



Indicadores de sostenibilidad urbana para la ciudad de Cuenca: accesibilidad al transporte público

Urban sustainability indicators for the city of Cuenca: accessibility to public transport

Indicadores de sustentabilidade urbana para a cidade de Cuenca: acessibilidade ao transporte público

Daniel Andrés Tapia Sisalima ^I
daniel.tapia.29@est.ucuacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4057-1783>

Rómulo Ricardo Romero González ^{II}
rrromerog@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6329-6326>

Pablo Tiberio Vazquez Quiroz ^{III}
pablo.vasquez@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3261-5523>

Correspondencia: daniel.tapia.29@est.ucuacue.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de noviembre de 2022 * **Aceptado:** 12 de diciembre de 2022 * **Publicado:** 24 de enero de 2023

- I. Ingeniero Civil, Posgradista en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración en la Construcción Sustentable en la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca-Ecuador.
- II. Ingeniero Civil, Magíster en tránsito, transporte y seguridad vial, Maestría en Ingeniería Civil con mención en estructuras sismorresistentes, Tutor en la Maestría en Construcciones en la Universidad de Católica de Cuenca de Cuenca, Ecuador.
- III. Ingeniero Civil, Magíster en Dirección de Empresas, Project Management Professional – PMP® por el Project Management Institute – PMI, USA; Disciplined Agile Scrum Master – DASM® por el Project Management Institute – PMI, USA; Especialista en Negociación por la Universidad de Harvard USA, Docente Tutor maestría en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable, Universidad de Católica de Cuenca de Cuenca, Ecuador.

Resumen

Esta investigación determina el índice de accesibilidad del transporte público en la ciudad de Cuenca; este es un factor importante para medir la calidad del servicio del transporte público, y es considerado como un elemento esencial para el desarrollo económico. Esta ciudad posee un sistema de transporte urbano el cual, es uno de los ejes que mantiene a la ciudad en constante movimiento; ya que cumple con satisfacer la necesidad de los habitantes para trasladarse desde su origen hacia su destino en diferentes puntos de la ciudad. En los últimos años este sistema ha cambiado, y no se ha evidenciado un estudio de accesibilidad, y es uno de los factores principales que influye en la calidad del servicio de transporte urbano. Este factor se convirtió en el propósito de estudio de esta investigación, en el cual, se utilizará un modelo conocido como Public Transportation Accessibility Leves (PTAL), con la finalidad de establecer el grado de accesibilidad que existen en varios lugares de la ciudad y espacialmente visualizarlo. Los principales resultados establecen que se tiene un total de 2221 paradas en toda la ciudad, relacionadas a diferentes modos de transporte entre buses y tranvía. Mediante el índice de accesibilidad se determinó que las parroquias Machángara, San Sebastián y Yanuncay que son las zonas que encuentran en las periferias de la ciudad, van a tener un acceso limitado al transporte; generando así una mayor concentración del servicio hacia la parte central; en las parroquias Gil Ramírez Davalos, San Blas, El Sagrario y El Vecino se tiene un índice de accesibilidad a los servicios de transporte público de Medio a Excelente.

Palabras Clave: PTAL; índice de accesibilidad; tranvía; transporte.

Abstract

This research determines the accessibility index of public transport in the city of Cuenca; This is an important factor to measure the quality of the public transport service, and is considered an essential element for economic development. This city has an urban transport system which is one of the axes that keeps the city in constant movement; since it meets the needs of the inhabitants to move from their origin to their destination in different parts of the city. In recent years this system has changed, and an accessibility study has not been evidenced, and it is one of the main factors that influences the quality of the urban transport service. This factor became the study purpose of this research, in which a model known as Public Transportation Accessibility Leves (PTAL) will be used, in order to establish the degree of accessibility that exists in various parts of the city and

spatially. visualize it. The main results establish that there are a total of 2221 stops throughout the city, related to different modes of transport between buses and trams. Using the accessibility index, it was determined that the Machángara, San Sebastián and Yanuncay parishes, which are the areas located on the outskirts of the city, will have limited access to transportation; thus generating a greater concentration of the service towards the central part; In the parishes of Gil Ramírez Davalos, San Blas, El Sagrario and El Vecino there is an index of accessibility to public transport services from Medium to Excellent.

Keywords: PTAL; accessibility index; trolley car; transport.

Resumo

Esta pesquisa determina o índice de acessibilidade do transporte público na cidade de Cuenca; Este é um fator importante para medir a qualidade do serviço de transporte público, sendo considerado um elemento essencial para o desenvolvimento econômico. Esta cidade possui um sistema de transporte urbano que é um dos eixos que mantém a cidade em constante movimento; já que atende às necessidades dos habitantes de se deslocarem desde sua origem até seu destino em diferentes pontos da cidade. Nos últimos anos esse sistema sofreu alterações, não sendo evidenciado um estudo de acessibilidade, sendo um dos principais fatores que influencia na qualidade do serviço de transporte urbano. Este fator tornou-se o objeto de estudo desta pesquisa, na qual será utilizado um modelo conhecido como Níveis de Acessibilidade do Transporte Público (PTAL), a fim de estabelecer o grau de acessibilidade existente em vários pontos da cidade e visualizá-lo espacialmente. Os principais resultados estabelecem que existe um total de 2221 paragens ao longo da cidade, relacionadas com diferentes modos de transporte entre autocarros e elétricos. Utilizando o índice de acessibilidade, determinou-se que as paróquias de Machángara, San Sebastián e Yanuncay, que são as áreas localizadas na periferia da cidade, terão acesso limitado ao transporte; gerando assim uma maior concentração do serviço para a parte central; Nas freguesias de Gil Ramírez Davalos, San Blas, El Sagrario e El Vecino existe um índice de acessibilidade aos serviços de transporte público de Médio a Excelente.

