

Propuesta de un índice técnico de caminabilidad (ICM) para microentornos educativos en Panamá

Proposal of a technical walkability index (ICM) for educational microenvironments in Panama

Anshell Maylin¹, Jaffet Zeballos¹, Analissa Icaza^{1*}

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Civil, Grupo de Investigación del Transporte y Territorio, Panamá

Fecha de recepción: 20 de enero de 2025. **Fecha de aceptación:** 10 de marzo de 2025.

***Autor de correspondencia:** analissa.icaza@utp.ac.pa

Resumen. Este estudio propone un índice técnico de caminabilidad (ICM) para evaluar microentornos educativos, tomando como caso de estudio el Campus Víctor Levi Sasso (CVLS) en Panamá. La caminabilidad se refiere a la calidad del entorno construido para facilitar el desplazamiento a pie de manera segura, cómoda y accesible. El objetivo fue desarrollar y aplicar un ICM para diagnosticar la caminabilidad de microentornos educativos, evaluando cinco criterios clave derivados del análisis del estado del arte: infraestructura, seguridad vial y ciudadana, acceso al destino, comodidad y cruces peatonales. Este ICM incluye indicadores cuantitativos para evaluar las condiciones físicas del entorno y cualitativos para captar la percepción de los usuarios. La recolección de datos se realizó a través de mediciones técnicas, encuestas a 207 participantes y un taller grupal de validación. Los resultados mostraron que la Vía Centenario tiene mejores condiciones de caminabilidad en comparación con la Avenida Ricardo J. Alfaro. El ICM global del entorno fue de 62 puntos, clasificándolo como “ligeramente caminable”. Las principales deficiencias se identificaron en la seguridad vial y la falta de infraestructura, como aceras y alumbrado público. Este estudio resalta la importancia de diseñar entornos peatonales que no solo faciliten la experiencia de caminata, sino que promuevan la inclusión social y la salud pública. El ICM es replicable en otros contextos urbanos, proporcionando una herramienta útil para autoridades y planificadores urbanos que deseen un diagnóstico fundamentado, la identificación de las vulnerabilidades en microentornos.

Palabras clave. Acera, caminabilidad, infraestructura vial, índice de caminabilidad, microentornos, movilidad peatonal.

Abstract. This study proposes a technical walkability index (ICM) to assess educational microenvironments, using the Víctor Levi Sasso Campus (CVLS) in Panama as a case study. Walkability refers to the quality of the built environment in enabling safe, comfortable, and accessible pedestrian movement. The objective was to develop and implement an ICM to diagnose walkability in educational microenvironments, evaluating five key criteria derived from the state-of-the-art review: infrastructure, road and personal safety, destination accessibility, comfort, and pedestrian crossings. This ICM incorporates quantitative indicators to evaluate the physical conditions of the environment and qualitative ones to capture users' perceptions. Data were collected through technical measurements, surveys administered to 207 participants, and a group validation workshop. The results showed that Vía Centenario presents better walkability conditions compared to Ricardo J. Alfaro Avenue. The overall ICM score for the study area was 62 points, classifying it as “slightly walkable.” The main deficiencies were identified in road safety and the lack of infrastructure, such as sidewalks and public lighting. This study underscores the importance of designing pedestrian environments that not only support walking but also promote social inclusion and public health. The ICM is replicable in other urban contexts, offering a valuable tool for authorities and urban planners seeking a grounded diagnosis and the identification of vulnerabilities in microenvironments.

Keywords. Sidewalk, walkability, street infrastructure, walkability index, microenvironments, pedestrian mobility.

1. Introducción

El diseño de entornos urbanos que prioricen el desplazamiento a pie no solo transforma la movilidad, sino que también actúa como una herramienta poderosa para mejorar la salud pública y fomentar la equidad social. En un contexto de aumento global de enfermedades crónicas relacionadas con la inactividad física, como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares, caminar ha demostrado ser una intervención efectiva y accesible [1]. Además de estos beneficios físicos, la caminata favorece la salud mental al reducir la ansiedad y la depresión, y contribuye a reducir la exclusión social al crear espacios accesibles para todas las personas [2], [3]. A medida que las ciudades se urbanizan, el uso de automóviles y dispositivos confortables se incrementa, lo que contribuye al aumento de la obesidad debido a la disminución de las actividades físicas [4]. Promover entornos caminables es, por tanto, una estrategia integral para construir ciudades más inclusivas.

