

v.2, n.6, 2025 - Junho

REVISTA O UNIVERSO OBSERVÁVEL

LOGÍSTICA URBANA SOSTENIBLE: SOLUCIONES PARA LA ÚLTIMA MILLA EN CIUDADES INTELIGENTES

Melvis Anel Sánchez Cruz¹
José Camarena²

Revista o Universo Observável

DOI: 10.69720/29660599.2025.000128

ISSN: [2966-0599](https://doi.org/10.69720/29660599)

¹Universidad: Nacional De Panamá

E-mail: melvis199200@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3498-4330>

²Universidad: Nacional De Panamá

E-mail: investigacionjc507@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3498-4330>





v.2, n.6, 2025 - Junho

LOGÍSTICA URBANA SOSTENIBLE: SOLUCIONES PARA LA ÚLTIMA MILLA EN CIUDADES INTELIGENTES

Melvis Anel Sánchez Cruz e José Camarena

Logística Urbana Sostenible



PERIÓDICO CIENTÍFICO INDEXADO INTERNACIONALMENTE

ISSN
International Standard Serial Number
2966-0599

www.ouniversoobservavel.com.br

Editora e Revista
O Universo Observável
CNPJ: 57.199.688/0001-06
Naviraí – Mato Grosso do Sul
Rua: Botocudos, 365 – Centro
CEP: 79950-000

RESUMEN

La logística urbana sostenible se ha convertido en un factor clave para el desarrollo de ciudades inteligentes, especialmente en el último tramo de entrega al cliente (última milla). Este artículo analiza estrategias y soluciones para optimizar la distribución de mercancías en entornos urbanos, con un enfoque práctico en Panamá y comparaciones con experiencias internacionales. Se revisa la literatura especializada y casos de estudio recientes, abordando desafíos como la congestión vehicular, emisiones contaminantes y las exigencias del comercio electrónico. A partir de un marco teórico sobre ciudades inteligentes y logística urbana, se describen metodologías de investigación utilizadas y se presentan resultados en forma de estrategias aplicables: microhubs de distribución, vehículos y modos de entrega sostenibles, tecnologías digitales (IoT, IA) y políticas públicas innovadoras. La discusión contextualiza estas soluciones al escenario panameño, considerando la infraestructura, urbanización y capacidades tecnológicas locales. Finalmente, se concluye destacando la importancia de la colaboración público-privada y la planificación estratégica para implementar una logística urbana de última milla sostenible en Panamá, alineada con los principios de las ciudades inteligentes y la movilidad sostenible.

Palabras Claves: logística, operaciones, logística urbana, atención al cliente.

ABSTRACT

Sustainable urban logistics has become a key factor for the development of smart cities, especially in the last mile (last-mile) delivery process. This article analyzes strategies and solutions for optimizing freight distribution in urban environments, with a practical focus on Panama and comparisons with international experiences. The article reviews specialized literature and recent case studies, addressing challenges such as traffic congestion, polluting emissions, and the demands of e-commerce. Based on a theoretical framework for smart cities and urban logistics, the article describes research methodologies used and presents results in the form of applicable strategies: distribution microhubs, sustainable vehicles and delivery modes, digital technologies (IoT, AI), and innovative public policies. The discussion contextualizes these solutions to the Panamanian scenario, considering local infrastructure, urbanization, and technological capabilities. Finally, the article concludes by highlighting the importance of public-private collaboration and strategic planning for implementing sustainable urban last-mile logistics in Panama, aligned with the principles of smart cities and sustainable mobility.

Keywords: logistics, operations, urban logistics, customer service.

INTRODUCCIÓN

La logística de última milla –el tramo final de entrega de un producto al consumidor– se ha vuelto uno de los mayores retos en la gestión de cadenas de suministro urbanas modernas. El crecimiento acelerado del comercio electrónico y la demanda de entregas cada vez más rápidas y flexibles han multiplicado el volumen de envíos a domicilios y puntos de recogida en las ciudades. Como resultado, aumenta la congestión del tráfico urbano y la presión sobre la infraestructura vial, a la vez que se generan impactos negativos en el medio ambiente y la calidad de vida urbana. Diversos estudios señalan que la distribución de última milla puede representar el 40% o más de los costos logísticos totales del envío y es responsable de aproximadamente 30% del tráfico urbano y 25% de las emisiones de

carbono asociadas al transporte en las ciudades. Es decir, aunque es el tramo más corto de la cadena de suministro, la última milla concentra una proporción significativa de los costos, la congestión y la contaminación de todo el proceso logístico.

En las ciudades inteligentes, concepto que alude a urbes que aprovechan tecnología y datos para mejorar la eficiencia de sus servicios, la problemática de la logística urbana adquiere una nueva dimensión. Una ciudad inteligente busca integrar sistemas de movilidad, infraestructura y tecnología de la información para optimizar flujos de tráfico y reducir la huella ecológica. En este contexto, lograr una última milla sostenible implica incorporar soluciones innovadoras: vehículos de bajas emisiones, sensores y plataformas

digitales para gestionar entregas, y modelos colaborativos que articulen a empresas y autoridades locales. La meta es entregar mercancías de forma eficiente con el menor impacto ambiental posible, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad urbana sin sacrificar la competitividad económica ni el nivel de servicio al cliente final.

