



Propuesta de zona paga con materiales reciclados y evaluación económica para su implementación en Panamá Oeste

Proposal for implementing a paid zone with recycled materials and budget analysis in West Panama

Irving Isaac Isaza Santos

Universidad de Panamá, Panamá.

irving.isaza@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4029-0992>

Joseph Antonio Holder Darkins

Universidad de Panamá, Panamá.

joseph.holder@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0006-8774-613X>

Octavio Sánchez Apolayo

Universidad de Panamá, Panamá

octavio.sanchez01@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0003-7223-5810>

Nicole María Murillo González

Universidad de Panamá, Facultad de Ingeniería, Panamá

nicole.murillo-g@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0009-9811-9483>

Autor de correspondencia: (irving.isaza@up.ac.pa)

Fecha de recepción: 12/12/2025
24/04/2026

Fecha de aceptación:

DOI <https://doi.org/10.48204/synergia.v5n1.9867>

Resumen

La próxima culminación de la Línea 3 del Metro transformará significativamente la movilidad urbana en Panamá Oeste, exigiendo infraestructuras complementarias eficientes para organizar el creciente flujo de pasajeros. Ante la insuficiencia de las paradas actuales y los altos costos de la construcción tradicional, surge la necesidad de soluciones innovadoras. En este contexto, el objetivo de esta investigación es evaluar económicamente las zonas pagas construidas con materiales reciclados en sectores estratégicos como Vista Alegre. La metodología aplicada fue de carácter cuantitativo y descriptivo, fundamentada en el análisis de





datos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) y estadísticas de movilidad de MiBus para determinar la capacidad diaria requerida. Adicionalmente, se realizó un dimensionamiento estructural empleando materiales sostenibles como plástico EPS, paneles de Tetrapak y hormigón. Los resultados demuestran que la implementación de estos materiales reciclados permite una drástica reducción del 78% en los costos directos de ejecución en comparación con las estructuras convencionales. Para una estación modelo de 1,296 m², el costo directo total se calculó en B/. 172,605.04, contemplando estrictamente los materiales y la mano de obra. Se concluye que la propuesta es técnica y económicamente viable, representando una alternativa que optimiza la inversión pública, promueve la sostenibilidad ambiental, economía circular y garantiza un abordaje seguro para los usuarios.

Palabras clave: movilidad urbana, materiales reciclados, evaluación económica, sostenibilidad ambiental, economía circular.

Abstract

The upcoming completion of Metro Line 3 will significantly transform urban mobility in West Panama, demanding efficient complementary infrastructures to manage the growing flow of passengers. Given the insufficiency of current stops and the high costs of traditional construction, there arises the need for innovative solutions. In this context, the objective of this research is to economically evaluate paid zones built with recycled materials in strategic areas such as Vista Alegre. The methodology applied was quantitative and descriptive in nature, based on the analysis of population data from the National Institute of Statistics and Census (INEC) and mobility statistics from MiBus to determine the required daily capacity. Additionally, structural sizing was carried out using sustainable materials such as EPS plastic, Tetrapak panels, and concrete. The results demonstrate that the implementation of these recycled materials allows for a drastic 78% reduction in direct execution costs compared to conventional structures. For a model station of 1,296 m², the total direct cost was calculated at B/. 172,605.04, strictly considering materials and labor. It is concluded that the proposal is technically and economically feasible, representing an alternative that optimizes public investment, promotes environmental sustainability, and circular economy, and guarantees a safe approach for users.

Keywords: urban mobility, recycled materials, economic evaluation, environmental sustainability, circular economy.

Introducción

Caseta de pago o estaciones, son espacios diseñados para reunir a los usuarios del transporte público colectivo, permitiendo que estos esperen las distintas rutas que inician, transitan o concluyen su recorrido dentro de la ciudad (Olalla, 1997). Además de facilitar el traslado de los





ciudadanos, estas infraestructuras deben ofrecer condiciones mínimas de comodidad, eficiencia y seguridad durante el tiempo de espera. Por ello, su diseño debe considerar factores climáticos, económicos y sociales, brindando protección contra el sol intenso, la lluvia y el viento, así como garantizar la seguridad y reducir el riesgo de vandalismo, con dimensiones apropiadas para cumplir estas funciones (Pulla Maldonado, 2019).

