



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.1061>

**Recibido:** 2026-06-24

**Aceptado:** 2026-07-08

**Publicado:** 2026-08-07

**Recolección de Datos de Movilidad Urbana mediante Aplicaciones Móviles:  
Una Revisión de Alcance en Ciudades Intermedias  
Latinoamericanas**

**Urban Mobility Data Collection Using Mobile Apps:  
A Scoping Review on Mid-Sized  
Latin American Cities**

**Autor(s)**

**Fernando Antonio Villacrés Lluay** <sup>1</sup>

[fernan-antonio@hotmail.com](mailto:fernan-antonio@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0003-9275-1097>

**Investigador Independiente**

Riobamba - Ecuador

**Rubén Antonio Pazmiño Mají** <sup>2</sup>

Grupo de Investigación CIED

[r.pazmino@espoch.edu.ec](mailto:r.pazmino@espoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-6811-7876>

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

Riobamba – Ecuador

**Josselyn Patricia Ordoñez Morocho** <sup>3</sup>

[josselyn.ordoniez@espoch.edu.ec](mailto:josselyn.ordoniez@espoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-0819-2979>

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

Riobamba – Ecuador

**Tanya Johana Sarango Jumbo** <sup>4</sup>

Grupo de Investigación CIED

[tanya.sarango@espoch.edu.ec](mailto:tanya.sarango@espoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0005-7352-7633>

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

Riobamba – Ecuador

**Cómo citar**

Villacrés Lluay , F. A., Pazmiño Mají , R. A., Ordoñez Morocho , J. P., & Sarango Jumbo, T. J. (2026). Recolección de Datos de Movilidad Urbana mediante Aplicaciones Móviles: Una Revisión de Alcance en Ciudades Intermedias Latinoamericanas. *ASCE MAGAZINE*, 5(3), 1770–1796. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.1061>



---

## Resumen

Las ciudades intermedias de América Latina enfrentan una escasez de datos de movilidad urbana que obstaculiza el diseño de políticas de transporte basadas en evidencia. Las aplicaciones móviles para la recolección ciudadana participativa de datos emergen como una alternativa de bajo costo frente a los métodos tradicionales. Este estudio presenta una revisión de alcance siguiendo las directrices PRISMA 2020, con el objetivo de identificar y caracterizar las aplicaciones móviles empleadas para la recolección participativa de datos de movilidad urbana, con énfasis en ciudades intermedias. A partir de la búsqueda sistemática en cinco bases de datos (Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y Google Scholar) se estudiaron 32 registros los cuales cumplieron con todos los criterios de inclusión establecidos. Los resultados muestran que: la recolección pasiva basada en GPS es la modalidad dominante, tres de cada cuatro estudios ubican al ciudadano en el Nivel 1 de participación de la escala de Haklay, y la validación técnica de datos está ausente en los estudios latinoamericanos. Tres herramientas del corpus (CitySpeed, STRIDE, EcoBike) cumplen con criterios de código abierto, compatibilidad con dispositivos de gama media y validación metodológica publicada. Se concluye que, si bien existe un corpus creciente de experiencias, persisten brechas significativas en cuanto a representatividad, sostenibilidad y transferibilidad de estas herramientas al contexto latinoamericano.

**Palabras clave:** movilidad urbana; aplicaciones móviles; recolección participativa de datos; ciudades intermedias; América Latina



## Abstract

Medium-sized cities in Latin America face a shortage of urban mobility data, which hinders the design of evidence-based transportation policies. Mobile apps for participatory citizen data collection are emerging as a low-cost alternative to traditional methods. This study presents a scoping review following the PRISMA 2020 guidelines, with the aim of identifying and characterizing mobile apps used for participatory urban mobility data collection, with an emphasis on mid-sized cities. Based on a systematic search of five databases (Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, and Google Scholar), 32 records were analyzed that met all established inclusion criteria. The results show that: passive GPS-based data collection is the dominant method; three out of every four studies place citizens at Level 1 of participation on the Haklay scale; and technical data validation is absent in Latin American studies. Three tools in the corpus (CitySpeed, STRIDE, EcoBike) meet the criteria of being open source, compatible with mid-range devices, and backed by published methodological validation. It is concluded that, although there is a growing body of experience, significant gaps remain regarding the representativeness, sustainability, and transferability of these tools to the Latin American context.

**Keywords:** urban mobility; mobile apps; participatory data collection; mid-sized cities; Latin America

---

## Introducción

El diseño de políticas urbanas efectivas en materia de movilidad sostenible (y sus consiguientes impactos en la salud pública, la seguridad vial y la equidad social) depende, entre otros factores críticos, de contar con información precisa, actualizada y representativa. Según el análisis de Liu y Dijk (2022), la carencia de datos de calidad y la falta de representatividad en las encuestas tradicionales limitan severamente la capacidad de los gobiernos para evaluar el impacto real de las políticas y tomar decisiones basadas en evidencia. En América Latina, la CEPAL et al. (2018, p. 40) señalan que “[l]a escasez relativa de datos urbanos [...] ha sido un obstáculo para el diseño y la elaboración de políticas urbanas e instrumentos de planificación de calidad”.

En esta región, la producción de información urbana se ha concentrado mayoritariamente en las grandes metrópolis. Ciudades como Bogotá, Ciudad de México, São Paulo, Buenos Aires o Lima acaparan la mayor parte de los estudios, proyectos piloto y guías de evaluación producidos tanto por la literatura científica como por los organismos de cooperación internacional, en particular a través de iniciativas como el Observatorio de Movilidad Urbana de la CAF, que desde sus primeras ediciones circunscribió su análisis a las principales áreas metropolitanas de la región (Vasconcellos y Mendonça, 2016). Esta concentración excluye del análisis a las ciudades intermedias, las cuales se consideran con una población entre 50.000 y un millón de habitantes, basado en la clasificación del informe de Ciudades y Gobiernos Locales Unidos (2016) (United Cities y Local Governments, 2016).

Rodríguez-Pose y Griffiths (2021) empleando un rango más amplio para considerar ciudades intermedias (de 300.000 a 5 millones), estiman que existen alrededor de 2400 de estas urbes a nivel mundial. Los autores destacan que este tipo de urbes, incluyendo aquellas en América Latina, desempeñan un papel estratégico en la reducción de la pobreza y la mejora de la calidad de vida, a menudo superando a las grandes metrópolis en eficiencia social.

No por ser ciudades más pequeñas en número e infraestructura en comparación con las grandes metrópolis dejan de presentar particularidades al momento de generar y trabajar con información urbana. Sobre esto, Rodríguez-Pose y Griffiths (2021) identifican en estas ciudades la ausencia de instrumentos adecuados de planificación y monitoreo, la fragmentación de fuentes de información y la carencia de capacidades técnicas en los gobiernos locales para gestionar datos y diseñar

estrategias. Desde una perspectiva de movilidad, Urrutia-Mosquera et al. (2023) señalan la escasez de estudios sobre movilidad sostenible en estas ciudades, brecha que ejemplifican con datos empíricos de Antofagasta (Chile), donde los patrones de desplazamiento difieren notoriamente de los observados en las metrópolis.

