

## EVALUACIÓN DE PUENTES PEATONALES DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, MÉXICO:

*Un estudio descriptivo sobre caminabilidad y accesibilidad universal*

**Sergio Andrade-Ochoa**

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México

**Valeria Ivonne Chaparro-Gómez**

Departamento de Arquitectura, Instituto Tecnológico de Chihuahua II. Chihuahua, México

**Edgar Ezequiel Martínez-García**

Departamento de Planificación y Diseño Urbano, Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile

**Francisco René Pérez-Fuentes**

Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México

### RESUMEN

Ante los problemas de seguridad vial y de congestión vial en las urbes se han construido puentes peatonales como una posible solución a estas problemáticas, bajo la premisa que, al segregarse a los peatones en estructuras elevadas sobre las vías de tránsito vehicular, se beneficiaría la movilidad y la seguridad de todos los transeúntes. Sin embargo, en la actualidad el número de peatones atropellados sigue en aumento, junto con reportes de transeúntes atropellados a cortas distancias de puentes peatonales. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los puentes peatonales de la ciudad de Chihuahua, México, sus banquetas adyacentes y las vías sobre las que se encuentran, con la finalidad de evaluar los atributos del entorno al que los transeúntes se enfrentan al usar los puentes peatonales. Para ello se evaluaron descriptores de caminabilidad, accesibilidad universal y velocidad sobre los puentes peatonales e infraestructura adyacente existente en la ciudad de Chihuahua. Los resultados obtenidos evidenciaron que el 43% de los puentes peatonales en Chihuahua están ubicados en zonas de riesgo. Por otro lado, el 33% de los puentes hacen triplicar los recorridos peatonales, un 14% cuadruplica la distancia y un 4% la quintuplica. En general, se concluye que los puentes peatonales en la ciudad de Chihuahua favorecen la velocidad de los automóviles y no cuentan con infraestructura adecuada que garantice la seguridad, movilidad y accesibilidad de los peatones.

**Palabras clave:** *accesibilidad universal, caminabilidad, seguridad vial*

### ABSTRACT

*Pedestrian bridges have been built as a possible solution for road safety and road congestion problems in cities, justified on the premise that segregation of pedestrians in an elevated structure over the roads would benefit their mobility and security. However, pedestrian strikes are increasing, along with reports of pedestrians hit by cars at a short distance from pedestrian bridges. This paper aims to evaluate pedestrian bridges' walkability and universal accessibility in the city of Chihuahua, Mexico, the sidewalks around them and the roads where they are located, in order to assess the environmental attributes that pedestrians face when they use them. For this, descriptors of walkability, universal accessibility and car speed under the pedestrian bridges were evaluated. Results obtained showed that 43% of pedestrian bridges are located in risk areas. On the other hand, 33% of bridges triple the pedestrian routes, 14% quadruple the distance and 4% quintuple it. Finally, the conclusion was that pedestrian bridges in Chihuahua city promote the speed of cars over the mobility, safety and accessibility of pedestrians, resulting in infrastructure perceived as a hostile space that does not invite to be used.*

**Keywords:** *universal accessibility, walkability, road safety*

## 1. ANTECEDENTES

A finales del siglo pasado las ciudades iniciaron un proceso de transformación desmedido que promovió el aumento de la red vial dentro de las urbes. Este crecimiento de la infraestructura vial se tradujo como consecuencia al aumento de la matrícula de automóviles particulares que transitaban en las ciudades, desde entonces la política pública en la mayoría de los países latinoamericanos ha promovido la construcción de vías rápidas bajo la hipótesis de que al aumentar la red vial se disminuirán los efectos negativos del tráfico vehicular como la emisión de gases de efecto invernadero, los tiempos de traslados o el ruido. Sin embargo, estas decisiones generaron un efecto conocido como tráfico inducido, un aumento en la flota vehicular directamente causada por las mejoras en las condiciones de viaje (Weis y Axhausen, 2009), con ello aumentaron también las barreras físicas en las ciudades, el aumento de la velocidad del tránsito vehicular dentro de las urbes y el número de incidentes viales.

Los accidentes de tránsito están actualmente en el puesto noveno entre las principales causas de discapacidad y es una de las más importantes causas de muerte a nivel mundial, estos hechos han colocado a los accidentes viales en la categoría de epidemias desatendidas (Ratzer et al., 2014). Estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que anualmente más un millón de muertes al año son ocasionadas por incidentes de tráfico (Reyes et al., 2019) y se ha demostrado que los países en desarrollo tienen las tasas más altas en mortalidad y morbilidad.

De acuerdo con las estimaciones mundiales de las muertes por accidentes de tránsito, en 2010

fallecieron aproximadamente 273 000 peatones por esta causa (OMS, 2013). Esto representa alrededor de un 22% de la totalidad de las muertes por accidentes de tránsito. Es importante resaltar que, en muchas localidades, las estadísticas oficiales sobre los accidentes de tránsito no disponen de información suficiente respecto a los peatones implicados, por lo que las cifras reales de transeúntes muertos y heridos son más elevadas de lo que figuran en las estadísticas oficiales. Aunado a esto, los datos de mortalidad sólo representan una parte del problema, pues en ocasiones los daños pueden ser no mortales, pero pueden requerir cuidados a largo plazo y rehabilitación (Ibeanusi y Diamond, 2018), generando problemas con altos costos socioeconómicos. En México anualmente se presentan más de 16 mil fallecimientos a causa de accidentes viales, siendo Chihuahua el segundo Estado que presenta mayor aumento en la tasa de mortalidad en el periodo de 2010-2016 según el último reporte del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA). Estimaciones del Boletín del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) aseveran que 2018 y 2019 cerraron con 2 159 y 1 885 reportes de peatones atropellados en la ciudad de Chihuahua. Sin embargo, es importante resaltar que estas cifras suelen estar infraestimadas. Por lo que son probablemente más altas de las que figuran en las estadísticas oficiales.

