



ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS LOGÍSTICAS MEDIANTE EL USO DE ECUACIONES ESTRUCTURALES (SEM) Y METODOLOGÍA DEL KILÓMETRO CUADRADO (KM²) EN LA COMUNA 4 Y COMUNA 8 DE POPAYÁN

Juan Sebastian Garcia Pajoy

Corporación Universitaria de Comfacauca- Unicomfacauca
Facultad de Ingenierías
Ingeniería Industrial
Popayán, Cauca
2023

**ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS LOGÍSTICAS MEDIANTE EL USO DE
ECUACIONES ESTRUCTURALES (SEM) Y METODOLOGÍA DEL KILÓMETRO
CUADRADO (KM²) EN LA COMUNA 4 Y COMUNA 8 DE POPAYÁN**

Juan Sebastian Garcia Pajoy

Proyecto de Grado en Ingeniería Industrial

Director(es) del proyecto:

PhD., Mario Chong
MSc., Nelson Paz Ruiz

Evaluadora del proyecto:

PhD., Ana Luna

Corporación Universitaria de ComfacaUCA- UnicomfacaUCA
Facultad de Ingenierías
Ingeniería Industrial
Popayán, Cauca
2023

Agradecimientos

A Dios y mi familia, a mi madre Amanda, mi padre Jorge y mi hermano Santiago, también un gran agradecimiento a todas las personas que me han apoyado en este caminar, agradezco a mis directores y docentes, en especial a los profesores Mario y Nelson por su apoyo y consejo.

Contenido

Resumen	9
Introducción	11
Capítulo 1.	15
1.1. Formulación y planteamiento del problema	15
1.2. Justificación	17
Capítulo 2.	19
2. Estado del arte y marco de referencia.....	19
2.1. Marco conceptual	19
2.2. Antecedentes.....	24
2.2.1. Revisión de literatura referente a logística de carga urbana	24
2.2.2. Revisión de literatura de análisis de las perspectivas de las partes interesadas en logística urbana.....	27
Capítulo 3.	30
3. Metodología.....	30
Fase I: Conceptualización	31
Fase II: Análisis de la logística urbana a partir de la metodología del Km ²	31
Fase III: Análisis de las percepciones de las partes interesadas.....	32
Capítulo 4.	36
4. Conceptualización	36
4.1. Caracterización de la ciudad de estudio	36
4.2. Caracterización de las zonas de estudio	39
4.2.1. Comuna 4.....	39
4.2.2. Comuna 8.....	41
Capítulo 5.	43
5. Análisis de la logística urbana	43
5.1.1. Inventario de establecimientos	44
5.1.2. Infraestructura vial	47
5.1.3. Recuento de tráfico.....	49
5.1.4. Disrupciones logísticas	53

5.1.5. Operaciones de entrega	56
Capítulo 6.	60
6. Percepciones de las partes interesadas en el transporte urbano de mercancías. 60	
6.1. Planteamiento de hipótesis.....	60
6.2. Diseño de encuesta	62
6.3. Análisis descriptivo encuesta.....	65
Capítulo 7	70
7. Modelado de ecuaciones estructurales (SEM).....	70
7.1. Etapa I. Descripción del modelo	70
7.2. Etapa II. Validez y fiabilidad del modelo de medida.....	71
7.3. Etapa III. Valoración del modelo estructural	73
7.4. Valoración hipótesis de percepción por localización.....	75
Capítulo 8	77
8. Análisis y Discusión.....	77
Capítulo 9	81
9. Conclusiones e investigaciones futuras	81
9.1. Conclusiones	81
9.2. Investigaciones futuras	82
Anexos.....	84
Bibliografía.....	89

Lista de Figuras

Figura 1. Aumento de la población desde 1950 - 2050 (en miles de millones).....	11
Figura 2. Situación actual del flujo vehicular en la ciudad de Popayán.....	12
Figura 3. Crecimiento de población de Popayán 2018-2050	16
Figura 4. Ejemplo de modelado de ecuaciones estructurales (SEM).....	23
Figura 5. Volumen de publicaciones de logística urbana de carga ente los años 2012 - 2022.....	25
Figura 6. Volumen de publicaciones de participación de las partes interesadas en logística a ente los años 2012 – 2022.....	27
Figura 7. Diseño metodológico.....	30
Figura 8 Metodología del Km ²	32
Figura 9. Fases de modelado SEM-PLS.....	33
Figura 10. Localización geográfica de Popayán.....	36
Figura 11. Actividad económica de Popayán	37
Figura 12. Puntaje de actividad económica respecto a su participación en el PIB de Popayán.....	38
Figura 13. Tipo de transporte modal en la ciudad de Popayán.....	38
Figura 14. Distribución de establecimientos en el centro histórico de Popayán...	40
Figura 15. Actividad económica en la zona centro de Popayán.....	41
Figura 16. Actividad económica en la comuna 8.....	42
Figura 17. Km ² seleccionado en la comuna 4 de Popayán.....	43
Figura 18. Km ² seleccionado en la comuna 8 de Popayán	44
Figura 19. Comparación de establecimientos en la comuna 4 y comuna 8	47
Figura 20. Cantidad de regulaciones por comuna.....	49
Figura 21. Flujo vehicular por tipo de vehículo en la comuna 4 y comuna 8.....	52
Figura 22. Distribución del tráfico vehicular en la comuna 4 y comuna 8.....	52
Figura 23. Distribución del tráfico vehicular cada 15 minutos por tipo de vehículo en la comuna 4 y comuna 8.....	53
Figura 24. Disrupciones logísticas en la comuna 4 y comuna 8.....	55
Figura 25. Operaciones logísticas por establecimiento en la comuna 4	56
Figura 26. Operaciones logísticas por establecimiento en la comuna 8	58
Figura 27. Tipo de vehículo utilizado en actividades de carga y descarga	59
Figura 28. Modelo de investigación.....	62
Figura 29. Transporte multimodal de Popayán	66
Figura 30. Respuestas a indicadores de percepción - Externalidades negativas	67
Figura 31. Respuestas a indicadores de percepción - Infraestructura	68
Figura 32. Respuestas a indicadores de percepción - Políticas publicas.....	69
Figura 33. Modelo propuesto SEM-PLS.....	71
Figura 34. Cargas y pesos de las variables observables	71
Figura 35. Valoración del modelo SEM-PLS con coeficientes de camino y valor del estadístico p.....	74

Figura 36. Valoración del modelo mediante T-student aplicando niveles de significación de $*p < 0,05$	74
Figura 37. Modelo final SEM-PLS; Hipótesis / T-student	76
Figura 38. Densidad de establecimientos comerciales por zona	78
Figura 39. A1. Dashboard resultados metodología km^2 en MS Power BI	84
Figura 40. A2. Encuesta percepción ciudadana en logística urbana en Popayán	85
Figura 41. A3. Evidencia de trabajo de campo encuestas.	86
Figura 42. A4. Dashboard resultados encuesta en MS Power BI	86
Figura 43. A5. Modelo SEM-PLS comuna 4, valores estadístico t y r^2	87
Figura 44. A6. Modelo SEM-PLS comuna 8, valores estadístico t y r^2	87
Figura 45. A7. Investigación en conferencia PANAM GUAYAQUIL 2023.....	88