En este contexto Giesen et al. (2025), en una revisión sobre transporte público en América Latina y el Caribe, identifican el desarrollo de nuevos métodos y tecnologías para la recopilación de información en ciudades con déficit de datos como una de las prioridades de investigación más urgentes en la región. Dentro de las ciudades intermedias, resulta “imprescindible contar con una constante actualización de la información, que muestre con datos estadísticos la situación actual de movilidad” (León Andrade y Carriel Bustamante, 2021, p. 505), contemplando las particularidades de estas urbes.

Las consecuencias de gobernar sin datos de movilidad son de diverso orden. Desde la perspectiva científica, la imposibilidad de construir modelos de demanda de viaje dificulta la evaluación del impacto de las intervenciones en infraestructura y el diseño de políticas que atiendan las necesidades de distintos grupos sociales. Desde la perspectiva municipal, la ausencia de datos conduce a una planificación reactiva que puede derivar en inversiones mal asignadas o en la incapacidad de monitorear el efecto de las intervenciones una vez implementadas.

Lutz et al. (2025) ilustran esta situación al evaluar el impacto del teleférico en Bogotá, donde la evaluación causal solo fue posible gracias a datos de localización GPS obtenidos de aplicaciones de smartphone. Los autores subrayan que los datos provenientes de estos dispositivos “pueden ser la única fuente de datos granulares sobre movilidad disponible en la mayoría de las ciudades del mundo” (p. 11). Aunque este argumento se formula para una metrópoli, su relevancia es aún mayor para las ciudades intermedias, donde la escasez de datos resulta más pronunciada.

Los avances tecnológicos han abierto una ventana de oportunidad para la generación de datos de movilidad a bajo costo. Los teléfonos inteligentes incorporan sensores (GPS, acelerómetro, giroscopio) capaces de registrar datos de desplazamiento de forma continua y con gran resolución temporal y espacial. Ramírez Pacheco et al. (2025, p. 3) señalan que la combinación de fuentes de datos alternativos “generados por sensores, aplicaciones móviles, [...], redes sociales y plataformas

de participación ciudadana” con técnicas de ciencia de datos está transformando la manera en que se diseña y gestiona la movilidad urbana en el contexto regional.

En consecuencia, las aplicaciones de movilidad en dispositivos móviles representan una vía prometedora para involucrar a los ciudadanos en la generación de datos, resultando necesario una revisión de estas. La revisión de aplicaciones smartphone para recolección de datos de movilidad no es un espacio sin antecedentes. Pronello y Kumawat (2021) identificaron 81 herramientas distintas en una revisión de corte descriptivo y análisis de: fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Las apps revisadas por los autores se concentran geográficamente en Europa y Norteamérica, sin discutir sobre cuáles de estas apps son técnica o metodológicamente transferibles para ciudades medianas con recursos limitados en Latinoamérica.

Frente a este panorama, el presente trabajo se propone identificar y caracterizar las principales aplicaciones móviles utilizadas para la recolección participativa de datos de movilidad urbana, con énfasis en ciudades intermedias. El análisis abarca tanto experiencias aplicadas directamente en este tipo de ciudades, con particular atención al contexto latinoamericano, como estudios desarrollados en otros contextos geográficos que aportan metodologías o herramientas con potencial de transferencia. Con ello se busca establecer qué aplicaciones han sido validadas, cuáles son técnicamente viables para entornos con recursos limitados y cuál es el nivel de participación ciudadana que promueven.

## **Marco conceptual**

La movilidad urbana puede entenderse como la capacidad efectiva de las personas para desplazarse dentro del territorio urbano con el fin de satisfacer sus necesidades cotidianas, ya sea mediante modos motorizados o no motorizados, individuales o colectivos (Castro García, 2014). En su dimensión sostenible, Litman (2022) enfatiza la provisión de opciones accesibles, eficientes, seguras y ambientalmente responsables, que prioricen el transporte no motorizado, el transporte público y las tecnologías limpias para corregir las injusticias estructurales y los costos externos impuestos a las comunidades. Desde una perspectiva analítica, la movilidad constituye también un fenómeno cuantificable asociado al volumen, frecuencia y características de los desplazamientos,

medido mediante indicadores de relevancia, comparabilidad, disponibilidad de datos y capacidad de medición (Flores Juca et al., 2017).

Históricamente, la recopilación de información sobre movilidad urbana se ha realizado mediante encuestas domiciliarias, cuestionarios postales o entrevistas telefónicas (Stopher y Greaves, 2007). Estos métodos, si bien constituyen la base metodológica de la modelación de demanda de viaje, exigen recursos técnicos y financieros considerables para garantizar su calidad: requieren la formación de encuestadores, la supervisión de campo, el diseño de muestras probabilísticas y ciclos sistemáticos de validación que en países de ingresos medios raramente se ejecutan conforme al protocolo (Sarmiento et al., 2013). En ciudades intermedias latinoamericanas, donde las capacidades institucionales locales son fragmentadas y los presupuestos de planificación urbana son reducidos, estos requisitos representan una barrera que dificulta la producción sistemática y actualizada de datos de movilidad.

Ante estas limitaciones, han cobrado relevancia los enfoques de recolección basados en la participación ciudadana. El marco de la Información Geográfica Voluntaria (IGV), propuesto por Goodchild (2007), describe la información geográfica creada, compartida y difundida voluntariamente por individuos a través de plataformas digitales, al margen de los canales institucionales de producción cartográfica. La característica principal del IGV es proporcionar datos para su procesamiento por terceros; sin embargo, cuando esta participación se articula dentro de proyectos de investigación formal siguiendo protocolos científicos, se denomina ciencia ciudadana (Haklay, 2013). En este contexto, los participantes van más allá de la mera recolección de datos, contribuyendo también a su análisis, definición del problema o al diseño de los experimentos.

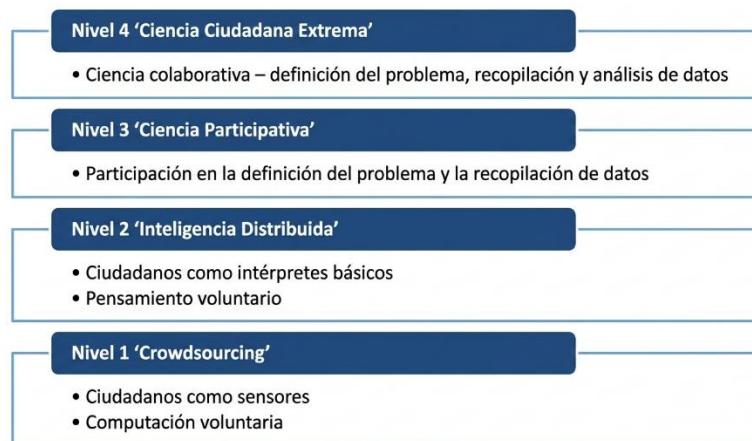
Dado el auge de la tecnología y la disponibilidad de dispositivos móviles inteligentes, la convergencia de ambos enfoques, IGV y ciencia ciudadana, ha dado lugar a la Ciencia Ciudadana Geográfica (Haklay, 2013). Este enfoque incorpora componentes de diseño científico y estrategias de control de calidad que resultan particularmente adecuados para la recolección y análisis de datos de movilidad (Subirats et al., 2017). En este esquema, el ciudadano actúa como un sensor participativo del sistema urbano al registrar, mediante aplicaciones en el smartphone, datos espaciales de alta precisión y frecuencia temporal.