Estas estructuras deben resistir el desgaste diario, adaptarse a diversas condiciones ambientales y cumplir con los estándares de seguridad. Además, deben estar preparadas para enfrentar situaciones inesperadas, como condiciones meteorológicas adversas, usos indebidos, tanto accidentales como intencionales (Gallego & Martínez, 2013). De esta manera, las estaciones se convierten en espacios especiales y apropiados por diversos individuos y grupos que participan activamente en sus actividades del orden urbano y en la producción de la forma, estructural y actividades socioeconómicas y político-culturales (Kuri, 2015).

En la ciudad de Panamá, las zonas pagas comenzaron a implementarse el 26 de abril de 2011 como parte de la modernización del sistema de transporte público, buscando optimizar el flujo de pasajeros y mejorar la seguridad y eficiencia en el abordaje (Jaramillo, 2011). Estas infraestructuras constituyen el primer punto de contacto entre el ciudadano y el servicio, han demostrado ser efectivas para organizar la movilidad urbana y facilitar la integración entre diferentes rutas del transporte colectivo.

Con la próxima inauguración de la Línea 3 del Metro en Panamá Oeste, se espera un aumento significativo en la demanda de transporte público en esta región de aproximadamente 160 mil pasajeros diarios. Esto hace necesaria la creación de nuevas zonas pagas que permitan una mejor organización y recirculación de rutas internas, contribuyendo a un sistema más eficiente, cómodo y accesible para los usuarios.



Figura 1.

Ruta de la línea del metro en Panamá Oeste



Nota: La Línea 3 del Metro pasará por áreas densamente pobladas como Arraiján Cabecera, Vista Alegre, Cerro Silvestre, Burunga, Nuevo Chorrillo, Cáceres y Nuevo Arraiján, donde la gente depende mucho del transporte público, esto genera congestión en horas pico, desorden al abordar, largas esperas y poca seguridad.