Ante los problemas de seguridad vial y de congestión vial se socializó la construcción de puentes peatonales como una posible solución a estas problemáticas, lo anterior bajo la premisa que al segregarse a las y los peatones en estructuras elevadas, sobre las vías de tránsito vehicular, se beneficiaría la movilidad y la seguridad de todos los transeúntes. Sin embargo, en la actualidad el número

de peatones atropellados sigue en aumento, y así mismo existen reportes de transeúntes atropellados a cortas distancias de puentes peatonales, lo que subraya la necesidad de un análisis integral de los datos disponibles sobre lesiones a causa de accidentes de tránsito a escala nacional, urbana e institucional, y su relación con la infraestructura existente para conocer con precisión la magnitud local de las muertes y lesiones de los peatones.

Actualmente se entiende que la usabilidad de la infraestructura existente depende de diversos factores del entorno físico. El término de “caminabilidad” toma este conocimiento y explica las cualidades de un entorno para que las y los peatones decidan (o no) realizar sus traslados a pie (Sánchez-Villegas et al., 2019). Este factor, que tiende a ser subestimado en las decisiones de planeamiento urbano, puede ser medido de varias formas, actualmente existen aproximaciones basadas en sistemas de información geográfica, métodos basados en la percepción ciudadana y auditorías en las que se recoge información del entorno (Shashank y Schuurman, 2019). En los últimos años la caminabilidad ha sido explorada (con mayor particularidad en Europa y Norteamérica) como un factor que se encuentra asociado con variables de resultados de salud, entre estas asociaciones se han encontrado que la caminabilidad puede influir en la presión arterial (Méline et al., 2017), problemas cardiovasculares (Gaglioti et al., 2018) y en el índice de masa corporal (Loo et al., 2017). Además, la caminabilidad influye en el número y la letalidad de las lesiones producidas a peatones en accidentes de tráfico (Rothman et al., 2014).

En cuanto a la usabilidad de los puentes peatonales, existen estudios basados en encuestas que demuestran que los peatones deciden no utilizar los puentes principalmente por dos razones: por el aumento del tiempo y esfuerzo que conlleva utilizarlos y por percibirlos como espacios inseguros relacionados con la delincuencia (Hidalgo-Solórzano et al., 2010; Arias-Gallegos, 2012; Márquez, 2015). Sin embargo, las condiciones físicas de los puentes peatonales, las vías de tránsito y el en-

torno no han sido considerados. Aunado a esto, la usabilidad de estas infraestructuras también se encuentra condicionada a su capacidad de favorecer los desplazamientos de las personas con discapacidad y personas adultas mayores, por lo que una perspectiva desde la accesibilidad universal debe ser considerada.

Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar los puentes peatonales de la ciudad de Chihuahua, México, desde una perspectiva de caminabilidad y accesibilidad universal con miras a ser el primero de varios estudios que permitan dilucidar los motivos de uso y desuso de los puentes peatonales y su relación con el número de atropellamientos en sus inmediaciones.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Geocodificación de puentes peatonales

Se llevó a cabo un análisis cartográfico para identificar el lugar exacto en donde se ubican los puentes peatonales de la ciudad de Chihuahua, México. En el proceso de geocodificación se desplegó una base de datos que contenía las direcciones de los puentes peatonales y coordenadas sobre la red vial de la ciudad. Así mismo se incluyeron el nombre de la calle o intersección y el código postal.

Posteriormente se realizó un análisis para identificar cuántos puentes peatonales se ubican en zonas escolares, zonas hospitalarias y el tipo de vialidad en la que se encontraban: vía primaria, vía secundaria o autopistas.

### 2.2. Valoración de la infraestructura

Para el presente estudio se decidió valorar cuatro rubros que consideramos importantes para describir el entorno en donde los puentes peatonales se encuentran ubicados: (1) las vías de tránsito y la velocidad de los automóviles, (2) los recorridos peatonales y la percepción de seguridad en el uso de los puentes peatonales, (3) la accesibilidad universal y (4) las banquetas y la caminabilidad del entorno adyacente. Con esta valoración de los entornos se puede describir de manera más robusta los moti-

vos de uso y desuso de los puentes peatonales, así mismo es posible verificar si estas infraestructuras cumplen con las necesidades de los transeúntes y son congruentes con la normatividad existente.

Para valorar estos cuatro rubros se midieron diversos índices de caminabilidad y de accesibilidad universal. Así mismo se evaluaron descriptores constitucionales de la vía y de los puentes peatonales y se cuantificó la velocidad en la que transitan los automóviles por debajo de estos (Tabla 1).

Para la velocidad máxima permitida (VMP) se tomó en cuenta la velocidad señalizada en la vía, mientras que para determinar la velocidad de tránsito vehicular (VTV) se midió la velocidad con la que transitaban los automóviles privados con un velocímetro de radar manual (Bushnell Speed Radar Gun 10-1911), dichas mediciones se realizaron bajo el puente peatonal 50 veces en 7 días distintos en un mismo horario; se reporta el promedio de la VTV y su desviación estándar.

Para el caso de los descriptores donde se mide la presencia o ausencia de infraestructura se uti-

lizó el valor de 1 para indicar la existencia y el valor de 0 para indicar que no existe ese elemento de infraestructura. Esta valoración numérica se estableció para, en un futuro, poder realizar relaciones matemáticas entre la infraestructura de los puentes peatonales, sus banquetas y las vías con relación a otras mediciones no consideradas en este trabajo como el número de peatones atropellados en sus inmediaciones o el uso o desuso de los puentes peatonales.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para el análisis y comprensión de los resultados se reportan cuatro grandes rubros: vías y velocidad, recorridos peatonales y seguridad, accesibilidad universal y banquetas y caminabilidad.