Haklay (2013) destaca que la recolección de datos mediante dispositivos móviles puede ser activa (cuando los usuarios registran información de manera deliberada) o pasiva (cuando la aplicación recopila automáticamente datos de los sensores del dispositivo en segundo plano). Esta distinción tiene implicaciones prácticas considerables para el diseño de herramientas, ya que determina el nivel de capacitación requerido y la motivación necesaria, factores críticos en contextos con distintos niveles de alfabetización digital.

Para caracterizar el grado de involucramiento ciudadano en estos proyectos, Haklay (2013) propone una tipología de cuatro niveles de participación en la ciencia ciudadana (Figura 1): (1) Crowdsourcing, donde los participantes aportan datos sin interpretación adicional; (2) Distributed Intelligence, en el que realizan una clasificación básica de los datos; (3) Participatory Science, con mayor implicación en el diseño y análisis; y (4) Extreme Citizen Science, que supone una co-creación de conocimiento científico en colaboración directa con investigadores.

### Figura 1

Niveles de participación y compromiso en proyectos de ciencia ciudadana.



Fuente: Haklay (2013)

El autor menciona además que este esquema presenta, no obstante, limitaciones que deben ser consideradas. Se menciona un sesgo de representatividad, referido a una participación correlacionada con el acceso a tecnología avanzada y un alto nivel educativo, lo que tiende a marginar a los grupos socioeconómicos vulnerables y a subrepresentar sus realidades en los datos geográficos. Por otro lado, se plantea desafíos éticos y de privacidad, donde la recolección de

información sin un consentimiento consciente genera tensiones sobre el control y la protección de los datos personales, aspectos que deben abordarse para garantizar la confianza y la equidad en la investigación (Haklay, 2013). A pesar de estos retos, la articulación de estos enfoques con herramientas de ciencia de datos abre posibilidades metodológicas significativas para el análisis de la movilidad en ciudades con escasos recursos de información (Ramírez Pacheco et al., 2025).

## Material y métodos

La presente investigación se desarrolló como una revisión de alcance (scoping review) siguiendo las directrices de PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021), con el fin de garantizar transparencia, trazabilidad y reproducibilidad en el proceso de búsqueda, selección y análisis de la literatura.

La pregunta de investigación se formuló a partir del marco PCC (Population/Concept/Context), para las revisiones de alcance (Peters et al., 2020). La *población* corresponde a estudios sobre movilidad urbana; el *concepto* refiere a las aplicaciones móviles en smartphones empleadas para la recolección de datos de movilidad; y el *contexto* abarca ciudades intermedias latinoamericanas, considerando también casos metropolitanos o de otras regiones cuando su aporte metodológico resulte transferible. Con base en esto, la pregunta orientadora fue: ¿qué aplicaciones móviles se han utilizado para la recolección participativa de datos de movilidad urbana en ciudades intermedias en América Latina, o en contextos cuyos enfoques metodológicos sean transferibles a estos entornos?

### Diseño y Estrategia de Búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó entre marzo y abril de 2026 en Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y Google Scholar. La estrategia de búsqueda se estructuró en cuatro bloques temáticos combinados mediante operadores booleanos AND y OR (véase Tabla 1): (1) movilidad urbana, (2) aplicaciones móviles, (3) recolección de datos y (4) escala y contexto territorial.

**Tabla 1**

Bloques temáticos y términos de búsqueda

| Bloque                               | Términos en inglés                                                                                          | Términos en español                                                                                               |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Movilidad urbana</b>              | "urban mobility" OR<br>"sustainable urban mobility"                                                         | "movilidad urbana" OR<br>"movilidad urbana<br>sostenible"                                                         |
| <b>Aplicaciones móviles</b>          | "mobile application" OR<br>"mobile applications" OR<br>"smartphone"                                         | "aplicación móvil" OR<br>"aplicaciones móviles" OR<br>"teléfono inteligente"                                      |
| <b>Recolección de datos</b>          | "data collection" OR<br>"participatory data<br>collection" OR "participatory<br>sensing" OR "mobility data" | "recolección de datos" OR<br>"recolección participativa"<br>OR "censado participativo"<br>OR "datos de movilidad" |
| <b>Escala y contexto territorial</b> | "intermediate city" OR<br>"medium-sized city" OR<br>"medium-sized cities" OR<br>"Latin America"             | "ciudad intermedia" OR<br>"ciudades intermedias" OR<br>"América Latina" OR<br>"Latinoamérica"                     |

Fuente: Elaboración propia

Dado el perfil lingüístico y editorial de cada base de datos, la estrategia se adaptó a la sintaxis correspondiente. En Scopus, Web of Science y SciELO se utilizó una búsqueda bilingüe en español e inglés; en Redalyc y Google Scholar, por el perfil de regional y la recuperación de literatura gris no indexada en las demás bases de datos respectivas, se empleó una búsqueda en español. El cuarto bloque temático vincula mediante el operador OR los términos “intermediate city” y “Latin America”, lo que amplía el alcance de la búsqueda a experiencias desarrolladas en ciudades intermedias de otras regiones con potencial de transferencia al contexto latinoamericano.

### Criterios de selectividad

Para la selección de los estudios se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios en español o inglés publicados entre 2015 y 2025, período durante el cual el teléfono inteligente se consolidó como plataforma de censado participativo viable para la investigación de movilidad urbana (Servizi et al., 2021).

- Estudios (artículos de investigación, revisiones de literatura, comunicaciones de congresos o tesis) que describan, desarrollen o utilicen una aplicación móvil o una herramienta basada en smartphone para recolectar datos de movilidad urbana, de forma activa, pasiva o mixta.
- Estudios aplicados en ciudades intermedias, con énfasis en América Latina y, de forma complementaria, estudios que presenten aplicaciones o metodologías transferibles a una escala de este tipo.

Los criterios de exclusión, por otro lado, comprendieron:

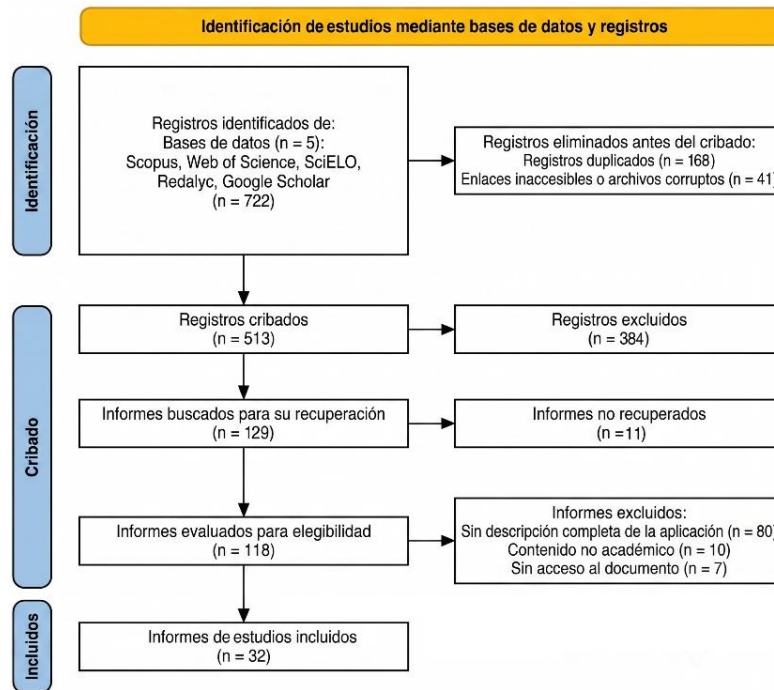
- Trabajos que únicamente traten modelos de transporte teóricos sin descripción ni uso de una aplicación móvil para la recolección empírica de datos de movilidad.
- Estudios de metrópolis que no aporten metodología aplicable ni discutan la transferibilidad de sus herramientas a contextos de ciudades intermedias.
- Trabajos sin acceso a texto completo.
- Contenido no científico, de opinión o divulgativo.