Lista de Tablas

Tabla 1. Características de las zonas de estudio	39
Tabla 2. Inventario de establecimientos en la comuna 4	45
Tabla 3. Inventario de establecimientos en la comuna 8	46
Tabla 4. Calles y regulaciones en la comuna 4	47
Tabla 5. Características de la infraestructura vial en la comuna 4	48
Tabla 6. Calles y regulaciones en la comuna 8	48
Tabla 7. Características de la infraestructura vial en la comuna 8	48
Tabla 8. Flujo vehicular en la comuna 4	50
Tabla 9. Flujo vehicular por hora en la comuna 4	50
Tabla 10. Flujo vehicular en la comuna 8	50
Tabla 11. Flujo vehicular por hora en la comuna 8	51
Tabla 12. Disrupciones logísticas en la comuna 4	53
Tabla 13. Causa de disrupciones logísticas en la comuna 4	54
Tabla 14. Disrupciones logísticas en la comuna 8	54
Tabla 15. Causa de disrupciones en la comuna 8	55
Tabla 16. Tipo de vehículo por tipo de establecimiento en la comuna 4	56
Tabla 17. Cantidad de viajes al establecimiento respecto a la cantidad de paquetes en la comuna 4	57
Tabla 18. Tipo de vehículo por tipo de establecimiento en la comuna 8	58
Tabla 19. Cantidad de viajes al establecimiento respecto a la cantidad de paquetes en la comuna 8	58
Tabla 20. Indicadores de percepción	64
Tabla 21. Información socioeconómica	65
Tabla 22. Resultados indicador VIF	72
Tabla 23. Indicadores de fiabilidad del modelo	72
Tabla 24. Indicadores de ajuste	73
Tabla 25. Valor de estadístico T-student por zona	75
Tabla 26. Validación de hipótesis H4: Localización	76

Resumen

El proceso de desarrollo de las ciudades latinoamericanas se ha caracterizado por el crecimiento desordenado, para el año 2050 se espera un crecimiento considerable de sus habitantes en zonas urbanas. Este incremento exorbitante de la población converge en una mayor demanda de recursos, espacio y alimentos para subsistir en las sociedades emergentes, repercutiendo en un aumento en las operaciones logísticas urbanas y de carga las cuales afectan a múltiples partes interesadas. Sin embargo, estas consideraciones no se tienen en cuenta cuando los planificadores y los responsables de la toma de decisiones buscan posibles soluciones a los problemas generados por las operaciones de carga. Por tal razón, esta investigación analiza las zonas de mayor flujo de vehículos y densidad de establecimientos comerciales en la ciudad de Popayán, donde se concentran las operaciones logísticas de la ciudad. Se busca integrar dos metodologías, el uso de la metodología Km² para caracterizar las actividades logísticas de cada zona, complementarla al validar cuatro hipótesis relativas a externalidades negativas, infraestructura e iniciativas en logística urbana y variación respecto a su localización considerando las percepciones de las partes interesadas, a partir del modelado de ecuaciones estructurales basado en mínimos cuadrados parciales (SEM-PLS). Los resultados indican la relación entre los establecimientos comerciales y las operaciones en logística urbana, asimismo, se confirma la necesidad de la toma de decisiones por parte del gobierno, a través de políticas públicas, con el fin de mejorar la eficiencia de las operaciones logísticas en Popayán.

Palabras clave: Logística urbana, percepciones ciudadanas, políticas públicas, SEM-PLS.

Abstract

Latin American cities' development process has been characterized by disorderly expansion. By 2050, a considerable growth of its inhabitants is expected in urban areas, impacting a greater demand for resources, spaces and food to survive in emerging societies. Consequently, there will also be a growth in urban logistics and cargo operations. Even though several stakeholders are involved, they are not mostly considered when planners and decision-makers look forward to solving the problems generated by freight operations. In this work, we analyze the areas with the highest traffic flow and density of commercial establishments in Popayán, the capital of the Department of Cauca in the Republic of Colombia, where the logistics operations of that city are concentrated. This research looks forward to integrating two methodologies, the Km² method, which allows characterizing logistics activities in different areas and validating four hypotheses related to negative externalities, infrastructure and initiatives in urban logistics and variation concerning their location. The latter considers the stakeholders' perceptions from structural equation models by partial least squares (PLS-SEM). The results show the correlation and characterization between the location of commercial establishments and urban logistics operations. The importance and necessity of a planning process, design and management of public policies to improve the efficiency of logistics operations in Popayán are confirmed.

Key words: *Urban logistics, citizen perceptions, public policies, PLS-SEM.*

Introducción

En 1950, el 33% de la población mundial era urbana y el 67% rural. En los últimos años, estos porcentajes se han invertido, el 60% población urbana y el 40% rural. Para 2050 se espera un 86% de habitantes en centros urbanos y 14% en zonas rurales [1], [2]. La tasa de población en zonas urbanas crece en 65 millones de personas al año [2]. Este rápido crecimiento urbano es especialmente complejo en las economías emergentes. En 2019 la población urbana representaba el 79% de los habitantes del mundo, y alcanzará aproximadamente el 85% en 2030. Estas zonas de alta densidad de población generan un aumento de la actividad comercial, resultando el transporte urbano, un factor clave en el suministro de las mercancías [3].

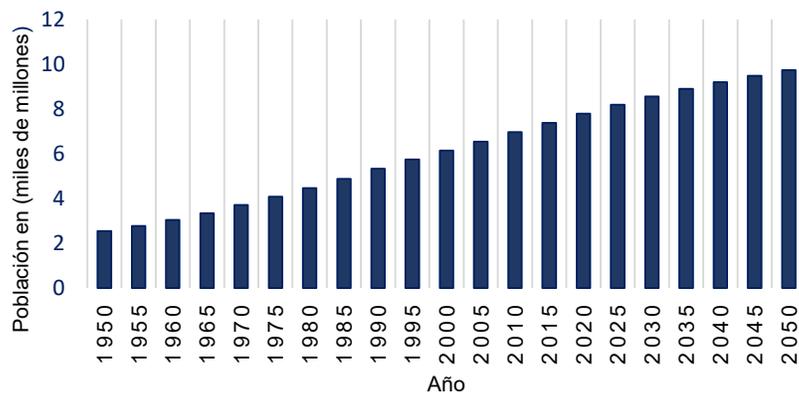


Figura 1. Aumento de la población desde 1950 - 2050 (en miles de millones), adaptado de [2]

En los últimos años la población en ciudades latinoamericanas ha ido aumentando rápidamente. Según las proyecciones para el período comprendido entre 2000 y 2025, la población urbana crecería a una tasa anual (1,5%) superior a la tasa de población total (1,2%) [4]. Para 2050 el 86% de la población latinoamericana vivirá en centros urbanos [5]. Esta realidad no es ajena, dado a que actualmente, el 82% de la población vive en zonas urbanas [1], [6]. Este aumento de la urbanización se traduce directamente en una mayor demanda de bienes y servicios en sus actividades logísticas. No obstante, este impulso demográfico está ocurriendo en mayor proporción en ciudades intermedias como Popayán; que hoy albergan más del 80% de la población urbana y están creciendo a un ritmo más alto que los grandes centros urbanos, lo que plantea grandes desafíos en la distribución espacial de personas y mercancías, así como en el uso y consumo de recursos necesarios de cada región y país [7], [8].

