

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA INFRA-ESTRUTURA URBANA A PARTIR DA INTERAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

QUALITY ASSESSMENT OF URBAN INFRASTRUCTURE THROUGH THE INTERACTION OF TRANSPORT SYSTEMS

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA A PARTIR DE LA INTERACCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Liliana Cristina Cruz Salvador¹
Noé Villegas Flores²
Ana Carolina Parapinski³
Carlos Felipe Urazán Bonells⁴

Resumo: A política pública de desenvolvimento da infraestrutura permite desenhar estratégias de mobilidade nos centros urbanos. O estudo se centra em caracterizar e diagnosticar a qualidade da mobilidade segundo a interação da infra-estrutura e dos modos de transporte. Fez-se a análise de dez avenidas, refletindo uma grande necessidade de atuação nos diversos indicadores, isto é frequência da oferta do transporte público e melhoras na interação dos modos de mobilidade urbana.

Palavras-chave: Mobilidade urbana. Avaliação. Qualidade da infra-estrutura. Metodologia multicritério.

Abstract: The public policies of infrastructure development allow the design of mobility strategies in urban centers. The study focuses on characterizing and assessment the quality of mobility through the interaction of infrastructure and modes of transport. Ten roads corridors were analyzed, reflecting a prevailing need for actions in different indicators such as “frequency of public transport offer” and “improvements in the interaction of urban mobility modes”.

Keywords: urban mobility. Assessment. Infrastructure quality. Multi-criteria methodology.

Resumen: Las políticas públicas de desarrollo de infraestructura permiten diseñar estrategias de movilidad en centros urbanos. El estudio se centra en caracterizar y diagnosticar la calidad de movilidad por medio de la interacción de la infraestructura y los modos de transporte. Se han analizado diez corredores viales, reflejando una imperante necesidad de actuaciones en distintos indicadores como son “frecuencia de oferta de transporte público” y “mejoras en la interacción de los modos de movilidad urbana”.

Palabras- clave: movilidad urbana. Evaluación. Calidad de infraestructura. Metodología multicriterio.

Envio 09/02/2018

Revisão 09/03/2018

Aceite 09/04/2018

¹ Graduação Engenharia civil de Infraestrutura. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. E-mail: liliana.salvador@aluno.unila.edu.br

² Doutorado Caminos, Canales e Puertos. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. E-mail: noe.flores@unila.edu.

³ Doutorado Caminos, Canales e Puertos. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. E-mail: ana.santos@unila.edu.br

⁴ Doutorado Caminos, Canales e Puertos. Universidad La Salle, Colombia. E-mail: caurazan@unisalle.edu.co

Introducción

El creciente interés por evaluar los distintos elementos de infraestructura urbana y la interacción entre los medios de transporte que transitan sobre ellos, ha contribuido al desarrollo de nuevos métodos e instrumentos de medición. La caracterización de entornos de movilidad con frecuencia ha sido considerada como un avance conceptual y metodológico importante en este sentido, para comprender de mejor forma, el impacto entre el desarrollo urbano y la calidad de movilidad del usuario.

Innovar en la creación de instrumentos y herramientas de evaluación de infraestructura urbana exige la concepción de demandas en diferentes dimensiones tales como socio ambiental, tecnológico (*innovación en soluciones constructivas*), normativas y de movilidad urbana. En ese contexto, existe la clara preocupación para desarrollar métodos y herramientas capaces de analizar tales demandas a un nivel técnico-metodológico.

La Comisión de Economía para América Latina, -CEPAL (Barton, 2009) en lo que respecta al documento “*Marcos conceptuales y análisis de enfoques metodológicos para el desarrollo de infraestructura urbana*”, reflexiona en torno a los principios de la sustentabilidad y metodologías de relevancia que puedan ser un aporte para el desarrollo de una infraestructura urbana más sustentable.

Bajo ese enfoque, la CEPAL manifiesta como eje directriz la necesidad de incorporar una visión integral en los proyectos urbanos a través de variables de diversos sectores, en tiempo y de grande escala. Enfatizando así, en medidas y acciones para generar desarrollos urbanos bajo el régimen de sostenibilidad como solución de problemas urbanos.

Para ello, se ha revisado la literatura especializada referente a trabajos que han profundizado sobre la evaluación y medición de entornos urbanos tanto desde la perspectiva de indicadores urbanos y caracterización de los modos de transporte. Estos regímenes de sostenibilidad han venido configurando diversos modelos de evaluación en movilidad urbana. En la mayoría de los casos, estos trabajos son concebidos sobre estudios e informes que mantienen la hipótesis de la existencia de un fuerte vínculo entre elementos de infraestructura urbana y los modos de transporte.

Estado del arte

Para comprender los problemas de la movilidad urbana en las ciudades de los países en desarrollo, es pertinente extenderse más allá de los cuatro factores condicionantes: crecimiento urbano acelerado, desarticulación entre forma urbana y sistema de movilidad, concentración de actividades en las áreas centrales y segregación socioeconómica y espacial.

Se ha revisado la literatura en 3 ejes principales: Experiencias internacionales de evaluación de infraestructura, modelos de evaluación e interacción de los sistemas de transporte en sistemas urbanos.

