. Construcción digital de banquetas: la experiencia de un atlas <i>Salomón González</i> <i>Laura E. Quiroz</i> <i>Nora A. Morales</i> <i>Jerónimo Díaz</i> . . . . .	45
Capítulo 2. La administración pública de las banquetas: del marco legal a la gestión técnica <i>Perla Ernestina Castañeda Archundia</i> . . . . .	73
Capítulo 3. Trayectorias peatonales: impacto de la morfología de la calle, de los usos dominantes y los obstáculos <i>Bismarck Navarro</i> . . . . .	115
Capítulo 4. La banqueta palimpsesto: huellas materiales y simbólicas de la sucesión de administraciones y usos sociales <i>Ana Luisa Diez García</i> . . . . .	143

## SEGUNDA PARTE

### ¿EL ESPACIO PÚBLICO POR EXCELENCIA?

Capítulo 5. El papel de la banqueta en la vida social urbana <i>Ruth Pérez López</i> <i>Luz Yasmín Viramontes Fabela</i> . . . . .	187
--	-----

Capítulo 6. Apropiaciones y patrimonialización de la banqueteta: de lo material a lo simbólico	
<i>María Teresa Esquivel Hernández</i>	
<i>María Concepción Huarte Trujillo</i> .....	215

Capítulo 7. El rol de las mujeres en la producción local del orden socioespacial de las banquetetas	
<i>Silvia Carbone</i>	
<i>Guénola Capron</i>	
<i>María Teresa Esquivel Hernández</i>	
<i>María Concepción Huarte Trujillo</i> .....	235

Capítulo 8. La inseguridad: transgresiones y control social en las banquetetas	
<i>Miguel Ángel Aguilar D.</i> .....	275

TERCERA PARTE

DEL CENTRO DE LA CIUDAD A SUS FRONTERAS. TIPOS DE ÓRDENES LOCALES

Capítulo 9. Concentración de inversión pública en el Centro Histórico: la transformación de una acera en escenario lúdico-turístico	
<i>Angela Giglia</i>	
<i>Alejandra Trejo Poo</i> .....	319

Capítulo 10. La banqueteta como escenario de gestión del conflicto local entre vecinos y acomodadores de coches	
<i>Natanael Reséndiz</i> .....	353

Capítulo 11. El dominio corporativo: producción y control de la acera en Santa Fe y el Eje 4 Norte	
<i>Ruth Pérez López</i>	
<i>Perla Ernestina Castañeda Archundia</i> .....	389

Capítulo 12. La banqueteta fantasma, ausente o inacabada, en los márgenes urbanos de Nezahualcóyotl y Chimalhuacán	
<i>Elind Gálvez Matías</i> .....	419

CUARTA PARTE

SÍNTESIS FINAL

Capítulo 13. La banqueteta, un orden urbano híbrido	
<i>Guénola Capron</i>	
<i>Angela Giglia</i>	
<i>Jérôme Monnet</i>	
<i>Ruth Pérez López</i> .....	469
Autoras y autores .....	545

# Capítulo 3. Trayectorias peatonales: impacto de la morfología de la calle, de los usos dominantes y los obstáculos

Bismarck Navarro

## INTRODUCCIÓN

La geometría de las banquetas es muy variada en las ciudades. En el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), las banquetas además están llenas de obstáculos de todo tipo: losas levantadas por las raíces de los árboles, rampas de acceso a los garajes, etc. Nos podemos preguntar si esto llega a afectar la comodidad de los peatones al caminar por ellas y, por ende, su velocidad de desplazamiento.

Viendo el caso de las banquetas en los países desarrollados, uno podría pensar que todas las banquetas tendrían que ser iguales o mantener cierta homogeneidad, ya que las autoridades municipales son las encargadas de esta tarea. Sin embargo, podríamos empezar considerando que la orografía cambia a lo largo del territorio, así como los objetos que se encuentran dentro del área de las banquetas (árboles, postes de luz, etcétera), pero, principalmente, lo que cambia es el “quién” se encarga de la construcción y mantenimiento de la banqueta. Esto varía mucho en las ciudades latinoamericanas. Teóricamente, la infraestructura urbana debería de ser construida y mantenida por las autoridades gubernamentales, sin embargo, en muchos casos esta infraestructura es inexistente o ha sido construida por los vecinos de la zona o en una combinación de vecinos y gobierno.

Además de las diferencias en la geometría de las banquetas, los obstáculos que llegan a tener constituyen otro factor que afecta el confort de los peatones y su velocidad de desplazamiento. Entre los objetos tenemos los que han sido instalados por el gobierno o las empresas de servicios (casetas telefónicas, semáforos, postes de luz) y artefactos que han sido colocados por los usuarios, de manera permanente o temporal (vehículos estacionados, puestos ambulantes, macetas). Las intersecciones de calles son también importantes para las banquetas, ya que es donde se cruzan flujos de peatones y estos interactúan directamente con los demás usuarios de la vía. La intersección es la parte de la infraestructura que conecta una banqueta con otra, brindando a los peatones un paso definido e intentando recomendar a los usuarios la zona de la calle en la que teóricamente es más seguro cruzar de una banqueta a otra. Al mismo tiempo se indica a los conductores que en esa zona las posibilidades de tener encuentros con los peatones van a ser elevadas.

Para evaluar el comportamiento mencionado, el presente capítulo estudia 13 diferentes sitios ubicados en la ZMVM en seis de las áreas testigo propuestas para la Zona Metropolitana del Valle de México, cuatro alcaldías de la Ciudad de México y cuatro municipios del Estado de México. De estos sitios, 9 corresponden a banquetas, tres a intersecciones y uno a una explanada con alto flujo peatonal. Los sitios evaluados han sido divididos en seis clases: A. Oficial libre; B. Oficial angosta; C. Oficial invadida; D. Cruce libre; E. Cruce invadido; F. Inexistente. Estas clases serán detalladas más adelante.

En estos sitios se realiza una evaluación piloto con herramientas computacionales de análisis de usuarios por medio de archivos de video. Con estos videos se evalúa el efecto de las intervenciones sobre el comportamiento o las velocidades de los peatones al transitar por la infraestructura urbana. Antes de intentar evaluar el efecto de la falta de uniformidad de las banquetas y de los diferentes obstáculos presentes en ellas llegan a tener en los peatones, debemos entender el porqué existe una diferencia en la forma de las banquetas y en el nivel de intervención del Estado. Las banquetas deben cumplir con requisitos mínimos de ancho, alto, y espacio libre para el libre tránsito de los peatones. Además, las banquetas deben de contar con una forma adecuada en las intersecciones para poder facilitar el paso peatonal de una banqueta a otra. Estos requisitos mínimos en muchos casos son establecidos por los gobiernos municipales o, en su defecto, llegan a seguir normas estatales o federales.