A medida que crece la población urbana, las operaciones logísticas tienen que depender y competir por una infraestructura de transporte limitada y ya muy congestionada, en particular la red de carreteras y los espacios de estacionamiento [9]. Lo cual se traduce en una mayor complejidad e incertidumbre en las actividades urbanas de transporte de mercancías y conduce a un aumento de las externalidades negativas del transporte urbano de mercancías, como la congestión, las emisiones contaminantes de gases de efecto invernadero, el ruido y problemas de salud. En consecuencia, el transporte urbano de mercancías se considera a menudo una molestia desde la perspectiva pública, ignorando su papel esencial en la viabilidad económica y social de la vida urbana.

Según los estudios realizados en la ciudad de Popayán, el 85% de la población tiene una percepción negativa frente a la movilidad urbana, que requiere de estrategias logísticas para mejorar el tráfico actual que hoy no supera los 20 Km/h [10]. El problema de la logística urbana en Popayán se explica no solo por la existencia de un sistema de transporte público ineficiente sino también por la estructura económica de la ciudad, donde el desempleo alcanza el 11.9% en los últimos cinco años, la tasa de informalidad ha llegado a representar más del 50% de la actividad comercial de la ciudad [11], [12]. Los desplazamientos de los popayanés en diferentes modos de transporte provienen en su mayoría del norte y sur occidente de la ciudad y su destino es la zona centro (comuna 4) y la zona de la galería la Esmeralda (comuna 8), la plaza de mercado más grande de la ciudad [12]. Esto indica la centralización de la capital caucana donde la alcaldía, gobernación, entidades bancarias, comercio, iglesias, colegios, clínicas y hospitales, entre otros, se encuentran ubicadas en esta parte de la ciudad, repercutiendo de manera directa en problemas de movilidad, transporte de mercancías y actividades logísticas.



Figura 2. Situación actual del flujo vehicular en la ciudad de Popayán

Los principales problemas logísticos de Popayán se originan por la falta de planificación urbana, las calles no fueron diseñadas para el transporte multimodal moderno, el aumento demográfico de la población y la poca participación ciudadana en el proceso de políticas públicas. En este orden de ideas, los objetivos de esta investigación son: conocer las características del sistema logístico de la ciudad, apoyar las futuras políticas de transporte urbano, mejorar el desempeño del sistema logístico de Popayán y crear un adecuado flujo de mercancías acorde a la realidad de las zonas comerciales de la ciudad; Con el fin de fortalecer y complementar la planificación a largo plazo y suscitar un desarrollo sostenible de ciudad y mejorar las condiciones de vida de los payaneses, creando así una visión conjunta de ciudad por los actores que participan y les interesa su crecimiento y desarrollo económico, con un sentido inclusivo, funcional y sostenible.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las practicas logísticas mediante el uso de ecuaciones estructurales (SEM) y metodología del kilómetro cuadrado (Km²) en la comuna 4 y comuna 8 de Popayán

Objetivos Específicos

- Caracterizar las bases teóricas y conceptuales sobre políticas de logística urbana.
- Determinar el perfil logístico de las zonas de estudio mediante la metodología del Km².
- Recopilar las percepciones de los ciudadanos sobre el sistema de transporte urbano de mercancías mediante encuestas.
- Analizar los datos mediante el uso de ecuaciones estructurales (SEM).

Organización del documento

El documento está constituido de nueve secciones: en el capítulo 1, se presentan las generalidades del proyecto relativas al problema y la oportunidad de investigación, donde se introduce a la problemática logística de la ciudad y la importancia de una planificación urbana adecuada a las características de las zonas de estudio. El capítulo 2, presenta el estado del arte y marco de referencia del proyecto, se enfatiza en una revisión de literatura sobre modelos de ecuaciones estructurales (SEM), logística urbana e investigaciones relativas a la participación de las partes interesadas en la planificación urbana la cual es la motivación del presente estudio.

El capítulo 3 corresponde al diseño metodológico de la investigación; a partir del capítulo 4 y hasta el capítulo 8, se procede a la fase de desarrollo, comenzando por el capítulo 4, donde se lleva a cabo una conceptualización de las zonas de estudio. El capítulo 5, caracteriza el perfil logístico acorde con la metodología del km² donde se identifica el sistema logístico de los establecimientos comerciales de cada área. El capítulo 6, presenta las hipótesis propuestas para este estudio junto con el diseño experimental, el proceso de recogida de datos. El capítulo 7, describe la metodología utilizada para analizar y validar las hipótesis. En el capítulo 8 se realiza el análisis y discusión de los resultados. Finalmente, el capítulo 9 presenta las conclusiones e investigaciones futuras. La bibliografía se incluye al final del documento.

Capítulo 1.

1.1. Formulación y planteamiento del problema

América Latina y el Caribe constituyen la región en desarrollo con el mayor grado de urbanización del planeta. Su porcentaje de población urbana se duplicó en la segunda mitad del siglo XX, pasar de representar el 41% en 1950 a más del 81% en la actualidad. Se espera que para el 2050 el 89% de la población habite en las ciudades [9]. Esta tendencia hacia la urbanización en América Latina no parece presentar signos de reversión a corto plazo, y no tiene por qué hacerlo, pues ya el 60% del producto regional bruto es producido en los centros urbanos, el cual seguirá creciendo con cada nuevo poblador que llegue a las ciudades.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) identifica que aproximadamente el 75% de la población vive en centros urbanos, y se estima que esta proporción aumentará al 89% en el 2050 [13]. Durante las próximas cuatro décadas cerca de 20 millones de personas llegarán a las ciudades, con la correspondiente demanda de vivienda, transporte, servicios públicos y sociales, entre otros factores. El número de ciudades mayores a 1 millón de habitantes aumentará de cuatro en 2010 a siete en 2050, y las más grandes de 100.000, de 41 a 69 [13], [14], lo cual implica mayores retos en materia de conectividad y articulación, pero sobre todo para el crecimiento sostenible de los territorios.

Sin duda las ciudades colombianas son el motor del crecimiento económico del país. Según el banco mundial, las actividades realizadas en estos lugares han aportado en los últimos 40 años, en promedio, más del 50% del crecimiento del PIB nacional. Actualmente, cerca del 85% del PIB nacional se produce en los centros urbanos [15], por lo que se encuentra una fuerte relación positiva entre el nivel de urbanización y el ingreso per cápita de las regiones colombianas. Los anteriores aspectos evidencian la importancia que adquieren las ciudades intermedias para el desarrollo, pues es en ellas donde se encuentra el futuro del país en materia de sostenibilidad urbana [13].