El caso de Panamá resulta especialmente interesante. Por un lado, Panamá es reconocido como un hub logístico global por su posición geográfica estratégica, su Canal interoceánico y puertos de trasbordo, aportando cerca del 31% del PIB nacional cuando se suman los impactos directos e indirectos del conglomerado logístico. Sin embargo, gran parte de ese protagonismo logístico ha estado enfocado en el comercio internacional y el tránsito de mercancías a gran escala, más que en la distribución urbana interna. Ciudad de Panamá, la metrópoli principal del país enfrenta crecientes desafíos de tráfico e infraestructura similares a los de otras capitales latinoamericanas: congestiones frecuentes, escasez de espacios de carga/descarga en zonas comerciales, y una rápida urbanización que dificulta la movilidad de bienes. El movimiento de carga hacia y dentro de la ciudad contribuye significativamente a la congestión, y mitigar estos problemas requiere acciones coordinadas entre el sector público y privado. En años recientes, las autoridades panameñas han comenzado a prestar mayor atención a la logística urbana como parte de su agenda de desarrollo sostenible. Por ejemplo, el Gabinete Logístico del Gobierno Nacional –en coordinación con centros de investigación como Georgia Tech Panamá– ha conformado grupos de trabajo para analizar la distribución de mercancías en Ciudad de Panamá y proponer mejoras que reduzcan el tráfico vehicular sin perjudicar la eficiencia logística. Esto demuestra una voluntad país de modernizar la última milla y adoptar prácticas de ciudad inteligente también en el ámbito de la logística local.

Dado este panorama, el presente artículo tiene por objetivo explorar soluciones sostenibles para la logística de última milla en entornos urbanos, combinando perspectivas globales y su posible aplicación en Panamá. Se

desarrollará un análisis estructurado en secciones: primero, un Marco teórico que resume los conceptos y hallazgos de estudios previos sobre logística urbana sostenible y ciudades inteligentes; luego, se describe la Metodología empleada en esta investigación; a continuación, se presentan los Resultados en forma de estrategias y ejemplos prácticos de soluciones de última milla (tanto internacionales como locales); posteriormente, en la Discusión se contextualizan estos hallazgos en el caso panameño, examinando desafíos y oportunidades específicos; finalmente, se ofrecen las Conclusiones principales y recomendaciones. Con esto, se espera aportar un documento comprensivo que sirva de referencia académica y práctica para quienes diseñan y gestionan la logística urbana en Panamá y en entornos urbanos similares de la región.

MARCO TEÓRICO

La logística urbana sostenible (a veces referida como distribución urbana de mercancías o city logistics) es un campo de estudio multidisciplinario que aborda cómo movilizar bienes dentro de las ciudades de manera eficiente, segura y respetuosa con el medio ambiente. En el contexto teórico, convergen conceptos de transporte, planificación urbana y tecnología. A continuación, se sintetizan los principales elementos teóricos relevantes:

Desafíos característicos de la logística urbana: Numerosos autores coinciden en identificar ciertos problemas recurrentes en la última milla urbana. Entre ellos destacan la congestión vial, causada por la alta concentración de vehículos de reparto en las calles céntricas; la contaminación atmosférica y acústica, atribuida a camiones y furgonetas de combustión interna operando en entornos densamente poblados; y la ineficiencia operativa derivada de entregas fallidas, paradas prolongadas en doble fila por falta de espacios de carga, y recorridos subóptimos. Estos problemas generan costos sociales importantes: por ejemplo, el tráfico asociado a repartos de última milla no solo entorpece la movilidad general, sino que agrava la emisión de gases de efecto invernadero y perjudica la salud pública

(p. ej., niveles altos de CO₂ y material particulado en áreas urbanas). En ciudades latinoamericanas, estudios señalan que factores como la falta de zonas de estacionamiento para entregas y las prácticas informales (como el fiado o pago contra entrega) pueden agravar la ineficiencia logística. Comprender estos desafíos es el primer paso para proponer soluciones adecuadas.

Ciudades inteligentes y logística: El paradigma de smart cities aporta herramientas y enfoques novedosos para enfrentar los retos anteriores. Una ciudad inteligente aplica tecnologías de información y comunicación (TIC), sensores, análisis de datos (Big Data) e inteligencia artificial para optimizar la gestión urbana. En logística, esto se traduce en sistemas de transporte inteligentes capaces de coordinar el flujo de vehículos de carga, plataformas digitales que conectan oferta y demanda de servicios logísticos, y políticas basadas en evidencia (datos en tiempo real sobre tráfico, contaminación, etc.). Teóricamente, un entorno urbano inteligente permitiría, por ejemplo, monitorear en vivo la ocupación de bahías de carga y ajustar dinámicamente las rutas de reparto para evitar áreas congestionadas. También facilitaría la implementación de iniciativas como zonas de bajas emisiones – limitando el ingreso de vehículos altamente contaminantes al centro– y la gestión horaria de entregas –promoviendo repartos nocturnos o en horas valle mediante incentivos o regulaciones. La gobernanza inteligente de la logística requiere la coordinación de múltiples actores: gobiernos locales que establecen regulaciones; empresas de paquetería y transporte que adoptan tecnologías limpias; desarrolladores tecnológicos que proveen soluciones de software y hardware; y la ciudadanía, cuya aceptación y participación (por ejemplo, utilizando puntos de recogida automatizados) es fundamental. En síntesis, el marco teórico sugiere que la logística urbana sostenible en ciudades inteligentes debe abordarse de manera holística, integrando infraestructura, tecnología y políticas públicas en un mismo modelo de intervención.