Para asumir los diferentes retos respecto a movilidad, la calidad del transporte público, infraestructura vial, calidad en la salud pública, regulaciones, entre otros, Quezada (2017) direcciona en ese sentido, los esfuerzos de integración a través de la participación ciudadana con el claro objetivo de fortalecer aspectos culturales y, que permitan una movilidad ordenada, tal como (respeto a los límites de velocidad, reglamentos y uso compartido de vehículo).

41

En lo que se refiere a la gestión rápida y desordenada del proceso de urbanización de las ciudades, Teixeira et al, (2018) insiste en consecuencias no deseadas ante congestionamientos, pérdida de calidad en el transporte público, crecimiento del número de vehículos particulares en las vías, accidentes de tránsito, problemas de salud y deterioro del medio ambiente de las áreas centrales como eje rector de la reducida integración de los modos de transporte.

Así, innovar y realizar cambios en la movilidad urbana bajo la coherencia de cambios en la sociedad permite reducir los cambios territoriales y ambientales producidos por el crecimiento de las ciudades. En ese sentido, se entiende, que concebir nuevos modelos de movilidad sostenibles deberían encontrarse en escenarios de bajo consumo energético y reducción de emisiones por kilómetro recorrido (Quezada, 2017).

Si bien, la poca o nula integración de los modos de transporte en las ciudades afectan como un todo a los habitantes. Lara & Moreno, (2014) observan en su estudio que los efectos negativos de un incorrecto modelo de movilidad se sienten de forma más aguda en las áreas periféricas, dada la situación del sistema vial de estas zonas, la baja calidad del transporte público que opera en ellas o la carencia de servicios públicos de salud o educación.

El contraste económica, se transforma en marginalidad para algunos, debido a la falta de seguridad, equipamientos públicos o de espacios urbanos que permitan un tránsito peatonal seguro; y para otros, en dependencia de transportes individuales motorizados (Lara & Moreno, 2014).

Jirón & Dhan (2017) por su parte, expresa en su estudio que la movilidad del usuario considera un carácter heterogéneo, concibiendo al automovilista, peatón o el pasajero como un componente universal. Así, El nivel socioeconómico, la edad y género revelan claras diferencias respecto a la experiencia de movilidad, el modo que se vive y se desarrolla dicha práctica.

Por otro lado, en países latinoamericanos se han implementado políticas de desarrollo que han promovido, a lo largo de las décadas, la expansión de la ciudad, concentrándose sectores de baja densidad poblacional para los sectores de altos ingresos, y sectores de alta densidad para los sectores de escasos ingresos estos últimos ubicados en las periferias de las ciudades y en precarias condiciones en la infraestructura. Ésta caracterización urbana, dificulta la prestación del servicio de transporte, promoviendo cabida a sistemas de transporte ineficientes e informales (Urdaneta, 2012).

Lizárraga (2012) ejemplifica las ciudades de Venezuela con un incremento de la tasa de motorización, lo que está provocando mayores consumo de recursos por parte de los vehículos privados (*tiempo, espacio, dinero y energía*) y fuertes impactos negativos, como son accidentes viales, congestión vehicular, contaminación ambiental y exclusión social.

De la misma forma, Jirón y Cortez (2011) sostienen que la movilidad del usuario no debe estudiarse desde una perspectiva individual, ya que las decisiones de movilidad son interdependientes, según el ciclo de vida, edad del usuario, perfil familiar, entre otros.

Observar los fenómenos urbanos desde una mirada de movilidad integrada entre la infraestructura urbana (*asfalto, paradas autobús, señalización, etc.*) y los modos de transporte, permite detallar la complejidad entre las interdependencias de los mismos (Barton, 2009).

En términos económicos, el deterioro de la integración entre la infraestructura urbana y los modos de transporte, eleva los costos de producción y la pérdida de recursos, pues las

actividades productivas tienen externalidades que se deben asumir y con grandes repercusiones sociales y económicas. Implica la reducción de acceso a los recursos y el crecimiento de la pobreza así como la exclusión social. (Lara & Moreno, 2014)

Teixeira et al (2017) observa que a través de un transporte público deficiente se promueve el uso indiscriminado de automoviles particulares, ocasionado congestionamientos viales, aumento de contaminación ambiental y sobre todo, grandes deterioros en la carpeta asfáltica.

Asimismo, Urdaneta (2012) manifiesta en que el transporte público urbano es el principal instrumento de promoción de inclusión social al aumentar la accesibilidad y la movilidad urbana. Otorgando así, el acceso a los sectores de escasos recursos a las oportunidades y a los servicios sociales con la clara reducción a la pobreza y promoviendo la inclusión social.

Por su parte Brasil, considera un grande desafio la planeación de sus sistemas de movilidad urbana. Entre los aspectos urbanos que actualmente direccionan dicha planeación se encuentran: planes urbanos basados en desplazamientos individuales, apoyo a la expansión del perímetro urbano de las ciudades, caracterización urbana y políticas económicas basada en el consumo de bienes (Lanziotti & Silva, 2017)

La clara necesidad de integrar métodos de medición de los Niveles de servicio tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos, sugieren la comprensión de movilidad de peatones, usuarios en vehículos particulares y de transporte público.

De esta forma, los estudios sobre la integración de los componentes urbanos y los modos de transporte van promoviendo las políticas públicas de desarrollo de las grandes urbes. Si bien, existen grandes avances en lo que respecta a los aspectos de congestión urbana, caracterización del entorno y movilidad del usuario, existe una laguna en la evaluación de la infraestructura urbana y la integración con los modos de movilidad.