Para entender la relevancia de la geometría y amplitud de las banquetas para que podamos caminar libremente, debemos entender la importancia que tienen dentro de las ciudades. Las banquetas son ese medio físico por el cual un gran número de los habitantes de las ciudades se llegan a desplazar, son un vínculo importante para la movilidad de los usuarios. Sin embargo, por la creciente demanda de espacio en las ciudades y el aumento en la flota vehicular, para algunas autoridades las banquetas pasaron a segundo plano, por lo que éstas han dejado de invertir en el desarrollo de infraestructura y mantenimiento de las existentes fuera de zonas específicas como centros históricos o áreas comerciales. Lo anterior lleva a que el peatón en muchas ocasiones se vea obligado a caminar por espacios no propicios, o en su defecto, a bajar y desplazarse por el arroyo vehicular, exponiendo su seguridad y reduciendo lo que debería ser un desplazamiento cómodo y con una velocidad adecuada, debido a la suma de los diferentes obstáculos.

En particular, los centros urbanos se han vuelto este espacio donde tenemos una gran variedad de usuarios desplazándose por diferentes motivos, ya sea trabajo, ocio, compras, turismo, etc., y donde existe una gran variedad de objetos como vehículos estacionados en las banquetas o puestos ambulantes que invaden las banquetas (Hu, 2016). Lo anterior ocasiona que las banquetas se están volviendo un problema de movilidad para un gran número de usuarios.

En este capítulo se evalúa el efecto que tiene la infraestructura en la velocidad de los peatones en los 13 sitios arriba mencionados situados. Para esto utilizamos archivos de video con herramientas de análisis semiautomatizadas.

#### IMPORTANCIA DE UN ESPACIO CONFORTABLE PARA EL PEATÓN

La calidad de la infraestructura urbana presente a lo largo del trayecto del peatón es de vital importancia para su confort y el comportamiento que tendrán al desplazarse por la misma. Por este motivo, desde hace tiempo diferentes organismos e investigadores han venido proponiendo diferentes índices para evaluar el confort del peatón en la banqueta. Uno de ellos ha sido AASHTO, quienes han propuesto el Nivel de Servicio Peatonal (NSP) dividido en seis categorías: *A* es el mejor nivel de confort y *F* es el nivel de confort más bajo (Transportation Research Board, 2000).

El NSP es un término complejo que representa las condiciones de la infraestructura, así como la comodidad del peatón. Sin embargo, los investigadores y urbanistas no han podido definir cuáles son los factores de la “calle” que son estadísticamente significativos en el comportamiento del peatón al caminar. Muraleetharan *et al.* han venido estudiando el comportamiento peatonal, especialmente en ciudades grandes, en donde proponen una clasificación para las banquetas dividida en tres categorías (Muraleetharan, Adachi, Uchida, Hagiwara, & Kagaya, 2004). Las categorías propuestas por estos autores contemplan el ancho de la banqueta, así como su separación del muro de la propiedad, la cantidad de obstáculos en la banqueta, la densidad de flujo y el número de ciclistas que llegan a tener algún “conflicto” con algún peatón. Además, Wicramasinghe y Dissayake han venido estudiando los factores que afectan la movilidad de los peatones por la banqueta, para lo que han propuesto el *Índice de Banquetas Peatonal* (Wicramasinghe & Dissanayake, 2017).

Este índice propone nueve perfiles para evaluar las banquetas, en donde se contempla el ancho de la banqueta, la existencia de obstáculos y el número de peatones caminando en la banqueta, así como la direccionalidad de los flujos (peatones que van y vienen). Junto a la evaluación del nivel de servicio de la banqueta, la calidad de la infraestructura urbana en donde el peatón se desplaza es de suma importancia, por lo cual se ha venido estudiando el nivel de servicio de los peatones al cruzar las intersecciones urbanas (Muraleetharan, 2005). Para la Ciudad de México se han propuesto índices para evaluar la seguridad de los cruces peatonales en intersecciones de vialidades primarias (Pérez López *et al.*, 2019). En los entornos urbanos las intersecciones han mostrado ser un nodo complejo en la infraestructura vial. Por lo cual, el estudio del comportamiento de los peatones en las intersecciones y el efecto que tiene la intervención gubernamental son importantes para entender el desempeño de la red.

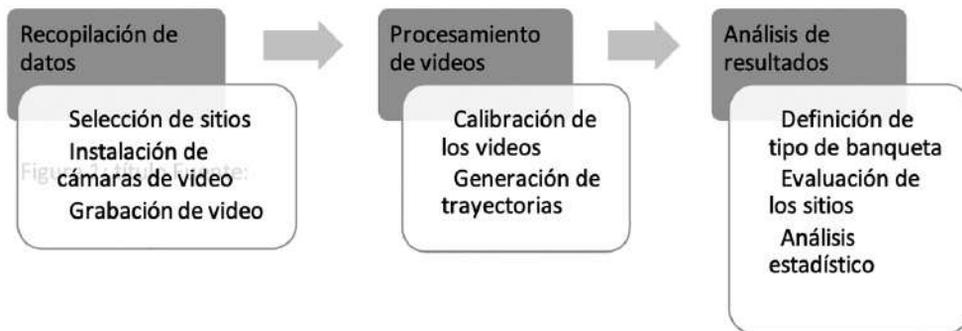
## METODOLOGÍA

La metodología para el análisis de los peatones por medio de video está dividida en tres partes principales: *a)* recolección de datos, *b)* procesamiento de videos y *c)* análisis de resultados (figura 3.1).

### Recolección de datos

La colecta de datos, en videos con una duración promedio de 15 minutos, se realizó en 13 sitios de la Ciudad de México. Estos datos constaron de grabaciones utilizando una cámara de acción instalada en la proximidad al sitio de estudio. Las grabaciones para el estudio se realizaron durante el mismo periodo del año (primavera del 2018) y con un clima similar, esto con el fin de reducir el sesgo que la variable tiempo puede generar. La cámara utilizada grabó video en alta definición con resolución de 2048 x 1536 y 30 imágenes por segundo. Esta cámara de video fue instalada en un mástil telescópico, con una altura de hasta 7 metros sobre el nivel de la banqueta; la cámara con el mástil telescópico fue montada en la infraestructura existente (luminarias o semáforos). El propósito de montar el mástil a una infraestructura fija es para evitar vibraciones excesivas en el video colectado lo cual es recomendado.

Figura 3.1. Proceso del análisis de video



Fuente: elaboración propia.

### Evaluación de videos

El procesamiento de los videos se realizó en tres etapas: *a)* calibración de los videos; *b)* rastreo de los usuarios de interés y *c)* generación de datos. El proceso de calibración de los videos consiste en relacionar dos imágenes entre sí que corresponden al mismo sitio, este proceso es conocido como ajuste de homografía. Las imágenes de la homografía, por lo general, son una de la superficie plana en el espacio, esta es una imagen con una vista del sitio “de

arriba”, como si se estuviera volando sobre el área de estudio (figura 3.2a). Esta imagen normalmente se obtiene por imágenes satelitales, las cuales cuentan con la escala de referencia del sitio, ya sea que el gobierno las tenga o por medio de plataformas digitales como Google Maps o Bing.