#### 3.1. Vías y velocidad

Se mapearon y evaluaron un total de 28 puentes peatonales en la ciudad de Chihuahua, México. La Figura 1 ilustra la localización de la totalidad de los puentes existentes hasta el 2019, mientras que la Tabla 2 contiene la dirección, coordenadas y el tipo de vía en la que se encuentran. Los primeros

TABLA 1. DESCRIPTORES EVALUADOS PARA LOS PUENTES PEATONALES, BANQUETAS Y EJES VIALES ADYACENTES

DESCRIPTORES EVALUADOS PARA PUENTES PEATONALES		DESCRIPTORES EVALUADOS PARA BANQUETAS		DESCRIPTORES EVALUADOS PARA LA VÍA	
Índice	Abreviatura	Índice	Abreviatura	Índice	Abreviatura
Distancia recorrida a nivel de calle	DNC	Banqueta pavimentada	BP	Velocidad máxima permitida	VMP
Distancia recorrida por puente peatonal	DPP				
Relación entre DPP/DNC	RD	Ancho de banqueta	AB	Velocidad de tránsito vehicular	VTV
Invasión a banqueta	IB				
Rampas de accesibilidad	R	Promedio de ancho de banqueta	PAB	Ancho de la vía	AV
Escaleras	E				
Longitud de pendiente	LP	Rampas de accesibilidad	R	Semáforo vehicular por debajo	SV
Pendiente longitudinal total	LPT				
Ruta podotáctil	RPT	Ruta podotáctil	RPT	Barrera peatonal por debajo	BP
Alumbrado público	AP				
Piso antiderrapante	PA	Cruce peatonal	CP	Número de carriles	NC
Publicidad	P				

Fuente: Elaboración propia.

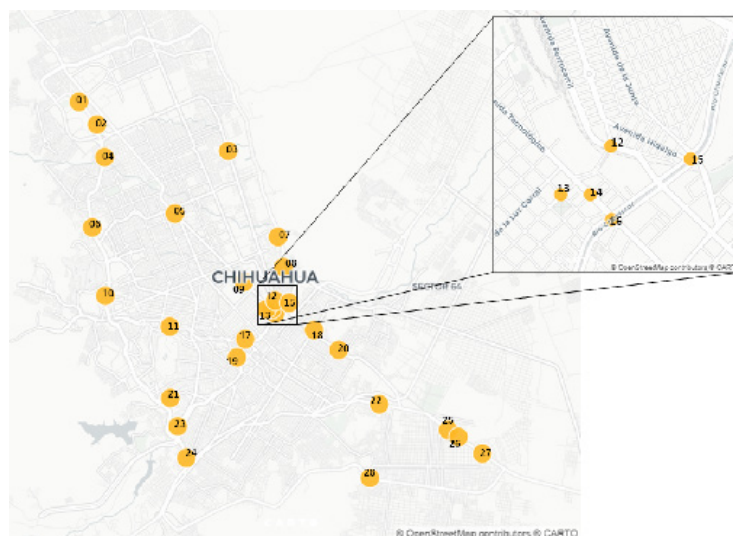


Figura 1. Geolocalización de los puentes peatonales existentes en la ciudad de Chihuahua.  
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 2. TOTALIDAD DE PUENTES PEATONALES EVALUADOS EN LA CIUDAD DE CHIHUAHUA

CÓDIGO	DIRECCIÓN	COORDENADAS		VÍA
CUU 01	Periférico de la Juventud y Av. Miguel de Cervantes	28.713457	106.139373	Zona escolar
CUU 02	Periférico de la Juventud y Paseos de la Universidad	28.706605	106.133189	Zona escolar
CUU 03	Av. Heroico Colegio Militar y Calle Topógrafos	28.698778	106.087847	Zona escolar
CUU 04	Periférico de la Juventud 10500	28.696823	106.13051	Vía primaria
CUU 05	Av. Tecnológico 7301	28.679468	106.105994	Zona escolar
CUU 06	Periférico de la Juventud 8107	28.675439	106.13488	Vía primaria
CUU 07	Vialidad Sacramento y Manuel Aguilar Sáenz	28.672588	106.07052	Vía primaria
CUU 08	Vialidad Sacramento y Río Pánuco	28.66343	106.06877	Vía primaria
CUU 09	Av. Tecnológico	28.658934	106.082305	Zona escolar
CUU 10	Periférico de la Juventud y calle Urraca	28.654969	106.130053	Vía primaria
CUU 11	Av. La Cantera	28.645293	106.107927	Vía primaria
CUU 12	Av. de las Industrias y Escudero	28.653108	106.071399	Vía secundaria
CUU 13	Escudero y 33a	28.650528	106.074507	Zona escolar
CUU 14	Av. Tecnológico y José María Mari	28.650634	106.072806	Zona escolar
CUU 15	Av. Teófilo Borunda y Av. la Junta	28.652784	106.06672	Vía secundaria
CUU 16	Av. Teófilo Borunda y Av. Tecnológico	28.649383	106.071576	Zona hospitalaria
CUU 17	Av. Independencia 715	28.641625	106.081928	Vía secundaria
CUU 18	Av. 20 de noviembre y 43a	28.644283	106.058133	Zona escolar
CUU 19	Teófilo Borunda y Lisboa	28.636044	106.084673	Vía secundaria
CUU 20	Av. Pacheco y Urueta	28.638167	106.049552	Vía secundaria
CUU 21	Av. Politécnico Nacional	28.623991	106.107179	Zona escolar
CUU 22	Bldv. J. Fuentes Mares 8000	28.621625	106.035131	Zona escolar
CUU 23	Bldv. A. Ortiz Mena 4038	28.615173	106.105109	Zona escolar
CUU 24	Periférico de la Juventud y Río Grijalva	28.605463	106.10224	Vía primaria
CUU 25	Bldv. J. Fuentes Mares y Emiliano Zapata	28.613968	106.011733	Vía primaria
CUU 26	Bldv. J. Fuentes Mares y 5 de Mayo	28.611818	106.008174	Vía primaria
CUU 27	Bldv. J. Fuentes Mares y Allende	28.606759	105.999844	Vía primaria
CUU 28	Perif. Francisco R. Almada y 25	28.599344	106.038773	Vía primaria