Sin embargo, este proceso de desarrollo de las ciudades latinoamericanas se ha caracterizado por el crecimiento desordenado y disperso en zonas ecológicas vulnerables, el deterioro ambiental, la reducción de la superficie para la producción de alimentos y el aumento de las desigualdades sociales y territoriales [7]. Popayán está creciendo y se enfrenta a las tendencias de urbanización, el comercio electrónico y la creciente fragmentación de las cadenas de suministro tradicionales. Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el año 2023, la densidad poblacional en la ciudad fue de 49,97 Hab/Km² y una población de 333.328 habitantes, pronosticando para el año 2050 un aumento de la población en un 24% (432.631 habitantes). Como consecuencia del crecimiento

urbano de esta ciudad, en 2020 se contaba con un total de 29.297 vehículos registrados, para el año 2021 se tuvo un aumento del 44.2% (66.192), afectando la movilidad en la ciudad [16]. Todos estos cambios tienen impactos negativos en la urbanización, recursos, movilidad, el medio ambiente y la calidad de vida en general [17].

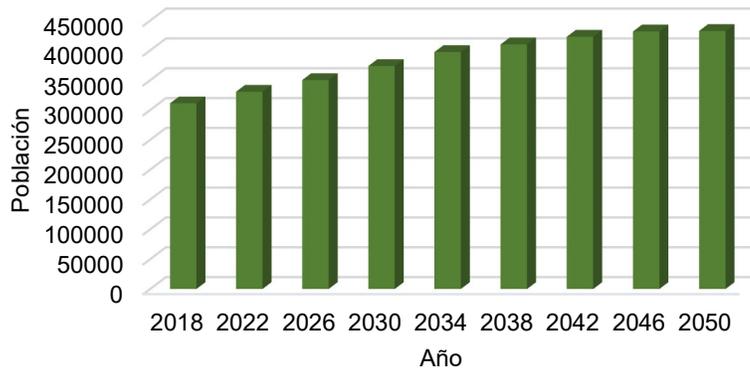


Figura 3. Crecimiento de población de Popayán 2018-2050, adaptado de proyecciones de población por el DANE [11]

Considerando que la economía de la ciudad de Popayán se concentra mayoritariamente en la comuna 4 (centro histórico y comercial) y la comuna 8 (sector comercial de la ciudad), donde prevalece el sector de comercio que representa el 17,01% (\$289.554 millones de pesos) de la inversión en activos del municipio y es el de mayor participación en lo concerniente al número de establecimientos comerciales, con un total de 4.176 que representan el 53,37% del total de las empresas del municipio [18]. Aunque los vehículos urbanos de carga constituyen una pequeña parte de todo el tráfico de vehículos, generan una proporción elevada de externalidades negativas tales como: congestión en las calles y carreteras locales, daños a la infraestructura, contaminación, gases de efecto invernadero y ruido [9]. Esto es particularmente grave en áreas urbanas densas en países en desarrollo con espacio limitado o nulo para la expansión de la capacidad vial, y con usos de la tierra que se han desarrollado orgánicamente a lo largo del tiempo y son potencialmente incompatibles con las demandas logísticas.

Por tal razón, la investigación radica en responder las siguientes preguntas:

¿Cómo son las practicas logísticas de los establecimientos comerciales en la comuna 4 y comuna 8 de Popayán?

¿Cuál es la percepción de las partes interesadas respecto a las políticas de carga urbana en estas zonas?

¿Qué políticas en logística urbana son las más adecuadas acorde a cada zona?

1.2. Justificación

La movilidad es uno de los mayores desafíos en las ciudades de todo el mundo. Los problemas de tráfico se han agravado por el aumento del número de vehículos privados en las carreteras en los últimos años y la reducción de la capacidad del transporte público a medida que crece la población de la ciudad. En consecuencia, se generan diferentes interrupciones en la movilidad (congestión vehicular, mayor tiempo de viaje para los usuarios de la vía, e incluso afectando la seguridad vial). Esta tendencia es notable en los países latinoamericanos, donde la mayoría de las ciudades se han construido desordenadamente y planificadas para una pequeña población a lo largo de los años [19]. Diferentes estudios [20]–[23] estiman que entre el 28% y el 75% de los costos totales de la cadena de suministro ocurren en la carga y entrega de mercancía. Por otro lado, el desarrollo de una infraestructura adecuada y la planificación del transporte no ha podido equilibrarse con el número de vehículos que se encuentran en circulación [24]. Esto se debe a que algunas áreas de las ciudades no son de fácil acceso para vehículos comerciales más grandes o incluso para automóviles [3].

La aplicación de iniciativas de transporte urbano de mercancías en diferentes contextos urbanos muestra que producen tanto resultados positivos como negativos. La mayoría de las ciudades latinoamericanas tienen una amplia gama de regulaciones de carga. Metrópolis como Sao Paulo y Ciudad de México son bien conocidas por optimizar las actividades logísticas realizadas por los vehículos de reparto urbano (vehículos urbanos de carga, o VUC) y restringir el paso de grandes vehículos durante las horas pico. Otras ciudades de la región, como Bogotá, Lima y Quito, tienen estrategias similares [3], [7], [9]. Estas políticas a menudo están impulsadas por limitaciones físicas en las carreteras, así como por problemas de gestión del tráfico. Estos últimos, se ha ignorado el impacto de las restricciones de flete en el acceso del centro de la ciudad para el suministro de bienes y servicios. No obstante, la mayoría de las ciudades continúan desarrollando estrategias de regulaciones y excepciones en respuesta a la presión del sector privado, así como a motivos políticos. No adoptan necesariamente una perspectiva de gestión integrada del sistema de transporte de mercancías, y en consecuencia hace que el sistema urbano de transporte de mercancías sea ineficiente [9].

Los responsables de la toma de decisiones en las principales economías se están alejando de las iniciativas restrictivas para adoptar enfoques sostenibles considerando la demanda de transporte de mercancías. Es decir, iniciativas como ofrecer más plazas de aparcamiento y mejor equipadas para realizar actividades de transporte de mercancías [25], [26], programas de consolidación dirigidos por el receptor [27], entregas fuera de horario [28] centros de consolidación urbanos [29], [30], el fomento del uso de vehículos ecológicos [6], [31], y la inclusión del transporte de mercancías en la planificación del uso del suelo [32], [33] son las que están ganando más atención y han dado lugar a impactos positivos en la sociedad, la comunidad, y la industria del transporte de mercancías [34]. En el caso de los

mercados y economías emergentes la literatura también ha mostrado que las ciudades de la región siguen prefiriendo las restricciones como soluciones para la movilidad de la carga [19], aunque algunas están mostrando intentos de políticas más sostenibles [24], [35].

Por ende, un desarrollo urbanístico preciso con políticas bien establecidas ayudará a mejorar la planificación de la distribución. Esto destaca la necesidad de un enfoque integral para evaluar las soluciones de carga urbana [36] y para medir sus posibilidades de éxito [37]. Por lo tanto, evaluar los impactos en todas las partes interesadas es crucial [38] y requiere la comprensión de las necesidades y el comportamiento de los tomadores de decisiones involucrados [39]. Esto podría lograrse proporcionando a las partes interesadas una visión global de los problemas en su área, así como las interacciones y las influencias recíprocas que los hacen parte de un ecosistema [35].