Palavras-chave: PTAL; índice de acessibilidade; bonde; transporte.

Introducción

En las últimas décadas, América Latina ha experimentado un importante crecimiento poblacional, por lo que el acelerado y desordenado crecimiento de las grandes ciudades ha traído como resultado una movilidad urbana caótica (Villacorta Ríos et al., 2018). Este fenómeno ha desencadenado una mayor demanda de servicios de transporte, el cual; es uno de los factores principales al momento de la planificación y construcción de una ciudad, debido a que los habitantes deben desplazarse de un lugar a otro, a través de la red vial para satisfacer diferentes actividades como: trabajo, recreación, educación, entre otros (Morris et al., 1978) (Guzmán et al., 2018).

Los sistemas de transporte siempre buscan mejorar las exigencias de los usuarios como el poder movilizarse de una manera rápida, cómoda y segura (Adhvaryu et al., 2019). En la ciudad de Cuenca-Ecuador, el sistema de transporte público se ha modificado en los últimos años, con el fin de mejorar las exigencias antes mencionadas y solucionar la movilidad de la ciudad (Fernández De Córdoba, 2017). Sin embargo, se ha establecido una problemática que está ligada a la falta de estudios de accesibilidad de los usuarios a estos sistemas de transporte, a partir de los cambios que han surgido en el sistema, el cual es el eje que plantea esta investigación (Giuffrida et al., 2021).

En este sentido (Jang et al., 2017) utiliza una metodología con componentes como la localización, distancias desde puntos de interés (hogares, manzanas, centralidades) hacia aquellos puntos que transita el transporte público, tiempos de viaje y frecuencia del servicio. Con la metodología Public Transportation Accessibility Levels (PTAL) se tiene como resultado un mapa con los niveles de accesibilidad a transporte público de la ciudad (Shirahige & Correa, 2015). Jans (2009) determina el factor de accesibilidad y su grado de importancia para el sistema de transporte público, se analiza la calidad del servicio y en que lugares se tiene una mayor exclusión del transporte.

Un adecuado sistema de transporte público debería significar una mejor accesibilidad de los usuarios a los diversos puntos de la ciudad, obteniendo como resultado un incremento de oportunidades para los habitantes, asegurando el funcionamiento continuo de las zonas urbanas y la interacción en sus diversas escalas (Järv et al., 2018). Sin embargo, de acuerdo con la situación actual de Cuenca, con respecto a su movilidad en el casco urbano de la ciudad, se generan interrogantes sobre la calidad de accesibilidad al sistema de transporte urbano; ya que no se evidencia estudios actualizados, los cuales se pueden considerar un factor esencial para las decisiones futuras de inversión en transporte público de la ciudad (Gutiérrez, 2017).

Bajo este contexto la necesidad de investigar el presente tema es imperativo, puesto que una de las formas de mejorar un sistema de transporte público es mediante su accesibilidad (Orellana et al.,

2020). Por lo tanto, es importante medir el nivel de accesibilidad que ofrece un sistema, el cual puede ser cuantificado de diferentes formas (Adhvaryu et al., 2019). Se medirá el índice de accesibilidad utilizando los datos primarios de la observación directa y los datos secundarios relacionados en documentos (Hadi et al., 2018). Este modelo ha sido aplicado en países como India, Chile y Eslovenia, en donde los resultados de la investigación ofrecen un valor de índice de accesibilidad para analizar los puntos vulnerables, en donde la población se encuentra lejos de tener un óptimo acceso al transporte público.

Metodología

Diseño

Se aplica una metodología mixta, es decir se toman datos cuantitativos para el cálculo del índice de accesibilidad y posteriormente se los categoriza a partir de rangos de índices de accesibilidad para clasificarlos en niveles respectivamente y analizarlos cualitativamente (Ver Figura 4).

Área de estudio

Nuestra área de estudio se encuentra en el cantón Cuenca, perteneciente a la provincia del Azuay, considerando solo el área urbana se tiene un universo de estudio correspondiente a 15 parroquias y un área de 73,80 km², tal como se muestran a continuación (Ver Figura 1).