Fuente: Elaboración propia.

resultados demostraron que el 43% de los puentes peatonales en Chihuahua están ubicados en zonas de riesgo, es decir, zonas escolares y hospitalarias, mientras que 39% se encuentran en vías primarias y un 28% en vías secundarias.

Conocer la ubicación de los puentes peatonales es de suma importancia, pues su construcción, por principio, obedece a la necesidad de resguardar la seguridad vial de los transeúntes. Sin embargo, su ubicación suele contradecir los reglamentos de tránsito y leyes de movilidad. Debido a lo anterior, no parece lógico que casi la mitad de los puentes peatonales se ubiquen en zonas escolares y/o hospitalarias, pues en estas zonas los reglamentos locales y nacionales en México, así como las recomendaciones del CONAPRA, identifican al transeúnte como prioridad en las vías y por ende, los automóviles no pueden transitar a más de 20 km/hr. Es decir, en la ciudad de Chihuahua el 41% de los puentes peatonales se ubican en zonas donde el automovilista debe dar prioridad a las y los peatones.

Al medir las velocidades en que transitan los automovilistas se encontró que en el 100% de los puentes peatonales ubicados en zona de riesgo los automovilistas viajan a más de 30 km/hr y en el 58.3% de estos mismos los automovilistas viajan a más de 70 km/hr. Lo anterior indicaría que los puentes peatonales en las zonas de riesgo favorecen el flujo continuo de los automóviles y por ende su velocidad. Este factor es de suma importancia, pues la velocidad es el principal factor de riesgo en la probabilidad de supervivencia de un transeúnte en un percance vial. Un peatón atropellado por un vehículo que transita a 60 km/hr tiene tan sólo el 10% de posibilidades de sobrevivir, mientras que a 30 km/hr un 90% de posibilidad (Jariot y Montané, 2009). Los resultados obtenidos demuestran que en el 71% de los puentes peatonales los automovilistas transitan a más de 70 km/hr en sus inmediaciones, mientras que el promedio en que los automovilistas transitan en las cercanías de los puentes peatonales es de  $72.6 \pm 14.03$  km/hr.

El análisis de las vías de tránsito permitió detectar que 11 puentes peatonales cuentan con



Figura 2. Peatones cruzando por debajo de puente peatonal incluso cuando existen barreras en la vía.

Fuente: Elaboración propia.

barreras por debajo para obligar a los transeúntes a utilizarlos, sin embargo, en algunos casos pudo observarse que incluso con las barreras los y las peatones preferían no utilizar el puente peatonal (Figura 2). Así mismo se detectaron 3 puentes peatonales con semáforo vehicular a menos de 20 metros de su ubicación, en las inmediaciones de estos puentes el promedio en que los automovilistas transitan es de  $43.2 \pm 5.86$  km/hr.

### 3.2. Recorridos peatonales y percepción de seguridad

La seguridad vial ha sido trabajada desde varios aspectos: la reglamentación, la infraestructura, los vehículos, etc. Sin embargo, el comportamiento humano, específicamente las conductas peatonales, ha sido poco explorada (Löhner, 2010). Existen pocos estudios que analicen los comportamientos de los transeúntes ante infraestructuras como los puentes peatonales, la mayoría se enfoca en estudios descriptivos que analizan las variables obtenidas mediante aplicación de encuestas. Hidalgo-Solórzano y colaboradores (2010), por ejemplo, analizaron las variables relacionadas con motivos y frecuencia de uso y desuso de puentes peatonales en la Ciudad de México, sus resultados arrojaron que los transeúntes no utilizaban los puentes peatonales principalmente por dos razones: la implicación del aumento de esfuerzo y por una sensación de inseguridad relacionada a actividades delictivas. Por lo anterior decidimos evaluar la