Así este proyecto, promueve la aplicación de una metodología de medición y evaluación sostenible (*índice de movilidad sustentável – IMUS*) que permita identificar las variables más

sensibles para la correcta movilidad del usuario en sus distintos sistemas de transporte analizados.

Políticas públicas de desarrollo de infraestructura en Brasil

En el año de 2012, en Brasil fue decretada la ley 12.587 que instituye las directrices de Política Nacional de Movilidad urbana en el país⁵. Parte del contenido principal de la ley promulgada se refiere al desarrollo de obras de infraestructura urbana. Bajo ese contexto, la nueva ley 12.587 sugiere los siguientes principios de integración de movilidad urbana (Tabla 1).

Tabla 1. Principales principios de integración de la movilidad urbana.

Accesibilidad universal
Desarrollo sustentable de las ciudades en las dimensiones socio-económicas y ambientales
Equidad en el acceso de los ciudadanos al transporte público colectivo;
Eficiencia, eficacia y efectividad en la prestación de servicios de transporte urbano
Gestión democrática y control social de la planeación y evaluación de la Política Nacional de Movilidad urbana.
Seguridad en los desplazamientos de las personas;
Justa distribución de los beneficios de los diferentes modos de servicios;
Equilibrio en el uso del espacio público de circulación, vías y rotondas
Eficiencia, eficacia y efectividad en la circulación urbana.

Fuente: Del autor.

De la misma forma el Plan Nacional de movilidad urbana (*ley 12.587*) solicita que las ciudades con más de 20000 habitantes sean regidas por las siguientes directrices de planeación y evaluación⁶ (Tabla 2):

⁵ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm

⁶ Fuente: <http://itdpbrasil.org.br/>

Tabla 2. Directrices principales de planeación y evaluación.

Integración con la política de desarrollo urbano y las respectivas políticas sectoriales de habitación, saneamiento básico, planeación y gestión del uso de suelo en el ámbito de entidades federativas.
Prioridad de los modos de transporte no motorizados sobre los motorizados y de los servicios de transporte público colectivo sobre el transporte individual motorizado.
Integración entre los distintos modos y servicios de transporte urbano.
Reducción de los costos ambientales, sociales y económicos de los desplazamientos de las personas y cargas en la ciudad.
Incentivo al desarrollo científico tecnológico y al uso de energías renovables y con menos contaminación.
Prioridad a proyectos de transporte público colectivo como estructurador del territorio y desarrollo urbano.
Integración entre ciudades gemelas localizadas en la franja de frontera con otros países sobre la línea de división internacional.

Fuente: Del autor.

Desarrollo de infraestructura en la ciudad de Foz de Iguazú, Paraná

El desarrollo de obras de infraestructura durante los últimos 3 años en la ciudad de Foz de Iguazú ha permitido amenizar la grande carencia de conectividad entre los distintos sistemas modales de transporte. Colocación de drenaje, carpetas asfálticas, calzadas de concreto, ciclo vías y paisajismo han sido los avances desarrollo de elementos de apoyo a la movilidad urbana del habitante de Foz de Iguazú.

Tales desarrollos abarcan 4 grandes obras en fase de conclusión, con el objetivo de recuperar dicha movilidad urbana.

- a) Avenida Pedro Basso. Una de las 20 calles más hermosas de Brasil, permitirá el acceso a la BR 277. Esta obra permitirá “aliviar” el tránsito de la Avenida Paraná con una clara reivindicación ante la sociedad de una obra antigua.

- b) Ampliación Avenida José María de Brito. Una clara necesidad de movilidad de transporte y comercio en la ciudad. Actualmente dicha vía tiene un grande flujo de transporte privado y particular. Se implementaron galerías pluviales, pavimentación asfáltica, ciclo vía e implementación de calzadas de concreto.
- c) Nueva avenida Portugal. Se redujo el camino entre la avenida José María de Brito y la avenida Costa y Silva. Se implementaron galerías pluviales, carpeta asfáltica, calzadas con paver y ciclo vía.
- d) Ampliación de avenida Ranieri Mazzili. Se creó conectividad entre la avenida José María de Brito y una reivindicación local. Fueron implementadas galerías pluviales, gran parte de la vía está ampliada y totalmente pavimentada. Dicha vía es una conexión entre la BR-277, pasando por la avenida José María de Brito, permitiendo una gran movilidad para los usuarios entre los principales barrios de la ciudad.

A pesar de que Foz do Iguazú no es un grande centro operativo de industria y que no presenta graves problemas de congestionamiento vial, el crecimiento desorganizado en los diversos modos de transporte ha producido una clara falta de integración entre estos sistemas que, en consecuencia, afectan la calidad de vida del habitante.

Entre las carencias de movilidad urbana identificadas entre los habitantes de la ciudad son las siguientes: construcción de ciclo vías, solución para inundaciones, educación vial, seguridad en el desarrollo de proyectos de conectividad urbana. De la misma forma, ha sido identificada una necesidad de acceso a la Villa Portes al Jardim Jupira y de la vía BR 277.

Finalmente, es importante resaltar que existe una iniciativa de los representantes del Consejo Municipal de Tránsito y Transportes de la ciudad de Foz de Iguazú para atender la prerrogativa de la ley 12.587 que define las nuevas directrices del Plan municipal de movilidad urbana.