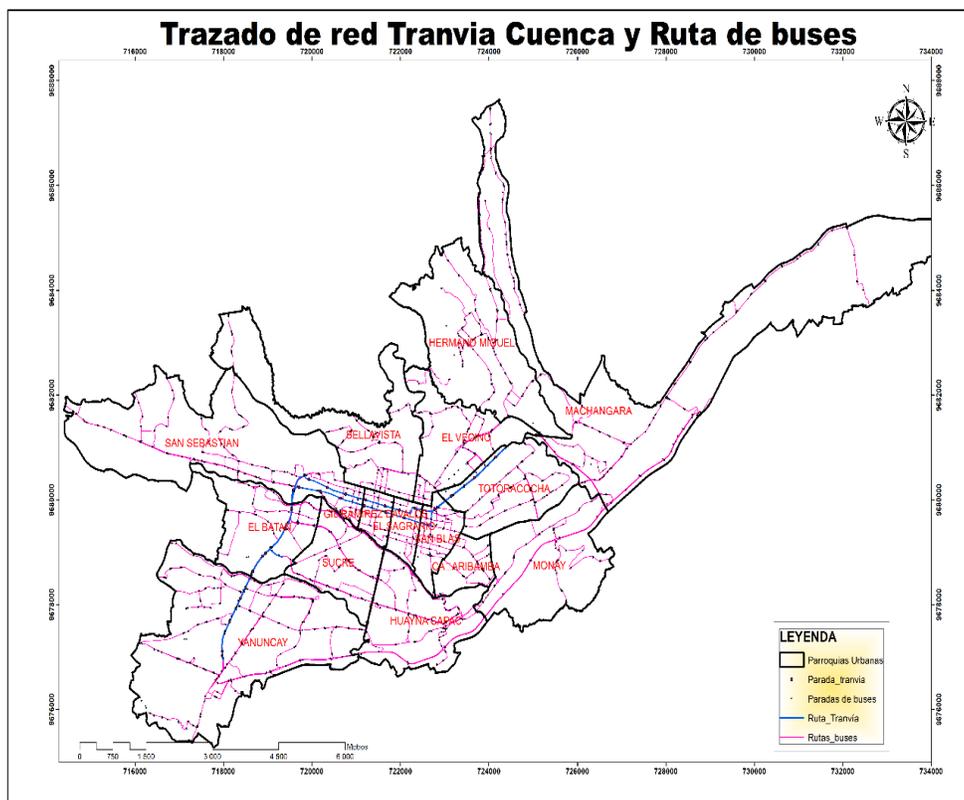


Figura 1. Trazado de la red líneas de transporte en la ciudad de Cuenca y ubicación geográfica de la zona de estudio con un total de 15 parroquias urbanas.

Nota: Datos tomados del (Municipio Cuenca, 2022)

PTAL

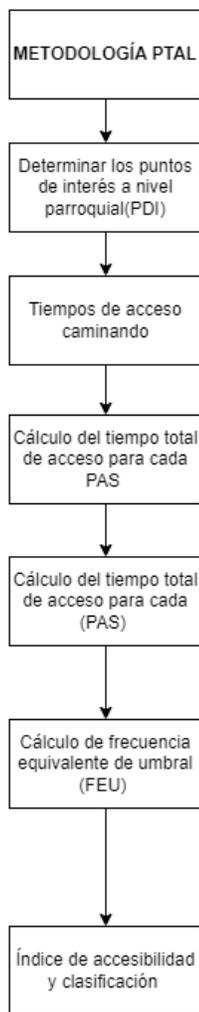
La metodología PTAL se basa en el índice de accesibilidad al transporte público dentro de un área de determinada, considerando el tiempo de acceso que se tiene hacia cada una de las estaciones que brinda el servicio y la frecuencia de estas. Mediante esta metodología (Ver Figura 2) se puede determinar la conectividad existente y el acceso que tiene la población (Tiran et al., 2014).

Para poder realizar esta metodología se debe considerar tres parámetros fundamentales:

- La longitud existente hacia cada una de las estaciones de transporte.
- La densidad o cantidad existente de cada una de las estaciones.
- Frecuencia de transporte.

Dado que estos parámetros son los requeridos en la metodología PTAL y, a su vez, es información disponible en las bases de datos del municipio de Cuenca:

Figura 2. Adaptación de la metodología PTAL aplicado para el estudio de accesibilidad de la



ciudad de Cuenca.

Nota: Datos tomados del (Public Transport Accessibility Levels - London Datastore, 2012)

Determinación de puntos de interés a nivel parroquial (PDI)

Hacen referencia a la mínima unidad de muestreo. Para la determinación de los puntos de interés (Ver Figura 3), se consideraron ubicaciones principales dentro de cada una de las parroquias urbanas del cantón Cuenca; los mismas, se ubicaron de tal manera que de acuerdo a la extensión de cada parroquia, los puntos cubran el área de cada una de ellas; con un total de 15 parroquias y 44 PDI, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Número de cada PDI en cada parroquia urbana.

Parroquia	Nº de puntos de interés (PDI)
Bellavista	3
Cañaribamba	2
Hermano Miguel	3
Monay	3
Yanuncay	4
San Blas	2
El Sagrario	1
Totoracocha	3
El Batán	2
Sucre	3
El Vecino	3
Gil Ramírez Davalos	1
Huayna Capac	3
San Sebastián	5
Machángara	5
Total	44

Nota: Elaboración propia (2022).

Se procedió al cálculo del tiempo de acceso caminando (TAC) mediante la extensión Network Analyst (Analista de redes) de un Sistema de Información Geográfica (SIG), determinando así la distancia existente entre cada PDI hacia cada PAS, considerando umbrales de búsqueda extraídos desde ITN (Integrated Transport Network), en función del tipo de transporte. Cuando se tiene un modo de transporte de buses urbanos la zona influencia es de 8 minutos, lo que es equivalente a 640 metros alrededor de cada PDI. Mientras que para el tranvía se consideró 12 minutos equivalentes a un área de influencia de 960 metros. Con estos parámetros, se procedió al cálculo del TAC en base a la Fórmula 1.

Fórmula 1. $TAC = Distancia/80$

Consecuentemente, se tiene una media de tiempo basado en una velocidad promedio, donde en la metodología PTAL se consideró 80 metros por cada minuto.