### Proceso de Selección

El proceso de selección se desarrolló en tres etapas conforme al protocolo PRISMA 2020. En la primera, se *identificaron* los registros obtenidos en las bases de datos y se eliminaron los duplicados. En la segunda, dos revisores realizaron de manera independiente un *cribado* por título y resumen aplicando los criterios de selección, registrando cada estudio con la decisión de *incluir*, *excluir* o *revisar texto completo* para la fase posterior. Finalmente, en la tercera etapa se evaluó el texto completo de los trabajos preseleccionados y se *incluyeron* los que cumplieron con todos los criterios establecidos. El corpus final quedó conformado por 32 estudios, documentados en un diagrama de flujo PRISMA (Figura 2).

**Figura 2**

Diagrama PRISMA.



Fuente: Elaboración propia

## Extracción de Datos

Los datos de los estudios incluidos fueron extraídos manualmente y almacenados en una hoja de cálculo en Microsoft Excel. Las variables registradas fueron: año, ciudad, tipo de ciudad (intermedia/metrópoli), nombre de la aplicación, disponibilidad (si/no), sistema operativo (iOS/Android/ambos), tipo de recolección (activa/pasiva/mixta), datos recopilados por la aplicación, nivel de participación ciudadana (Haklay, 2013), validación (si/no), manejo ético de datos (si/no), disponibilidad pública de los datos (si/no) y observaciones.

Cuando el estudio no presentaba información suficiente para alguna de las variables, la información se clasificó como no especificada. Para garantizar la consistencia en la codificación, la extracción fue realizada por un revisor principal y validada por un segundo revisor, y las discrepancias se resolvieron mediante una revisión conjunta.

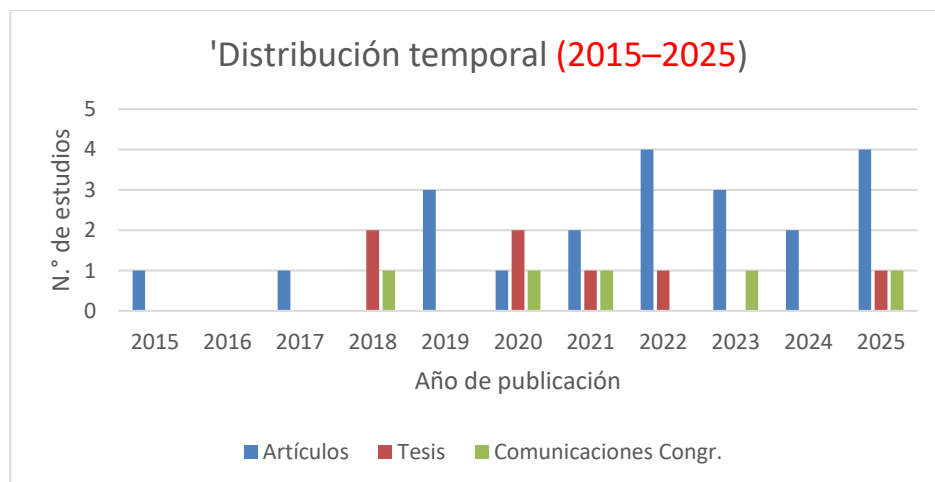
## Resultados

A partir de los 722 registros identificados en las cinco bases de datos consultadas, se descartaron 168 por duplicación y 41 por presentar enlaces inaccesibles o archivos corruptos. En la fase de cribado, de los 513 registros restantes, 395 fueron excluidos al analizar sus títulos y resúmenes y por no poder acceder a los documentos completos, lo que resultó en 118 evaluados en texto completo para la elegibilidad en la fase posterior. En la etapa de inclusión, se analizaron estos últimos, de los cuales 32 cumplieron todos los criterios de inclusión. El corpus final quedó integrado por estudios publicados entre 2015 y 2025: 19 artículos científicos, 6 comunicaciones a congresos y 7 tesis académicas. A continuación, se presentan la distribución, las características y los hallazgos del corpus según las dimensiones de análisis definidas en la sección metodológica.

La distribución temporal muestra una concentración progresiva hacia los años más recientes (Figura 3), con picos de publicación en 2022 y 2025. Este patrón coincide con la consolidación del teléfono inteligente y sus sensores integrados como instrumentos viables para encuestas e investigaciones de movilidad urbana (Servizi et al., 2021), coherente con la expansión de la conectividad móvil en la región durante la segunda mitad del período analizado.

### Figura 3

Distribución temporal de los estudios.



Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista geográfico, el corpus incorpora estudios desarrollados en ciudades intermedias, metrópolis (con metodología transferible a escala menor) y casos que abarcan

múltiples ciudades de distintos tamaños. En particular, 19 estudios (59,4%) se sitúan en contextos latinoamericanos, distribuidos en siete países: Colombia (5 estudios: Tunja, Medellín, Cartagena, Bucaramanga, San Juan de Pasto), Ecuador (5: 2 en Loja, 3 en Cuenca), Brasil (4: Joinville, Río de Janeiro, São Paulo, Feira de Santana, Aracaju), Perú (3: Arequipa, Lima, Piura), Argentina (1: Tandil), Chile (incluido en STRIDE) y México (1: Guadalajara). Fuera de este contexto regional, 12 estudios (37,5%) se ubican en Europa, Asia y Norteamérica: Italia, España, Finlandia, Canadá, Singapur, etc. Adicionalmente, un estudio (3,1%) no reporta localización geográfica específica.

La inclusión de estos últimos estudios responde al criterio metodológico establecido de transferibilidad de la herramienta o la metodología de validación que documenta. En particular, Gremobo (Italia), MobilitApp (España) e Itinerum (Canadá) ofrecen los únicos datos de precisión técnica publicados del corpus; sin esta comparación, no sería posible evaluar qué nivel de exactitud resulta realista para herramientas destinadas a ciudades intermedias latinoamericanas.

**Tabla 2**

Distribución de estudios por tipo de ciudad

| Clasificación                     | N  | %     |
|-----------------------------------|----|-------|
| Ciudad intermedia                 | 19 | 59,4% |
| No intermedia                     | 10 | 31,3% |
| Múltiples ciudades (tamaño mixto) | 2  | 6,3%  |
| Ciudad no especificada            | 1  | 3,1%  |
| <b>Total</b>                      | 32 | 100%  |

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las aplicaciones móviles identificadas, dentro del corpus se identificaron un total de 35 menciones de aplicaciones de las cuales tres herramientas aparecen en más de un estudio (Moby Dick en 2 estudios, Collecty en 2 estudios, Waze en 2 estudios), por lo que el número de aplicaciones distintas resulta en 32. La Tabla 3 presenta la relación de estas herramientas con sus características principales.