El concepto de caminabilidad urbana se refiere a los atributos de diseño que facilitan los desplazamientos a pie. Este término está estrechamente relacionado con la creación de áreas amigables para los peatones, que incluyen características del entorno construido. Estos animan a los residentes a caminar por placer, ejercicio, recreación, acceso a servicios o desplazamientos al trabajo. Un entorno amigable para la caminata debe estar bien conectado, ser conveniente y cómodo [5],[6].

La infraestructura peatonal es fundamental para el funcionamiento del sistema de transporte terrestre. En su planificación se deben considerar varios aspectos clave: el uso del suelo, la planificación de la red de carreteras, el diseño de las secciones e intersecciones viales, la señalización, y el mantenimiento continuo [7]. En 2006, el Massachusetts Institute of Technology (MIT) publicó un documento titulado “The Global Walkability Index”, en el cual se proponía medir la caminabilidad mediante aspectos como la seguridad (accidentes peatonales, seguridad de cruces, percepción de seguridad contra el crimen), la conveniencia (mantenimiento de caminos, infraestructura para discapacitados, amenidades) y el apoyo político (financiamiento, leyes de seguridad peatonal, alcance público) [8].

En estudios más recientes, la definición de caminabilidad se ha ampliado, integrando múltiples disciplinas como la salud pública, el diseño urbano, la planificación del transporte y la economía. Ha evolucionado de ser un tema de investigación a una práctica esencial en la planificación urbana, subrayando su importancia para el desarrollo de comunidades centradas en la movilidad peatonal. La necesidad de cuantificar la caminabilidad de un entorno ha sido un desafío debido a la variedad de factores y criterios involucrados. Esta necesidad ha llevado al establecimiento de un índice técnico de caminabilidad (ICM), destinado a medir objetivamente las

características de los entornos, sin embargo, ha sido todo un desafío. Establecer dicho ICM ha evolucionado, incorporando diferentes variables y adaptándose al tipo de estudio y contexto del entorno al que se aplica. Las metodologías consultadas para esta investigación combinan criterios objetivos con cualidades perceptuales para mejorar la caminabilidad.

El objetivo de esta investigación es establecer un ICM enfocado en microentornos educativos, proporcionando una herramienta de medición de la caminabilidad que facilite el diagnóstico fundamentado, la identificación de las vulnerabilidades en los entornos y la generación de estrategias y propuestas para diseñar espacios caminables. Mejorar las condiciones de caminabilidad no solo incentiva los desplazamientos a pie de la comunidad educativa, sino que también promueve un ambiente más saludable y accesible para todos. Este estudio proporciona una herramienta diagnóstica clave para planificadores urbanos, integrando tanto las necesidades técnicas como las percepciones de los usuarios. En alineación con los objetivos de desarrollo sostenible 3 y 7, contribuye a la creación de entornos peatonales integrales, mejorando la calidad de vida de las comunidades educativas y urbanas [9], [10].

2. Metodología

Este estudio, de enfoque aplicado y evaluativo, empleó un diseño exploratorio secuencial (DEXPLOS) derivativo para desarrollar, aplicar y validar un Índice Técnico de Caminabilidad (ICM), un instrumento de medición mixto complejo, compuesto por indicadores cuantitativos que describen los aspectos técnicos de la caminabilidad, junto con indicadores cualitativos que caracterizan la percepción del usuario. La triangulación de datos, utilizando diversas fuentes de información como la revisión del estado del arte, reuniones con expertos y la validación a través de un *focus group*, garantizó una evaluación integral de la caminabilidad. El caso de estudio se centró en el microentorno educativo exterior del Campus Víctor Levi Sasso (CVLS) en la Ciudad de Panamá.

2.1 Reuniones con expertos, revisión bibliográfica y análisis de diagnósticos

El planteamiento del ICM inició con reuniones con expertos en movilidad urbana e instituciones públicas, quienes aportaron información clave sobre problemas actuales de la movilidad peatonal. Estos aportes fueron clave para guiar la revisión exploratoria del estado del arte sobre caminabilidad, abarcando estudios a nivel de microescala (detallada) y mesoescala (amplia), que incluyeron 24 estudios relevantes. Los criterios de este estudio se centran en variables a microescala, con el objetivo de analizar en detalle las características del entorno caminable. Se analizaron diagnósticos locales, como el PIMUS, que identificaron deficiencias en la movilidad peatonal en Panamá, lo que

permitió ajustar los indicadores del ICM para reflejar mejor las condiciones locales y los viajes con objeto educativo. A través de esta triangulación de datos, se asignaron ponderaciones y rangos de calificación para cada indicador, variando según la relevancia de cada criterio. El puntaje asignado oscila entre 0 y el valor máximo correspondiente, donde 0 representa la condición menos satisfactoria y el valor máximo refleja la situación más favorable según las consideraciones establecidas.