Considerando las oportunidades y retos descritos anteriormente el presente proyecto busca analizar las actividades logísticas de dos zonas altamente comerciales en la ciudad de Popayán (comuna 4 y comuna 8), asimismo, conocer las percepciones de las partes interesadas en cuanto a logística urbana, con un enfoque de participación ciudadana, de este modo definir iniciativas para abordar los problemas generados por las operaciones de carga y apoyar en el proceso de planificación urbana de una “ciudad sostenible, eficiente y competitiva” [8].

Capítulo 2.

2. Estado del arte y marco de referencia

2.1. Marco conceptual

- **Planificación urbana**

La planificación urbana abarca la preparación de planes, la regulación y gestión de pueblos, ciudades y regiones metropolitanas. Intenta organizar las relaciones socioespaciales a través de diferentes escalas de gobierno y gobernanza. La planificación urbana se ocupa de las consecuencias sociales, económicas y ambientales de delinear los límites espaciales e influir en las distribuciones espaciales de los recursos, con el fin de guiar el desarrollo urbano y rural, lograr la equidad social y garantizar la seguridad y el interés públicos [40], [41].

- **Logística urbana de carga**

De Carvalho [42] definió la logística urbana como el proceso de optimización total de las actividades logísticas por parte de empresas privadas en áreas urbanas, con el apoyo de sistemas de información avanzados, considerando el entorno de tráfico y su congestión, seguridad y consumo de energía en el contexto de una economía de mercado. Otras definiciones se refieren a la logística urbana de carga como las operaciones requeridas para el movimiento de mercancías en ciudades y áreas metropolitanas [26]. El objetivo de la logística urbana, como campo multidisciplinar, estudia y analiza las diferentes organizaciones, sistemas logísticos, partes interesadas y acciones de planificación relacionadas con la mejora de los diferentes sistemas de transporte urbano de mercancías, vinculando todo de forma colaborativa [43].

La logística urbana debe ser segura y rentable, esto se debe a que las entregas de mercancías son sensibles al tiempo y deben ser rápidas. Sin embargo, en la actualidad suele caracterizarse por sus elevados costos y por una serie de problemas críticos que lo hacen fragmentario, descoordinado y poco atractivo. Los conflictos entre los vehículos de mercancías y la congestión suponen una grave amenaza para la puntualidad de las entregas y provocan costos elevados [44].

- **Partes interesadas**

Las partes interesadas en logística urbana son aquellas personas que tienen un impacto directo en la planificación urbana. Estos actores tienen acceso, servicio e intereses económicos en el uso de los espacios públicos de las ciudades y deben tenerse en cuenta en la planificación urbana del transporte urbano [45]. Múltiples

partes interesadas del dominio público y privado, cada una con diferentes perspectivas y objetivos, componen un sistema local de logística urbana de carga y son conscientes del sistema de carga, sus operaciones y cómo estas operaciones afectan sus actividades diarias [35], [46]. Algunas investigaciones [35], [46], [47] identifican a las principales partes interesadas involucradas en la logística urbana de carga, las cuales son: los cargadores, operadores de carga, administradores y residentes.

- ✓ Los cargadores, incluyen tanto a los remitentes como a los destinatarios de los bienes, generalmente minoristas (pequeñas tiendas independientes de grandes cadenas), mayoristas y fabricantes.
- ✓ Los operadores de carga, incluyen operadores de transporte profesionales externos, proveedores de servicios logísticos, servicios de mensajería, proveedores privados, gerentes urbanos de centros de suministro y despachadores.
- ✓ Los administradores, cubren las autoridades regionales, los municipios, los administradores municipales de los centros de suministro y otros administradores, proporcionando insumos al sistema.
- ✓ Los residentes, incluyen a los ciudadanos, así como a sus otros usuarios de la ciudad, como los viajeros y visitantes.

- **Percepciones de las partes interesadas**

La percepción se refiere a como una persona interpreta la información externa e interna, que recibimos a través de nuestros sentidos. Dentro del campo de la logística urbana, las percepciones de las partes interesadas se refieren a los “supuestos o diferentes interpretaciones detrás de la operacionalización de las actividades logísticas de carga urbana” [46]. Esto relacionado al interés de cada persona. Según Ringsberg [45] el servicio, la accesibilidad y los intereses económicos de las partes interesadas en logística urbana dentro del espacio público deben considerarse en la planificación urbana del transporte urbano.

- Interés de servicio

Los intereses de servicio en el espacio público incluyen cumplir con los requisitos sobre la prestación de servicios municipales, la seguridad del tráfico, el estacionamiento de clientes y las zonas de carga [45].

- Interés de accesibilidad

Las partes interesadas comparten intereses de accesibilidad en el espacio público utilizado para vías públicas, aceras (incluida la acera) y calles peatonales para acceder a la ciudad [45].

- Interés económico

Los intereses económicos de las partes interesadas en el uso del espacio público se ven afectados por las políticas de tarificación vial (tarificación por congestión) y tarificación del estacionamiento de vehículos aplicadas por las autoridades locales

- **Políticas públicas del transporte de carga urbana**

Iniciativas para regular el movimiento de mercancías en las zonas urbanas. Se pueden clasificar como un conjunto de estrategias ligadas a la oferta y la demanda respaldado por la participación de las partes interesadas [27]. Herramientas, tales como: mejorar los códigos de construcción; incentivar al uso de estacionamientos fuera de las áreas urbanas; ubicar centros de consolidación urbana; establecer horarios para carga y descarga de mercancías; implementar estrategias de logística urbana como entregas voluntarias fuera de horario, cambios de modo de transporte en entrega de productos e integración de la carga en la planificación del uso del suelo [34]. En resumen, acorde a diferentes investigaciones [27], [48] las políticas del transporte de carga urbana se relacionan con:

- **Gestión de la infraestructura:** aquellas iniciativas que utilizan mejoras de infraestructura para mejorar la movilidad de la carga; gestión de áreas de estacionamiento y carga: iniciativas que intentan garantizar que los vehículos de carga tengan lugares adecuados para estacionar para realizar sus actividades.
- **Relacionadas con los vehículos:** iniciativas que buscan mejorar las condiciones ambientales mediante el fomento del uso de tecnologías y prácticas que reduzcan las externalidades negativas producidas por los vehículos.
- **Gestión del tráfico:** con el objetivo de mejorar las condiciones del tráfico, aunque puede producir consecuencias no deseadas.
- **Enfoques financieros:** iniciativas que utilizan señales monetarias para lograr objetivos públicos predefinidos.
- **Gestión logística:** se centran en alterar la forma en que se realizan las entregas para reducir las externalidades negativas producidas; y la gestión de la demanda y el uso del suelo: iniciativas que abordan las externalidades negativas modificando la demanda subyacente, a diferencia de las actividades logísticas o el tráfico.