La otra imagen es obtenida de los videos de la cámara de video (figura 3.2b). Estas imágenes se relacionan entre sí con puntos comunes, normalmente son puntos que son fácilmente identificables en las dos imágenes, como puede ser un paso peatonal o la esquina de una banqueta en la calle (figura 3.2). En este proceso se recomienda, como mínimo, escoger seis puntos de correspondencia entre las dos imágenes que incluyan el área de estudio. Con el procedimiento anterior, el programa utiliza las dimensiones de la imagen satelital para unificar las dimensiones con la imagen obtenida de las grabaciones de video.

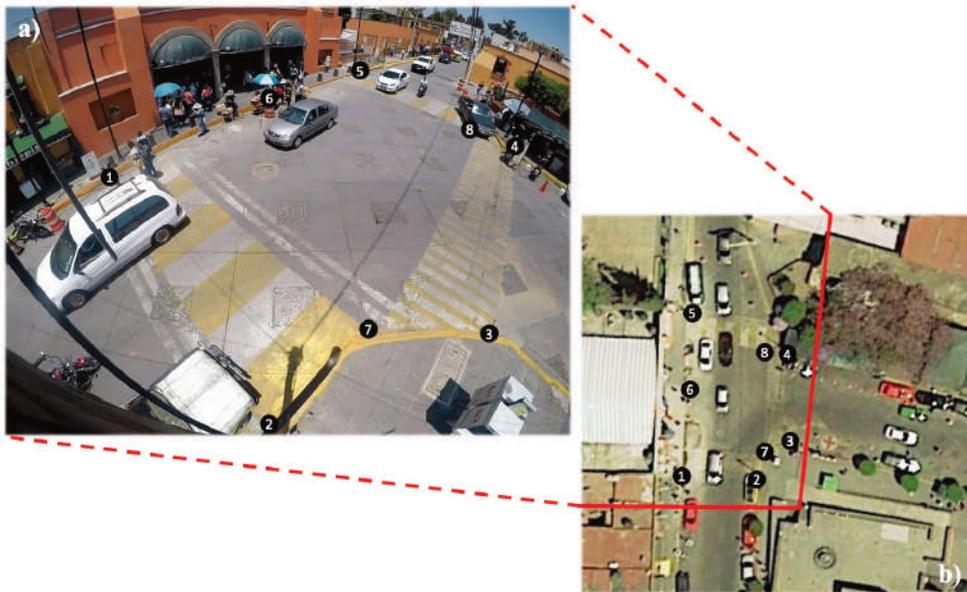
Posteriormente esta información es utilizada en la detección, rastreo y clasificación de los usuarios de la vía capturados en el video, de esta forma se genera la información correspondiente a las velocidades. Consecutivamente, se define la zona del video en donde se tiene interés de evaluar a los peatones, en esta zona se dibujarán las trayectorias (rastreo) de los peatones a lo largo del área de interés.

El rastreo de los peatones se realizó con el programa de código abierto tvalib (St-Aubin, Saunier & Miranda-Moreno, 2015). Este programa se utilizó para identificar manualmente (seleccionando con un punto) la ubicación del peatón a cada segundo en el que se encontraba dentro del área de estudio, rastreándolo a lo largo de su trayecto por el área del video. El proceso de rastreo puede ser automatizado, pero en el momento que se realizó este trabajo, la efectividad para identificar a los peatones a lo largo de su trayecto se encontraba en un 70%, mientras que para los vehículos era cerca del 95%; motivo por el cual para este proyecto piloto (videos de corta duración) se decidió hacer este proceso de forma manual. Con este paso se obtuvieron las trayectorias de los peatones para obtener la posición y velocidad de cada uno de ellos.

Estas trayectorias fueron analizadas después con el programa comercial Lumina, desarrollado por Brisk Synergies (Transoft Solutions, 2020). Este programa además de poder analizar las trayectorias ya definidas, integra y utiliza algoritmos de detección de objetos de aprendizaje profundo y au-

tomático para el análisis de la seguridad del tráfico (los cuales no se usaron para este trabajo). Para nuestro estudio, Lumina fue empleado para obtener el conteo de los usuarios, su velocidad media y los gráficos de mapa de calor en los diferentes sitios.

**Figura 3.2.** Ejemplo de selección de puntos para la creación de la homografía. *a)* Imagen obtenida de la cámara de video, mientras *b)* representa la imagen del espacio en superficie plana



Fuente: elaboración propia.

### *Descripción de los sitios*

En esta sección, se describe la tipología construida con los datos obtenidos.

#### 1. Clase A, banquetas oficiales libres

La primera categoría, de las banquetas oficiales libres, es fácil de reconocer, ya que es en donde se puede observar un mayor apego a las normas de construcción a lo largo de la mayor parte de la banqueta. Entre las características de esta clase tenemos espacios libres donde mayoritariamente se evita que el

paso de los peatones se vea obstruido en un área mínima. El principal objetivo es brindar un ancho mínimo para que el peatón pueda caminar con cierto confort y sin tener una cantidad de objetos significativos que dificultan su paso y que, en ciertas circunstancias, lo lleven a exponer su seguridad al verse en la necesidad de caminar por la vialidad. Sin embargo, en algunas ocasiones se pueden identificar ciertos objetos en la zona de paso peatonal, estos objetos, por lo general, han sido colocados intencionalmente para delimitar el espacio de la banqueta con el arroyo vehicular, mantener los espacios visiblemente atractivos con la instalación de árboles y/o macetas con plantas ornamentales (figuras 3.3a y b), y en ciertos casos para mantener el espacio público libre de comerciantes. Estas banquetas cuentan en su mayor parte con un espacio de paso peatonal amplio y definido, como en el caso del sitio Santa Fe (figura 3.3c), que es una banqueta con pocos obstáculos y una superficie peatonal uniforme elaborada con concreto.

**Figura 3.3.** Banquetas oficiales libres. *a)* Magdalena de las Salinas macetas, *b)* Magdalena de las Salinas libre, *c)* Santa Fe



**Fuente:** elaboración propia.

## 2. Clase B, banquetas oficiales angostas

Estas banquetas se caracterizan por presentar cierta uniformidad en el área de paso peatonal, pero en este caso, el ancho de la banqueta, por lo general, no excede los dos metros, lo cual limita el número de peatones que pueden transitar en grupo o caminar con facilidad sin necesidad de que su paso se vea interrumpido por algún peatón caminando en la dirección opuesta. En algunos casos, como en los sitios de Villa Coyoacán y Coyoacán, las banquetas están delimitadas por unas pequeñas jardineras para impedir que los peatones crucen al arroyo vehicular (figuras 3.4a, b y d). En el sitio Nueva Israel vías (figura 3.4c), se podría pensar que hubo alguna intervención del gobierno en la construcción de la misma, debido a una cierta uniformidad a lo largo de la misma, sin embargo, es un ejemplo de una banqueta construida por los vecinos. Además, la construcción por parte de los vecinos se puede corroborar con la falta de la banqueta en un lado de la calle, ya que usualmente los gobiernos las unifican en ambos lados, mientras que el principal interés de los vecinos es mejorar el frente de su propiedad.