**Tabla 3**

Aplicaciones móviles identificadas en los estudios incluidos



| Aplicación                      | Disponibilidad     | Sistema Operativo  | Recolección     | Link                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Waze                            | Si                 | Ambos              | Mixta           | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.waze&amp;hl=en&amp;pli=1">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.waze&amp;hl=en&amp;pli=1</a>   |
| Moovit                          | Si                 | Ambos              | Mixta           | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tranzmate&amp;hl=en">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tranzmate&amp;hl=en</a>             |
| Strava                          | Si                 | Ambos              | Mixta           | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.strava&amp;hl=en">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.strava&amp;hl=en</a>                   |
| Uber                            | Si                 | Ambos              | Mixta           | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ubercab&amp;hl=en">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ubercab&amp;hl=en</a>                 |
| MobilitApp                      | No esp.            | Android            | Pasiva          | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobi.mobilitapp&amp;hl=es">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobi.mobilitapp&amp;hl=es</a> |
| Arequipa Smart Mobility         | Prototipo          | No esp.            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| Collecty                        | No esp.            | Android            | Mixta           | No esp.                                                                                                                                                               |
| Ktaxi Conductor / Loja Realtime | Si                 | Ambos              | Pasiva          | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kradac.ktaxi&amp;hl=es_EC">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kradac.ktaxi&amp;hl=es_EC</a> |
| CitySpeed                       | Si                 | Ambos              | Pasiva          | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cityspeed.app">https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cityspeed.app</a>                         |
| Moby Dick                       | Prototipo          | No esp.            | Mixta           | No esp.                                                                                                                                                               |
| Sensor Node Pro                 | No esp.            | Android            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| EnRutaT                         | Prototipo          | Ambos              | Mixta           | No esp.                                                                                                                                                               |
| App tráfico Piura               | Prototipo          | Android            | Activa          | No esp.                                                                                                                                                               |
| Biko UDA                        | No esp.<br>No esp. | No esp.<br>No esp. | Mixta<br>Pasiva | No esp.<br>No esp.                                                                                                                                                    |
| STRIDE                          | Si                 | Android            | Activa          | <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=co.alicia.hxrgm&amp;hl=es">https://play.google.com/store/apps/details?id=co.alicia.hxrgm&amp;hl=es</a>         |
| App ciclismo Bucaramanga        | Prototipo          | Android            | Activa          | No esp.                                                                                                                                                               |
| AsisTAn                         | Prototipo          | No esp.            | Mixta           | No esp.                                                                                                                                                               |
| GPS Logger                      | No esp.            | No esp.            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| App GPS Cuenca                  | No esp.            | No esp.            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| App GPS Singapur                | No esp.            | No esp.            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| Gremobo                         | No esp.            | Android            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| App Helsinki (Java)             | No esp.            | No esp.            | Pasiva          | No esp.                                                                                                                                                               |
| Safe Commuting System (SCS)     | Prototipo          | Android            | Activa          | No esp.                                                                                                                                                               |
| Future Mobility Survey (FMS)    | No esp.            | Ambos              | Mixta           | No esp.                                                                                                                                                               |

Fuente: Elaboración propia

Al observar la Tabla 3, se observa que la recolección pasiva es la modalidad más frecuente, presente en 13 aplicaciones (40,6%); le sigue la recolección mixta, que combina la captura automática de sensores con algún componente de registro activo por parte del usuario, apareciendo en 12 aplicaciones (37,5%) reportadas por 15 estudios. La recolección activa, en la que el usuario registra información de manera deliberada, se reporta en 7 aplicaciones (21,9%). El componente técnico más recurrente para la captura de datos es el GPS, presente en 31 de los 32 estudios, mientras que acelerómetros, giroscopios, encuestas integradas y otros sensores aparecen de manera complementaria para las apps.

En cuanto a la disponibilidad de las aplicaciones, la Tabla 3 muestra un predominio de herramientas sin información reportada sobre su accesibilidad (11 estudios, 34,4%), seguidas por aplicaciones diseñadas como prototipos de investigación sin distribución pública (10 estudios, 31,3%). El 34,4% de apps restantes corresponde a herramientas de código abierto (CitySpeed, STRIDE, EcoBike, Itinerum) y plataformas propietarias o comerciales (Waze, Uber, Moovit) distribuidas en canales oficiales como App Store en iOS o Play Store en Android. Esta última plataforma, resultó ser el sistema operativo predominante reportado de forma exclusiva para 13 aplicaciones (40,6%), mientras que 7 estudios reportan compatibilidad con ambas plataformas (iOS y Android) (21,9 %). Ningún estudio reporta exclusividad para iOS, tendencia coherente con el dominio de dispositivos de gama media en el mercado latinoamericano.

En relación con el nivel de participación ciudadana (Tabla 4), la mayor parte de los estudios se ubicaron en el Nivel 1 de Haklay (2013), seguido por el Nivel 2 y, en un único caso, el Nivel 3, correspondiente a MyAmble (Cronley et al., 2023), en el que los participantes co-diseñan la herramienta e informan el análisis de planificación.

**Tabla 4**

Nivel de participación ciudadana en los estudios incluidos

| Nivel   | Descripción                                                                     | N  | %     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
| Nivel 1 | Crowdsourcing: contribución de datos sin interpretación adicional               | 24 | 75%   |
| Nivel 2 | Distributed Intelligence: clasificación básica de datos por el usuario          | 7  | 21,9% |
| Nivel 3 | Participatory Science: mayor implicación en diseño y análisis                   | 1  | 3,1%  |
| Nivel 4 | Extreme Citizen Science: implicación casi completa en el proyecto investigativo | 0  | 0%    |

Fuente: Elaboración propia

Sobre la validación de los datos, 22 estudios (68,8%) reportan alguna forma de validación de los datos recolectados, mientras que 10 (31,2%) no lo hacen. Si bien la mayoría reporta algún tipo de verificación metodológica, los procedimientos empleados son considerablemente heterogéneos pudiendo agruparse en cuatro tipos: (1) validación técnica instrumental, que compara los datos de la app con dispositivos de referencia, sensores físicos o cámaras (véase Costa et al. (2019); Sabino et al. (2020)); (2) validación por aprendizaje automático, que evalúa modelos de clasificación mediante métricas de precisión, (véase Caravaca et al. (2025); Martini et al. (2025)); (3) validación por el usuario, que solicita a los participantes confirmar o corregir los datos registrados (véase Erdelić et al. (2023); Roy et al. (2022)); y (4) validación de usabilidad, centrada en la experiencia del usuario y no en la exactitud de los datos (véase Ayala et al. (2023); Cronley et al. (2023); Quevedo-Reyes et al. (2017)). Esta cuarta categoría no podría considerarse una validación de la calidad de los datos de movilidad en sentido estricto, ya que evalúa la aceptabilidad de la herramienta, no la precisión de la información que genera. Esta heterogeneidad limita la comparabilidad directa entre herramientas y dificulta establecer cuáles ofrecen mayor confiabilidad para el análisis de movilidad.