CÁLCULO DEL TIEMPO TOTAL DE ACCESO (TTA)

Esto se realizó sumando los TAC y considerando el tiempo de espera promedio en cada estación o parada (Fórmula 2). Mediante los datos proporcionados del Municipio de Cuenca se estableció que el tiempo de espera en los buses es aproximadamente de 5 minutos, mientras que el sistema tranviario es de 25 segundos.

Fórmula 2. $TTA = TAC + \text{Tiempo de espera del servicio}$

También se calcula el TME (Fórmula 3) considerando el grado de confiabilidad, es decir, el tiempo previsto de espera en función del modo de servicio y el grado de confiabilidad del servicio de transporte (Kamińska et al., 2020).

Fórmula 3. $TME = TPE + \text{confiabilidad}$

Confiabilidad

Según (Public Transport Accessibility Levels - London Datastore, 2012), la confiabilidad es de un minuto para buses y treinta segundos para los sistemas tranvía o trenes.

Cálculo de la frecuencia equivalente del umbral (FEU)

Este cálculo se refiere al tiempo total de acceso, el cual es la suma entre el tiempo de desplazamiento y cuando se debe esperar en cada estación o parada. Este valor se considera el FEU y se determinó en base a la Fórmula 4.

Fórmula 4. $FEU=30/TTA(\text{Minutos})$

Cálculo del índice de accesibilidad y clasificación

Para realizar el índice de accesibilidad, se consideró la suma de los FEU de cada PAS de un PDI en común, donde se le asigna una ponderación en base a la demanda de frecuencia; es decir, si existe una frecuencia alta va a ser igual 1 y para una frecuencia baja de 0.5. El índice general, se lo realizó mediante la sumatoria de cada medio transporte, en este caso se consideró los buses y el tranvía. Para el cálculo final se aplica la Fórmula 5.

Fórmula 5. $IA=30/((\text{Distancia}/80) + (0.5*(60/\text{frecuencia})) + \text{confiabilidad})$

Finalmente, se realizó la clasificación en 6 niveles, considerando el valor de los índices de accesibilidad, en base a la tabla de metodología PTAL (Ver Figura 4).

PTAL		
Nivel	Clasificación	Índice de accesibilidad
0	No acceso	0
1a	Muy malo	0,01 - 2,50
1b	Muy malo	2,51 - 5,00
2	Malo	5,01 - 10,00
3	Regular	10,01 - 15,00
4	Media	15,01 - 20,00
5	Bueno	20,01 - 25,00
6a	Excelente	25,01 - 40,00
6b	Excelente	40,01 +

Figura 4. Clasificación del índice de accesibilidad PTAL.

Nota: el rango de los índices de accesibilidad varía de 0-40 y se lo transforma en un valor cualitativo; siendo el menor el valor los lugares donde no existen acceso, tomado de (Public Transport Accessibility Levels - London Datastore, 2012)

Resultados y discusión

Los datos recolectados fueron a nivel de la zona urbana, se consideró el número de puntos de interés (PDI) en cada una de las parroquias en relación con el área, es decir, mientras mayor es la extensión de la parroquia, se va a tener mayor número de puntos de interés. Toda la información fue obtenida a través del Municipio de Cuenca mediante un análisis con la herramienta de Spatial Join. Se determinó la cantidad existente de paradas en cada una de las parroquias, como se muestra en la Tabla 3. Este análisis, se lo realizó para poder interpretar de mejor forma los resultados en cada una de las parroquias, en base a una interpretación crítica de los datos.

Tabla 3. Número de paradas por cada parroquia.

<i>Modo de transporte</i>	<i>Puntos de acceso a los servicios (PAS)</i>
<i>Bellavista</i>	<i>184</i>
<i>Cañaribamba</i>	<i>52</i>
<i>Hermano Miguel</i>	<i>161</i>
<i>Monay</i>	<i>104</i>
<i>Yanuncay</i>	<i>344</i>
<i>San Blas</i>	<i>92</i>
<i>El Sagrario</i>	<i>34</i>
<i>Totoracocha</i>	<i>178</i>
<i>El Batán</i>	<i>109</i>
<i>Sucre</i>	<i>104</i>
<i>El Vecino</i>	<i>159</i>
<i>Gil Ramírez Dávalos</i>	<i>35</i>
<i>Huayna Capac</i>	<i>141</i>

<i>San Sebastián</i>	259
<i>Machángara</i>	265

Nota: Elaboración propia (2022).

Los resultados evidencian que el número de paradas tanto para buses como para el tranvía, es mayor en las parroquias de Yanuncay con un total de 344 puntos de acceso a los servicios; en el área del Machángara se evidenció un total de 265 paradas; mientras que en la zona de San Sebastián se tuvo 259 paradas. Otro punto importante es que la zona del Sagrario tiene el porcentaje más bajo de paradas con un total 34; tal como se muestra a continuación Ver Figura 5.