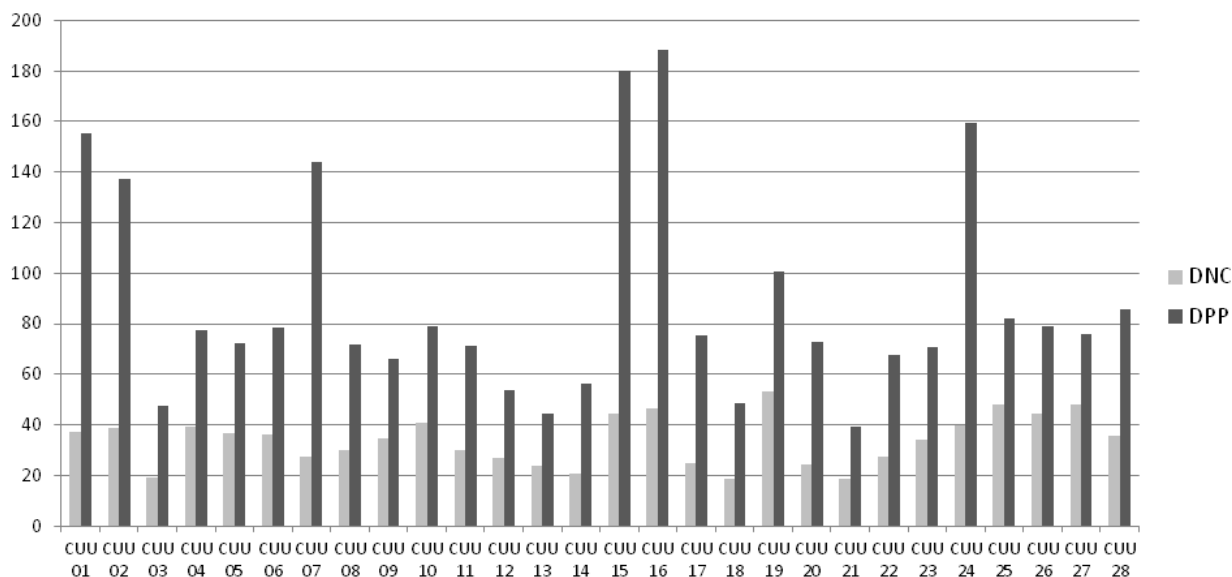


Figura 3. Relación entre la distancia (metros) que un transeúnte debe recorrer a nivel de calle (DNC) para llegar al otro lado de la vía y la distancia que recorre por el puente peatonal (DPP).

Fuente: Elaboración propia.

distancia que un peatón tiene que recorrer sobre el puente peatonal y compararlo con la distancia que recorrería por debajo del puente. Así mismo evaluamos aspectos referentes a la percepción de seguridad como alumbrado público y publicidad.

Los resultados obtenidos indican que el 61% de los puentes peatonales hacen recorrer a los peatones una distancia de 50 o más metros, un 11% una distancia mayor a 100 metros y un 15% una distancia mayor a 150 metros (Figura 3). En relación con la distancia de la vía un 33% de los puentes hace triplicar la distancia a las y los peatones, un 14% cuadruplica la distancia y un 4% la quintuplica.

Calcular la relación de esfuerzo y tiempo de traslados peatonales es de suma importancia como un indicador de posible uso o desuso. Un estudio basado en encuesta realizado en Cali, Colombia, demostró que el puente peatonal es el instrumento vial con menor frecuencia de uso (Echeverry et al., 2005), siendo la pereza y su longitud los principales motivos por lo que los usuarios no los utilizaban. En Arequipa, Perú, los motivos más frecuentes por los que los encuestados cruzan la calle en lugar de usar el puente peatonal son la falta de tiempo y el esfuerzo (Arias-Gallegos, 2012). Már-

quez (2015) concluye mediante modelación híbrida que el tiempo adicional requerido para utilizar un puente peatonal, en comparación con el tiempo de cruzar la calle a nivel, es un factor determinante que desanima el uso los puentes peatonales.

Para el descriptor de alumbrado público (AP) se evaluó con un 0 si el puente peatonal no contaba con iluminación, 0,5 si contenía parcialmente iluminación y con un 1 si tenía iluminación completa. Para este caso se encontró que un 64% de los puentes peatonales contenían buena iluminación. Mientras que un 78% de los puentes peatonales contenían publicidad (P). Este último descriptor es de importancia ya que las lonas y anuncios publicitarios suelen hacer invisible al peatón sobre el puente (Figura 4b), generando una percepción de aislamiento e inseguridad, incluso si el puente peatonal se encuentra alumbrado. Por otro lado, la visita a los puentes peatonales encontró que un 41% de los puentes contaba con presencia de orines y/o materia fecal (Figura 4c), lo que indica el desuso de los puentes y la falta de mantenimiento. Los descriptores evaluados y descritos con anterioridad son de importancia desde una perspectiva de género, Arias-Gallegos (2012) por ejemplo, encontró que el desuso de puentes peatonales entre



Figura 4. Condiciones físicas de puentes peatonales con respecto a alumbrado público, publicidad y mantenimiento. a) Puente CUU-07 sin alumbrado público, b) Puente CUU-21 con publicidad, c) Puente CUU-04 con presencia de orines y materia fecal.

Fuente: Elaboración propia.

hombres y mujeres obedece a causas distintas, los hombres no utilizaban el puente por cuestiones de esfuerzo y tiempo, mientras que las mujeres señalaban temor a sufrir de un acto delictivo. Por tanto, la falta de iluminación, visibilidad y/o la percepción de inseguridad (como la antiestética o el olor a excretas) promueven el desuso por parte de las mujeres.

### 3.3 Accesibilidad universal

Los motivos de uso y desuso de los puentes peatonales están también directamente relacionados con la capacidad de los peatones para cruzarlos. Ningún estudio latinoamericano a la fecha ha evaluado la accesibilidad, la vulnerabilidad y la exclusión social que estas infraestructuras urbanas pueden representar para personas con movilidad restringida como personas adultas mayores, personas con discapacidad, niños y niñas.

En los últimos años la construcción de los puentes peatonales en Latinoamérica ha sustituido las escaleras por rampas, con la finalidad de dar paso a personas con discapacidad motriz. En la ciudad de Chihuahua un 82% de los puentes peatonales cuenta con escaleras, mientras que los últimos puentes construidos representan un 18% y estos cuentan con rampas. Estos últimos puentes peatonales deberían poder considerarse como puentes que permiten la movilidad y accesibilidad de todos los usuarios, sin embargo, al medir tan sólo las distancias de pendientes se pueden observar que los puentes peatonales con rampas son los

que más distancias hacen recorrer a los transeúntes. En la Figura 5 y la Figura 6 se puede observar las distancias de pendientes por separado (LP1 y LP2) que los transeúntes deben de subir o bajar, así como la distancia de pendiente total ( $PLT = LP1 + LP2$ ) que se debe recorrer.