Aunque varios estudios reportan consideraciones éticas, existe un grupo importante en el que esta información no se especifica. En particular, este apartado se reporta en 15 estudios (46,9%), y no se especifica en 17 (53,1%). Entre los estudios que abordan este apartado, las prácticas más frecuentes son el consentimiento informado de los participantes, la anonimización de datos y el cifrado durante la transmisión.

Algo similar ocurre con la disponibilidad pública de los datos donde 19 estudios (59,4%) no especifican su política de datos, lo que limita la reproducibilidad de los análisis. En contraste, 9 estudios (28,1%) reportan datos disponibles (total o parcialmente) en repositorios como Kaggle, GitHub, Google Drive o portales institucionales, y 4 estudios (12,5%) declaran explícitamente que los datos no son públicos.

Un hallazgo transversal del corpus es que, en la mayoría de los estudios, la aplicación móvil no constituye el objeto central de la investigación, sino el instrumento mediante el cual se recolectan datos para otro fin analítico. De los 32 estudios, solo en 10 (31,3 %) la app es el foco principal del trabajo; en los 22 restantes, el énfasis está en el análisis posterior de los datos (matrices origen-destino, detección de modos, accesibilidad, habitabilidad, cambio modal). Esta distinción permite interpretar el tipo de conocimiento que este corpus produce sobre las herramientas de recolección donde la mayoría de los estudios no reporta información detallada sobre la arquitectura técnica, el costo de implementación o la sostenibilidad operativa de la aplicación empleada, precisamente porque no era su objetivo primario.

## Discusión

El corpus no retrata un campo en crisis, pero tampoco uno en plena madurez. Las aplicaciones móviles han demostrado que pueden capturar datos de movilidad urbana de forma viable y a bajo costo. Lo que los estudios revisados revelan es que la mayoría de estas herramientas se usan para que el ciudadano aporte coordenadas GPS, herramienta de captura de información presente en 31 de los 32 estudios, y poco más.

Mayoritariamente los estudios corresponden a pruebas piloto donde los investigadores descontinuaban la aplicación una vez concluido el proyecto. Este diagnóstico coincide con el panorama que revela el corpus analizado por Pronello y Kumawat (2021), una situación que por lo visto no distingue consideración geográfica, ya que la misma se evidencia en contextos de Europa, Norteamérica y ahora Latinoamérica.

El predominio de la recolección pasiva en el corpus no es una característica ajena de los estudios de movilidad, ya que responde al principio del diseño de sistemas de censado participativo documentado por Ganti et al. (2011), quienes señalan que la eficacia de las plataformas de mobile

crowdsensing depende de su capacidad para reducir al mínimo la carga operativa sobre el participante. En este orden de ideas, Ma et al. (2014) destacan que la recolección pasiva reduce los costos de participación y amplía la cobertura de la muestra al eliminar la necesidad de una intervención activa del usuario. Sin embargo, tal ganancia en escala puede generar sesgos de representatividad difíciles de controlar, como documentan Zegras et al. (2018) en la primera implementación de una encuesta de viaje basada en smartphone en una ciudad del Sur Global, donde variables socioeconómicas y de nivel educativo incidieron en la probabilidad de verificación de los datos recolectados.

En este sentido, la concentración en herramientas de recolección pasiva no es sorprendente, sino que constituye una elección de diseño racional cuando el participante es un ciudadano sin motivación intrínseca por el proceso de recolección. La prevalencia del Nivel 1 en el 75 % de los estudios es, en parte, un correlato estructural del diseño pasivo de las herramientas: si la aplicación está concebida para operar sin interacción, la contribución del usuario se limita inevitablemente a aportar datos.

Tres de cada cuatro estudios del corpus ubican al ciudadano en el nivel más básico de participación de la escala de Haklay. Esto no es necesariamente un defecto de diseño, ya que la recolección pasiva tiene lógica operativa como se discutió, pero sí contradice parte del lenguaje sobre ciencia ciudadana que implica una colaboración intelectual y del proceso científico con el ciudadano. Haklay (2013, p. 117) ya advirtió que, en muchos de estos proyectos, especialmente aquellos basados en computación voluntaria, “la mayoría de los participantes permanecerán en el nivel más bajo” de su esquema, sin tener necesariamente el deseo o la necesidad de comprender la ciencia subyacente.

El único estudio del corpus que alcanza el nivel 3 de Haklay es MyAmble Cronley et al. (2023), cuya metodología incluye grupos de co-diseño con usuarios finales. Este nivel de implicación supone una inversión de tiempo y recursos que pocos proyectos latinoamericanos de movilidad estarían en condiciones de sostener. Los siete estudios clasificados en nivel 2, en los que el usuario clasifica modos de transporte o confirma rutas en mapa, representan un punto de equilibrio pragmático entre participación y carga operativa. Herramientas como Collecty (Erdelić et al., 2023), FMS (Kim et al., 2018) y Gremobo (Martini et al., 2025) ilustran este modelo y podrían

constituir un objetivo razonable para estudios en ciudades intermedias que busquen mejorar la calidad del etiquetado de datos sin requerir una transformación inmersiva del paradigma de participación.

El dominio de Android entre las plataformas reportadas en el corpus coincide con la estructura del mercado de dispositivos móviles en América Latina. En este sentido, la compatibilidad con Android de gama media no es solo una elección técnica, sino una condición de viabilidad para garantizar el alcance entre distintos estratos socioeconómicos. Tal como documentan Zegras et al. (2018), las características socioeconómicas de los participantes inciden directamente en la probabilidad de contribuir y verificar datos en proyectos de recolección móvil, lo que convierte la accesibilidad del dispositivo en un factor estructural del diseño y no solo en un detalle de implementación.

El sesgo de representatividad inherente al paradigma IGV se acentúa en los contextos latinoamericanos cuando las herramientas requieren dispositivos relativamente recientes y conexión de datos continua. Solo el estudio de Cronley et al. (2023) con MyAmble aborda explícitamente este problema mediante el diseño de la herramienta para comunidades poco representadas, ofreciendo principios transferibles: co-diseño con usuarios finales, incorporación de movilidad latente y mecanismos de retroalimentación directa.

Otra distinción que resulta relevante para evaluar la utilidad de los datos de movilidad es la que separa la validación técnica de los datos (precisión GPS, correlación con sensores de referencia, métricas de clasificación) de la validación de usabilidad (experiencia del usuario, satisfacción, facilidad de uso). Varios de los estudios validan que la herramienta es usable, pero no que los datos que produce son precisos o representativos para el análisis de movilidad. Para estudios orientados a informar políticas públicas, la distinción es fundamental.

La distinción entre validación técnica de datos y validación de usabilidad es relevante para evaluar la utilidad de los datos generados. Los estudios con mayor rigor en la validación técnica pertenecen casi exclusivamente al contexto europeo o norteamericano (Gremobo en Italia con 91,8 % de precisión; MobilitApp en Barcelona con 88 %; Itinerum en Canadá con hasta 96 %). En el contexto latinoamericano, los estudios validan predominantemente usabilidad. Un dato bien recolectado,

pero sin validación técnica publicada no tiene más credibilidad que una estimación. La excepción más notable del corpus es CitySpeed (Costa et al., 2019): código fuente abierto, datos publicados y validación contra registros vehiculares reales. Ese debería ser el estándar, no la excepción.