**Figura 3.4.** Banquetas oficiales angostas. *a)* Villa Coyoacán A, *b)* Villa Coyoacán B, *c)* Nueva Israel vías, *d)* Villa Coyoacán C



**Fuente:** elaboración propia.

Además, este tipo de banqueta llega a ser poco ancha, lo cual puede llevar a muchos peatones a transitar por el arroyo vehicular cuando llegan a encontrar algún obstáculo en la banqueta.

### 3. Clase C, banquetas oficiales invadidas

Este tipo de banquetas han contado con cierta intervención de algún órgano de gobierno (aunque las hayan construido inicialmente los vecinos), por lo que se puede observar cierta uniformidad en su diseño (figura 3.5). Sin embargo, debido a que el mantenimiento y cuidado de las banquetas queda a cargo de los vecinos después de su construcción, en muchos casos ya no se llega a mantener el área peatonal libre de obstáculos (figura 3.5), en efecto, las banquetas llegan a ser invadidas por una variedad de objetos como postes de teléfono, casetas telefónicas, comercio informal, vehículos estacionados, etc. En particular, el comercio informal en los costados de las banquetas ha llevado a que el paso de los peatones por la banqueta se encuentre bastante obstaculizado, llevando a los transeúntes a caminar en muchas ocasiones sobre la calzada para poder circular con mayor confort y, por ende, con una mayor velocidad de tránsito, a costa de exponer su seguridad por algún vehículo.

**Figura 3.5.** Banquetas oficiales invadidas: *a)* Santo Domingo A, *b)* Santo Domingo B



Fuente: elaboración propia.

### 4. Clase D, cruce libre

Los cruces libres son, de los sitios de estudio, parte primordial de la movilidad, pero no son estrictamente las banquetas (solo las esquinas). En los sitios

analizados se encuentra el sitio Roma Sur (figura 3.6), el cual es un cruce peatonal que se encuentra con la señalización horizontal adecuada para indicarle al peatón las zonas de cruce, así como al vehículo el lugar donde debe realizar el alto y ceder el paso al peatón. Este cruce permite un tránsito libre de obstáculos para el peatón, ya que además de que el flujo peatonal no es muy alto (el que se pudo observar en la muestra) como para que los peatones se sientan incómodos al cruzar, en particular cuando se topan con peatones en contraflujo. La intersección cuenta con señalización adecuada, la cual indica a los vehículos la prioridad del peatón en esa área de la calle.

**Figura 3.6.** Cruce libre, Roma Sur



**Fuente:** elaboración propia.

##### 5. Clase E, cruce invadido

Un cruce invadido es representado por un área que presenta dificultades al peatón para cruzar. Un ejemplo de esto es el sitio San Martín (figura 3.7b), el cual es un cruce con marcaje horizontal definido, pero que el peatón, al momento de cruzar, se llega a encontrar con vehículos que están invadiendo el paso, o con otros peatones que caminan en dirección opuesta que de igual forma pueden estar evitando a los vehículos. Un caso especial, pero que se cataloga como cruce de peatones para propósitos de este estudio, es el sitio Centro

(figura 3.7a). Este sitio se podría evaluar como una explanada, pero debido a las similitudes que puede llegar a tener con el cruce invadido en cuanto a un número elevado de peatones caminando en dirección opuesta o a baja velocidad. Además, muchos de estos peatones concurren a este lugar por motivos recreativos, por lo cual no llevan “prisa” por abandonar el área de estudio.

**Figura 3.7.** Cruce invadido: *a)* Centro, *b)* San Martín



Fuente: elaboración propia.

#### 6. Clase F, infraestructura inexistente

Estos sitios incluyen áreas de cruce que no están delimitadas o áreas de paso que deberían de ser banquetas, pero donde ninguna instancia de gobierno o vecinos han realizado la construcción de la infraestructura necesaria. Como ejemplo de cruce inexistente tenemos el sitio de Puente Nueva Israel (figura 3.8a), el cual no tiene ninguna señalización horizontal o vertical indicando la zona de cruce de los peatones, la intersección es el cruce de dos calles sin señalización, pero no hay indicación alguna para los peatones. Este tipo de cruces traen desafíos para el peatón, ya que el no contar con el marcaje requerido, algunos peatones llegan a cruzar por zonas no adecuadas y los vehículos no los esperan. En otros casos, algunos conductores tienden a ignorar al peatón que llega a cruzar por estos cruces “fantasmas”, ya que no sienten la obligación de ceder el paso, como lo deberían de hacer como lo plantea el Reglamento en la Ciudad de México (Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México, 2019) debido a la falta de señalización.

El sitio San Agustín Mototaxis (figura 3.8b) es un ejemplo de un área de paso para los peatones en la cual no se ha realizado ningún tipo de intervención. En particular, el área que se evaluó para el sitio de mototaxis no cuenta con ningún tipo de infraestructura que facilite el paso peatonal. Esta área bien podría emular lo que se conoce como *espacio compartido*, a no existir delimitación alguna entre la banqueta y el arroyo vehicular, en donde el vehículo debería de ser un actor “invitado”, sin embargo, en nuestro sitio de estudio, los vehículos actúan de forma contraria, en efecto, el peatón es el “invitado”. Finalmente, el sitio San Agustín (figura 3.8c) contiene un área de paso para los peatones que no cuenta con intervención alguna respecto a la infraestructura, esta sección es el final de una calle pavimentada y la entrada a un puente que cruza a los peatones al otro lado de un río. Esta área se podría considerar como una intersección inexistente, ya que los peatones necesitan cruzar una calle, la cual no ha sido pavimentada, es decir, es una zona en la cual la intervención del Estado en infraestructura es nula.

**Figura 3.8.** Infraestructura inexistente: a) Puente Nueva Israel, b) San Agustín Mototaxis, c) San Agustín



**Fuente:** elaboración propia.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados son presentados en dos subsecciones. La primera presenta el resultado del análisis de la velocidad de los usuarios en los diferentes sitios (tabla 3.1), así como de los diferentes escenarios propuestos (tabla 3.2). Posteriormente, se realizó una regresión lineal para verificar, si los resultados obtenidos en los diferentes sitios presentan diferencias significativas (tabla 3.2). Para esto, la Clase A se tomó como clase base en esta comparación por ser una banqueta en donde la comodidad del peatón al caminar podría ser mayor al ser banquetas anchas, además de que se tiene un mejor mantenimiento de la acera.