Estrategias conocidas para la última milla sostenible: La literatura especializada y experiencias documentadas presentan una

variedad de estrategias para mejorar la eficiencia y sustentabilidad de la última milla. A nivel teórico, es útil agrupar estas estrategias en categorías:

- **Consolidación de cargas:** Implica agrupar envíos destinados a una misma zona urbana en instalaciones logísticas periféricas o centros de distribución urbanos, antes de hacer la entrega final. Esta práctica, asociada a conceptos como Urban Consolidation Centers o microhubs, busca aprovechar economías de escala en el reparto urbano reduciendo viajes redundantes. Teóricamente, mayor consolidación reduce el número de vehículos necesarios y aumenta el nivel de llenado de cada camión o furgoneta, aliviando el tráfico y disminuyendo emisiones por paquete entregado. Estudios académicos (p. ej., Conway et al., 2017) han modelado que consolidar mercancías en centros urbanos estratégicos y luego distribuirlas con vehículos limpios puede recortar entre 30% y 40% las emisiones de gases de efecto invernadero por paquete en comparación con entregas tradicionales directas desde las afueras.
- **Uso de vehículos y tecnologías limpias:** Incluye la transición de flotas de entrega hacia vehículos eléctricos (furgonetas eléctricas, motocicletas eléctricas) y el empleo de modos alternativos como bicicletas de carga asistidas o triciclos eléctricos para reparto urbano. Estas alternativas reducen o eliminan las emisiones locales de contaminantes y tienden a ser más silenciosas, mitigando la contaminación sonora. En Europa, por ejemplo, se han observado reducciones drásticas de emisiones al incorporar ciclogística: un caso documentado en Londres mostró disminuciones de hasta 88% en CO₂ al reemplazar camiones por e-cargo bikes operando desde un microhub. Adicionalmente, proyectos piloto en

varias ciudades han demostrado que una bicicleta de carga eléctrica puede sustituir a una camioneta en entornos de alta densidad, mejorando la rapidez en áreas congestionadas. Desde la teoría de costos, aunque la capacidad de carga de bicicletas o vehículos pequeños es menor, se compensaría con rutas optimizadas y mayor número de viajes cortos, manteniendo la productividad. La adopción de vehículos eléctricos en logística urbana también depende de habilitadores como la disponibilidad de infraestructura de carga y estímulos económicos (subsidios, exenciones) para las empresas –medidas recomendadas en la literatura para acelerar la transición energética en el transporte.

- Puntos de entrega alternativos y logística compartida: Otra línea teórica promueve reconfigurar la red de entrega acercando la mercancía al consumidor final sin necesidad de llevarla directamente a domicilio en el primer intento. Aquí entran los puntos de recogida y los lockers inteligentes (casilleros automatizados). Estas soluciones permiten al destinatario recoger su paquete en un lugar seguro (tienda de barrio, buzón inteligente en la esquina, estación de metro, etc.) y en el horario de su conveniencia, reduciendo la tasa de entregas fallidas y los viajes repetidos por parte de transportistas. Teóricamente, una red amplia de puntos de recogida reduce las distancias recorridas y concentra entregas, mejorando la eficiencia. Un ejemplo de estrategia de este tipo a nivel nacional se observa en Singapur, que desplegó una red nacional de más de 1,000 lockers 24/7, accesibles a cinco minutos a pie de la mayoría de los hogares, con el objetivo de minimizar entregas fallidas y recortar hasta un 44% la distancia total recorrida por los repartidores diariamente. A la vez, las plataformas colaborativas o modelos de economía

compartida aplicados a la logística (conocidos como crowdshipping) son considerados en la literatura teórica: se trataría de involucrar a transportistas independientes o ciudadanos comunes para completar entregas de forma más flexible y distribuida, aunque esto conlleva desafíos de trazabilidad y calidad de servicio.

- Políticas públicas y regulación urbana: Finalmente, el marco teórico resalta el papel de las políticas de gestión de la demanda y la planificación urbana. Los gobiernos locales pueden influir fuertemente en la logística de última milla mediante regulaciones como restricciones de acceso (por tamaño de vehículo, por tipo de combustible o por horarios), y mediante incentivos como carriles exclusivos para vehículos “verdes” de reparto o subvenciones para la conversión a tecnologías limpias. Iniciativas como las zonas de bajas emisiones (implementadas en ciudades europeas, donde solo vehículos eléctricos o de muy bajas emisiones pueden circular en el centro), las ventanas horarias de entrega (establecer franjas permitidas para repartos en zonas críticas, evitando horas pico) o los programas de entregas nocturnas con ruido controlado, son todas medidas discutidas en la literatura como parte de una caja de herramientas de ciudad inteligente para la logística. Asimismo, la colaboración público-privada emerge como un tema transversal: la teoría sugiere que ninguna intervención tendrá éxito sin la cooperación de los diversos stakeholders. Iniciativas como el programa europeo CIVITAS o proyectos piloto tipo C-LIEGE han evidenciado que reunir en una misma mesa a autoridades municipales, empresas de logística, comerciantes locales y comunidades permite diseñar soluciones más integrales y con mayor probabilidad de adopción. De hecho, muchos planes maestros de logística

urbana proponen la creación de observatorios de logística urbana o instancias consultivas permanentes que orienten la formulación de políticas basadas en datos.