Resulta notable la ausencia de aplicaciones de navegación masiva (Google Maps, Apple Maps) como herramientas de recolección participativa en los estudios revisados. Esta omisión no implica un descuido metodológico; aunque estas plataformas generan volúmenes masivos de trayectorias, el acceso a sus datos se limita a socios institucionales. Programas como Waze for Cities distribuyen información en formatos predefinidos y procesan los datos mediante metodologías propietarias carentes de auditabilidad (véase capítulo 8 de National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2025).

Esta condición resulta limitante para los gobiernos locales de ciudades intermedias, que carecen de la capacidad institucional o los recursos para negociar acuerdos de acceso con plataformas comerciales. En contraste, las herramientas de código abierto o prototipo transfieren el control del dato al equipo investigador o al municipio, lo que permite su uso, análisis y publicación sin restricciones de licencia ni dependencia de acuerdos comerciales externos.

Un planificador de una ciudad intermedia ecuatoriana o colombiana que quisiera seleccionar hoy una herramienta probada para recolectar datos de movilidad no encontraría en este corpus una respuesta clara. Se documentaron 32 herramientas distintas, de las cuales cuatro son de código abierto y ninguna cuenta con una comunidad activa de mantenimiento. La fragmentación, más que la consolidación, define el estado actual del campo.

La contribución de esta revisión se articula en tres dimensiones que la distinguen de otros trabajos como el de Pronello y Kumawat (2021), con quien se comparte el enfoque descriptivo, pero del que se difiere en alcance y criterios analíticos. Mientras los autores identifican herramientas sin evaluar su transferibilidad a entornos con recursos limitados, este estudio operacionaliza dicha transferibilidad mediante criterios de: accesibilidad técnica, viabilidad de infraestructura, compatibilidad con dispositivos de gama media y validación metodológica publicada. La incorporación de la escala de Haklay (2013) como eje estructural del análisis permite ir más allá del inventario para evaluar el modelo de relación entre investigación y ciudadanía que cada

herramienta propone, una dimensión ausente en revisiones previas. Por último, el enfoque en América Latina y en los condicionantes institucionales de las ciudades intermedias latinoamericanas sitúa los hallazgos en un marco de viabilidad práctica que las revisiones de contexto europeo o norteamericano no ofrecen.

## Conclusiones

La evidencia acumulada en este corpus no da pie a lecturas fácilmente optimistas. Los treinta y dos estudios seleccionados en el corpus confirman que los teléfonos inteligentes pueden capturar datos de movilidad urbana en ciudades intermedias a bajo costo. Esto sería básicamente el consenso donde todos convergen. No obstante, la mayoría de las herramientas identificadas son prototipos implementados para una fase piloto, los datos que generan raramente se publican en repositorios accesibles, y el ciudadano que participa en el 75 % de estos proyectos actúa exclusivamente como fuente de coordenadas GPS, sin ninguna implicación interpretativa o de diseño.

A partir de la síntesis de los hallazgos, y con base en la evidencia aportada por el corpus, se propone evaluar la pertinencia de las apps a partir de cuatro criterios: (1) accesibilidad técnica, entendida como la disponibilidad del código fuente en repositorios abiertos; (2) viabilidad de infraestructura, esto es, la capacidad de operar sin servidores propietarios, con almacenamiento offline o en servicios de nube gratuitos; (3) compatibilidad de dispositivo, es decir, el funcionamiento en Android de gama media o baja; y (4) validación metodológica, entendida como la existencia de evidencia sobre la precisión o confiabilidad de los datos generados, más allá de la simple usabilidad. Bajo estos criterios, las herramientas con mayor pertinencia en el corpus son:

- CitySpeed destaca por ser una plataforma conformada en tres bloques: app, servidor y visualizador web. La app resulta ser de código abierto, publicando sus datos en repositorios accesibles y destaca también por haber sido validada mediante comparación con datos vehiculares. Esto la convierte en la herramienta con mayor evidencia empírica directamente aplicable al contexto latinoamericano. Su limitación principal es que está orientada exclusivamente al monitoreo de velocidad vehicular y congestión, restringiendo su utilidad para el análisis de movilidad multimodal.

- STRIDE constituye el caso más sólido en términos de diseño explícito para ciudades intermedias, incorporando desde su concepción los condicionantes de recursos limitados y baja capacidad técnica institucional. Su código es abierto, funciona en Android, y su enfoque en movilidad activa responde a una necesidad específica de las ciudades intermedias latinoamericanas, donde los desplazamientos a pie tienen mayor relevancia proporcional que en las metrópolis.
- EcoBike es la única herramienta del corpus desarrollada íntegramente en una ciudad intermedia colombiana (San Juan de Pasto) con código abierto y orientación explícita al fomento del ciclismo urbano. Su diseño participativo en un contexto de alta altitud y limitada infraestructura ciclista la convierte en un referente metodológico para experiencias similares en ciudades andinas.

Sin embargo, ninguna de estas herramientas resuelve el problema en su totalidad: son piezas de un rompecabezas que no se ha unificado todavía.

Tres prioridades de investigación se desprenden de estos hallazgos. La primera es el desarrollo de al menos una plataforma de código abierto para recolección multimodal de datos de movilidad diseñada específicamente para el contexto latinoamericano, con validación técnica publicada y protocolos éticos formalizados. La segunda es el diseño de estudios longitudinales con muestras representativas de distintos grupos socioeconómicos, ya que la gran mayoría de las experiencias analizadas recolectan datos durante semanas con muestras concentradas en estudiantes universitarios, produciendo patrones inevitablemente parciales. La tercera es institucional: pasar de prototipos de investigación a pilotos municipales con modelos de gobernanza de datos que comprometan a los gobiernos locales como co-diseñadores, no como meros destinatarios de los resultados.

Esta revisión produce un mapa del estado actual de las herramientas móviles para la recolección participativa de datos de movilidad en ciudades intermedias. Su mayor contribución no es el inventario de aplicaciones, sino el conjunto de criterios que distingue las herramientas transferibles de las que son solo tecnológicamente interesantes. En un contexto donde la escasez de datos sigue siendo el principal obstáculo para la planificación urbana en la mayor parte de América Latina, esa distinción tiene implicaciones prácticas concretas.