**Tabla 3.1.** Resumen de los sitios colectados

Clase	Sitio	Duración	Peatones	Peatones/min	Velocidad m/m (km/h)
A	Magdalena de las Salinas A	5:13	51	9.0	70.7 (4.24)
A	Magdalena de las Salinas B	16:48	82	5.1	83.7 (5.02)
A	Santa Fe	14:25	51	3.5	82.8 (4.97)
B	Villa Coyoacán A	13:04	241	18.2	65.3 (3.92)
B	Villa Coyoacán B	10:46	213	19.4	67.0 (4.02)
B	Nueva Israel vías	15:58	39	2.5	76.0 (4.56)
B	Villa Coyoacán C	17:42	30	1.7	70.5 (4.23)
C	Santo Domingo A	14:09	330	22.3	69.0 (4.14)
C	Santo Domingo B	11:20	85	7.2	70.3 (4.22)
D	Roma Sur	17:39	92	5.3	77.7 (4.66)
E	Centro	17:39	372	21.1	61.2 (3.67)
E	San Martín	16:24	257	15.7	64.7 (3.88)
F	Puente Nueva Israel	16:15	29	1.8	65.3 (3.92)
F	San Agustín Mototaxis	15:44	31	2.0	54.2 (3.25)
F	San Agustín	15:17	28	1.8	64.7 (3.88)
<b>Total</b>		<b>218:23</b>	<b>1,931</b>	<b>136.7</b>	<b>69.5 (4.17)</b>

Fuente: elaboración propia.

**Figura 3.9.** Sitios clase A con trayectorias: *a)* Magdalena de las Salinas macetas, *b)* Magdalena de las Salinas libre



**Fuente:** elaboración propia. Flujos peatonales en color rojo y vehiculares en color azul.

### **Clase A (banquetas oficiales libres)**

Las banquetas cuentan con un ancho mayor, junto a un bajo número de peatones por minuto, lo que se ve reflejado en mayores velocidades de desplazamiento. Los peatones dentro de esta clasificación llegan a desplazarse a velocidades promedio como las establecidas en la literatura científica. Estas banquetas presentan ventajas frente a las demás áreas testigo que les permiten mayores velocidades a los peatones, entre estas tenemos un bajo número de peatones (comparado con sitios como Centro y Santo Domingo) y una notable intervención de los diferentes niveles de gobierno. La intervención de gobierno se refleja en un mayor nivel de confort para el peatón, la superficie de las banquetas es homogénea, los anchos son mayores a 2.5 metros, lo que permite evitar a los peatones que lleguen a caminar en contrasentido y que se mantenga la infraestructura libre de comerciantes informales. Entre las medidas implementadas por el gobierno se encuentran las macetas ornamentales del sitio Magdalena de las Salinas B o los árboles que se colocaron en el sitio Magdalena de las Salinas A. Estas medidas implementadas por el gobierno tienen como uno de sus objetivos evitar la instalación del comercio informal, pero sin presentar detrimento en la comodidad y velocidad de desplazamiento de los peatones como se aprecia en la tabla 3.1. Si comparamos

los sitios de la clase A, podemos ver que las medidas implementadas por el gobierno no disminuyen la velocidad de los peatones, por el contrario, llegan a ser visualmente atractivas comparadas con el sitio Santa Fe, que presenta velocidades ligeramente menores a las que se tienen en el sitio Magdalena de las Salinas B (82.8 y 83.7 m/m respectivamente), sitio que cuenta con obstáculos estratégicos. En la figura 3.9 se presentan los sitios en los cuales las autoridades han colocado objetos “ornamentales” que pueden ser evadidos con facilidad por los peatones, lo que no resulta en disminución de velocidad.

### **Clase B (banquetas oficiales angostas)**

La reducción del ancho de la banqueta y confinamiento de los usuarios tiene un efecto directo en la disminución de su velocidad, en especial en aquellos sitios que cuentan con un alto número de usuarios. Esta reducción de velocidad por el confinamiento y mayor número de usuarios se puede apreciar claramente en los sitios de Villa Coyoacán (A y B), donde la velocidad de los peatones baja cerca de 10 m/m comparado con Villa Coyoacán C, que cuenta con un menor número de usuarios o con Nueva Israel vías, donde la banqueta no se encuentra confinada.

En la figura 3.10 se observa cómo el confinamiento de los peatones en una angosta es acompañada con la restricción del espacio disponible para el movimiento del peatón, esto tiene como consecuencia una reducción en la velocidad causada por un aumento en la concentración de los usuarios, disminuyendo a velocidades de entre 70.5 a 67.0 m/m en los sitios con más de 15 peatones por minuto. Sin embargo, en el sitio Nueva Israel vías se pudo observar que el confinamiento de los peatones provocado por una banqueta angosta llega a tener un efecto negativo en la velocidad de desplazamiento, ya que en ciertos momentos llegan a caminar por el arroyo vehicular, lo que genera que tengan una velocidad promedio de 76.0 m/m, velocidad similar a las banquetas oficiales libres. El resultado en el sitio Nueva Israel es predecible con las observaciones al video obtenido, ya que los peatones llegan a utilizar el arroyo vehicular para caminar, transformar la acera en una banqueta ampliada, exponiendo a los peatones a los vehículos.

**Figura 3.10.** Sitios clase B con trayectorias: *a)* Villa Coyoacán A, *b)* Villa Coyoacán B



**Fuente:** elaboración propia. Flujos peatonales en color rojo y vehiculares en color azul.

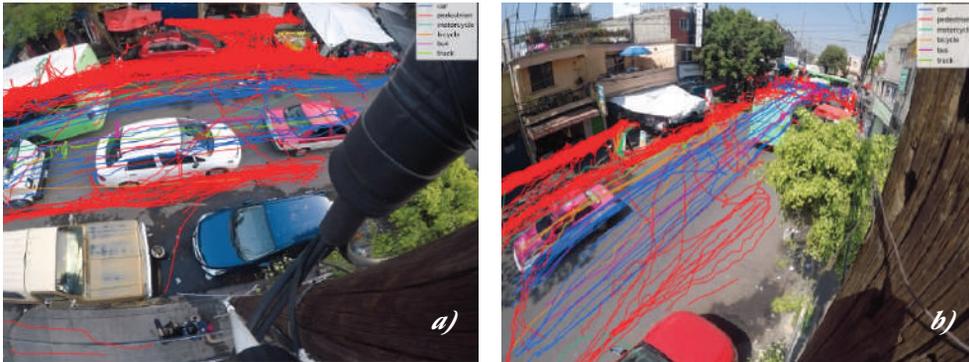
### **Clase C (banquetas oficiales invadidas)**

En estos sitios, se observa claramente una ausencia de regulación del espacio por parte del gobierno en favor de la movilidad de los peatones. En la figura 3.11 se observa cómo los peatones, al tener espacio limitado e invadido, llegan a utilizar el arroyo vehicular para poder desplazarse, conllevando una exposición a los vehículos.

En estos sitios se observa una obstrucción de la banqueta constante a la movilidad de los peatones por diferentes actores (gobierno y privados). Entre los obstáculos se encuentran los postes de luz y telefonía, jardineras o pequeños árboles que se encuentran en el espacio destinado para la banqueta, reduciendo el espacio para el peatón. Además, los puestos de los vendedores informales o el mobiliario de los locatarios, los cuales restringen y confinan el área que se puede utilizar para transitar, constituyen otros obstáculos, pero colocados por privados.