2.2 Desarrollo del ICM

El ICM propuesto se estructura en cinco criterios base: infraestructura [9], [11], [12], seguridad vial y ciudadana [8], [11], [12], [13], acceso al destino [11], [12], [14], [15], comodidad [8], [11], [16] y cruces transversales [8], [12], [16]. Estos criterios se dividen en 23 indicadores: 19 cuantitativos, basados en mediciones objetivas, y cuatro cualitativos, obtenidos mediante encuestas a usuarios. La combinación de estos enfoques permite no solo evaluar las condiciones físicas del entorno, sino también captar la experiencia y percepción de los peatones, asegurando una visión más completa y equitativa de la caminabilidad que integra tanto las necesidades técnicas como las sociales a partir de una base técnica fundamentada. Los indicadores fueron establecidos para su medición en tramos de 100 m.

El criterio de infraestructura, planteado como se observa en la tabla 1, se refiere al entorno urbano, destacando las condiciones y características físicas del espacio y caracterizando la presencia de aceras [11], el ancho [12], basado en las recomendaciones del SENADIS [17], las condiciones de la acera [12], [13], la inclinación transversal [12], [18], la presencia de obstáculos temporales (autos, mobiliario, puestos ambulantes) [16], y de permanentes (postes, árboles, otros) [16]. Este criterio se evaluó a través de mediciones manuales en campo utilizando cinta métrica, nivel y registros visuales.

Tabla 1. Indicadores que componen el criterio de infraestructura

Infraestructura - I (36 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
Presencia de acera	No existe acera	0
	1/4 del tramo presenta acera	2.5
	1/2 del tramo presenta acera	5
	3/4 del tramo presenta acera	7.5
	Todo el tramo presenta acera	10
Ancho de acera	≤ 1.0 m	0
	> 1.0 m y < 1.5 m	1.5
	≥ 1.5 m y < 2.0 m	3
	≥ 2.0 m y < 2.4 m	4.5
	≥ 2.4 m	6
	>10 agujeros/escalones	0

Infraestructura - I (36 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
Condiciones de la acera	6-10 agujeros/escalones	2
	1-5 agujeros/escalones	4
	No hay agujeros/escalones	6
Inclinación transversal	Existe inclinación abrupta	0
	Inclinación moderada	2
Obstáculos temporales	≥ 7	0
	5-6	1.5
	3-4	3
	1-2	4.5
	No hay	6
Obstáculos permanentes	≥ 7	0
	5-6	1.5
	3-4	3
	1-2	4.5
	No hay	6

La seguridad vial y ciudadana (tabla 2), se refiere a la percepción y realidad de seguridad que experimentan los peatones en un entorno urbano, considerando tanto los riesgos asociados al tráfico motorizado como la percepción del usuario en cuanto a su seguridad [11]. Este criterio abarca aspectos como la velocidad máxima permitida en la vía [12], la tipología de la vía [13], la calidad del alumbrado público [16], la presencia de dispositivos de control de tráfico [11], y la percepción de seguridad por parte de los usuarios. La medición de estos indicadores se lleva a cabo mediante inspecciones visuales, información de la vía y encuestas.

Tabla 2. Indicadores que componen el criterio de seguridad vial y ciudadana

Seguridad vial y ciudadana - S (17 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
Velocidad vehicular	Velocidad máxima de 100 km/h	0
	Velocidad máxima de 80 km/h	0.75
	Velocidad máxima de 60 km/h	1.5
	Velocidad máxima de 50 km/h	2.25
	Velocidad máxima de 40 km/h	3
Tipología de la vía	Arteria/troncal	0
	Intermedia	1
	Locales/rurales/expansión	2
Alumbrado público	Peatonal exclusivo	3
	No hay postes de luz en el tramo	0
	1 poste de luz en el tramo	2.5
Dispositivo de control de tráfico	2 o más postes de luz en el tramo	5
	No hay	0
Percepción de seguridad	Sí hay	1
	<i>ver (1)</i>	5

El acceso al destino, como se evalúa en la tabla 3, describe cómo el entorno construido debe brindar acceso a diferentes servicios desde el modo de transporte peatonal [11]. Este concepto incluye la accesibilidad a espacios abiertos como parques y zonas verdes, al transporte público, y a áreas comerciales, institucionales o residenciales. Para evaluar este criterio, se consideran tres indicadores principales: los usos mixtos del suelo [13], el acceso al transporte público [11] y la continuidad [12]. Estos criterios son evaluados mediante inspección visual y el uso de cinta métrica.