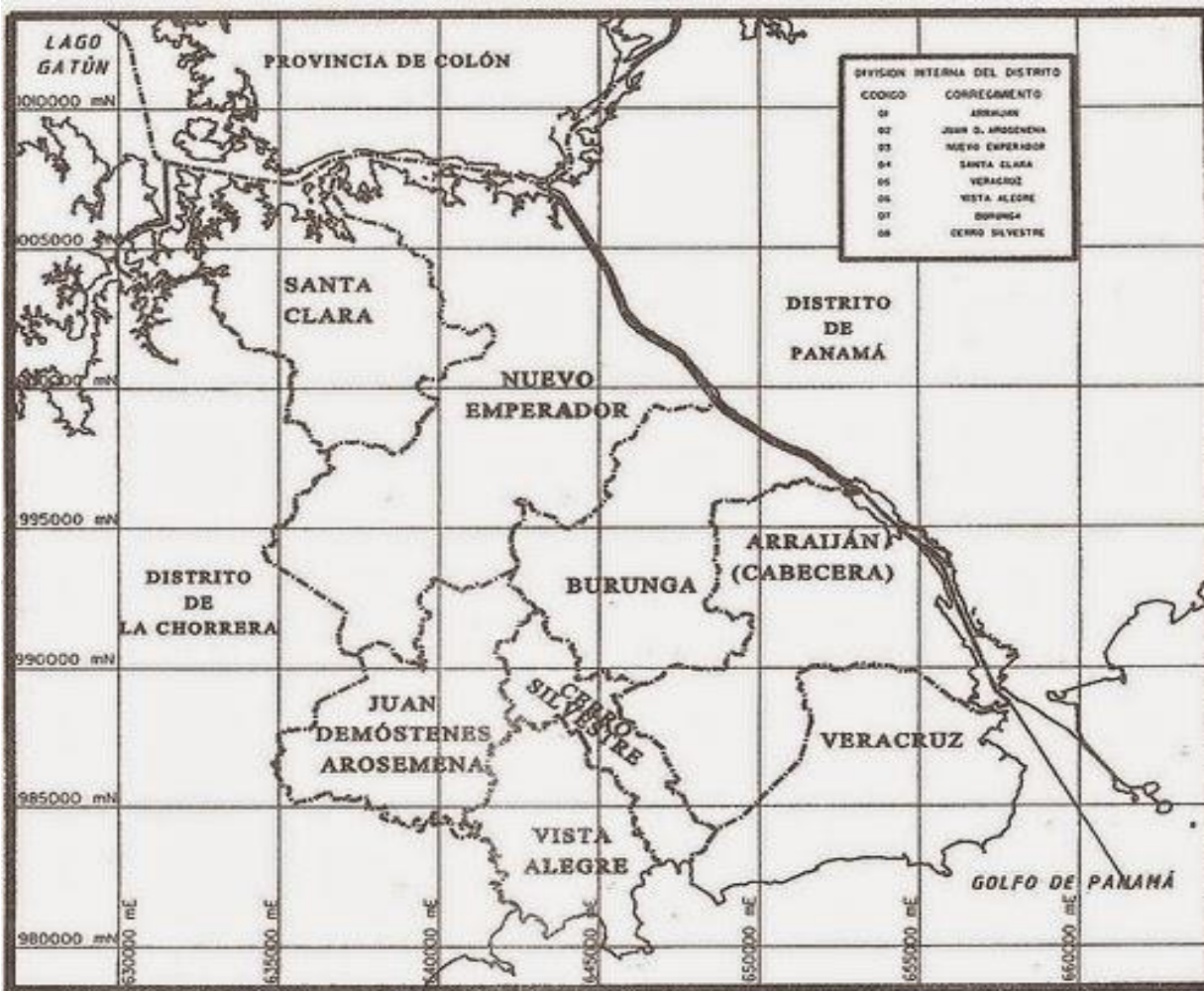
Fuente: El Metro de Panamá.

Por ello, el objetivo principal es presentar una propuesta para la implementación de zonas pagas construidas con materiales reutilizados en sectores claves de Panamá Oeste, con el fin de mejorar la organización del transporte público ante la futura operación de la Línea 3 del Metro, optimizando el flujo de pasajeros y reduciendo costos sin comprometer la funcionalidad ni la durabilidad de las estructuras. Además, se plantea que estas zonas contribuyan a una movilidad más ordenada, accesible y eficiente para los usuarios del transporte público, respondiendo a las necesidades del entorno urbano del Oeste y promoviendo beneficios reales para la población. Además, las paradas actuales no están preparadas para el aumento de usuarios. Por eso, es urgente aplicar una solución eficiente y duradera para mejorar estas deficiencias.

Materiales y Métodos

Figura 2.

Corregimientos del distrito de Arraiján



Nota: Zonas para la implementación de las zonas pagas en Panamá Oeste.

Fuente: Burley, 2024

Población total

Tabla 1.

Población de los corregimientos del distrito de Arraiján

Corregimiento	Cantidad de Hombres	Cantidad de Mujeres	Población Total (habitantes)
Vista Alegre	10,468	10,949	21,417
Juan Demóstenes Arosemena	31,905	34,569	66,474
Burunga	25,500	25,667	51,167
Cerro Silvestre	15,494	16,073	31,567
Arraiján Cabecera	22,052	22,275	44,327

Nota: La tabla demuestra la división poblacional en cada corregimiento del distrito de Arraiján.

Fuente: Instituto Nacional De Estadística Y Censo (INEC), 2023.