- **Metodología del Km²**

La metodología del kilómetro cuadrado (Km²) es un conjunto de herramientas de políticas logísticas de la ciudad que desarrolla el MIT Megacity Logistics Lab con el fin de hacer recomendaciones con respecto a las políticas y prácticas de carga urbana basadas en un enfoque sistemático, replicable y en datos [7], [9], [49]. Esta

metodología permite analizar una ciudad en su conjunto, identificar diferentes necesidades logísticas por áreas de la ciudad (a nivel de kilómetro cuadrado) y resaltar las áreas críticas de la ciudad donde el desarrollo y despliegue de mejores políticas y prácticas de carga urbana deberían ser una prioridad. Los datos de muestra serán entonces recopilados en áreas críticas para evaluar el impacto potencial de las medidas de política de transporte urbano de mercancías y utilizados para facilitar una discusión entre las partes interesadas.

En esta investigación, la recolección de la información se lleva a cabo a partir del método creado por el MIT Megacity Logistics Lab para caracterizar un km^2 de la ciudad. Nos basamos en [7], [9], [49], [50] donde se identifican cinco categorías de información para recopilar en el trabajo de campo: inventario de tiendas, carreteras, operaciones de entrega, volumen del tráfico vehicular y disrupciones presentes en la zona, como sugiere el método Km^2 [7], [49]. La metodología se desarrolla de la siguiente manera:

- Inventario de establecimientos: características básicas de los comercios ubicados dentro del km^2 identificados por nombre, tipo, tamaño y referencia geográfica.
- Recuento de tráfico: estimación de la congestión del tráfico, identificación de las horas punta y períodos de libre circulación, y los tipos de vehículos utilizados.
- Disrupciones: identificación de las causas del incumplimiento de la ley, las normas que resultaron en congestión de tráfico y el tipo de vehículo involucrado.
- Infraestructura vial: características y regulaciones de las calles de la zona, tales como direcciones, tamaños, estacionamientos, paradas de autobús y áreas de carga y descarga.
- Operaciones de entrega: análisis de todas las entregas a lo largo de cada calle seleccionada.

- **Modelado de ecuaciones estructurales (SEM)**

Las técnicas de análisis de datos multivariados de primera generación, como la regresión múltiple, la regresión logística y el análisis de varianza, pertenecen al conjunto central de métodos estadísticos empleados por los investigadores para probar empíricamente las relaciones hipotéticas entre variables de interés. Numerosos investigadores en diversas disciplinas científicas han aplicado estos métodos para generar ideas que han dado forma significativa a la forma en que vemos el mundo de hoy [51]. Estas técnicas tienen tres limitaciones importantes en común, a saber, (1) la postulación de una estructura de modelo simple, (2) que requiere que todas las variables puedan considerarse observables, y (3) la suposición de que todas las variables se miden sin error [52].

Para superar estas limitaciones, los investigadores han recurrido cada vez más a técnicas de segunda generación. Estos métodos, conocidos como modelado de ecuaciones estructurales (SEM), permiten a los investigadores modelar y estimar simultáneamente relaciones complejas entre múltiples variables dependientes e independientes [53]. Los conceptos considerados suelen ser inobservables y se miden indirectamente mediante múltiples indicadores [54]. Al estimar las relaciones, SEM tiene en cuenta el error de medición en las variables observadas. Como resultado, el método obtiene una medición más precisa de los conceptos teóricos de interés [51]. Esta ventaja metodológica hace que SEM sea un enfoque atractivo para esta investigación, ya que permite el análisis de datos sobre percepciones y actitudes, que son construcciones psicológicas que conllevan errores de medición heredados [55]. En la figura 4 podemos observar un ejemplo de modelado en ecuaciones estructurales donde las variables latentes se representan mediante un círculo y las variables observables, es decir los indicadores, se representan con un rectángulo.

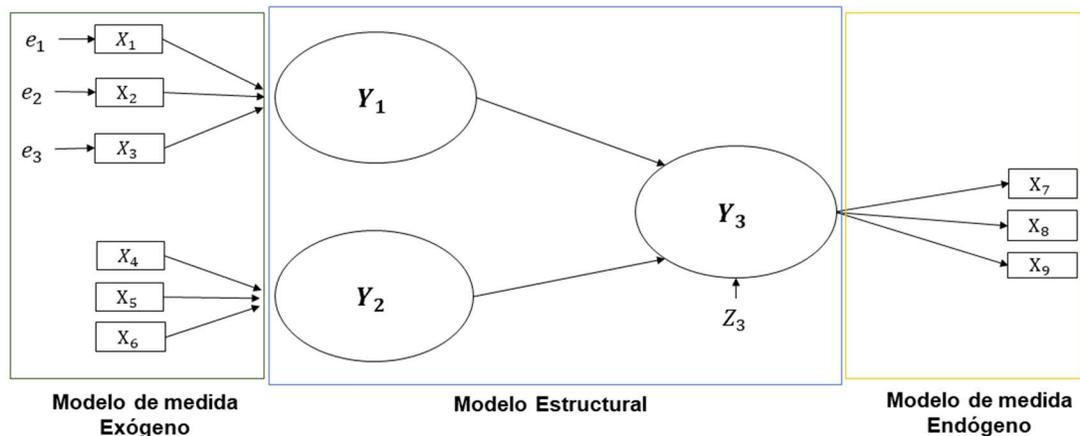


Figura 4. Ejemplo de modelado de ecuaciones estructurales (SEM)

Existen dos aproximaciones en el modelado de ecuaciones estructurales: SEM basado en covarianza (CB-SEM) y SEM de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM, también llamado modelado de ruta PLS). CB-SEM se utiliza principalmente para comprobar (o rechazar) teorías y sus hipótesis subyacentes. Este enfoque confirmar/rechazar hipótesis al determinar qué tan cerca un modelo teórico propuesto puede representar la matriz de covarianza para un conjunto de datos de muestra observada [51]. En contraste, PLS se ha introducido como un enfoque "causal-predictivo" para SEM que se centra en explicar la varianza en las variables dependientes del modelo [52].

PLS valora un modelo causal que involucra múltiples variables con múltiples ítems observados, esta valoración se realiza simultáneamente sobre el modelo estructural (causalidad entre independientes y dependientes constructos) y sobre el modelo de

medida (carga de los ítems observados con sus respectivos constructos). Entre las características destacables de PLS están que no requiere necesariamente una fuerte base teórica (soporta tanto investigación exploratoria como confirmatoria), y es relativamente robusta a desviaciones de normalidad [56].

2.2. Antecedentes

Para el siguiente trabajo fueron considerados diferentes investigaciones, por consiguiente, se realiza un acercamiento a dos principales temas: iniciativas en logística de carga urbana, con énfasis en el uso de la metodología del Km², y como segundo eje del trabajo, se hace hincapié en investigaciones relativas a las percepciones de las partes interesadas en logística urbana, mediante el uso de bases científicas de datos bibliográficos como Science Direct y Springerlink.

2.2.1. Revisión de literatura referente a logística de carga urbana

Las palabras clave con el término general "logística urbana" (u otros sinónimos como logística urbana, entrega urbana, transporte urbano de mercancías, transporte urbano de mercancías, distribución de mercancías urbanas, entrega de mercancías urbanas, logística de última milla y entrega de última milla) y los términos específicos "medidas" o "soluciones" se combinaron con la lógica booleana para formular la cadena de búsqueda [57]. Se realizaron búsquedas en dos bases de datos, Science Direct y Springer, y la búsqueda se limitó a artículos de revistas revisadas por pares en idioma inglés publicados entre los años 2012 y 2022. Los artículos relevantes se recuperaron de la búsqueda en la base de datos. Luego, se aplicaron criterios de inclusión/exclusión a través del análisis de resúmenes y contenido para filtrar artículos con el enfoque en medidas de logística urbana de carga.