En resumen, el marco teórico proporciona fundamentos y evidencia de que la problemática de la última milla en ciudades puede ser afrontada con un mix de soluciones tecnológicas, operativas y de política pública. Las ciudades inteligentes ofrecen un contexto propicio para implementar estas soluciones de manera coordinada, aprovechando sistemas digitales avanzados para monitoreo y control. La siguiente etapa de este artículo aplicará y evaluará estas ideas teóricas en contextos reales, detallando casos y estrategias específicas relevantes para Panamá.

METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo mediante una investigación de carácter cualitativo y descriptivo, con énfasis en la aplicación práctica de estrategias de logística urbana sostenible. Se emplearon las siguientes técnicas y fuentes de información:

- Revisión bibliográfica y documental: Se recopiló y analizó literatura científica y técnica sobre logística de última milla, ciudades inteligentes y sostenibilidad urbana. Esto incluyó artículos de revistas especializadas, informes de organismos internacionales (bancos de desarrollo, programas de movilidad urbana) y estudios de caso publicados en congresos o repositorios académicos. La revisión se centró tanto en fuentes globales (para obtener un panorama amplio de estrategias probadas internacionalmente) como en material contextualizado a Panamá o América Latina (para entender las particularidades locales y regionales). Los criterios de selección de fuentes privilegiaron publicaciones recientes (de los últimos 5 a 7 años) y relevancia directa con las temáticas de última milla, smart cities o logística verde.
- Análisis comparativo de casos prácticos: A partir de la literatura recopilada, se identificaron ejemplos emblemáticos de soluciones de última milla en diversas ciudades. Se seleccionaron casos internacionales de “ciudades inteligentes” reconocidas (por ejemplo, pilotos de entrega con robots en Barcelona, red de lockers en Singapur, centros de consolidación en ciudades europeas, uso masivo de bicicletas de carga en Países Bajos, etc.), así como experiencias locales o regionales (iniciativas en Panamá y ciudades latinoamericanas comparables). Para cada caso, se extrajeron datos sobre el tipo de solución implementada, los actores involucrados, y resultados o métricas de desempeño reportadas (p. ej., reducción de emisiones, ahorros de tiempo o costos, mejoras en la congestión). Estos casos se usaron como evidencia ilustrativa en la sección de Resultados, permitiendo contrastar enfoques y proponer aquellos más viables para Panamá.
- Consulta de fuentes primarias indirectas: Dada la naturaleza bibliográfica de la investigación, no se realizaron encuestas ni entrevistas de campo directamente. Sin embargo, se incorporaron hallazgos de foros y conversatorios relevantes. En particular, se revisaron las conclusiones de un conversatorio local sobre “Evolución y Futuro de la Distribución de Última Milla” organizado por la Cámara de Comercio de Panamá con participación de expertos nacionales e internacionales. Las ideas surgidas de este evento (retos identificados por la industria panameña, recomendaciones discutidas) complementaron el análisis para alinear las soluciones propuestas con la realidad panameña.
- Enfoque de validación cruzada: Se procuró contrastar la información obtenida de diferentes fuentes para validar su consistencia. Por ejemplo,

cifras cuantitativas (como porcentajes de reducción de emisiones o costos) se compararon entre distintas publicaciones para asegurar su plausibilidad en contextos similares. Asimismo, se consideró el contexto temporal de los datos (algunas innovaciones muy recientes podrían tener información limitada o provenir principalmente de comunicados de prensa, en cuyo caso se manejan con cautela). La triangulación de información de fuentes académicas, reportes técnicos y noticias sectoriales permitió formar un criterio robusto sobre cada estrategia analizada.

La metodología descrita, basada en la revisión y análisis de información secundaria, es acorde con el carácter exploratorio de esta investigación universitaria. Dado que el objetivo es proponer y discutir soluciones más que medir empíricamente un fenómeno local, la estrategia de recopilación de evidencia de múltiples contextos y la discusión crítica de su aplicabilidad resulta adecuada. En la siguiente sección, se plasman los resultados de esta metodología: un compendio estructurado de soluciones para la última milla sostenible identificadas, acompañado de ejemplos concretos y referencias que sustentan su efectividad.

RESULTADOS

A partir del análisis realizado, se identificaron diversas estrategias y soluciones para mejorar la logística de última milla en ciudades inteligentes, las cuales se presentan a continuación. Cada solución se describe brevemente con sus beneficios clave y, cuando es posible, se ilustra con ejemplos reales aplicados en Panamá o en otras ciudades comparables. Estas estrategias no son excluyentes entre sí; de hecho, suelen ser más efectivas cuando se combinan dentro de un plan integral de logística urbana sostenible.