Para este estudio, se seleccionó como área de análisis el corregimiento de Vista Alegre en el distrito de Arraiján. Esta elección se basa en su rol como un punto estratégico y de alta afluencia de personas ante la futura operación de la Línea 3 del Metro. Vista Alegre se encuentra rodeado de importantes comunidades residenciales, centros comerciales como Westland Mall, supermercados y colegios, lo que asegura un flujo constante de usuarios que dependen del transporte público.

Figura 3.

Propuesta de la ubicación para la zona paga en el corregimiento de vista alegre



Nota: En la figura 3 se observa la ubicación de la futura zona paga en forma del rectángulo anaranjado y el rojo la estación de la Línea 3 del Metro de Vista Alegre 1. **Fuente:** Google Earth

Tabla 2.

Automóviles en circulación en el corregimiento de Vista Alegre

Corregimiento	Automóviles
Vista Alegre	4,283

Nota: La provincia de Panamá Oeste cuenta con 31,311 automóviles, Excluye los automóviles con placa oficial e incluye camionetas, jeeps, sedanes, cupés y chivas, además de ambulancias, carrozas, grúas, aplanadoras y otros vehículos no especificados. (P) Cifras preliminares. **Fuente:** INEC, 2023

La estimación de capacidad diaria de la zona paga se fundamentó en un análisis de demanda residual. Utilizando los datos del Censo de 2023, se identificó la población total del corregimiento de Vista Alegre (21,417 habitantes). Para determinar el volumen de usuarios potenciales del transporte público, se aplicó un factor de ocupación vehicular de 3 personas por vehículo privado, basado en el registro municipal de 4,283 automóviles en circulación.

Fórmulas para el diseño de la zona paga

Cálculo de Densidad de diseño de la zona paga (D en pasajero/m²)

$$D = \frac{\text{Pasajero}}{\text{Área}_{\text{zona paga}}}$$

Capacidad diaria de la zona paga (pasajero/día)

$$\text{Capacidad diaria} = \frac{\text{Pasajero}}{\text{día}}$$

Cálculo de personas con automóviles (D en pasajero/m²)

$$\text{Personas con acceso a auto} = \text{autos} \cdot 3$$

Tasa base nacional de vehículos (vehículos * persona) (INEC, 2023)

$$\text{Tasa base nacional} = 0.20 * \text{personas/habitantes}$$

Cálculo de personas sin automóviles (D en pasajero/m²)

$$\text{Personas sin acceso a auto} = \text{Poblacion} - (\text{autos} \cdot 3)$$

Equipo y herramientas de recolección de información

- Google Earth
- Hoja de cálculo
- Cype-Ingenieros
- Datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
- Convenio Colectivo de Trabajo CAPAC-SUNTRACS 2022-2025
- Registro de conteo de pasajeros
- Datos oficiales de MiBus
- Información de EUPAN

Tabla 3.

Materiales reciclados para las zonas pagas

Elementos	Material	Características
Techo	Poliestireno Expandido (EPS)	- Coeficiente de dilatación térmica lineal: $50-70 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ - Reduce pérdidas de calor - Alta capacidad de aislamiento térmico - Ligero y fácil de instalar
Muros	Paneles de Tetra Pak reciclado	- Elaborados a partir de cartón, plástico y aluminio compactados - Superficie lisa y lavable - Resistencia a la humedad y a la intemperie - Bajo costo - Fácil limpieza
Piso	Hormigón	- Soporta alto flujo de pasajeros - Resistente al desgaste - Fácil de limpiar - Bajo mantenimiento

Nota: La zona paga está diseñada para aprovechar al máximo los materiales reutilizados, representando aproximadamente un 60% del total de la estructura. Esto permite construir un espacio resistente y funcional mientras se reducen los costos y se optimiza la durabilidad; **Fuente:** Ecotec y Cype-Ingenieros.

Resultados y Discusión

Tabla 4.

Población con/sin automóviles en el corregimiento de Vista Alegre

Corregimiento	Con Automóviles	Sin Automóviles
Vista Alegre	12,849	8,568

Nota: Para estimar la población que se moviliza en auto particular, se utilizó un factor de ocupación vehicular promedio de 3 personas por cada uno de los 4,283 automóviles registrados; **Fuente:** INEC, 2023

Tabla 5.