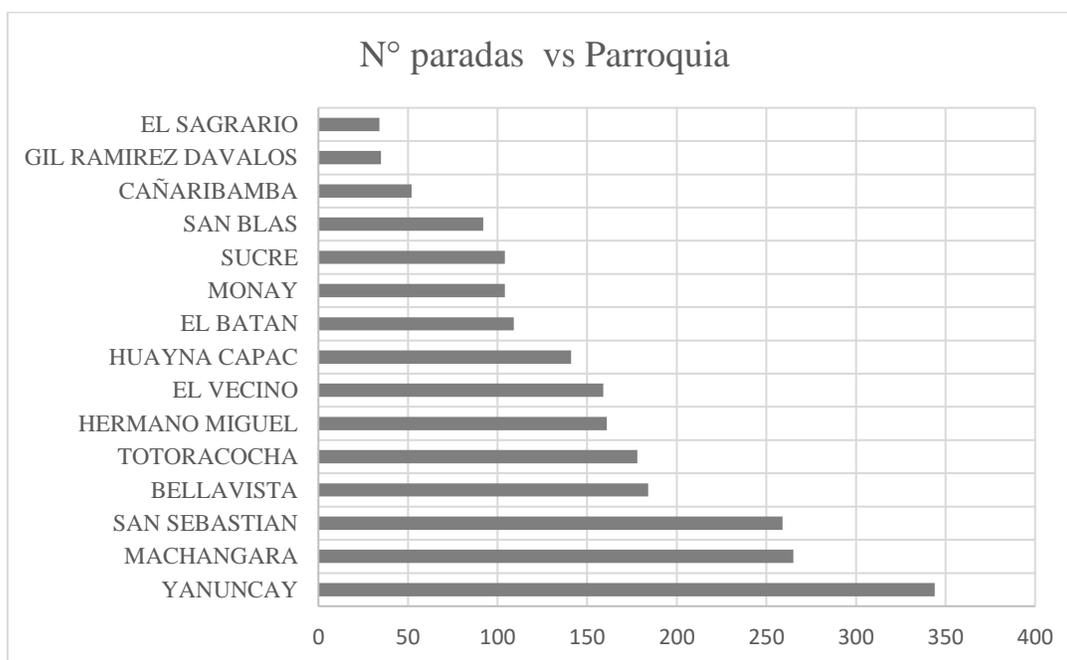


Figura 5. Cantidad de paradas por cada parroquia.

Nota: Número de paradas en cada parroquia urbana de la ciudad de Cuenca, Elaboración propia (2022).

Para poder entender la realidad existente en cada parroquia se debió analizar la densidad poblacional que existen en cada una y su respectiva área. En la **Figura 6**; se observa que el área de la parroquia Machángara representa el 21% del área total de toda la ciudad; seguida de la parroquia Yanuncay la cual obtiene un 15% y a continuación con un 13% a la parroquia San Sebastián. Estas son de grandes extensiones y tienen un mayor número de paradas distribuidas en su territorio.