- Centros de consolidación urbana (microhubs): Consiste en establecer pequeños centros logísticos dentro o en la periferia de la ciudad donde se concentran los paquetes destinados a

un área geográfica determinada, para luego redistribuirlos localmente. Esta consolidación reduce los viajes de larga distancia dentro del casco urbano y permite usar vehículos más pequeños en la etapa final. Ejemplo: En varias ciudades europeas se han implementado microhubs con resultados positivos; un caso notable es París, donde un centro de distribución urbana combinado con bicis eléctricas logró reducir a la mitad las emisiones de CO₂ de las entregas en su zona de influencia. De igual forma, en Seattle (EE. UU.) un piloto de neighborhood delivery hub con triciclos de carga redujo en ~30% las emisiones de carbono por paquete entregado en comparación con el modelo convencional. Estos resultados respaldan la eficacia de los microhubs para mitigar congestión y contaminación. En Panamá, podría explorarse la ubicación de microcentros logísticos cerca de los corredores viales de entrada a Ciudad de Panamá, de modo que camiones de gran tamaño descarguen allí y vehículos más livianos repartan en los distintos barrios, descongestionando así las vías principales.

- Lockers inteligentes y puntos de recogida: Esta solución instala taquillas electrónicas seguras o acuerda con establecimientos locales (farmacias, tiendas de conveniencia) para actuar como puntos de retiro de mercancías. Las empresas de reparto dejan los paquetes en estos puntos, y luego los clientes los recogen cuando les convenga usando un código o identificación. Así se evita la entrega domiciliaria fallida y se optimizan los recorridos (un repartidor entrega múltiples paquetes en un solo locker o tienda en lugar de ir puerta por puerta). Ejemplo: Singapur desplegó en 2021 una red nacional de más de 1.000 lockers 24/7 operada por la agencia Pick Network, colocados en barrios residenciales, estaciones de transporte

y centros comunitarios. Esta iniciativa, una de las primeras a nivel nacional, anticipa reducir un 44% la distancia diaria recorrida por los vehículos de entrega y evitar emisiones de CO₂ equivalentes a 50 toneladas al año, al disminuir los viajes repetidos por entregas fallidas. En Panamá, donde el comercio electrónico va en aumento, podrían implementarse proyectos piloto de lockers en centros comerciales o estaciones de Metro, ofreciendo una alternativa conveniente tanto para clientes (evitando esperar al repartidor) como para empresas (rutas más eficientes). La aceptación del público hacia esta modalidad es crucial; la experiencia de Singapur mostró una alta predisposición de los ciudadanos a usar los casilleros (más del 95% de encuestados estaban dispuestos a utilizarlos), lo que sugiere que con la sensibilización adecuada podría lograrse algo similar en contextos urbanos latinoamericanos.

- Vehículos de reparto eléctricos y de bajas emisiones: La electrificación de las flotas de distribución se perfila como una solución necesaria para alcanzar ciudades más limpias. Sustituir camionetas y motocicletas de gasolina por equivalentes eléctricos reduce las emisiones de GEI y elimina emisiones locales de contaminantes (NO_x, PM_{2.5}), además de disminuir la contaminación acústica. Ejemplo: Empresas de logística en Europa han asumido compromisos importantes en este ámbito; DHL, por ejemplo, anunció planes para desplegar 80.000 vehículos eléctricos de reparto a nivel global antes de 2030, con lo que proyecta electrificar el 60% de sus entregas de última milla. En el plano operativo, casos en Holanda indican que 9 bicicletas eléctricas de carga pueden reemplazar un camión de reparto de 3.5 toneladas, logrando incluso mayor eficiencia económica. Además de bicicletas, también se usan

furgonetas eléctricas con autonomías crecientes (250+ km) adecuadas para recorridos urbanos. En Panamá, algunas empresas locales de paquetería y minoristas podrían iniciar la conversión a vehículos eléctricos aprovechando el tamaño relativamente acotado del mercado urbano (distancias dentro de Ciudad de Panamá que usualmente no superan 30 km por viaje). Un beneficio adicional es la mejora de la imagen corporativa y aceptación social al usar vehículos “cero emisiones” identificados con la marca. No obstante, su adopción requiere apoyo institucional: incentivos fiscales, facilidades para instalar cargadores eléctricos en centros logísticos y quizás exenciones en restricciones vehiculares (por ejemplo, permitir que vehículos eléctricos de reparto accedan al centro histórico, aunque se restrinja a otros). Algunas empresas mayoristas en Europa señalan que están electrificando sus flotas para adaptarse a regulaciones y reducir su huella de carbono; esto sugiere que, conforme Panamá modernice su marco regulatorio ambiental, la electrificación logística también se acelerará por cumplimiento normativo.