La evaluación de accesibilidad también demostró que ningún puente con rampa cuenta con un grado óptimo para el uso independiente de la silla de ruedas, no cuentan con descansos y ningún puente cuenta con ruta podotáctil siendo inaccesibles para personas con discapacidad y además sumando esfuerzo para todos los demás usuarios. Aunado a eso, los puentes peatonales CUU-01 y CUU-02 están construidos frente a la Facultad de Medicina y la Facultad de Educación Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua, es decir, en zonas escolares. Mientras que el puente peatonal CUU-16 se encuentra en una zona hospitalaria, en las inmediaciones del Hospital General “Salvador Zubirán”, una zona de prioridad peatonal y de transeúntes en condiciones de vulnerabilidad. Aunado a lo anterior, el 40% de los puentes peatonales con rampas no tienen banquetas (Figura 7a), mientras que la banqueta del 60% restante no cuenta con rampas de accesibilidad para acceder a ellas (Figura 7b).

Al llevar a cabo las evaluaciones nos percatamos de que algunos puentes peatonales suelen ser un obstáculo sobre la banqueta (Figura 7c), obligando a los transeúntes a tener que bajar al arroyo vehicular, siendo una contradicción a su propio



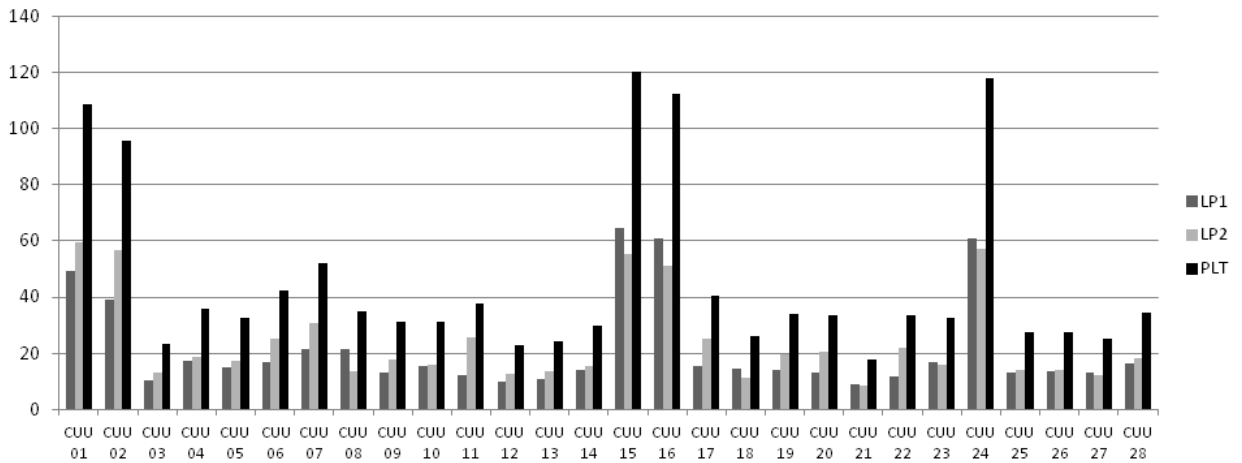


Figura 5. Distancias que los transeúntes deben recorrer en pendiente en los puentes peatonales. La pendiente longitudinal total (PLT) corresponde a la suma de las dos pendientes (LP1 y LP2) que los transeúntes deben de subir o bajar para acceder al puente peatonal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Distancias e inclinación de las pendientes presentes en los puentes peatonales que se asumen accesibles por poseer rampas. a) Puente CUU-01. b/c) Puente CUU-16. d) Puente CUU-24.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Condiciones de accesibilidad de puentes peatonales en Chihuahua, México. a) Puentes CUU-02 que cuenta con rampas de accesibilidad, pero no cuenta con banquetas. b) Puentes CUU-20 donde la banqueta no cuenta con rampa de accesibilidad. c) Puentes CUU-25 donde el acceso al puente obstruye la banqueta. d) Puentes CUU-26 que no cuenta con escalones. Fuente: Elaboración propia.

fin y vulnerando la accesibilidad de las personas. La invasión a la banqueta (IB) se reporta con valor de 2 si ambos accesos al puente invaden las dos banquetas, con un 1 si tan sólo un acceso invade a una banqueta y con un 0 si los accesos al puente peatonal no la invaden (debido a que la acera cuenta con el ancho adecuado). Los resultados obtenidos fue que un 32% de los puentes peatonales en Chihuahua invaden a ambas banquetas, mientras que un 15% invaden a una de las banquetas en donde se ubican.

### 3.4 Banquetas y caminabilidad

El presente estudio evaluó las condiciones de las banquetas adyacentes a los puentes peatonales como indicadores de caminabilidad, partiendo de la idea de que las y los usuarios de los puentes deben encontrar condiciones favorables que garanticen la movilidad, seguridad y accesibilidad peatonal al bajar o acceder a estos. Los resultados obtenidos muestran que el 75% de los puentes peatonales en Chihuahua cuentan con ambas banquetas pavimentadas (Figura 8a), el 22% no cuenta con una banqueta y el 3% no cuenta con ninguna de las dos banquetas pavimentadas. Así mismo se encontró que el promedio del ancho de la banqueta de los puentes es de  $1.36 \pm 0.8$  metros, de los cuales 30% de los puentes peatonales cuentan con un promedio de banqueta menor a 1 metro (Figura 8b), un 35% cuentan con banquetas menores a 1.20 metros (ancho indicado en la norma de construcción de Chihuahua) y un 35% cuenta con un promedio de banqueta mayor a 1.20 metros.