Tabla 3. Indicadores que componen el criterio de acceso al destino

Acceso al destino - A (16 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
Usos mixtos del suelo	Industrial	0
	Desocupado/áreas verdes	0.66
	Residencial	1.32
	Comercial/educación	2
Acceso al transporte público	> 30 minutos	0
	20-30 minutos	2
	10-20 minutos	4
	5-10 minutos	6
	< 5 minutos	8
Continuidad	≥ 2 interrupciones sin rampa	0
	1 interrupción sin rampa	3
	Sin interrupciones o a nivel/con rampas	6

La comodidad, mostrada en la tabla 4, hace referencia a la provisión de todos los elementos que hagan la caminata más agradable [11]. Esto es especialmente relevante en el contexto de las ciudades de América Latina [12], donde las condiciones de las aceras pueden ser muy variadas: desde espacios peatonales inexistentes o no pavimentados, hasta áreas sin vegetación [11]. Para evaluar la comodidad, se han seleccionado los siguientes indicadores: pendiente de la acera [11], existencia de amenidades, como bancas y resguardos [16], la presencia de sombra y refugio [12] que se refiere a la presencia de estructuras y mobiliario urbano que aseguran el confort térmico de los peatones y finalmente, la transparencia de los mobiliarios [12], que implica identificar y medir obstáculos que bloquean la visibilidad en la acera, asegurando que no existan elementos que creen puntos ciegos.

Tabla 4. Indicadores que componen el criterio de comodidad

Comodidad - C (17 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
Pendiente de la acera	≥ 3%	0
	3% - 2%	3
	≤ 2%	6
Amenidades (resguardos, bancas)	No hay	0
	Sí hay	3
Sombra y refugio	Nada del tramo	0
	< 50% del tramo	2
	≥ 50% del tramo	4
	Todo el tramo	6
Transparencia de los mobiliarios	Bloqueo completo	0
	Bloqueo significativo	0.66
	Bloqueo parcial de la vista	1.32
	Hay completa visibilidad	2

Para evaluar los cruces transversales, como se observa en la tabla 5, se han seleccionado los siguientes indicadores: la existencia de rampas para acceder al cruce peatonal [16], la cantidad de carriles que atraviesa el paso peatonal [16], el tipo de cruce transversal presente en la vía [16], la percepción de comodidad en los cruces, y la densidad de cruces. Estos indicadores se miden mediante observación y registro fotográfico.

Tabla 5. Indicadores que componen el criterio de cruces transversales

Cruces transversales - CT (14 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
Rampas	No hay	0
	Sí hay	2
Número de carriles en vía	> 6 carriles	0
	5-6 carriles	0.5
	4 carriles	1
	3 carriles	1.5
	1-2 carriles	2
Tipo de conectividad de aceras	Barrera física	0
	Paso a desnivel	0.66
	Calle con paso peatonal a nivel de banquetta	1.32
	Cruce a nivel	2
Percepción de comodidad en cruces	ver (1)	0-5
Densidad de cruces	> 830m	0
	580-830	0.75
	420-580	1.5

Cruces transversales - CT (14 pts)		
Indicador	Variable medición	Valor
	250-420	2.25
	< 250	3

Los indicadores “percepción de seguridad” y “Percepción de comodidad en cruces”, como criterios perceptivos, se evaluaron mediante encuestas a los usuarios del entorno. Los encuestados calificaron su percepción de seguridad en las paradas (0 = Muy inseguro, 10 = Muy seguro), considerando situaciones de inseguridad como eventos donde se sintieron amenazados. Asimismo, evaluaron la comodidad de los cruces con base en factores como limpieza y mantenimiento (0 = Nada cómodo, 10 = Muy cómodo). El puntaje de estos indicadores se calculó con la ecuación 1.

$$\text{Percepción} = \frac{\text{prom. resultado}}{10} * 5 \quad (1)$$

También se recopilaron las percepciones sobre el tiempo de caminata hacia las paradas y la distancia considerada adecuada hacia los cruces transversales.

La puntuación de este ICM se contabiliza en base total a 100. Los resultados con puntuaciones bajas se evalúan como menos caminables, mientras que los segmentos con puntuaciones más altas se evaluaron como más caminables de acuerdo con la definición del índice mostrada en la tabla 6 [19].