- Ciclologística y distribución con bicicletas de carga: Separado de la electrificación general, merece mención especial la implementación de bicicletas de carga (convencionales o asistidas eléctricamente) y triciclos para reparto en ciudades. Estos vehículos, por su tamaño compacto, pueden moverse con facilidad por calles congestionadas o estrechas, aprovechar ciclovías y en general agilizar entregas en el micro-centro urbano. Además, tienen cero emisiones directas y costos operativos mucho menores que un camión (no consumen combustible fósil y el mantenimiento es sencillo). Ejemplos: Los Países Bajos son pioneros en este

campo: la empresa Cycloon opera una flota de 650 bicis de carga que realizan más de 10.000 entregas diarias en 33 ciudades neerlandesas, sin generar emisiones. Muchas de esas ciudades han declarado zonas de cero emisiones donde únicamente se permiten entregas con vehículos limpios, y la ciclogística ha sido la respuesta natural. En Latinoamérica, la ciudad de Bogotá ha iniciado pilotos de BiciCarga integrando triciclos eléctricos para entregas de comercio electrónico en el centro, con apoyo de su Secretaría de Movilidad, buscando mitigar tráfico y contaminación en sectores comerciales concurridos. Para Panamá, donde el clima es cálido-húmedo, pero llueve copiosamente ciertas épocas, las bicicletas de carga podrían emplearse en áreas y horarios estratégicos (por ejemplo, en el Casco Antiguo y distritos con calles angostas, durante horas de menor precipitación). Cabe destacar que muchos repartidores en Panamá ya utilizan motocicletas debido a su agilidad; la transición hacia vehículos de dos o tres ruedas eléctricas (motos eléctricas, bicis con asistencia) sería un paso natural hacia la sostenibilidad, manteniendo la agilidad pero eliminando emisiones. Eso sí, haría falta adecuar la infraestructura ciclista y de seguridad vial para proteger a estos repartidores.

- Optimización de rutas y sistemas inteligentes de gestión: Varias soluciones residen en el campo de la gestión digital de la logística. Las compañías pueden implementar software de ruteo inteligente que, mediante algoritmos y datos en tiempo real (GPS, condiciones de tráfico, ventanas de entrega), optimiza el recorrido de cada vehículo de reparto para minimizar distancia y tiempo. También se emplean sistemas de gestión de flotas que monitorizan la ubicación de vehículos y las entregas completadas, facilitando la toma de

decisiones operativas sobre la marcha.

En una ciudad inteligente, estos sistemas pueden conectarse con infraestructura pública: por ejemplo, información del tránsito provista por la ciudad (sensores de congestión, semáforos inteligentes) puede integrarse a las aplicaciones de ruteo para evitar cuellos de botella. Ejemplo: Empresas tecnológicas especializadas ofrecen plataformas donde una ruta de entrega se recalcula automáticamente si surge un embotellamiento inesperado, reordenando las paradas. Un estudio de caso mencionado en la literatura mostró que mediante optimización algorítmica una flota de reparto en entorno urbano pudo reducir alrededor de un 20% la distancia total recorrida y realizar las entregas en menos tiempo, comparado con planificación manual tradicional. Adicionalmente, herramientas como chatbots con IA y notificaciones automatizadas al cliente (vía SMS o apps) mejoran la coordinación de la entrega, disminuyendo intentos fallidos porque el cliente puede notificar su disponibilidad o reprogramar en tiempo real. Si bien estas tecnologías requieren inversión y capacitación, muchas de ellas están disponibles como servicios en la nube a costos accesibles, y su adopción en Panamá dependerá más de la voluntad de modernización de las empresas que de barreras tecnológicas. En entornos urbanos caóticos, la optimización digital puede marcar una diferencia significativa en eficiencia.

- Innovaciones disruptivas: drones y robots de entrega autónomos: Como parte de la visión futurista de las ciudades inteligentes, se están probando métodos de entrega completamente nuevos. Los drones aéreos para paquetería prometen llevar artículos ligeros a destinos cercanos en cuestión de minutos, evitando completamente el tráfico terrestre. Por

otro lado, los robots autónomos de reparto –pequeños vehículos sobre ruedas que circulan por aceras o calzadas– han emergido como alternativa para entregas de última milla de baja escala (p. ej., comida a domicilio, paquetes pequeños). Ejemplos: En Barcelona (España), el proyecto europeo LogiSmile probó con éxito un robot de entrega llamado "Ona", que recorrió 500 metros en entorno urbano real llevando un paquete, interactuando con transeúntes y hasta sincronizándose con un tranvía en el camino. Asimismo, en los suburbios de Londres y varias ciudades de EE. UU., empresas como Starship Technologies han desplegado robots sobre las aceras para repartir pedidos de supermercados en un radio cercano, con monitoreo remoto y velocidades bajas. En cuanto a drones, Amazon y Wing (Alphabet) han realizado pruebas pilotos de entrega aérea en zonas rurales de EE. UU. y Australia, aunque las regulaciones urbanas (y consideraciones de seguridad) hacen más lenta su adopción en ciudades densas. Estas soluciones autónomas aún están en fase experimental y enfrenta retos: batería y autonomía limitada, necesidad de regulaciones claras, adaptaciones de infraestructura (p. ej., casetas de recepción de drones) y aceptación social. En Panamá, a corto plazo es más factible pensar en robots terrestres que en drones, dado el espacio aéreo restringido por temas de aviación y la falta de un marco legal para drones comerciales. Un posible escenario de prueba podría ser habilitar un distrito innovador (por ejemplo, Ciudad del Saber o algún campus universitario) para experimentar con robots de entrega en un entorno controlado antes de escalarlos a la ciudad. Aunque estas tecnologías suenan futuristas, conviene que Panamá las siga de cerca, pues en pocos años podrían

madurar y complementar el ecosistema de última milla, especialmente en una ciudad inteligente que busque vanguardia.