Respecto a la accesibilidad de las aceras, se encontró que ninguna banqueta tenía rampas de accesibilidad adecuadas, ya que las existentes tenían una pendiente de más del 15% y con menos de un metro de ancho (Figura 8c), condiciones que no cumplen con el Reglamento de Construcciones y Normas Técnicas para el Municipio de Chihuahua. Por otro lado, tan solo la banqueta adyacente al puente peatonal CUU-23 contaba con ruta podotáctil, debido a que a pocos metros se encuentra el Centro de Estudios para Personas Invidentes de



Figura 8. Condiciones de las banquetas adyacentes de los puentes peatonales en Chihuahua, México. a) Puentes CUU-10 sin acceso a banqueta. b) Puentes CUU-21 que cuenta con poco menos de un metro de banqueta. c) Banqueta adyacente del Puentes CUU-15 que cuenta con rampa de accesibilidad sin las dimensiones y ángulos adecuados y que da acceso al arroyo vehicular. Fuente: Elaboración propia.

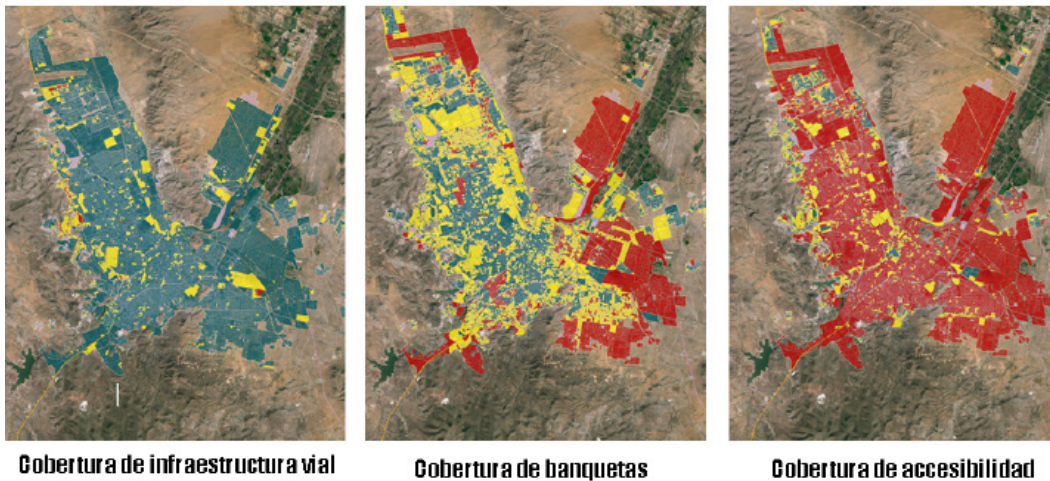


Figura 9. Análisis de cobertura de infraestructura vial, de banquetas y de accesibilidad universal en la ciudad de Chihuahua. En verde se aprecia cobertura total, en amarillo cobertura parcial y en rojo sin cobertura.

Fuente: Imagen generada a partir de información del INEGI.

la Ciudad de Chihuahua. Estos resultados son congruentes teniendo en cuenta el Inventario de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que afirma que en Chihuahua capital existe tan solo un 33% de cobertura de banquetas y un 9% de cobertura correspondiente a infraestructura de accesibilidad universal en las aceras (Figura 9).

#### 4. CONCLUSIONES

La relación entre las conductas peatonales y las características del entorno existente es un factor indispensable para determinar la usabilidad de las infraestructuras urbanas. Pese a esto, el estudio de desplazamientos peatonales en el entorno urbano no se aborda con el mismo rigor aplicado en el estudio de los viajes motorizados, dejando en un segundo término el desarrollo de infraestructura y políticas públicas orientadas a la movilidad y accesibilidad peatonal. Este panorama ofrece un contexto desfavorable especialmente a personas adultas mayores, personas con discapacidad e infantes, poblaciones que son reconocidas como usuarios en situación de vulnerabilidad en materia de seguridad vial.

Ante la continua construcción de puentes peatonales en Chihuahua, como medida cautelar tras la continua integración de vías rápidas dentro de

la urbe y el aumento en las tasas de mortalidad de peatones, el presente trabajo evalúa las características físicas del entorno en donde se ubican dichas infraestructuras. Los resultados obtenidos ponen en evidencia la falta de accesibilidad universal, de mantenimiento y su incongruencia con respecto a la localización en zonas de prioridad peatonal, lo que nos orilla a cuestionar el motivo real tras la construcción de los puentes peatonales dentro de las urbes.

Rodríguez-Hernández y colaboradores (2011) han enfatizado que su construcción obedece a criterios relacionados con el tráfico y el flujo continuo de automóviles y no para prevenir atropellamientos y lesiones en los transeúntes. El presente trabajo reafirma esta hipótesis, puesto que nuestros resultados demuestran que los puentes peatonales favorecen la velocidad y facilitan el traslado de los automóviles sin garantizar la seguridad, movilidad y accesibilidad de las y los peatones, poniendo en entredicho su utilidad y sus supuestos beneficios en la vía pública. Aunado a esto, deben estudiarse otros riesgos a la salud derivados de la violencia urbana que los puentes peatonales podrían promover al ser infraestructura que segregan poblaciones (Ameratunga et al., 2006) y aíslan individuos. Desde esta perspectiva de seguridad pública, a la que se suman las características de inaccesibilidad, también se pueden entender las

razones por las que los andantes asumen el riesgo que significa enfrentar el flujo vehicular antes de utilizar los puentes peatonales.

El presente estudio es un primer paso para entender las conductas de uso y desuso de los puentes peatonales a partir de las condiciones de infraestructura existente, teniendo en cuenta que los estilos de vida son dictados por normas sociales (Rose, 2001; Doyle et al., 2006) y que las conductas no están solamente gobernadas por el conocimiento y habilidades individuales, sino por el ambiente en el cual la conducta toma lugar (Ajzen, 1991; Evans y Norman, 2003).