Tabla 6. Escala de calificación para el índice técnico de caminabilidad (ICM) enfocado en microentornos educativos

Calificación	Puntaje	Definición
A	≥ 85	Altamente caminable
B	70 a ≤ 85	Moderadamente caminable
C	55 a ≤ 70	Ligeramente caminable
F	≤ 55	Poco o nada caminable

2.3 Aplicación del ICM: caso de estudio

El ICM fue aplicado en el entorno exterior del CVLS, donde se recolectaron datos técnicos y se aplicaron encuestas a 207 usuarios del entorno. La muestra incluyó estudiantes, docentes y administrativos del campus, así como profesionales y otros usuarios del entorno, como estudiantes de nivel secundario del Instituto América. Las edades de los participantes oscilaron entre 17 años y 63 años, permitiendo capturar una amplia variedad de percepciones. El área de estudio técnico abarcó 1.4 km de acera en la Vía Centenario y 1.4 km en la Av. Ricardo J. Alfaro. Para el análisis, se dividieron 26 tramos de entre 100 m -150 m (figura 2).



Figura 1. Mapa de vías y tramos analizados dentro del microentorno del Campus Víctor Levi Sasso en Ciudad de Panamá.

2.4 Validación a través de focus group

Se realizó una validación cualitativa mediante un taller de movilidad con un *focus group* de 41 usuarios del entorno del CVLS posterior a realizado el diagnóstico del ICM, con edades entre 16 años y 50 años (47.4% mujeres y 52.6% hombres). La muestra incluyó estudiantes, docentes, administrativos y estudiantes de nivel secundario del Instituto América, abarcando todos los tramos caminables del área de estudio. El objetivo fue contrastar los resultados técnicos con las percepciones de los usuarios (figura 1).



Figura 2. Taller de caminabilidad realizado en el Campus VLS.

En el taller, se explicó el concepto de caminabilidad, diferenciándolo del desplazamiento peatonal al integrar la experiencia de caminata. Los participantes evaluaron la relevancia de los 5 criterios y 23 indicadores en una escala de 0 a 5. En grupos mixtos, identificaron problemas, soluciones y señalaron actores clave. Cada participante realizó un dibujo sobre su entorno peatonal ideal, lo cual permitió visualizar sus percepciones [20]. Aunque los resultados de esta fase no modificaron los pesos de los indicadores establecidos, el taller proporcionó retroalimentación útil para identificar problemáticas y posibles soluciones en el entorno analizado.

3. Resultados y discusión

De manera global, el entorno alrededor del Campus Víctor Levi Sasso obtuvo un ICM de 62.0 puntos, clasificándose como un entorno “Ligeramente Caminable” [19]. A modo de desglose, se obtuvieron también ICMs para la Vía Centenario y la Avenida Ricardo J. Alfaro, resultando en 67.6 puntos y 56.5 puntos, respectivamente. Ambos índices caen dentro de la categorización de “Ligeramente Caminable”. En la figura 3 se puede observar cada uno de los tramos analizados.

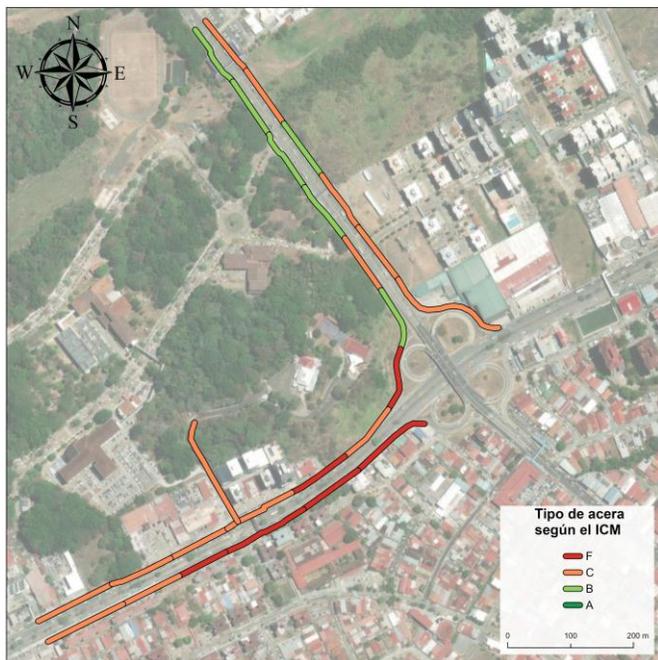


Figura 3. Mapa de resultados del ICM en el entorno del Campus Víctor Levi Sasso.