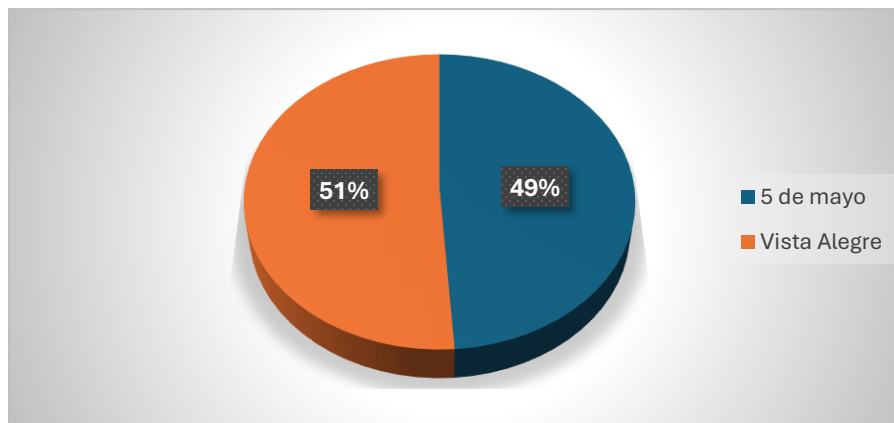
Capacidad diaria

Parámetro	5 de mayo (corredor)	Vista Alegre
Capacidad diaria (pasajeros/día)	8192	8568

Nota: La propuesta para Vista Alegre responde a una demanda de usuarios tan alta como la de un punto central establecido como la zona paga de la 5 de mayo; **Fuente:** MiBus, 2025

Figura 4.

Comparación de la capacidad diaria entre la zona paga de la 5 de mayo y Vista Alegre



Nota: La comparación visual destaca que la capacidad proyectada para la zona paga de Vista Alegre es equiparable a la de un punto de alto tráfico ya establecido como 5 de mayo, lo que valida la necesidad y el dimensionamiento de la nueva infraestructura. **Fuente:** MiBus (2025), INEC (2023)

Tabla 6.*Características de la zona paga*

Zona paga Vista Alegre	
Longitud	108 m
Ancho	12 m
Área	1,296 m ²
Capacidad diaria	8568 pasajeros/día
Densidad de diseño	6.59 pasajeros/m ²

Nota: El modelo sostenible está diseñado para soportar una densidad de 6.59 pasajeros/m², garantizando capacidad suficiente frente a la demanda potencial de los corregimientos del área y facilitando un flujo eficiente de usuarios durante las horas pico.

Tabla 7.*Costo por m² de estructura original (materiales convencionales)*

Parámetro	Longitud (m)	Módulos	Costo unitario	Costo total (USD)	Costo por m² (USD/m²)
Zona paga (convencional)	108	24	B/. 32,000	B/. 768,000	B/. 592.59

Nota: Según información proporcionada por MiBus (EUPAN, 2023), cada módulo de 4.65 m tiene un costo de B/. 32,000, incluyendo la estructura, mano de obra y acabados básicos.

Fuente: EUPAN (2023), MiBus (2025)

Tabla 8.

Presupuesto estimado de la zona paga (108 x 12 m)

Actividad	Material	Unidad	Cantidad total	Costo Material Total (B/.)	Costo Mano de Obra Total (B/.)
Piso	Hormigón f'c=20 MPa	m ³	138.672	22,880.88	17,334.00
Muro	Pared de Tetra Pak reciclado	m ²	1386.72	13,867.20	66,562.56
Techo	Panel de EPS reciclado	m ²	1386.72	22,062.72	29,897.68