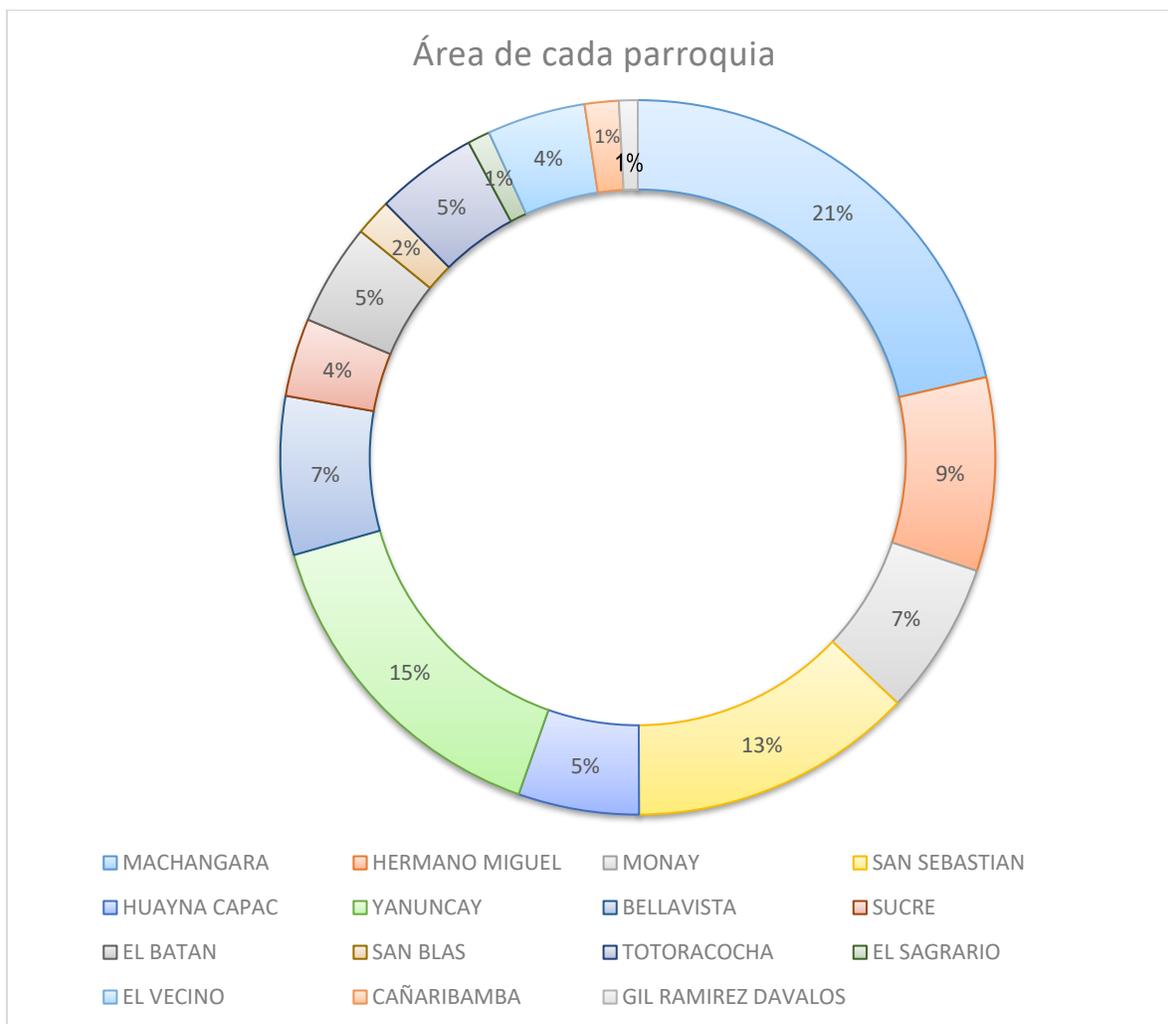


Figura 6. Porcentaje del área en cada parroquia.

Nota: Se determina el área existente en cada una de las parroquias de la ciudad de Cuenca,

Elaboración propia (2022).

Al evaluar la densidad poblacional (**Ver Figura 7**) en cada una de las parroquias, se determinó que: la parroquia con mayor densidad poblacional es Gil Ramírez Davalos con un 12 % de la densidad, luego se tiene a la parroquia Cañaribamba con un porcentaje del 11% y la localidad del Vecino con 9 %.

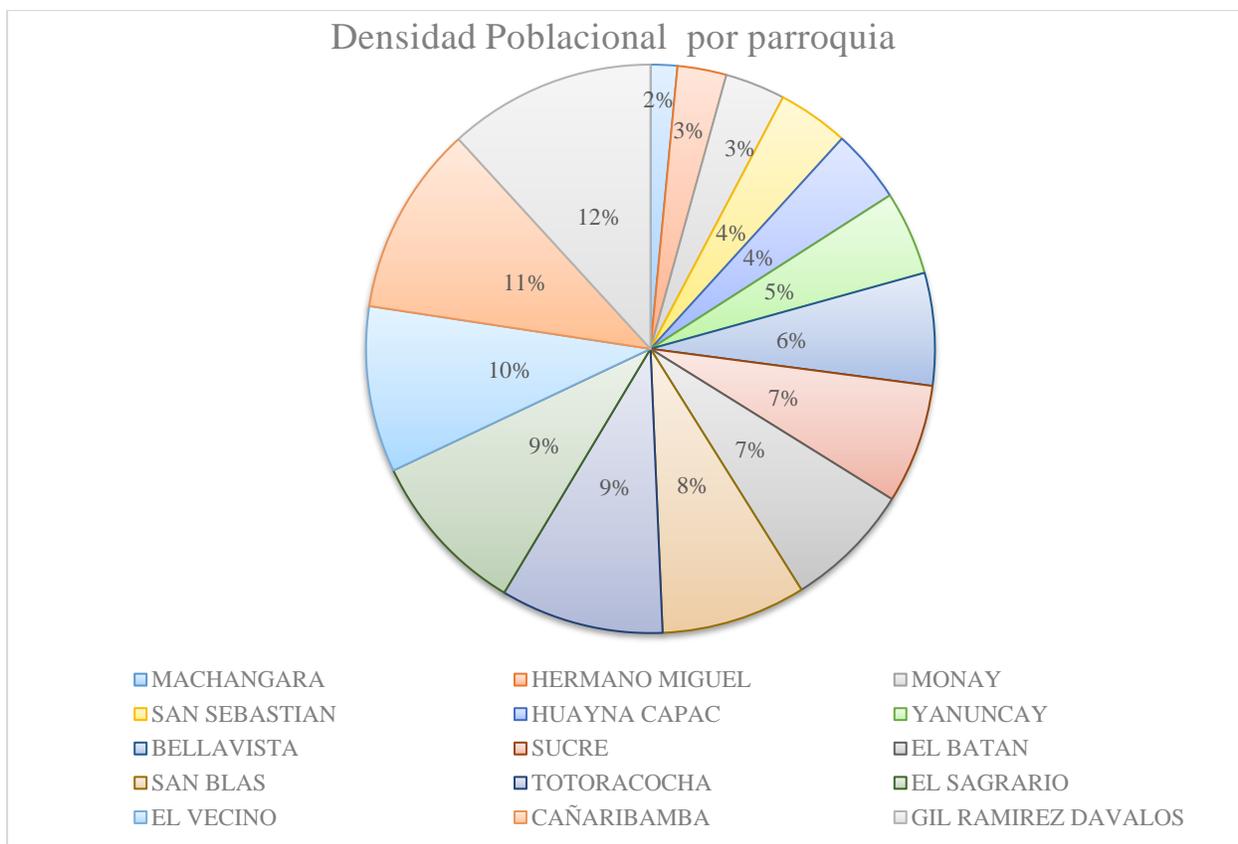


Figura 7. Densidad poblacional de cada parroquia.

Nota: Se determina la densidad existente en cada una de las parroquias de la ciudad de Cuenca, Elaboración propia (2022).

En la metodología PTAL los índices de accesibilidad se calcularon mediante un SIG y su herramienta de Spatial Analyst, se realizó una reclasificación de los datos mediante la interpolación de la información generada, donde se determinó las nueve categorías de los índices de accesibilidad, tal como se muestra en la (Ver Figura 4). También se observa, la densidad existente de acceso a los servicios de transporte en cada una de las 15 parroquias urbanas del cantón Cuenca (Ver Figura 1).