Como se observa en la tabla 7, la Vía Centenario muestra un mejor desempeño general en términos de caminabilidad, con mejores resultados en materia de infraestructura, ver figura 4, con una mayor cantidad de tramos clasificados como B (6 tramos) en comparación con la Av. Ricardo J. Alfaro, que no tiene tramos en la clasificación B. La Av. Ricardo J. Alfaro tiene un número significativo de tramos clasificados como F (cinco tramos), lo que indica áreas con serias deficiencias en caminabilidad. Ambas vías presentan una cantidad considerable de tramos en la clasificación C, lo que sugiere áreas que son ligeramente caminables pero que aún necesitan mejoras para alcanzar una caminabilidad óptima.

Tabla 7. Resultados de los criterios del ICM para cada tramo de análisis y el resultado final de la clasificación

	I	S	A	C	CT	ICM	CAL.
1I	27.0	9.5	11.0	13.0	8.0	68.4	C
1D	31.0	9.5	14.0	8.3	8.0	70.7	B
2I	29.0	9.5	12.7	8.0	8.0	67.1	C
2D	31.0	9.5	14.0	11.3	8.0	73.7	B
3I	34.5	9.5	12.7	8.0	8.0	72.6	B
3D	34.5	9.5	14.0	11.3	8.0	77.2	B
4I	30.0	9.5	11.0	11.6	6.3	68.4	C
4D	34.5	9.5	14.0	11.6	6.3	75.9	B
5I	25.0	9.5	11.0	6.7	6.3	58.4	C
5D	26.5	7.0	11.0	4.6	6.3	55.4	C
6I	29.5	9.5	14.0	8.6	6.3	67.9	C
6D	33.0	9.5	14.0	8.0	6.3	70.8	B
7D	24.0	9.5	9.7	3.0	6.3	52.4	F
8I	17.0	10.0	8.0	10.3	5.9	51.2	F
8D	33.0	10.0	12.7	4.3	5.9	65.9	C
9I	11.0	10.0	7.3	8.0	5.9	42.2	F
9D	20.5	10.0	8.0	7.3	5.9	51.7	F
10I	19.5	10.0	7.3	11.6	5.9	54.3	F
10D	28.5	10.0	7.3	11.6	5.9	63.3	C
11I	20.0	10.5	7.3	3.7	7.3	48.8	F
11D	22.5	10.5	11.0	6.7	7.3	57.9	C
12I	22.0	10.5	7.3	9.7	7.3	56.8	C
12D	23.5	10.5	8.0	7.3	7.3	56.6	C
13I	22.0	10.5	7.3	12.3	7.3	59.4	C
13D	27.0	10.5	8.0	10.3	7.3	63.1	C
14D	23.0	10.0	13.3	10.6	5.9	62.9	C



Figura 4. Resultados del criterio de infraestructura para uno de los tramos mejor clasificados (4D) y de los peores clasificados (9I).

En la Vía Centenario, los tramos de derecha (#D), próximos a los previos de la UTP, presentan un mejor desempeño del ICM. La mayoría de estos tramos están clasificados como B. La mayoría de los tramos de derecha se encuentran en esta clasificación, especialmente en infraestructura y accesibilidad, sin embargo, el tramo 7D está clasificado como F. Por otro lado, los tramos de izquierda (#I) en esta vía tienen una mayor variabilidad en sus clasificaciones, en su mayoría clasificados como C.

En la Av. Ricardo J. Alfaro los tramos de derecha (#D) también muestran una concentración en la clasificación C. Estos tramos indican una caminabilidad ligeramente mejorada en comparación con los tramos de izquierda, pero aún presentan deficiencias en infraestructura y seguridad. Por otro lado, los tramos de izquierda (#I) tienen una predominancia en la clasificación F mostrando problemas significativos en accesibilidad y comodidad.

Los tramos que conectan con el campus presentan buenos índices de caminabilidad. La entrada principal 3D destaca con un ICM de 77.2 clasificado como B, destacando en infraestructura y seguridad. La salida del SUME 5D tiene un ICM de 55.4 clasificado como C, aceptable pero mejorable. En la Av. Ricardo J. Alfaro, el tramo 10D, que conecta con la salida del templo hindú, tiene un ICM de 63.3 clasificado como C y necesita mejoras en accesibilidad. La salida del templo hindú 14D y la salida peatonal de Orillac 13D también están clasificados como C con ICMs de 62.9 y 63.1 respectivamente, requiriendo mejoras en infraestructura y seguridad.