Dicho Consejo, ha definido durante el año pasado, diversas directrices que permitan crear estrategias respecto a la movilidad urbana:

- a) Distribuir a la sociedad los beneficios y tareas en la implantación de movilidad urbana;

- b) Crear alternativas de tránsito entre las regiones de Foz, evitando transferencias por el propio centro de la ciudad;
- c) Programar vías rápidas entre los principales corredores del transporte público con el objetivo de priorizar ese sistema modal;
- d) Implementar e integrar el circuito de la Avenida Beira do Rio en conjunto al “Marco de las Tres Fronteras”
- e) Crear ley específica sobre los procedimientos para el tránsito de cargas peligrosas en vías interurbanas de Foz de Iguazú.
- f) Elaborar Plan rector de ciclo vías y demás infraestructura que demande este sistema modal.

Caracterización de la metodología

47

Uno de los grandes desafíos en los estudios de movilidad urbana es el de obtener una correcta integración entre los diferentes modos de transporte y los elementos que componen la infraestructura de una ciudad.

Tal es el caso de las administraciones públicas, las cuales concentran grandes esfuerzos en optimizar las modalidades de transporte a través la calidad en sus elementos urbanos (asfalto, señalización, etc.) dejando de lado la integración entre ambos componentes.

A lo largo de décadas, se han trazado directrices políticas de desarrollo de infraestructura que han permitido mejorar la calidad de vida y movilidad de los usuarios en las ciudades. Sin embargo, aún existe una gran carencia de “conectividad” o interacción entre los sistemas de transporte que fortalezca el impacto de decisiones en el desarrollo de infraestructura.

Bajo ese contexto, este estudio aporta un avance en la aplicación de una metodología, apoyando en la caracterización de corredores viales asociados a la interacción con los sistemas de transporte.

Límites del sistema

Para cuantificar la calidad de movilidad urbana se ha tomado como base la metodología IMUS (*índice de movilidad urbana sustentável*), desarrollado en la ciudad de São Paulo (ANTP, 2015). Se entiende que el proyecto ha incluido todos los modos de transporte de forma integrada, superando metodologías que atienden aspectos aislados o específicos.

Por lo que se refiere al estudio, se han seleccionado 10 corredores viales, destacados por el alto índice de tráfico, transporte público, extensión, densidad peatonal e impacto turístico. El estudio ha sugerido realizar la etapa de campo en una extensión 2 kilómetros que permita obtener la mayor cantidad de variables en el trayecto. De la misma forma, el levantamiento de información e indicadores se ha llevado a cabo bajo ciertas restricciones como son: levantamiento por el mismo evaluador, horarios, clima, metodología, etc.

Los corredores elegidos para el estudio fueron:

48

Tabla 3. Corredores seleccionados para el estudio

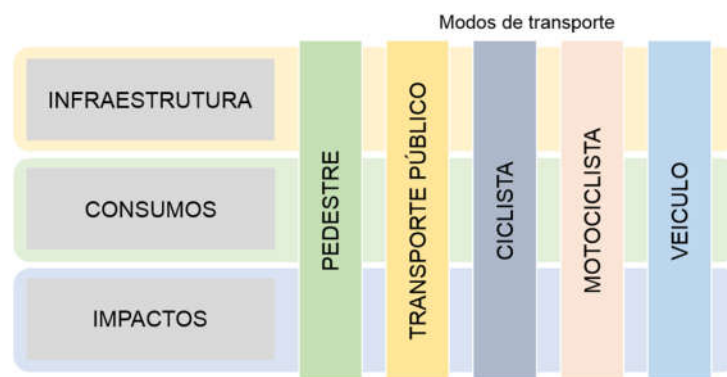
Paraná	Silvio Américo Sasdelli
Cataratas	Costa e Silva
República Argentina	Tarquínio Joslin dos Santos
Jorge Schimmelpfeng	Andradina
Juscelino Kubitscheck	José Maria de Brito

Fuente: Del autor.

En lo que se refiere al levantamiento de indicadores, se ha realizado a través de un formulario de campo desarrollado específicamente para este estudio. Este formulario considera la medición de los indicadores en 5 modos de transporte: *peatón, ciclista, transporte público, motociclista y vehículo ligero*. Ambos sistemas de transporte han sido medidos en función de la calidad de *obras de infraestructura, desarrollo urbano, movilidad, señalización y gestión urbana*.

La figura 1, representa el alcance de los indicadores de forma general. Esta representación, refleja 3 tipos de indicadores como son: infraestructura, consumos e impactos, y que han sido concebidos en la metodología de evaluación, como agentes que interactúan cotidianamente con las 5 modalidades de transporte.

Figura 1 – Limites de contorno del proyecto desarrollado



Fuente: Del autor.

49



En ese contexto, el formulario de levantamiento de campo ha sido concebido de tal forma, que permita asociar estos agentes con suma facilidad y bajo un criterio sistemático para todos los corredores estudiados. Es importante resaltar que el formulario utilizado en la fase de campo, supone la medición de indicadores de forma visual y cualitativa por parte del evaluador.

En ese sentido, el estudio define una escala de medición para la calidad de infraestructura urbana, específicamente la calidad de calzadas y pavimento asfáltico.