- Políticas públicas y colaboración para la logística urbana: Finalmente, es importante resaltar que la implementación efectiva de las soluciones anteriores requiere un marco institucional apropiado. Las autoridades municipales y nacionales deben jugar un papel facilitador y regulador. Entre las medidas de política pública exitosas en otras ciudades se cuentan: la creación de zonas de bajas o cero emisiones donde se incentiva el uso de vehículos eléctricos o de carga humana; el establecimiento de horarios escalonados de entrega para evitar vehículos de carga en horas pico (por ejemplo, repartir a tiendas muy temprano en la mañana, con acuerdos para gestión de ruido); la habilitación de plataformas logísticas urbanas en terrenos estatales o municipales (por ejemplo, usar estacionamientos subutilizados como microhubs en ciertas horas); y la fiscalidad verde (cobro de tasas por congestión o contaminación a quienes repartan con vehículos contaminantes, y descuentos o subvenciones a quienes adopten prácticas sostenibles). Una herramienta recomendada es desarrollar un Plan de Logística Urbana Sostenible integrado al plan de movilidad de la ciudad, donde se definan metas y acciones concretas a corto, mediano y largo plazo. Asimismo, la colaboración público-privada es esencial: organismos como la Cámara de Comercio, asociaciones de transportistas, proveedores tecnológicos y entidades de planificación deben trabajar juntos. Iniciativas locales como el Gabinete Logístico de Panamá, que reúne ministerios, autoridades de tránsito, zonas francas y sector privado, van en esa dirección. La experiencia

internacional sugiere que estos foros deben traducirse en proyectos piloto concretos y en ajustes normativos. Por ejemplo, en España el grupo Smart Distribution de la asociación de fabricantes y distribuidores (AECOC) colabora con ayuntamientos para armonizar normativas de acceso urbano y promover la electrificación de flotas. En Panamá, un logro inicial de la colaboración multisectorial ha sido visibilizar la importancia de la logística urbana –antes subestimada– y reconocer que medidas como la electrificación de flotas, la optimización de rutas y la creación de microhubs requieren del apoyo gubernamental (infraestructura, incentivos) y de la iniciativa privada (inversión, cambio de procesos) de manera simultánea.

En conjunto, estos resultados ofrecen un abanico de soluciones que pueden contribuir a una logística de última milla más sostenible y eficiente. Cada ciudad inteligente exitosa suele aplicar una combinación de ellas adaptada a su realidad; por ello, en la siguiente sección se discuten cuáles de estas estrategias serían más pertinentes para el contexto de Panamá, considerando los hallazgos aquí expuestos y la situación actual del país.

DISCUSIÓN

Al contrastar las soluciones identificadas con la realidad de Panamá, surgen varios puntos de discusión acerca de su viabilidad, los ajustes necesarios y el impacto esperado:

En primer lugar, Panamá enfrenta un reto de infraestructura urbana. Ciudades como Panamá (capital) no fueron diseñadas inicialmente con consideraciones de logística de distribución urbana; las zonas comerciales carecen de suficientes bahías de carga y el estacionamiento informal de camiones de reparto contribuye a la congestión. Por tanto, varias soluciones propuestas (microhubs, lockers, uso de bicicletas de carga) requieren acomodar físicamente nuevos elementos en la trama urbana. Implementar microhubs en Ciudad de Panamá, por ejemplo, implicaría identificar

espacios estratégicos: quizás reutilizar estacionamientos públicos o predios cercanos a vías principales (Corredor Sur, Vía España, Transistmica) donde consolidar entregas. Esta adaptación podría enfrentar obstáculos en una ciudad con alto costo de los terrenos urbanos y congestión ya existente. Sin embargo, la experiencia internacional demuestra que es posible con apoyo municipal –por ejemplo, Monaco habilitó un centro logístico subterráneo bajo un centro comercial para consolidar repartos en su casco urbano–. En Panamá, una opción sería integrar un centro logístico urbano en planes de renovación urbana (como se ha discutido para el área de Calidonia, donde confluyen muchas rutas comerciales).

En cuanto a la electrificación de flotas y la ciclogística, Panamá se encuentra en una etapa incipiente. Actualmente, la mayoría de entregas urbanas se hacen con motocicletas de combustión y vans diésel o gasolina. Migrar a vehículos eléctricos conlleva desafíos: los costos iniciales más altos de estos vehículos, la ausencia de subsidios o incentivos robustos en el país, y la infraestructura limitada de carga eléctrica (aunque la matriz energética panameña es bastante limpia, la red de cargadores es aún escasa). Aun así, hay señales positivas: empresas de delivery de comida y comercio electrónico están experimentando con bicicletas y motos eléctricas en otros países de la región; esas mismas compañías operan en Panamá y podrían gradualmente introducir unidades eléctricas si ven beneficios. Un aliciente importante podría ser alinear políticas ambientales: por ejemplo, si la Ciudad de Panamá se planteara metas de reducción de emisiones o anunciara una futura zona de bajas emisiones en áreas congestionadas (p. ej., Avenida Central o el Casco Antiguo), las empresas tendrían motivación adicional para cambiar su flota anticipadamente. Además, la geografía urbana panameña relativamente plana en muchas zonas es propicia para la circulación de bicicletas de carga, a diferencia de ciudades muy montañosas. Quizás un plan escalonado funcione: primero electrificar cierta proporción de la flota de vans (para entregas B2B a comercios), luego introducir triciclos o bicis para entregas domiciliarias en el centro.