Los resultados del taller mostraron que el criterio más relevante para los usuarios en su experiencia de caminata dentro de este microentorno es “Seguridad vial y ciudadana”, con una calificación promedio de 4.61/5, y con la menor desviación estándar 0.83 entre los criterios, lo que refleja una baja dispersión en las respuestas.

Le siguieron “Comodidad” con un promedio de 4.24, “Infraestructura” con 4.20, “Acceso al destino” con 4.15 y “Cruces transversales” con 4.02. A nivel de indicadores individuales, el más valorado fue la presencia de acera, con un promedio de 4.71 y una desviación estándar de 0.63, seguido por el alumbrado público y la conectividad de las aceras. Los indicadores menos relevantes fueron la pendiente longitudinal, la inclinación transversal y la tipología de la vía.

Esto contrasta con el diagnóstico técnico del CVLS, donde la seguridad vial y ciudadana fue uno de los aspectos de peor rendimiento, destacando la falta de seguridad en el entorno. Las principales problemáticas mencionadas por los usuarios en el taller grupal incluyeron iluminación deficiente, inseguridad, basura y obstrucciones en las aceras, identificando actores clave como el MOP, la alcaldía, la Policía Nacional y los propios peatones.

A pesar de que la percepción de los criterios se enfocó en seguridad, las propuestas de los dibujos se centraron en intervenir la infraestructura. Los dibujos del entorno ideal resaltaron dos criterios clave: infraestructura y seguridad. La propuesta de diseño urbano para el entorno del CVLS integra los resultados del ICM y las percepciones del *focus group*. La recopilación propuesta incluye aceras continuas de 2.50 m, refugios peatonales (marquesinas), mejoras en iluminación, bancos y separación del tráfico, respondiendo a las demandas de los usuarios.

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio destacan la importancia de un enfoque mixto para diagnosticar y mejorar la caminabilidad en microentornos educativos como el del CVLS. A través del ICM planteado y validado, se identificaron diversas áreas críticas, como la falta de infraestructura y seguridad vial en tramos específicos de la Avenida Ricardo J. Alfaro, donde segmentos como 8I, 9I y 10I requieren intervenciones, incluyendo la construcción y mantenimiento de aceras. Asimismo, tramos como 5D necesitan mejoras en la iluminación, y 5I y 7D se beneficiarían de desarrollos de usos mixtos y mejor acceso al transporte público.

El análisis comparativo con las percepciones recogidas en el taller grupal mostró una alineación entre las prioridades de los usuarios y los problemas técnicos detectados, especialmente en temas como la seguridad y la infraestructura. Los participantes enfatizaron la necesidad de proveer sombra, refugio y mejorar la conectividad de las aceras, elementos también reflejados en los resultados del ICM. En conjunto, la propuesta de diseño urbano presentada integra tanto las soluciones técnicas como las percepciones del usuario. Estas

recomendaciones no solo mejoran las condiciones de caminabilidad, sino que responden a las expectativas y necesidades reales de los peatones. Este estudio no solo identifica áreas críticas de intervención en el entorno del CVLS, sino que también ofrece una guía práctica para mejorar la infraestructura peatonal en otros entornos educativos. Este enfoque, centrado en un microentorno educativo específico, demuestra su utilidad práctica y adaptabilidad técnica.

Ahora bien, al tratarse de una herramienta diseñada para microentornos, el levantamiento de datos requiere trabajo de campo detallado y una recolección precisa a escala microespacial, lo cual puede implicar limitaciones al extender su aplicación a escalas mayores o a zonas con escasa disponibilidad de personal técnico. A pesar de esta especificidad, este ICM presenta un potencial significativo para ser replicado en otros contextos urbanos. Si bien este estudio se enfocó en entornos educativos, se recomienda que investigaciones futuras apliquen y validen el ICM en otros ámbitos estratégicos, como entornos de salud o áreas residenciales densas, con el fin de ampliar su alcance y robustecer su aplicabilidad como herramienta diagnóstica para el diseño de ciudades caminables y equitativas.