Para ello, se ha desarrollado una escala (nivel de calidad) para definir dichos indicadores cualitativos: En la tabla 4, se ha representado un ejemplo de medición de calidad de calzada peatonal, con su respectiva descripción visual y técnica (por ej. Calidad A-excelente estado; hasta calidad “E” -pésimo estado).

Tabla 4 –Escala de medición para indicadores cualitativos

Nivel de calidad	Descripción	Visualización cualitativa
A – Excelente estado	<p>Acera continua y totalmente plana. Sin deformaciones en el 100% del tramo estudiado. Sin presencia de huecos o desgaste del material.</p> <p>Superficie con señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. Bordillos en perfectas condiciones y sin deterioro</p>	<p>Ilustración 1- Avenida Jorge Schimmelpfeng</p>  <p>Fuente: Del autor.</p>
B – Buen estado	<p>Acera continua y totalmente plana. Sin deformaciones hasta un 80% del tramo estudiado. Sin presencia de huecos y poco desgaste del material. Ausencia de señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. Presencia de desgaste en bordillos de protección.</p>	<p>Ilustración 2- Avenida República Argentina</p>  <p>Fuente: Del autor.</p>
C – Regular estado	<p>Acera discontinua y con deformaciones en la mayoría del tramo estudiado. Poca presencia de huecos y Deterioro visual del revestimiento de la acera. No presenta riesgo para el usuario. Ausencia de señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. Posibilidad de rehabilitación de la acera.</p>	<p>Ilustración 3- Avenida Cataratas</p>  <p>Fuente: Del autor.</p>

<p>D – Muy mal estado</p>	<p>Acera discontinua y con deformaciones en la mayoría del tramo estudiado. Alta presencia de huecos y alto desgaste del material. Inicio de pérdida de material de la acera. Ausencia de señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida.</p>	<p>Ilustración 4 - Avenida Silvio Americo Sasdelli</p>  <p>Fuente: Del autor.</p>
<p>E - Pésimo</p>	<p>Acera discontinua y con deformaciones en la mayoría del tramo estudiado. Desprendimiento de material de revestimiento de la acera. Presencia de huecos y desgaste del material con riesgo para el usuario. Ausencia de señalización táctil para usuarios con visibilidad reducida. Necesidad de reposición de la acera.</p>	<p>Ilustración 5- a) Avenida Tarquínio Joslin dos Santos, b) Avenida Silvio Americo Sasdelli</p> <p>a) b)</p>  <p>Fuente: Del autor.</p>

Fuente: Del autor.

En definitiva, la aplicación y caracterización del modelo IMUS se entiende como el análisis de factores de movilidad asociadas a la calidad de la infraestructura urbana, niveles de servicio, consumos de tiempo (*aforos peatonales y vehiculares*), seguridad del usuario e impactos al medio ambiente.

Avance metodológico

Para el desarrollo de la evaluación se han revisado las metodologías aplicadas en diferentes países de América Latina y Europa, de las cuales se proponen criterios para la clasificación de niveles de servicio. Si bien existen avances significativos en la medición de

indicadores y respuestas en la movilidad urbana, existe una carencia en la integración de modos de transporte y la gestión de evaluación multicriterio.

Para este estudio, se ha propuesto un avance significativo en la aplicación de una metodología de São Paulo con características espaciales distintas a la ciudad de Foz de Iguazú. La Tabla 5, muestra la estructura principal (*árbol de decisión*), la cual ha sido organizado en 3 ejes principales: infraestructura, consumos e impactos. Así, cada uno de estos ejes, refleja los criterios necesarios (*tipo de información*) a ser medidos en el estudio.

Tabla 5. Estructura principal de los indicadores considerados para el estudio.

Requerimiento	Tipo de información	Información necesaria para el levantamiento en campo	Variable de análisis
INFRAESTRUCTURA	pavimentos y aceras	ancho de pistas y aceras	Relación de volumen-capacidad de pistas y aceras.
		Capacidad de pistas y aceras (ancho “útil”, eliminando los obstáculos a los peatones).	
		Calidad del pavimento	Ensayo de la mancha de arena (macro textura del pavimento).
		Calidad de las aceras y grado de accesibilidad	Nota de calidad
	Señalización urbana	Existencia de señalización básica: semáforos y límites de velocidad.	Nota de calidad
		peatón/ciclista: cruzamientos y semáforos de peatones	Nota de calidad
		Transporte público: información al usuario y calidad de las paradas.	Nota de calidad
	Flujos y división modal	Flujo de peatones y de vehículos por modo de transporte	Flujo de pasajeros por modo de transporte
Ocupación por modo (pasajeros)		División modal	
CONSUMOS	Tiempo de recorrido	Tiempo de recorrido <u>real</u> por modo de transporte	Consumo de tiempo por persona por modo
		Tiempo <u>ideal</u> de recorrido por modo de transporte	velocidad real x máxima permitida

	Espacio viario	Flujos y espacio usado	Espacio ocupado por una persona por modo
	Energía	Distancias rodadas por cada modo	Consumo de energía por persona por cada modo
IMPACTOS	Emisiones	Emisiones contaminantes de CO ₂	Volumen de emisiones por persona por cada modo.
	Ruido	Ruido medio en tramos seleccionados	Ruido medio de la vía x ideal
	Accidentes	Seguridad potencial	Velocidad libre de vehículos y motos
		Nivel de seguridad real	Accidentes por tipo y vehículo – km.

Fuente: Del autor.