Nota: El resultado más significativo de la evaluación económica es la drástica reducción de costos al utilizar materiales reciclados. La propuesta para una zona paga de 108 x 12 m tiene un costo directo total de **B/. 172,605.04** incluyendo materiales, mano de obra. **Fuente:** Barraca Paraná (2025), Cochez (2025), CYPE Ingenieros, S.A., Capac-Suntracts 2022-2025

Totales

- Costo total de materiales: **B/.58,810,80**
- Costo total de mano de obra: **B/.113,794.24**
- Costo directo total (Material + Mano de obra): **B/.172,605.04**

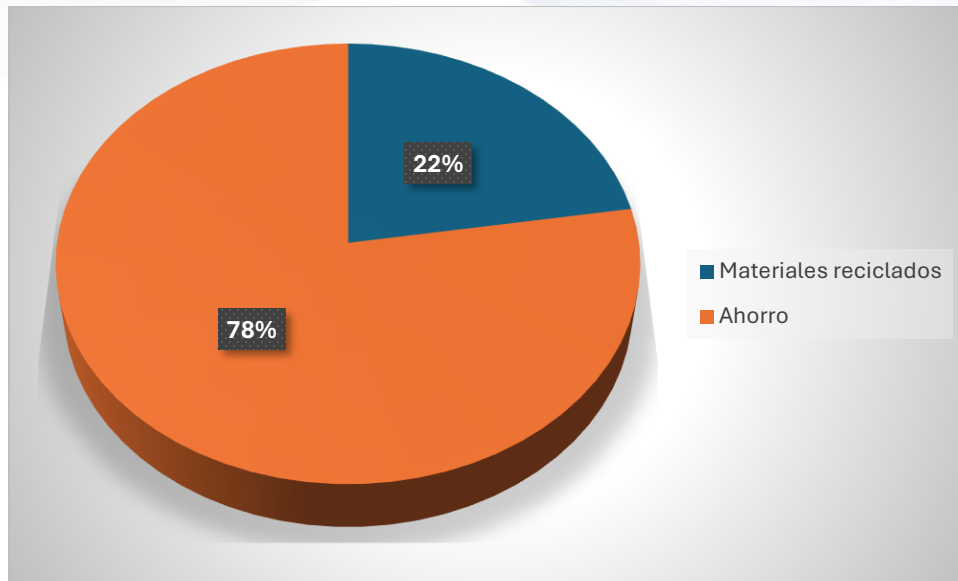
Tabla 9.

Comparación económica entre materiales convencionales vs reciclados

Parámetro	Materiales convencionales	Materiales reciclados
Costo directo total	B/. 768,000.00	B/. 172,605.04

Figura 5.

Proporción de Costo y Ahorro del Proyecto con Materiales Reciclados



Nota: Este ahorro se logra gracias a que los materiales reutilizados, como los paneles de EPS para el techo y las láminas de Tetra Pak para los muros, constituyen aproximadamente el 60% de la estructura. **Fuente:** Barraca Paraná (2025), Cochez (2025), CYPE Ingenieros, S.A., Capac-Suntracts 2022-2025

En la tabla 9, el análisis de costos revela una drástica reducción del 78% en comparación con los métodos de construcción convencionales, con un costo directo total de B/. **172,605.04** para el modelo propuesto frente a los B/. 768,000.00 de una estructura tradicional. Este ahorro se logra principalmente mediante el uso de materiales reutilizados, como los paneles de EPS para el techo y las láminas de Tetra Pak para los muros, que constituyen aproximadamente el 60% de la estructura.

Esta diferencia de costos no es meramente un ahorro presupuestario, sino un factor estratégico que redefine la viabilidad de la modernización del transporte en la región. Con el presupuesto que normalmente se asignaría a una terminal convencional, se podría financiar de cuatro a cinco zonas pagas en puntos estratégicos como Vista Alegre, Cáceres, Nuevo Chorrillo, Burunga y Arraiján. Al basarse en el modelo funcional y de alta afluencia de la Zona Paga de 5 de mayo, se reduce la incertidumbre operativa y se presenta un diseño fácilmente replicable y atractivo para una implementación a gran escala.