Finalmente, el presente estudio es un primer paso para modelar las variaciones de actitud de los individuos incorporando atributos del entorno del cual el individuo es parte, un reto de gran importancia que debe ser asumido para incorporar infraestructura que invite a su uso y que garantice la movilidad, accesibilidad e integridad de todas las personas. ¶

## AGRADECIMIENTOS

Sergio Andrade-Ochoa desea agradecer los cuidados y las atenciones de Efraín Tzuc-Salinas y Francisco R. Pérez-Fuentes ante los problemas de salud suscitados durante la redacción del presente artículo. Los amo mucho. Así mismo los autores del presente artículo agradecen el apoyo de Amparo Ortega-Gutiérrez.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajzen, I. (1991) The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Ameratunga, S., Hajar, M., & Norton, R. (2006) Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global health problem” en *The Lancet*, 367(9521), 1533-1540.
- Arias Gallegos, W. L. (2012) Motivos del desuso de puentes peatonales en Arequipa. *Revista Cubana de Salud Pública*, 2012, 38(1), 84-97.
- Bener, A., & Crundall, D. (2005) Road traffic accidents in the United Arab Emirates compared to Western countries. *Advances in Transportation Studies*, 6.
- Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (2018) Informe sobre la Situación de la Seguridad Vial, México 2017. Secretaría de Salud/STCONAPRA. México, Ciudad de México, 2018.
- Doyle, Y. G., Furey, A., & Flowers, J. (2006) Sick individuals and sick populations: 20 years later. *Journal of Epidemiology and Community health*, 60(5), 396-398.
- Echeverry, A., Mera, J. J., Villota, J., & Zárate, L. C. (2005) Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali, Colombia. *Médica*, 36(2), 79-84.
- Evans, D., & Norman, P. (2003) Predicting adolescent pedestrians’ road-crossing intentions: an application and extension of the Theory of Planned Behaviour. *Health education research*, 18(3), 267-277.
- Hidalgo, D., & Huizenga, C. (2013) Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in transportation economics*, 40(1), 66-77.
- Hidalgo-Solórzano, E., Campuzano-Rincón, J., Rodríguez-Hernández, J. M., Chias-Becerril, L., Reséndiz-López, H., Sánchez-Restrepo, H., & Hajar, M. (2010) Motivos de uso y no uso de puentes peatonales en la Ciudad de México: la perspectiva de los peatones. *Salud pública de México*, 52(6), 502-510.
- Hajar, M., Arredondo, A., Carrillo, C., & Solórzano, L. (2004) Road traffic injuries in an urban area in Mexico: An epidemiological and cost analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(1), 37-42.
- Ibeanusi, S. E., & Diamond, T. E. (2018). Traffic related injuries from a trauma registry: Pattern and outcome. Ni-

- gerian Journal of Orthopaedics and Trauma, 17(1), 22.
- Jariot, M., @ Montané, J. (2009) Actitudes y velocidad en jóvenes. Aplicación de un programa de educación vial. *Relieve*, 5, 1.
- Shashank, A., @ Schuurman, N. (2019). Unpacking walkability indices and their inherent assumptions. *Health @ place*, 55, 145-154.
- AlKheder, S., @ Alrukaibi, F. (2020). Enhancing pedestrian safety, walkability and traffic flow with fuzzy logic. *Science of the total environment*, 701, 134454.
- Rothman, L., Buliung, R., Macarthur, C., To, T., @ Howard, A. (2014). Walking and child pedestrian injury: a systematic review of built environment correlates of safe walking. *Injury prevention*, 20(1), 41-49.
- Loo, C. J., Greiver, M., Aliarzadeh, B., @ Lewis, D. (2017). Association between neighbourhood walkability and metabolic risk factors influenced by physical activity: a cross-sectional study of adults in Toronto, Canada. *BMJ open*, 7(4), e013889.
- Gaglioti, A. H., Xu, J., Rollins, L., Baltrus, P., O'Connell, L. K., Cooper, D. L., ... @ Akintobi, T. H. (2018). Peer Reviewed: Neighborhood Environmental Health and Premature Death From Cardiovascular Disease. *Preventing chronic disease*, 15.
- Méline, J., Chaix, B., Pannier, B., Ogedegbe, G., Trasande, L., Athens, J., @ Duncan, D. T. (2017). Neighborhood walk score and selected Cardiometabolic factors in the French RECORD cohort study. *BMC public health*, 17(1), 960.
- Sánchez-Villegas, P., Cabrera-León, A., @ García, E. G. (2019). Asociación entre la caminabilidad del barrio de residencia y la mortalidad por distintas causas en Andalucía. *Gaceta Sanitaria*, 1-4.
- Löhner, R. (2010) On the modeling of pedestrian motion. *Applied Mathematical Modelling*, 34(2), 366-382.
- Márquez, L. (2015) Análisis de la percepción de seguridad en puentes peatonales: una aproximación mediante modelación híbrida. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27).
- Organización Mundial de la Salud (2013) Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013. Apoyo al decenio de acción. Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- Ratzer, M., Brink, O., Knudsen, L., @ Elklit, A. (2014) Post-traumatic stress in intensive care unit survivors—a prospective study. *Health Psychology and Behavioral Medicine*, 2(1), 882-898.
- Reyes, R. H., Sanchez, G. V., @ Alanís, J. C. (2019). Población en riesgo: Análisis espacio-temporal de accidentes viales, mediante el uso de herramientas SIG en el municipio de Toluca, estado de México, 2000-2005. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (23), 49-69.