Las experiencias en Bogotá y Ciudad de México muestran que la incorporación de bicis de carga es factible en Latinoamérica, siempre y cuando se adapte a las condiciones locales (por ejemplo, en Bogotá se diseñaron triciclos con compartimentos cerrados para proteger los paquetes de la lluvia intensa). Panamá podría colaborar con esos programas para intercambiar lecciones aprendidas a través de redes regionales de logística sostenible.

Otro punto de discusión es la capacidad tecnológica y de gestión de las empresas locales para adoptar soluciones inteligentes. Muchas compañías de logística en Panamá son filiales de multinacionales (FedEx, UPS, DHL) que ya cuentan con sistemas avanzados de ruteo y seguimiento, lo cual es una fortaleza. Sin embargo, existen también numerosos actores pequeños o informales (motorizados independientes, micro-empresas de mensajería) que podrían no tener acceso a esas herramientas. Para que la optimización digital sea generalizada, habría que democratizar la tecnología: quizás mediante asociaciones gremiales o cámaras de comercio ofreciendo capacitaciones y convenios con proveedores de software a costo reducido para PYMEs logísticas. Un resultado importante del conversatorio organizado por la Cámara de Comercio fue destacar la necesidad de mejorar el uso de tecnología digital en las entregas de última milla locales. Esto sugiere que el sector reconoce la brecha y está abierto a modernizarse. La academia y centros de investigación (como Georgia Tech Panamá) pueden apoyar con estudios piloto de implementación de sistemas de ruteo inteligente en empresas locales y medir sus beneficios, creando evidencia local que incentive a otros a sumarse.

CONCLUSIONES

La logística urbana sostenible representa un pilar fundamental en la construcción de ciudades inteligentes y habitables. A lo largo de este artículo se ha explorado la problemática de la última milla en entornos urbanos, identificando sus desafíos centrales y recopilando un conjunto de soluciones prácticas respaldadas por experiencias internacionales y consideraciones

teóricas. Para el caso de Panamá, país con una fuerte vocación logística, abordar la distribución urbana con criterios de sostenibilidad y eficiencia es tanto una necesidad inmediata como una oportunidad de innovación a futuro.

Entre las conclusiones destacadas, se resalta: La urgencia de actuar sobre la última milla: Los datos demuestran que las entregas urbanas conllevan costos y externalidades significativos (congestionan las calles y aportan una fracción importante de las emisiones del transporte). Ignorar este problema implicaría agravar los impactos negativos a medida que crece el comercio electrónico y la demanda de entregas rápidas. Por el contrario, planificar e invertir en soluciones de última milla puede redundar en ciudades más ordenadas, limpias y competitivas económicamente.

REFERENCIAS

- Cabornero, A. (2025). Logística de última milla: la tecnología, los microhubs y el reparto verde marcan el camino. *Logística Profesional*, 13 mayo 2025. Obtenido de logisticaprofesional.com.
- PierNext – Port de Barcelona. (2024). To be smart, the last mile needs robots. Publicado el 5 febrero 2024. Obtenido de piernext.portdebarcelona.cat.
- Glasco, J. (2018). Last Mile Delivery Solutions in Smart Cities and Communities. *bee smart city Blog*, 19 julio 2018. Obtenido de beesmart.city.
- Georgia Tech Panama. (2025). Logística Urbana – Descripción del proyecto. Centro de Innovación e Investigaciones Logísticas. Obtenido de gatech.pa.
- Cámara de Comercio, Industrias y Agricultura de Panamá (CCIAP). (s.f.). Analizan la entrega de última milla en la cadena logística. *Noticias de Ronda Institucional*. Obtenido de panacamara.com.
- Infocomm Media Development Authority – IMDA (Singapur). (2021). Nationwide parcel locker network

launched. Comunicado de prensa, 30 abril 2021. Obtenido de imda.gov.sg.

- Fundación GERO. (2020). Las bicicletas de carga: solución logística de última milla con cero emisiones. Artículo publicado en febrero de 2020. Obtenido de fundaciongero.org.
- Nelson\Nygaard & DDOT. (2023). Delivery Microhub Feasibility Study. (Informe técnico, Área Metropolitana de Washington D.C.). Obtenido de mwcog.org.
- LEDSLAC – Comunidad de Logística Sostenible. (2019). Logística sostenible en Latinoamérica: iniciativas regionales y casos exitosos. Presentación webinar 27-11-2019. Obtenido de ledslac.org.
- Presidencia de la República de Panamá. (2024). Gabinete Logístico inicia camino hacia la creación de un plan maestro para el sector. Comunicado del 14 noviembre 2024. Obtenido de presidencia.gob.pa.