Es importante resaltar, que la medición de la calidad de infraestructura en lo que se refiere a la calidad del pavimento, se ha seguido dos líneas de trabajo: inspección visual y a través del ensayo de la mancha de arena⁷ (*determinada en cada corredor analizado*). Se entiende que la aplicación de ambas evaluaciones traduce a una caracterización más completa del nivel de servicio de ese indicador.

53

Fase de campo y levantamiento de información

La etapa de campo ha sido realizada de forma sistemática para cada uno de los corredores con horarios diurnos y por medio de registro de datos, fotografías y videos (*para aforos vehiculares*). De esta forma, el trabajo se ha organizado de tal forma que permita analizar cada uno de los indicadores, corredor a corredor.

En la figura 2, se ha representado, el trazado de estudio del corredor “*Avenida de las Cataratas*” (*línea color morado*), con extensión de 2 km, indicando las calles limitantes del estudio y la interacción con el transporte público (*color verde y rojo*).

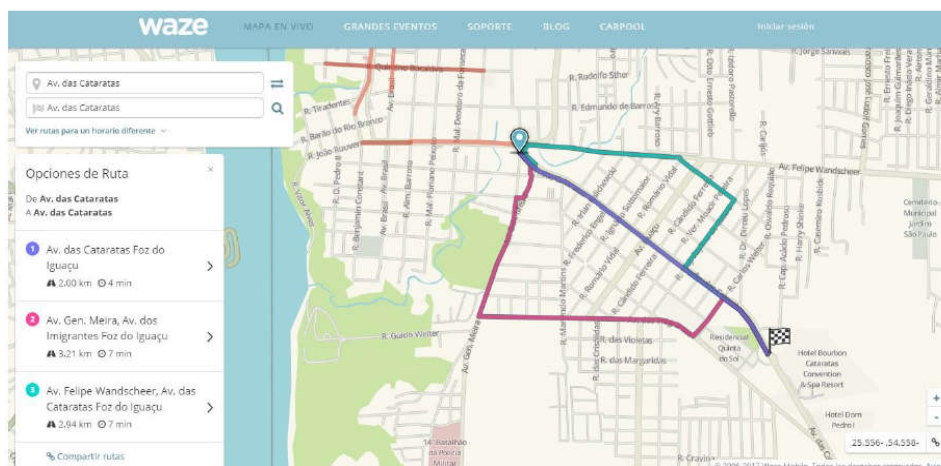
⁷ ABNT NBR 16504. Misturas asfálticas – Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria – Método da mancha de areia.

Así, en la figura 3, se ve reflejado el indicador “calidad de la acera” adoptando el criterio de la metodología propia, respecto a la calidad del “peatón”. Debido a la extensión del documento, solamente se ha ejemplificado el proceso de trabajo del estudio.

Figura 2 – Representación del corredor “Avenida de las Cataratas”⁸

LOCALIZACIÓN

Avenida Cataratas, 2 km de evaluación, desde Avenida Jorge Schimmelpfeng hasta Calle Carlos Welter



Fuente: Del autor.

Figura 3 – Evaluación cualitativa de calzada en tramo estudiado

Calidad del PEATÓN

1. CALIDAD DE LA ACERA (Nivel A: Excelente; Nivel E: Pésimo)

Criterio metodología propia: A B C D E

Fuente: Del autor.

⁸ Fuente aplicación waze.com.br

En cuanto se refiere al ensayo de campo de la mancha, en la figura 4 se ve reflejado el formulario de la evaluación cuantitativa de la calidad del pavimento.

Figura 4 – Evaluación cuantitativa respecto a la calidad del pavimento asfáltico

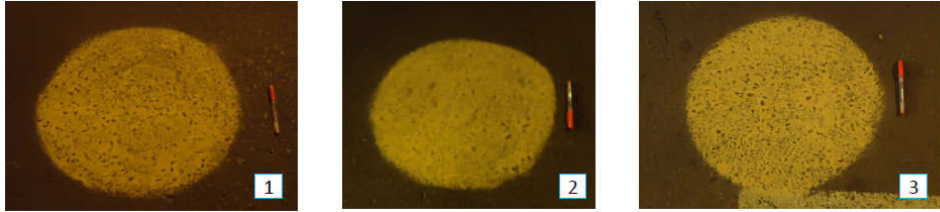
Calidad del CICLISTA

13. CALIDAD DE LA PISTA HACIA LA DERECHA (Nivel A: Excelente; Nivel E: Pésimo)
 Criterio metodología propia: A B C D E

Criterio Ensayo mancha de arena (NBR 16504):

Tramo 1 . (Entre Rua Maj. Raul de Mattos y Rua Frederico Engel)

Valor obtenidos del ensayo				Media	
1:	53 cm	55 cm	53 cm	52 cm	1: 53,250 cm
2:	47 cm	48 cm	48.5 cm	46 cm	2: 47,375 cm
3:	46 cm	47 cm	47.5 cm	46 cm	3: 46,625 cm



Fuente: Del autor.

La tabla 6 refleja la comparación entre la aplicación de la metodología adoptada para este estudio y los resultados obtenidos a través del ensayo de la mancha de arena.