Se pudo determinar que la zona central del cantón en la parroquia Gil Ramírez Davalos tiene un índice de accesibilidad que varía de *Excelente* a *Muy bueno*. En las parroquias del San Blas, El Sagrario y El Vecino se tiene un índice de accesibilidad > 15,01, es decir se considera que acceso va de *Medio* a *Excelente* hacia la parte central. Estos análisis sirven para poder determinar que estas

zonas tienen un mayor desarrollo de la infraestructura y mejores condiciones en la calidad de vida, donde la densidad de la red de transporte se ha podido desarrollar de mejor manera.

Los sectores de Yanuncay, San Sebastián, Machángara y Hermano Miguel tienen un índice de accesibilidad que varía de 0-15; es decir, varía del rango de *Muy Mala* a *Regular*, con características en donde se identifican muy baja la calidad a los servicios. Es decir, estos sectores van a ser los más vulnerables para el acceso a los servicios de transporte, siendo este un elemento fundamental para las personas que viven en estas áreas, en estas zonas se tiene bajo acceso al transporte público; siendo estos ubicados en las periferias de la Ciudad (Ver Figura 8).

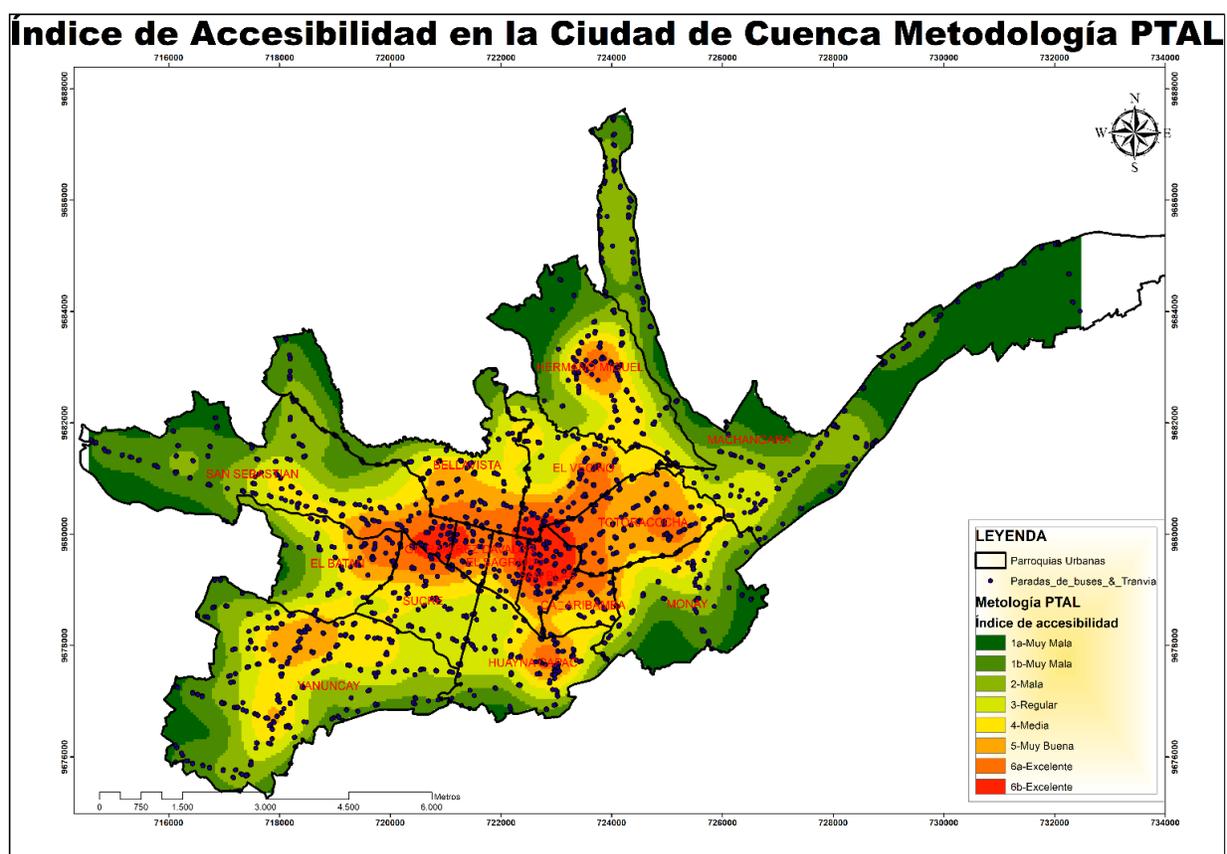


Figura 8. Índice de accesibilidad de la ciudad de Cuenca.

Nota: Mapa de clasificación de los índices de accesibilidad de la ciudad de Cuenca mediante el método de PTAL, Elaboración propia (2022)

Conclusión

Se determinó en la ciudad de Cuenca que las parroquias que se encuentran hacia la periferia: Machángara, Yanuncay y San Sebastián tiene un porcentaje de extensión del 21% del total de toda la ciudad y una cantidad de paradas mayor 250, a pesar de que estas zonas tienen gran concentración de acceso a los servicios, su índice de accesibilidad es bajo con valores que fluctúan entre 0-15 en el rango de no acceso y acceso moderado.