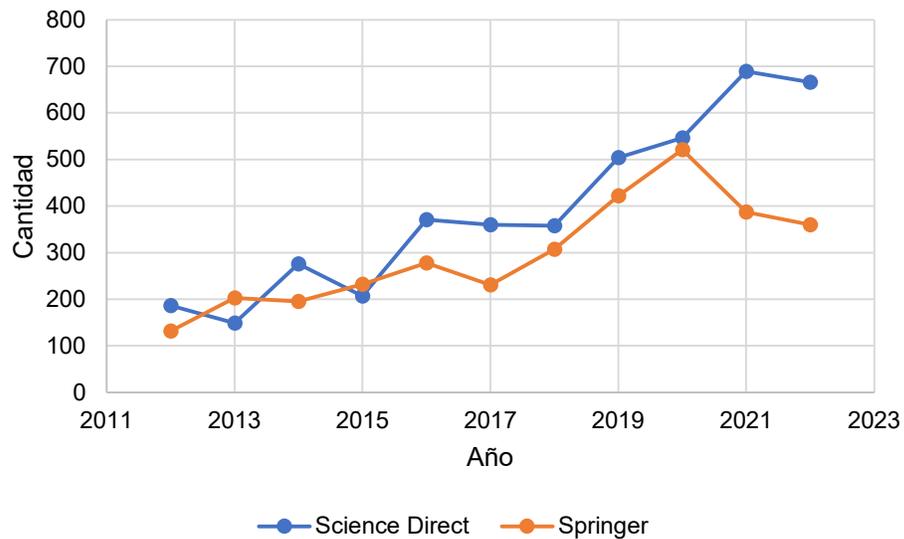


Figura 5. Volumen de publicaciones de logística urbana de carga entre los años 2012 - 2022

La literatura de logística urbana muestra actualmente un fuerte aumento tanto en términos del número de estudios realizados como de la diversidad de temas de discusión [25], [27], [48], [58]. La sostenibilidad, políticas públicas, la participación de las partes interesadas, la optimización en última milla y el comercio electrónico son algunos temas que están en auge en cuanto a la logística de carga urbana [58]–[61]. La logística urbana ha recibido una mayor atención, aunque gran parte de la investigaciones e innovaciones se ha llevado a cabo en países desarrollados. En los mercados emergentes y otros países en vías de desarrollo, el panorama del transporte de mercancías es muy diferente [27], [57], [62]. Los responsables de la planificación urbana están prestando más atención a los retos logísticos de las ciudades en los últimos años [63]. Aunque la logística urbana parece ser una buena propuesta para los problemas de las actividades de transporte de mercancías, hay dos razones principales que dificultan su aplicación. En primer lugar, la logística urbana es muy dinámica debido a la interacción de múltiples agentes. En segundo lugar, faltan conocimientos y métodos para resolver los problemas de la logística urbana [64].

Por otra parte, existen varias investigaciones que estudian y proponen mejoras para la optimización logística en la distribución de última milla [65] o último kilómetro debido al rápido crecimiento de las zonas urbanas. Entre los estudios realizados, se encuentran los de caracterización de áreas según variables demográficas, económicas y de infraestructura vial para la mejora logística con la metodología del Km^2 [66]. La metodología Km^2 también se ha utilizado para determinar la mejor ubicación de los puntos de distribución, buscando alternativas que contribuyan a

mejorar la movilidad de megacities. Estos estudios analizan áreas de ciudades con una alta densidad de establecimientos comerciales y flujo vehicular, como Bogotá D.C., Quito, Lima en Latinoamérica [7], [9], [67], y Seattle en EE. UU [49]. Estos estudios han ayudado a minimizar las externalidades negativas mediante la propuesta de políticas públicas [7], [9], simulación de estrategias (bahías de carga y descarga) [49] e integración de las partes interesadas [50], al tiempo que proporcionan un flujo adecuado de bienes dentro de la ciudad y mejorar la distribución de última milla en estos mercados.

Algunos autores analizan el vínculo de distribución de la última milla entre una industria específica y sus clientes mediante una simulación de cambios en las políticas de entrega [68]. Algunos proponen un modelo logístico para aumentar la eficiencia de la distribución urbana mediante la introducción de contratos innovadores para la mejorar logística como distribuciones multimodales [65]. Otras investigaciones han estudiado temas relacionados a la solución de los problemas logísticos mediante: modelos para mejorar la eficiencia de la movilidad en la distribución de las entregas [69], Otros estudios se han centrado en reducir el impacto negativo del crecimiento excesivo de la ciudad y generar una distribución eficiente de mercancías [70]; La gestión de la congestión del tráfico en la distribución de última milla [71], la optimización de las operaciones de los transportistas [72], la participación de las partes interesadas [35], [61], los centros de consolidación [24], [73], las entregas fuera de horario (OHD) [74], [75], el uso de vehículos alternativos como bicicletas de carga [6], [57] y el envío colectivo de mercancías [76].

En el contexto internacional, se identifica una tendencia de investigaciones por regiones, donde en América del Sur se observa un enfoque hacia el análisis de emisiones en el uso de puntos de entrega locales. El contexto para la participación de las partes interesadas en América del Sur fue la percepción de los actores [26], mientras que el de la actuación de las soluciones fue la adopción o transferencia de soluciones logísticas urbanas entre ciudades [35], [57], [77]. Del mismo modo, la huella de emisiones y los planes de sostenibilidad han sido temas de investigación en la región [78].

Por otro lado, la aparición de eventos extremos a nivel mundial como la pandemia de COVID-19, el cambio climático, las disrupciones en las cadenas de suministro y conflictos geopolíticos, han traído desafíos significativos a los sistemas de transporte [79], [80], Las ciudades se han convertido en un área de estudio importante, por lo que, si los cambios de comportamiento perduran, alterarán significativamente la movilidad en las ciudades, por ende la investigación en logística urbana presenta una oportunidad única para re imaginar los sistemas de transporte urbanos hacia transiciones de movilidad sostenible [81], aportando desde la ciencia hacia el desarrollo de las ciudades.

2.2.2. Revisión de literatura de análisis de las perspectivas de las partes interesadas en logística urbana

Se realizó una revisión de la literatura sobre las partes interesadas en el transporte urbano de mercancías con impacto directo en la planificación urbana y su participación en el sistema logístico urbano entre un intervalo de tiempo de 10 años (2012-2022).