Tabla 6. Comparación entre la inspección visual y el ensayo de la mancha de arena

Corredor analizado	Nivel de servicio	Profundidad media de textura	Clasificación de la textura
Paraná	C – regular estado	0.27	Lisa
Cataratas	C – regular estado	0.49	Media
República Argentina	C – regular estado	0.33	Lisa
Jorge Schimmelpfeng	A – Excelente estado	0.45	Media
Juscelino Kubitscheck	C – regular estado	0.60	Media
Silvio Américo Sasdelli	C – regular estado	0.32	Lisa

Costa e Silva	D – muy mal estado	0.41	Media
Tarquínio Joslin dos Santos	C – regular estado	0.39	Lisa
Andradina	D – muy mal estado	0.25	Lisa
José Maria de Brito	C – regular estado	0.33	Lisa

Fuente: Del autor.

Para facilitar el levantamiento de información, el formulario se ha organizado en varios ítems: Infraestructura de vías y calzadas. En la tabla 7, se muestra el formulario adoptado para este estudio.

Tabla 7 – Adaptación del formulario para el levantamiento de indicadores en cada corredor

Corredor	Infraestructura de vías y calzadas						
	Pista		Calzada			Densidad árboles	Perfil corredor
	Ancho (m)	Calidad	Calidad	Continuidad	Iluminación		
	Accesibilidad y movilidad reducida (ABNT NBR 9050:2004)						
	Áreas de circulación para accesibilidad			Infraestructura			
	Peatón	Silla de ruedas		Rampas para sillas de rueda	Adaptaciones	Señalización	
		total	parcial			calzada	Símbolos internacionales
	Movilidad del peatón						
	Densidad de la calzada		No. de interferencias en calzada	Velocidad del peatón	Semáforos para peatones	Tiempos del peatón (seg.)	
	No. de peatones	Ancho (m)				Cruzar	Esperar
	Movilidad de vehículos ligeros						
	Velocidades (km/hr)		Radar	Perfil de vehículos (en %)			

	Legal	Real		Camiones	Transporte público	Ligero
Movilidad del ciclista						
	Ciclo vía	Semaforización		Velocidad ciclista (en km/hr)	Iluminación en vía	Respeto al ciclista (1.5 metros)
Movilidad del transporte público						
	Pista preferencial autobús	Existencia semáforos	Velocidades (km/hr)		Radar	Infraestructura
			Legal	Real		Calidad parada / Frecuencia
Movilidad del motociclista						
Corredor	Velocidades (km/hr)		Niveles de ruido (decibeles)			
	Legal	Real	Tramo 1		Tramo 2	

Fuente: Del autor.

Resultados

A continuación se muestra en la tabla 8 de forma general, los resultados de indicadores con mayor necesidad de actuación para atender la calidad de movilidad del usuario, mejorar el confort y seguridad.

Tabla 8 – Conclusiones generales del estudio

Parámetro revisado	Instrumento de medición	Observaciones
Pistas (pavimento)	Cualitativo (niveles de servicio) y ensayo mancha de arena	60 %de los corredores se encuentran bajo condiciones regulares a deficientes.
Aceras	Cualitativo (niveles de servicio)	40% de los corredores se encuentran en muy mal estado

Circulación de personas con movilidad reducida	Revisión de la normativa ABNT NBR 9050:2004	10% de los corredores cuentan con áreas seguras para la correcta circulación de personas con movilidad reducida y un 80% se encuentran parcialmente adecuados.
Radares	Visual	60% de los corredores cuenta con instalación de radares promoviendo cumplir la legislación de tránsito.
Contaminación sonora	Revisión de la normativa ABNT NBR 10151:2000	Todos los corredores sobre pasan el máximo nivel en horario diurno permitido

Fuente: Del autor.

Es importante resaltar, que durante los levantamientos se ha observado una respuesta positiva en los corredores más próximos a áreas turísticas. Sin embargo, en corredores como podrían ser las avenidas “Andradina”, “Américo Sasdelli” o “Tarquinio Santos” existe una clara deficiente en el nivel de servicio de la infraestructura. Dichas carencias reducen claramente la posibilidad de interacción entre las líneas de transporte de esa región.

De la misma forma, se ha observado que el indicador “*Frecuencia de oferta del transporte público*” y la calidad de “*paradas*” del mismo sistema modal, presenta un impacto esencial en el detrimento de la calidad de movilidad del usuario.

La tabla 9 representa los resultados y respuestas de cada uno de los indicadores evaluados a través de este estudio. Se puede resaltar que cada uno de dichos indicadores se encuentra agrupado de tal forma que se pueda observar la sensibilidad respecto a su modo de transporte.

Tabla 9 – Resumen del levantamiento de todos los indicadores.

	INDICADORES	CORREDORES ANALIZADOS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PEATÓN	Residencial (R), Comercial (c), Turística (T)	C	T	C	C	C	R	C	R	R	C
	Calidad de acera (niveles A – E)	B	C	C	B	D	D	D	E	D	C
	Cantidad de interrupciones en acera	8	4	0	0	0	12	0	1	2	2