Lo anterior lleva a un alto número de peatones en la banqueta que llegan a estar comprando o van despacio debido a que pueden ir distraídos observando lo que está en exhibición en los puestos. Los que quieren desplazarse de forma rápida, acaban en muchos casos caminando por el arroyo vehicular como se observa en la figura 3.11.

**Figura 3.11.** Sitios clase C con trayectorias: *a)* Santo Domingo A,  
*b)* Santo Domingo B



**Fuente:** elaboración propia. Flujos peatonales en color rojo y vehiculares en color azul.

### **Clase D (cruce libre)**

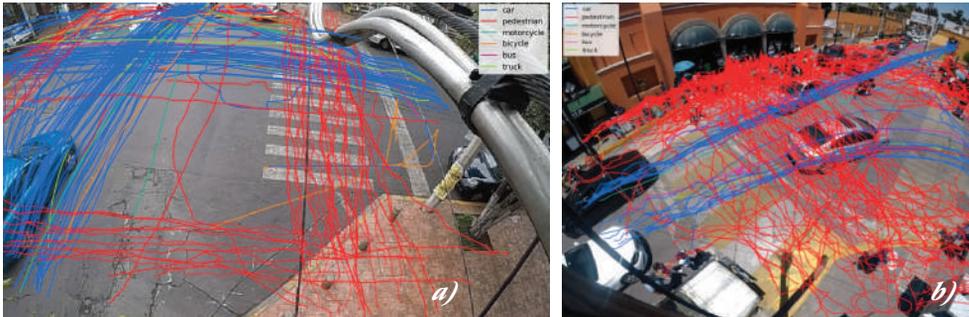
El sitio Roma Sur dentro de esta clase tiene uno de los promedios de velocidad de peatones más altos, entendible por un número de usuarios similar a los evaluados en la clase A (número de peatones bajo). Se observa que la intervención pública favorece la movilidad de los peatones, el sitio cuenta con banquetas y áreas de espera amplias protegidas por bolardos de concreto, junto a un adecuado señalamiento horizontal. En la figura 3.12a se observa cómo la mayor parte de los peatones utiliza la franja peatonal para cruzar la intersección.

### **Clase E (cruce invadido)**

En estos sitios se vuelve a observar el impacto que los peatones llegan tener al querer cruzar la intersección debido a los obstáculos que se encuentran en su camino, ya sean vehículos u otros peatones caminando en sentido opuesto que están, en muchas ocasiones, evitando los vehículos.

El sitio San Martín cuenta con el adecuado señalamiento horizontal para el cruce de los peatones, pero ellos se ven obligados a modificar su ruta por los vehículos que se llegan a parar en la franja peatonal (figura 3.12b). Esto nos muestra que en sitios con alto número de peatones, además de realizar el señalamiento horizontal de una intersección, se deben realizar medidas de concientización o aplicación de la preferencia de paso de la vía pública por medio de las autoridades.

**Figura 3.12.** Sitios clase D y E con trayectorias:  
a) Roma Sur, b) San Martín



**Fuente:** elaboración propia. Flujos peatonales en color rojo y vehiculares en color azul.

Además de la reducción de la velocidad que los vehículos llegan a generar en los peatones, contar con un alto número de peatones que llegan a caminar en contrasentido, o que se encuentra en un momento de distracción o recreacional, como es el caso del sitio Centro, impacta considerablemente en la velocidad promedio (figura 3.13a). En este último sitio, algunos vehículos llegan a circular en el área de los peatones debido a la ubicación de un estacionamiento subterráneo, pero al ser este un espacio compartido, con un bajo aforo vehicular, los peatones predominan en el área.

Comparando el sitio Centro con San Martín, se puede apreciar que los peatones llegan a utilizar todo el espacio como área de paso, ya que en un sitio el número de vehículos es muy bajo, y en el otro, los vehículos se desplazan lentamente, permitiendo a los peatones cruzar el espacio que está ocupado por vehículos que circulan a baja velocidad o están en alto total, permitiendo el cruce de la vialidad con un menor riesgo. En estos sitios se puede observar una velocidad de los peatones más baja, la cual es afectada por una variable en común, el número de usuarios.

## Clase F (infraestructura inexistente)

**Figura 3.13.** Sitios clase E y F con trayectorias:  
a) Centro, b) San Agustín Mototaxis



**Fuente:** elaboración propia. Flujos peatonales en color rojo.

En estos sitios, el número de peatones no es una variable que afecte la velocidad de los peatones, como se puede observar en la tabla 3.1. Sin embargo, la intervención gubernamental tiene un alto impacto en la reducción de la velocidad. En el sitio puente Nueva Israel, un área destinada para el cruce, los peatones atraviesan, pero con incertidumbre, ya que el espacio no cuenta con un área definida para esto.

Mientras tanto, en los dos sitios donde los peatones no cuentan con una superficie homogénea para desplazarse como lo puede ser un pavimento o superficie tratada (figuras 3.8a y b) el nivel de confort de los peatones al caminar, se ve fuertemente afectado. En la figura 3.13b, correspondiente al sitio San Agustín Mototaxi, se observa que la mayor dificultad a la cual se enfrenta el peatón es la falta de infraestructura apropiada para caminar, debido a que, en análisis visual, las trayectorias de desplazamiento son rectas, indicando que la baja velocidad (54.2 m/m) se debe a la falta de infraestructura adecuada para caminar, generando las velocidades más bajas de nuestro estudio.

### *Evaluación de las categorías*

La evaluación de las categorías nos permite tener una idea del efecto que tienen las diferentes intervenciones del gobierno y el uso que se le da a la. En los resultados se aprecia que el número de peatones por minuto, el ancho de la banqueta y el nivel de intervención gubernamental juegan un papel en la velocidad.

Principalmente se observa cómo en las banquetas donde se mantiene el espacio público libre de obstáculos y apropiado para la movilidad de peatones, se tienen velocidades de tránsito para los peatones altas, superando los 75 m/m. Es un resultado esperado, ya que el peatón cuenta con una superficie homogénea para caminar y el número de peatones u obstáculos no es tan alto como para que el peatón tuviera que modificar su trayectoria y por ende reducir su velocidad al caminar. Además, en la evaluación estadística (tabla 3.2) se puede observar que la diferencia de velocidades no es significativa entre los usuarios que caminan en sitios libres de objetos que puedan obstruir a los peatones en su caminar (clase A y D).