La implementación de este modelo permitiría acelerar la integración con la Línea 3 del Metro, respondiendo de manera eficiente a la alta densidad poblacional y la fuerte dependencia del transporte público en los corregimientos de Panamá Oeste. La capacidad de diseño de la zona paga, proyectada para soportar una densidad de 6.59 pasajeros/m², garantiza que la infraestructura podrá manejar el flujo de usuarios proyectado, mejorando la organización, seguridad y comodidad del sistema.

Conclusiones

La implementación de zonas pagas mediante el uso de materiales reciclados en Panamá Oeste se consolida como una alternativa estratégica para la modernización del transporte público ante la operación de la Línea 3 del Metro.

Los resultados de este estudio confirman que la optimización de la inversión pública, derivada de un ahorro superior al 75% en los costos de ejecución, permitiría ampliar la cobertura de estas infraestructuras en diversas comunidades de la región. Asimismo, la propuesta responde con eficacia a la alta densidad poblacional del sector, garantizando una organización del flujo de pasajeros que reduce los tiempos de espera al integrarse con el sistema ferroviario.

Finalmente, la integración de principios de economía circular a través de materiales sostenibles permite una gestión de recursos de bajo impacto ambiental, demostrando que es posible alcanzar una funcionalidad operativa óptima en el espacio público sin comprometer los objetivos de sostenibilidad y eficiencia económica necesarios para el desarrollo del país.

Referencias Bibliográficas

Burley, M. (2024, May 16). Arraijan Panama Map. <https://guideofgreece.com/>

Cámara Panameña de la Construcción & Sindicato Único Nacional de Trabajadores de la Construcción y Similares. (2022). Convenio colectivo CAPAC–SUNTRACS 2022–2025.

Catalina, S. C. J. (2017). Parada de bus como espacio público de comunicación. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7424>





- Chang Barba, F. (2012). Paradas de autobuses en ciudad de Panamá: sus características y repercusión térmica (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- El Metro de Panamá (2025, January 21). Línea 3 - El Metro de Panamá. El Metro De Panamá. <https://www.elmetrodepanama.com/linea-3/>
- Barraca Paraná. (2025). EPS Poliestireno expandido reciclado (2025) <https://www.barracaparana.com/categoria-producto/construccion-en-seco/molduras-construccion-en-seco/eps-poliestireno-expandido-reciclado/>
- Gallego, C. , y Martínez, C. (2013). La seguridad en el espacio público. Madrid: Revista de psicoanálisis y psicología social.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2023). https://www.inec.gob.pa/publicaciones/Default3.aspx?ID_PUBLICACION=1199&ID_CATEGORIA=19&ID_SUBCATEGORIA=71
- Jaramillo, O. (2011, April 27). A prueba, 'zona paga.' La Prensa Panamá. https://www.prensa.com/politica/prueba-zona-paga_o_3100190206.html
- Kuri, P. R. (2015). Espacio público, ¿espacio de todos? Reflexiones desde la ciudad de México. Revista Mexicana de Sociología, 7-36.
- La Prensa, R. (2012, May 4). Eupan sustenta valor de las paradas del Metro Bus. La Prensa Panamá. https://www.prensa.com/impres/panorama/Eupan-sustenta-paradas-Metro-Bus_o_3379912075.html
- Molina, J. (2014). Análisis de la influencia de promoción de las actividades culturales del Casco Colonial de la ciudad de Quito. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial Quito.
- Olalla, V. (1997). Estaciones de autobuses. Informes de la construcción, 3-49. doi:<https://doi.org/10.3989/ic.1977.v29.i289.2675>
- Olazabal, A. N. (2014). Un nuevo concepto de parada de autobús urbano como una combinación de nuevos servicios y requerimientos de los usuarios. Tesis de grado, Universidad de Navarra, España.
- Pulla Maldonado, L. A. (2019). Diseño de mobiliario y equipamiento de paradas de buses. Universidad del Azuay. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9038>