	Adaptaciones para personas con movilidad reducida: Total (T), Parcial (P)	P	P	P	T	P	P	P	--	P	P
	Cantidad de peatones (aforos)	49	105	17	272	72	102	32	23	62	50
	Semáforos especiales peatones	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Iluminación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Vel. máxima legal permitida (km/hr)	60	60	60	60	60	40	60	40	50	60
	Presencia de radares	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
	Interrupciones temporales	0	2	1	4	2	3	0	0	0	3
CICLISTA	Calidad de la pista (niveles A – E)	C	D	C	A	C	C	D	C	D	C
	Ciclo vía	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓
	Semáforos para ciclista	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Respeto al ciclista (1,5m)	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓
TRANSPORTE PÚBLICO Y VEHÍCULOS LIGEROS	Preferencia de pista autobús	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Semáforos en cruces vehiculares	4	4	4	4	4	4	4	0	0	4
	Velocidad real transporte público	20	20	20	20	15	15	15	25	10	20
	Calidad de puntos de parada de autobús (estructura y señalización)	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
	Regularidad de frecuencia de autobús (minutos)	20	20	20	20	20	40	20	40	40	20
	Niveles de ruido (decibeles)	92	86	92	88	92	83	96	86	93	86
	Consumo vehicular (veh./hora)	2466	3082	1464	1685	3212	1068	2944	810	1920	1532

Fuente: Del autor.

Discusión y conclusiones

Fortalecer infraestructura urbana apoyando el desarrollo económico, la seguridad del usuario, el entorno natural y el desarrollo local aparece como tareas prioritarias para una mejora en la calidad de vida de los habitantes de Foz de Iguazú.

En ese sentido, el estudio desarrollado ha permitido medir el grado de calidad de la infraestructura urbana y su interacción (*o no*), con los modos de transporte. Si bien se requieren

medidas graduales en lo que respecta a la mejora del servicio de diversos elementos, existen indicadores que sugieren pronta atención para elevar el grado de movilidad urbana en lo que se refiere a su calidad de trayectos (*tiempos y confort*).

En ese contexto, se han identificado serias deficiencias en cuanto a la calidad de las aceras en la mayoría de los tramos de los 10 corredores. Las patologías encontradas en este concepto manifiestan en gran porcentaje daños en su estructura y en algunos casos, pérdidas de material, reduciendo así, la calidad de movilidad del usuario en zonas peatonales.

En relación con las adaptaciones para personas de movilidad reducida, se ha percibido que todos los corredores analizados necesitan actuaciones urgentes para atender la normativa vigente. Si bien, existen algunos elementos que hacen posible el desplazamiento del peatón en la calzada, se ha observado una gran carencia de integración con los sistemas de transporte.

Respecto a la interacción entre los modos de transporte puede suponerse que debido a la poca frecuencia de transporte público en los tramos estudiados, reduce de forma significativa la interconexión o vínculo con otros sistemas modales. Actualmente, cada sistema modal se utiliza de forma independiente y con pocas dificultades de movilidad urbana.

Finalmente, ha de resaltar que conceptos de densidad peatonal, vehicular y la propia caracterización de anchos de pistas y calzadas se encuentran en estado adecuado. La medición de elementos urbanos asociados a la interacción con los sistemas de transporte han traducido en concluir que son necesarias actuaciones urgentes respecto a mejoramiento de pistas de asfalto en la mayoría de los corredores, recomposición de aceras de tránsito peatonal, mejoras significativas en la estructura de parada de transporte público, así como frecuencias de oferta en todos los corredores.

Referencias

ABNT NBR 16504:2016 - Misturas asfálticas – Determinação da profundidade media da macro textura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria – Método da mancha de areia.

ABNT NBR 9050:2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

ANTP. Avaliando a qualidade da mobilidade urbana: aplicação de metodologia experimental. Serie de cuadernos técnicos. Volumen 23. Dez. 2015.

BARTON, Jonathan. Revisión de marcos conceptuales y análisis de enfoques metodológicos (barreras y viabilidad) para el desarrollo de una infraestructura urbana sostenible y eco-eficiente CEPAL: Eco-eficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en América Latina y el Caribe (ECLAC-ESCAP. ROA101), 2009.

JIRÓN, Paola; SINGH, DHAN Zunino. Dossier. Movilidad Urbana y Género: Experiencias latinoamericanas. Revista transporte y territorio, Argentina /16 p. 1-8, 2017. ISSN 1852-7175.

LANZIOTTI, Thiago Maioli; SILVA, André Souza. Multiescalas de análise urbana para sistemas cicloviários. Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, São Paulo, v. 24, n. 44, p. 12-26, dec. 2017. ISSN 2317-2762.

LARA, Jairo; MORENO, Gustavo. Movilidad urbana en Caracas. Un enfoque desde las tecnologías limpias para la formación de competencias ciudadanas para el desarrollo sostenible. Venezuela, no. 31 p. 11-48, Jun. 2014.

QUEZADA, Juan Pablo Aguirre. Movilidad urbana en México. Cuaderno de investigación, Dirección General de Análisis Legislativo, México, no. 30 p. 1-38, Marzo 2017. Disponible en:
<<http://www.bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/3342/CI%2027.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

TEIXEIRA, Eunice Horácio de S. de B.; RIBEIRO, Ary de Souza; AMARAL, Victor Rodrigues do. Rede Integrada como Solução de Mobilidade Urbana. Revista de Cultura e Extensão USP, São Paulo, v. 16, p. 64-78, mar. 2017. ISSN 2316-9060. Disponível em:
<<http://www.revistas.usp.br/rce/article/view/141950/137156>>.

URDANETA G. Joheni A; El transporte público urbano en Venezuela: Hacia la inclusión social? Revista de ciencias sociales (RCS), Venezuela 2012, v. XVIII, n. 3 p. 449 – 461. ISSN 1315-9518.