En la comparación de clases en la tabla 3.2, se observa el efecto que tiene la reducción del ancho de la banqueta en la velocidad de los peatones, una reducción cercana a 15.0 m/m entre las banquetas clase A contra B y C (14.0 y 11.9 km/h, respectivamente). En la comparación entre las banquetas de clase B y C se tienen dos observaciones interesantes. La primera, contrario a lo que se podría suponer, las banquetas clase C presentan velocidades ligeramente mayores a la clase B (2.1 m/m), con todo y que los sitios clase C cuentan con mayores obstáculos y número de usuarios en el área caminado en la misma dirección y en sentido opuesto. Este resultado se puede entender observando el gráfico mapa de calor de las trayectorias en figuras 3.10 y 3.11, en donde se puede apreciar que en los sitios clase C, un alto número de peatones llega a caminar por la calle para evitar a los usuarios que están comprando algo en los puestos, o que van a una velocidad baja debido al alto número de peatones en un reducido espacio. Al caminar por la calle, los peatones de los sitios clase C aumentan el área de “paso”, lo que les permite caminar un poco más rápido, a expensas de mezclarse con los vehículos y ciclistas. Por el contrario, los usuarios de los sitios clase B se ven limitados en el espacio que tienen para caminar, lo que los lleva a seguir a los usuarios que caminan más despacio o

**Tabla 3.2.** Resultado del análisis de las banquetas clasificadas

Clase	Definición	Duración (min)	Peatones	Peatones /min	Velocidad m/m (km/h)	Coefficiente m/m (km/h)	P-Value
A	Oficial libre	36.5	184	5.0	81.2 (4.87)	81.0 (4.86)	< 2e-16
B	Oficial angosta	57.1	523	9.2	67.2 (4.03)	-14.0 (-0.84)	2.86e-11
C	Oficial invadida	26.5	415	15.7	69.3 (4.16)	-11.8 (-0.71)	7.30e-10
D	Cruce libre	17.3	92	5.3	77.7 (4.66)	-3.5 (-0.21)	0.242
E	Cruce invadido	34.1	629	18.4	62.0 (3.72)	19.0 (-1.14)	< 2e-16
F	Inexistente	46.9	88	1.9	59.2 (3.55)	22.0 (-1.32)	4.97e-10
Evaluación de significancia entre clases							
Clase B vs. Clase C	p = 0.1900						
Clase D vs. E	p = 0.0001						

Fuente: elaboración propia.

en sentido opuesto, esperando un espacio para adelantar al usuario “lento”. Este confinamiento es generado por las jardineras que delimitan la banqueta y la calle, mientras que el confinamiento que es generado por los puestos ambulantes en los sitios clase C se llega a romper en los espacios existentes entre los comercios, permitiéndole a los peatones caminar por el arroyo vehicular. En ambos escenarios, la reducción de velocidad es significativa comparada con los sitios de la clase A, pero no significativa entre ellos ( $p = 0.19$ ).

La siguiente comparación se da entre los cruceros que son los sitios de Clase D y E, intersecciones que tiene delimitado el cruce peatonal, por lo que la diferencia en infraestructura no debería de ser una variable por evaluar. En estos sitios, las diferencias principales son el número de peatones y los vehículos “bloqueando” la trayectoria de los peatones que intentan cruzar, estas diferencias tienen como consecuencia una reducción de velocidad promedio de 15.7 m/m entre clase D y E, diferencia que es estadísticamente significativa ( $p = 0.0001$ ). Además del número de usuarios, en algunos casos, el uso que se le da al espacio llega a jugar un papel importante en el comportamiento de los peatones, así como en la velocidad de estos.

Entre los sitios evaluados, el sitio Centro es considerado principalmente como un espacio de esparcimiento, ya que, aunque el área analizada llega a tener cruce de vehículos debido a la entrada a un estacionamiento subterráneo (figura 3.13a), en la actualidad es destinado como un espacio compartido, en el cual los peatones son los que tienen mayores derechos sobre los vehículos. En el sitio San Martín, se puede apreciar que cuenta con el señalamiento adecuado para proveer de las condiciones adecuadas a los peatones para cruzar. Sin embargo, en la figura 3.12b se aprecia cómo las trayectorias de los peatones se encuentran desfasadas del paso peatonal ocasionadas, principalmente por el número de vehículos detenidos en un área designada para los peatones.

Finalmente, en los sitios con infraestructura inexistente se aprecia claramente el efecto que tiene en los peatones al no contar con una superficie adecuada para transitar, en estos sitios los peatones caminan a velocidades promedio de 59.2 m/m, lo cual es 22.0 m/m menor a los sitios oficiales libres (reducción significativa). En estos sitios se observa que el número de peatones no es la variable que ocasiona la disminución de la velocidad, ya que son los sitios con el menor número de usuarios presentes en las muestras evaluadas (tabla 3.2). Sin embargo, es claro que las condiciones de la infraestructura

generan velocidades de los peatones bajas, en donde la falta de una superficie pavimentada juega un factor importante para generar un bajo confort, acompañado de falta de señalización que delimite el área de paso para los peatones, lo que genera riesgo en la seguridad de estos.

## CONCLUSIONES

La gran diversidad de formas y objetos que se encuentran en las banquetas urbanas de una ciudad como lo es la Zona Metropolitana del Valle de México llega a tener un impacto en el confort y velocidad del caminar de los peatones. Esta diversidad se da por la variedad de actores que participan en su construcción, mantenimiento, falta de regulación y planeación de estas. La heterogeneidad tiene un impacto en los peatones y la forma en que se desplazan por las zonas urbanas. Es por esto por lo que, en este capítulo, se evaluó el efecto que la falta de regulación, intervención del Estado y el uso que se le dan al espacio público tienen en la velocidad de desplazamiento de los peatones.

Con la evaluación de la velocidad media de los peatones se demostró la utilidad que las herramientas de análisis de video por medio de computadoras pueden tener en el estudio del comportamiento de los peatones. Con los resultados obtenidos, se concluye que la falta de intervención y mantenimiento de las banquetas tiene un efecto negativo en la velocidad de los usuarios cuando se comparan con sitios en donde el área de paso peatonal es amplia y respetada. Se observa que la presencia gubernamental proactiva, como en las banquetas oficiales libres y cruceros libres, facilita que los peatones se puedan desplazar a velocidades similares a las que se esperan en países desarrollados, ya sea en donde el número de peatones en la acera es bajo, permitiendo desplazarse a velocidades mayores a 80 m/m como lo es en algunas ciudades de EE. UU., Francia, Nueva Zelanda, etc. (Rastogi *et al.*, 2011). Incluso les permite tener comportamientos similares a los de banquetas congestionadas de la ciudad de Nueva York (Hu, 2016). Sin embargo, ofrecer áreas con infraestructura inexistente mantiene la velocidad de los peatones por debajo de países en desarrollo y de alta población como la India (Rastogi *et al.*, 2011).

Además, se observa un efecto negativo en la velocidad de los peatones de los sitios que no son mantenidos apropiadamente cuando se comparan con

los sitios oficiales libres. Sin embargo, que una banqueta tenga características físicas de “banqueta oficial” y que el Estado se haga presente, no es indicativo de que los peatones tengan un desplazamiento uniforme a lo largo de ellas: se observa que el tener espacio restringido para caminar ocasiona que la velocidad de desplazamiento se reduzca cuando el flujo aumenta. Además, el hecho de que los peatones puedan desplazarse por el arroyo vehicular llega a tener un impacto sobre la movilidad, como los sitios con banquetas angostas y con alto número de peatones, con el riesgo que esto implica cuando no se tienen espacios compartidos.