---

## Referencias bibliográficas

- Ayala, D. N., Pinchao, M., y Benavides, J. (2023). *EcoBike: Un aplicativo que contribuye a la reducción de la contaminación del aire y auditiva en la ciudad de San Juan de Pasto* [Tesis de pregrado, Universidad Mariana]. <https://hdl.handle.net/20.500.14112/28011>
- Caravaca Ibañez, G., De La Cruz Llopis, L. J., Catalán Diaconeasa, A., Bazán Guillén, A., y Aguilar Igartua, M. (2025). MobilitApp: A Deep Learning-Based Tool for Transport Mode Detection to Support Sustainable Urban Mobility. *IEEE Access*, 13, 68439–68461. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3561238>
- Castro García, L. J. (2014). *Hacia un sistema de movilidad urbana integral y sustentable en la zona metropolitana del Valle de México* [Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana]. <https://ri.iberomx/handle/ibero/1229>
- CEPAL, HABITAT, y MINURVI. (2018). *Plan de acción regional para la implementación de la nueva agenda urbana en América Latina y el Caribe, 2016-2036*. Naciones Unidas. <https://hdl.handle.net/11362/42144>
- Costa, D. G., Damasceno, A., y Silva, I. (2019). Cityspeed: A crowdsensing-based integrated platform for general-purpose monitoring of vehicular speeds in smart cities. *Smart Cities*, 2(1), 46–65. <https://doi.org/10.3390/smartcities2010004>
- Cronley, C., O'Dell, A., Fields, N., Mattingly, S. P., Iroz-Elardo, N., Highfill, M. C., Cole, R., y Stringfellow, M. K. (2023). Designing and evaluating a smartphone app to increase underserved communities' data representation in transportation policy and planning. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100763>
- Erdelić, M., Erdelić, T., y Carić, T. (2023). Dataset for multimodal transport analytics of smartphone users—Collecty. *Data in Brief*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109481>
- Flores Juca, E., García Navarro, J., Chica Carmona, J., y Mora Arias, E. (2017). Identification and analysis of sustainability indicators for mobility. *Estoa. Journal of the Faculty of Architecture and Urbanism*, 6(11), 99–109. <https://doi.org/10.18537/est.v006.n011.a07>
- Ganti, R. K., Ye, F., y Lei, H. (2011). Mobile crowdsensing: Current state and future challenges. *IEEE Communications Magazine*, 49(11), 32–39. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2011.6069707>
- Giesen, R., Hidalgo, D., y Ramos, R. (2025). Public transport: Status and research priorities for Latin America and the Caribbean. *Latin American Transport Studies*, 3, Artículo 100025. <https://doi.org/10.1016/j.latran.2025.100025>



- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Haklay, M. (2013). Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. En D. Sui, S. Elwood, y M. Goodchild (Eds.), *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice* (pp. 105–122). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4587-2_7)
- Kim, Y., Ghorpade, A., Zhao, F., Pereira, F. C., Zegras, P. C., y Ben-Akiva, M. (2018). Activity recognition for a smartphone and web-based human mobility sensing system. *IEEE Intelligent Systems*, 33(4), 5–23. <https://doi.org/10.1109/MIS.2018.043741317>
- León Andrade, M. P., y Carriel Bustamante, V. V. (2021). Indicadores para medir la movilidad sostenible en espacios urbanos de la sierra ecuatoriana. Caso de estudio el cantón Azogues. *ConcienciaDigital*, 4(1.2), 489–515. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.2.1738>
- Litman, T. M. (2022). Evaluating transportation equity: Guidance for incorporating distributional impacts in transport planning. *ITE Journal*, 92(4), 43–49.
- Liu, X., y Dijk, M. (2022). The role of data in sustainability assessment of urban mobility policies. *Data y Policy*, 4, Artículo e2. <https://doi.org/10.1017/dap.2021.32>
- Lutz, E., Heroy, S., Kaufmann, D., y O’Clery, N. (2025). *A causal evaluation of Bogota’s cable car illustrates the transformative potential of mobile phone data for policy analysis* (arXiv:2506.09311). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.09311>
- Ma, H., Zhao, D., y Yuan, P. (2014). Opportunities in mobile crowd sensing. *IEEE Communications Magazine*, 52(8), 29–35. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6871666>
- Martini, D., Longo, M., y Foiadelli, F. (2025). Real world performance of an RNN model for sustainable mobility metrics. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 83. Artículo 104645. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2025.104645>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2025). *Data Integration, Sharing, and Management for Transportation Planning and Traffic Operations*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/28690>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Artículo n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>



- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., y Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIE Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>
- Pronello, C., y Kumawat, P. (2021). Smartphone Applications Developed to Collect Mobility Data: A Review and SWOT Analysis. En K. Arai, S. Kapoor, y R. Bhatia (Eds.), *Intelligent Systems and Applications* (pp. 449–467). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-55187-2\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-030-55187-2_35)
- Quevedo-Reyes, J. E., Vega-Báez, L. A., y Fonseca-Barinas, I. F. (2017). Desarrollo de una aplicación móvil para recolección de datos de movilidad urbana. *Ingenio Magno*, 8, 76–90.
- Ramírez Pacheco, L. A., Ruiz Méndez, A., y Gómez Treviño, J. I. (2025). Análisis de la Movilidad Urbana Sostenible Mediante Herramientas de Ciencia de Datos y Participación Ciudadana en Ciudades Intermedias de América Latina. *Ibero Ciencias: Revista Científica y Académica*, 4(1), 1–24. <https://doi.org/10.63371/ic.v4.n1.a28>
- Rodríguez-Pose, A., y Griffiths, J. (2021). Developing intermediate cities. *Regional Science Policy y Practice*, 13(3), 441–457. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12421>
- Roy, A., Fuller, D., Nelson, T., y Kedron, P. (2022). Assessing the role of geographic context in transportation mode detection from GPS data. *Journal of Transport Geography*, 100. Artículo 103330. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103330>
- Sabino, A.-B., Reis-Martins, P., y Carranza-Infante, M. (2020). Experiencias y retos del uso de datos de aplicaciones móviles para la movilidad urbana. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 82–93.
- Sarmiento, I., González-Calderón, C., Córdoba, J., y Díaz, C. (2013). Important Aspects to Consider for Household Travel Surveys in Developing Countries. *Transportation Research Record*, 2394(1), 128–136. <https://doi.org/10.3141/2394-16>
- Servizi, V., Pereira, F. C., Anderson, M. K., y Nielsen, O. A. (2021). Transport behavior-mining from smartphones: A review. *European Transport Research Review*, 13(1), Artículo 57. <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00516-z>
- Stopher, P. R., y Greaves, S. P. (2007). Household travel surveys: Where are we going? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(5), 367–381. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.005>



Subirats, L., Simoes, J., y Steblin, A. (2017). Geographical Information Systems in Modern Citizen Science. En L. Ceccaroni y J. Piera (Eds.), *Analyzing the Role of Citizen Science in Modern Research* (pp. 117–146). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-0962-2.ch006>

United Cities and Local Governments. (2016). *Fourth global report on decentralization and local democracy: Cocreating the urban future—The agenda of metropolises, cities and territories* (Report No. GOLD IV).

Urrutia-Mosquera, J., Flórez-Calderón, L., y Paredes, D. (2023). 15-min Cities: The Potential of a Medium-Sized Polycentric Latin American City. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 100(4), 725–744. <https://doi.org/10.1007/s11524-023-00749-4>

Vasconcellos, E. A., y Mendonça, A. (2016). *Observatorio de Movilidad Urbana: Informe 2015-2016* (resumen ejecutivo) [Informe]. CAF. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/981>

Zegras, P. C., Li, M., Kilic, T., Lozano-Gracia, N., Ghorpade, A., Tiberti, M., Aguilera, A. I., y Zhao, F. (2018). Assessing the representativeness of a smartphone-based household travel survey in Dar es Salaam, Tanzania. *Transportation*, 45(2), 335–363. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9851-6>

#### **Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

#### **Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

#### **Agradecimiento:**

N/A

#### **Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.