Se tiene un total de 44 PDI alrededor de las 15 parroquias urbanas, los cuales fueron seleccionados en base al área. Si se requiere hacer un estudio a detalle, se deberá considerar un mayor número de puntos de interés por cada manzana en la ciudad.

Las localidades como Gil Ramírez Davalos, San Blas, El Sagrario y El Vecino tienen mayor accesibilidad a los servicios de transporte, considerando que estas zonas se encuentran en la parte central de la ciudad y se tiene el sistema de Tranvía que contribuyó al mejoramiento de la movilidad.

Se replicó el estudio realizado en Londres, pero adaptándose a nivel de Latinoamérica con diferentes variables de tiempo y frecuencia, esta metodología no tuvo mayores problemas al momento de poder hacer un estudio en la ciudad de Cuenca.

Se recomienda poder aplicar este estudio a los diferentes lugares del Ecuador para crear nuevos proyectos de movilidad no solo a nivel cantonal, sino también a nivel nacional.

Financiamiento

No monetario.

Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo

Referencias

1. Adhvaryu, B., Chopde, A., & Dashora, L. (2019). Mapping public transport accessibility levels (PTAL) in India and its applications: A case study of Surat. *Case Studies on Transport Policy*, 7(2), 293–300. <https://doi.org/10.1016/J.CSTP.2019.03.004>
2. Fernández de Córdoba, M. B. (2017). El transporte público terrestre y la accesibilidad, instrumentos para el análisis funcional del sistema de asentamientos: el caso de Ecuador. *Estoa. Revista de La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Universidad de Cuenca*, 6(11), 83–97. <https://doi.org/10.18537/est.v006.n011.a06>
3. Giuffrida, N., le Pira, M., Inturri, G., & Ignaccolo, M. (2021). Addressing the public transport ridership/coverage dilemma in small cities: A spatial approach. *Case Studies on Transport Policy*, 9(1), 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.06.008>
4. Gutierrez, A. (2017). Movilidad, transporte y acceso: una renovación aplicada al ordenamiento territorial. <https://www.researchgate.net/publication/47614082>
5. Guzman, L. A., Oviedo, D., & Cardona, R. (2018). Accessibility Changes: Analysis of the Integrated Public Transport System of Bogotá. *Sustainability* 2018, Vol. 10, Page 3958, 10(11), 3958. <https://doi.org/10.3390/SU10113958>
6. Hadi, W., Chrisnawati, Y., & Ikhsan, H. N. (2018). Public transportation accessibility: towards sustainable transit oriented development (Case study: Depok Baru Station – Jakarta, Indonesia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 202(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/202/1/012012>
7. Jang, S., An, Y., Yi, C., & Lee, S. (2017). Assessing the spatial equity of Seoul’s public transportation using the Gini coefficient based on its accessibility. *International Journal of Urban Sciences*, 21(1), 91–107. <https://doi.org/10.1080/12265934.2016.1235487>
8. Jans, M. (2009). Movilidad urbana: En camino a sistemas de transporte colectivo integrados. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad]*, 6, 6–11. <https://doi.org/10.4206/AUS.2009.N6-02>
9. Järv, O., Tenkanen, H., Salonen, M., Ahas, R., & Toivonen, T. (2018). Dynamic cities: Location-based accessibility modelling as a function of time. *Applied Geography*, 95, 101–110. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2018.04.009>

10. Kamińska, J. A., Sciavicco, G., Lucena-Sánchez, E., & Jiménez, F. (2020). Lag Variables in Air Pollution Modeling Based on Traffic Flow and Meteorological Factors. 1. <https://doi.org/10.3390/proceedings2020051001>
11. Kazak, J., Chalfen, M., Kamińska, J., Szewrański, S., & Świąder, M. (2018). Geo-dynamic decision support system for urban traffic management. *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, 195–207. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61297-3_14
12. Manout, O., Bonnel, P., & Bouzouina, L. (2018). Transit accessibility: A new definition of transit connectors. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.03.028>
13. Morris, J. M., Dumble, P. L., & Wioan, M. R. (1978). *Accessibility Indicators for transport planning* (Vol. 3).
14. Municipio Cuenca. (2022). *Solicitud de acceso a la información pública*.
15. Orellana, D., Bustos, M. E., Marín-Palacios, M., Cabrera-Jara, N., & Hermida, M. A. (2020). Walk'n'roll: Mapping street-level accessibility for different mobility conditions in Cuenca, Ecuador. *Journal of Transport and Health*, 16. <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2020.100821>
16. Public Transport Accessibility Levels - London Datastore. (2012). <https://data.london.gov.uk/dataset/public-transport-accessibility-levels>
17. Shirahige, M., & Correa, J. (2015). La desigualdad en el acceso al transporte público en el área metropolitana de Santiago. *Revista CIS*, 18.
18. Tiran, J., Mladenovič, L., & Koblar, S. (2014). (PDF) Računanje dostopnosti do javnega potniškega prometa v Ljubljani z metodo PTAL. ReserchGate. https://www.researchgate.net/publication/266330622_Racunanje_dostopnosti_do_javnega_potniskega_prometa_v_Ljubljani_z_metodo_PTAL
19. Villacorta Ríos, A., Vargas Guevara, C., Guamán Molina, J., & Otorongo Cornejo, M. (2018). Implicaciones Energéticas y Medio Ambientales de la Integración de Autobuses Eléctricos en el Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Ambato. *Revista Politecnica*, 42(1).

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).