En cuanto a las intersecciones, vínculo de conexión entre las banquetas, la velocidad de los peatones se ve muy afectada cuando los vehículos invaden el cruce peatonal, obligando a los peatones a rodear al vehículo, llevándolos a evitar a los peatones que vienen en la dirección opuesta o por áreas de paso reducidas.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M. & Najafi, F. T. (2013). “A cost effective methodology for pedestrian road crossing for developing countries”. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Arellana, J., Saltarín, M., Larrañaga, A. M., Alvarez, V. & Henao, C. A. (2020). “Urban walkability considering pedestrians’ perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America”. *Transport Reviews*, 40(2), 183-203.
- Asaithambi, G., Kuttan, M. O. & Chandra, S. (2016). “Pedestrian Road Crossing Behavior Under Mixed Traffic Conditions: A Comparative Study of an Intersection Before and After Implementing Control Measures”. *Transportation in Developing Economies*, 2(2), 1-12.
- Boils, G. (2019). “Diseñar banquetas accesibles para todos”. *Academia XXII*, 10(20), 23.
- El-Basyouny, K. & Sayed, T. (2013). “Safety performance functions using traffic conflicts”. *Safety Science*, 51(1), 160-164.

- Ferenchak, N. N. (2016). "Pedestrian age and gender in relation to crossing behavior at midblock crossings in India". *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 3(4), 345-351.
- Fu, T., Miranda-Moreno, L. & Saunier, N. (2018). "A novel framework to evaluate pedestrian safety at non-signalized locations". *Accident Analysis and Prevention*, 111, 23-33.
- Hamed, M. M. (2001). "Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings". *Safety Science*, 38(1), 63-82.
- Hu, W. (2016). "New York's sidewalks are so packed, pedestrians are taking to the streets". *The New York Times*, 30 de junio.
- Mahmud, S. M. S., Ferreira, L., Hoque, M. S. & Tavassoli, A. (2017). "Application of proximal surrogate indicators for safety evaluation: A review of recent developments and research needs". *LATSS Research*, 41(4), 153-163.
- Muraleetharan, T. (2005). "Method To Determine Pedestrian Level-of-Service for Crosswalks At Urban Intersections". *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 127-136.
- Muraleetharan, T., Adachi, T., Uchida, K., Hagiwara, T. & Kagaya, S. (2004). "A Study on Evaluation of Pedestrian Level of Service Along Sidewalks and At Crosswalks Using Conjoint Analysis". *Infrastructure Planning Review*, 21, 727-735.
- Nabavi-Niaki, M. S., Saunier, N. & Miranda-Moreno, L. F. (2016). "Analysis of cyclist behaviour at cycling network discontinuities using computer vision". *95th Annual Meeting of The Transportation Research Board*, (enero). *Nuevo Reglamento de Tránsito Ciudad de México 2019*. Secretaría de Movilidad de la Ciudad de México. Recuperado en <https://semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/RT2019CDMX.pdf>
- Ozbay, K., Yang, H., Bartin, B. & Mudigonda, S. (2008). "Derivation and validation of new simulation-based surrogate safety measure". *Transportation Research Record*, 2083, 105-113.
- Peesapati, L., Hunter, M. & Rodgers, M. (2013). "Evaluation of postencroachment time as surrogate for opposing left-turn crashes". *Transportation Research Record*, 06(2386), 42-51.
- Pérez-López, R. P., Escamilla, J. A. M., Cos, C. A. C., Fabela, L. Y. V., Meaney, T. S., Gama, A. M. & De Los Dolores Sánchez Castañeda, M. (2019).

- “Proposed pedestrian crosswalk safety rating for Mexico City”. *Revista Panamericana de Salud Pública/Pan American Journal of Public Health*, 43, 1-9.
- Pinna, F. & Murrau, R. (2017). “Isolated and single pedestrians and pedestrian groups on sidewalks”. *Infrastructures*, 2(4).
- Quistberg, D. A., Koepsell, T. D., Boyle, L. N., Miranda, J. J., Johnston, B. D. & Ebel, B. E. (2014). “Pedestrian signalization and the risk of pedestrian-motor vehicle collisions in Lima, Peru”. *Accident Analysis and Prevention*, 70, 273-281.
- Rastogi, R., Thaniarasu, I. & Chandra, S. (2011). “Design Implications of Walking Speed for Pedestrian Facilities”. *Journal of Transportation Engineering*, 137(10), 687-696.
- Sahani, R., Ojha, A. & Bhuyan, P. K. (2017). “Service levels of sidewalks for pedestrians under mixed traffic environment using Genetic Programming clustering”. *KSCSE Journal of Civil Engineering*, 21(7), 2879-2887.
- Saunier, N., Mourji, N. & Agard, B. (2011). “Mining Microscopic Data of Vehicle Conflicts and Collisions to Investigate Collision Factors”. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2237(1), 41-50.
- Songchitruksa, P. & Tarko, A. P. (2006). “Practical method for estimating frequency of right-angle collisions at traffic signals”. *Transportation Research Record*, (1953), 89-97.
- St-Aubin, P. (2016). *Driver Behavior and Road Safety Analysis Using Computer Vision and Applications In Roundabout Safety*. Canadá: École Polytechnique de Montréal.
- St-Aubin, P., Saunier, N. & Miranda-Moreno, L. (2015). “Large-scale automated proactive road safety analysis using video data”. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58, 363-379.
- Toledo, M. F., Henríquez, M., Calvo, Á., Berdiales, G. & Perén, J. I. (2020). “Relación entre la sombra y la circulación peatonal en la calle Samuel Lewis y Avenida Ricardo Arango”. *SusBCity*, 2(1), 35-40.
- Transoft Solutions. (2020). BriskLUMINA. Recuperado el 17 de junio de 2020 en <https://brisksynergies.com/brisklumina/>
- Transportation Research Board. (2000). *Highway capacity manual. Environmental Protection*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HY.1943.7900.0000746](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943.7900.0000746).
- Villaveces, A., Nieto, L. A., Ortega, D., Ríos, J. F., Medina, J. J., Gutiérrez, M. I. & Rodríguez, D. (2012). “Pedestrians’ perceptions of walkability and

- safety in relation to the built environment in Cali, Colombia, 2009-10". *Injury Prevention*, 18(5), 291-297.
- Wicramasinghe, V. & Dissanayake, S. (2017). "Evaluation of pedestrians' sidewalk behavior in developing countries". *Transportation Research Procedia*, 25, 4068-4078.
- Willis, A., Gjerseoe, N., Havard, C., Kerridge, J. & Kukla, R. (2004). "Human movement behavior in urban spaces: Implications for the design and modelling of effective pedestrian environments". *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(6), 805-828.
- Zaki, M., Sayed, T. & Cheung, A. (2013). "Computer Vision Techniques for the Automated Collection of Cyclist Data". *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2387, 10-19.