AGRADECIMIENTOS

Al Grupo de Investigación del Transporte y Territorio (GITT) por su colaboración en la selección y validación de los criterios e indicadores de este estudio; a los estudiantes de ingeniería civil que participaron en el levantamiento de datos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

REFERENCIAS

- [1] I.-M. Lee y D. M. Buchner, "The Importance of Walking to Public Health," *Med Sci Sports Exerc*, vol. 40, no. 7, pp. S512–S518, Jul. 2008, doi: 10.1249/MSS.0b013e31817c65d0.
- [2] M. A. Zurawik, "Socio-ecological perspective on walking," *Coldnoon: Travel Poetics*, vol. 3, no. 1, pp. 81–98, 2014.
- [3] K.-M. Leung, K.-L. Ou, P.-K. Chung, y C. Thøgersen-Ntoumani, "Older Adults' Perceptions toward Walking: A Qualitative Study Using a Social-Ecological Model," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 14, p. 7686, Jul. 2021, doi: 10.3390/ijerph18147686.
- [4] B. Bezerra y S. Taipa, "La 'caminabilidad' de las ciudades como un reflejo del desarrollo sustentable," *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 8, 2004, Accessed: Sep. 13, 2024. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81609>
- [5] M. Medina-Ruiz, "La caminabilidad como estrategia proyectual para las redes peatonales del Borde Urbano," *Revista de Arquitectura*, vol. 22, no. 2, pp. 78–93, May 2020, doi: 10.14718/RevArq.2020.2993.
- [6] E. M. Berríos Álvarez y M. Greene Zúñiga, "Barreras estructurales en la caminabilidad y accesibilidad a escala de barrio. Estudio de tres casos en Santiago de Chile," *Revista 180*, no. 46, pp. 118–133, Dec. 2020, doi: 10.32995/rev180.Num-46.(2020).art-789.
- [7] L. E. Aymara Mamani y C. A. Bustinza Rodríguez, "Propuesta de mejora de la seguridad vial en el entorno de la Institución Educativa Liceo Fermín Tangüis de San Juan de Lurigancho," (Doctoral dissertation, Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/10757/626078>
- [8] H. V. Krambeck, "The global walkability index," Master in City Planning and Master of Science in Transportation, Massachusetts Institute of Technology, 2006.
- [9] N. Fallahranjbar, U. Dietrich, y J. Pohlan, "Development of a Measuring Tool for Walkability in the Street Scale - The case study of Hamburg," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Institute of Physics Publishing, Sep. 2019. doi: 10.1088/1755-1315/297/1/012047.
- [10] N. Cepal, *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales*. CEPAL, 2016. Accessed: Jul. 05, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11362/40155>
- [11] W. F. Castro Mesa, "Metodología para la estimación del índice de caminabilidad a nivel ciudad y su aplicación al caso de estudio de Bogotá," Trabajo de grado - Maestría, Universidad de los Andes, 2021. Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/1992/53799>
- [12] L. Sabino, B. Tini, B. Sato, D. Farias, y F. Pitombo, "Metodología para calcular el índice técnico de caminabilidad sensible al género," Washington, D. C., Aug. 2022. doi: 10.18235/0004412.
- [13] DADEP, "Reporte Técnico de Indicadores de Espacio Público," Bogotá, 2022. Accessed: Jul. 13, 2024. [Online]. Available: https://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/2022/reporte_tecnico_de_indicadores_de_espacio_publico_2022_final_03052023.pdf

- [14] H. Tong y Q. Han, “Developing Multi-scale Walkability Index Using Weather and Urban Environmental Data,” Master’s Thesis, Eindhoven University of Technology, 2023. Accessed: Jul. 13, 2024. [Online]. Available: <https://research.tue.nl/en/studentTheses/developing-multi-scale-walkability-index-using-weather-and-urban->
- [15] F. A. Torres-Martínez, “Diseño de una metodología para la estimación del índice de caminabilidad: Análisis de caso en Cartago, Costa Rica y Potchefstroom, Sudáfrica,” Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, 2019.
- [16] A. Santuario Torres, “Infraestructura y accesibilidad para la movilidad peatonal: factores de caminabilidad en dos áreas habitacionales de Tijuana, B.C., 2015,” Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, B.C., 2016. Accessed: Jul. 13, 2024. [Online]. Available: <https://posgrado.colef.mx/tesis/20141141/>
- [17] A. Samudio, “Manual de Acceso,” Panamá, 2023. Accessed: Jun. 10, 2025. [Online]. Available: <https://www.senadis.gob.pa/documentos/recientes/manual-de-acceso.pdf#page=113.00>
- [18] MOP, “Manual de aprobación de planos,” 2021.
- [19] A. Ford, “Walkability of Campus Communities Surrounding Wright State University,” Dayton, Ohio, 2013. Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://corescholar.libraries.wright.edu/mph>
- [20] R. Rodríguez-Rodríguez, A. Maylin, A. Icaza, A. Harris, and J. Quijada-Alarcón, “Decoding pedestrian and cyclist mobility perceptions through drawings,” *Urban Plan Transp Res*, vol. 13, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1080/21650020.2025.2480382.