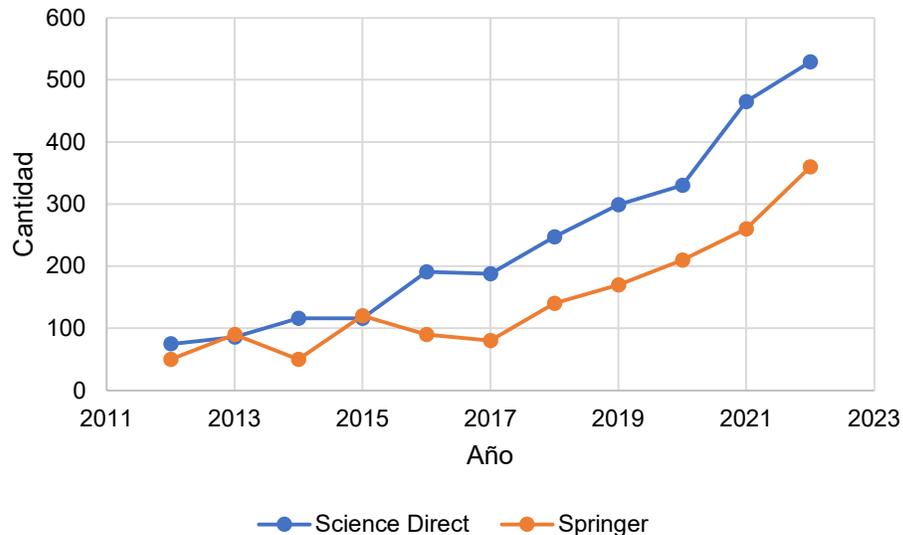


Figura 6. Volumen de publicaciones de participación de las partes interesadas en logística a entre los años 2012 – 2022

Varios autores han identificado a las partes interesadas involucradas en el desarrollo del transporte urbano de mercancías. Ringsberg et al. [45] identificaron las partes interesadas basadas en su responsabilidad en la implementación de soluciones de carga urbana como transportistas/operadores logísticos, receptores y autoridades locales. Calleo [61] identificó cuatro categorías de partes interesadas basadas en su papel en el transporte urbano de mercancías y las necesidades comerciales, es decir, los cargadores; transportistas de carga; residentes, planificadores y reguladores. Asimismo, Rzesny [82] identificó tres categorías de partes interesadas en el desarrollo del transporte urbano de carga intermodal sostenible; expedidores y receptores, autoridades y transportistas. Sin embargo, Beck [78] clasificaron a las partes interesadas como negocios internos, negocios externos, gobierno y partes interesadas de la comunidad en función de la gestión de los recursos, el uso del espacio público y la legitimidad en la ciudad.

Algunos autores se han ocupado de la participación de las partes interesadas en la planificación del transporte, y se han utilizado diferentes métodos de participación

para promover la participación pública. Algunos ejemplos son el análisis multicriterio (por ejemplo, Arellana [79]; Golob [83]; Hickman [84]; Katsela [85]), el análisis de escenarios (Hickman [84]; Keseru [86]), análisis de redes sociales (Lu [87]), uso del enfoque del Sistema de Información Geográfica (SIG) (Stewart [88]; Giuffrida [89]). El uso de encuestas o entrevistas [90]–[92] es el método de mayor uso al recopilar la información de las partes interesadas, por ejemplo, Amaya et al. [35] analizaron la percepción de algunos actores (transportistas, receptores y residentes) sobre las políticas de transporte urbano sostenible de carga en Barranquilla y Cartagena (Colombia). Los residentes indicaron que el estacionamiento fuera de la calle era la política de carga más eficiente.

De Oliveira et al. [38], [47], [93], compararon las percepciones de las partes interesadas sobre los problemas de transporte urbano en Belo Horizonte (Brasil) y Szczecin (Polonia), incluidas las percepciones de los residentes. Los resultados mostraron una divergencia en las percepciones entre las partes interesadas. Los residentes percibieron que los camiones y los automóviles contribuían a la congestión y al ruido, sin embargo, los operadores afirman que la restricción del movimiento de camiones en los centros urbanos podría mejorar la movilidad.

Diferentes métodos de análisis de percepción se han utilizado, desde el uso de análisis multicriterio, como la metodología AHP [82], [85], análisis factorial [79], [83], análisis de conglomerados [38], análisis multi-actor multi-criterio (MAMCA) [94] y el uso de modelado por ecuaciones estructurales (SEM) [26], [95]–[97]. Esta última metodología permite evaluar relaciones causales multivariantes, su aplicación en ciudades como Cartagena- Colombia [26] permitió comprender las percepciones de los ciudadanos sobre las operaciones de carga y logística en áreas urbanas. Considerando la relación entre la infraestructura, las externalidades y la percepción general de las operaciones de carga urbana [26]. Los autores concluyeron que los problemas son heterogéneos y que la percepción de la infraestructura influye en la percepción de las externalidades [26]. Además, la percepción negativa de las externalidades redujo la conciencia del rendimiento de las operaciones de carga. Finalmente, los residentes percibieron negativamente las operaciones de carga en sus actividades diarias. Esto refleja la conciencia de los residentes sobre los impactos de las operaciones de carga en sus actividades diarias.

De igual forma, la investigación en Brasilia- Brasil, [95] expone el uso de estas ecuaciones estructurales, donde se demostró que la calidad de vida de los residentes está influenciada negativamente por las externalidades del transporte urbano de mercancías y positivamente influenciada por la infraestructura urbana. Esta hipótesis es difícil de determinar mediante otro tipo de metodologías. De igual forma, mediante la aplicación de esta metodología, De Abreu [96] verificó la hipótesis planteada: “los problemas percibidos de estacionamiento de entrega de carga urbana son una función de las características del establecimiento, sus canales

de distribución y patrones de operaciones de entrega” [96]. Esto apoya la hipótesis de que el juicio de los minoristas no está sesgado por la frecuencia de dichas operaciones.

A nivel mundial, la investigación acerca de las percepciones de las partes interesadas presenta una tendencia en países europeos (por ejemplo, Bjørgen [98] en Noruega, Lindholm [99] en Suecia; Le pira [69] en Italia, Rzesny [82] en Polonia y Dablanc [81] en Francia), en Norteamérica (Holguín-Veras [74] en Estados Unidos) y en Latinoamérica (Arellana [79] y Amaya [35] en Colombia y De Oliveira [95] en Brasil). Por ende, la investigación apoya los estudios publicados anteriormente sobre las partes interesadas con impacto directo en la planificación urbana del transporte urbano de mercancías, especialmente en la región de Latinoamérica.

Capítulo 3.

3. Metodología

El método integral propuesto está destinado a enfrentar los desafíos del transporte urbano de carga, además de las características específicas de Popayán. Esta metodología deberá considerar la realidad desde el punto de vista de los principales actores. De esta manera, es posible evaluar la adecuación de prácticas y regulaciones que contribuyen a resolver los problemas involucrados en esta actividad. Definimos las variables relevantes desde la perspectiva de la investigación, seleccionamos las siguientes variables: densidad de población, densidad minorista y percepción de las partes interesadas.

La investigación tiene tres enfoques (ver figura 7), inicialmente se realiza una conceptualización de la ciudad de estudio, seguido por la caracterización del sistema logístico de cada zona y en tercera instancia se busca recopilar y analizar las percepciones de las partes interesadas con el fin de identificar clústeres que guíen los procesos de toma de decisiones relativas a las políticas en logística urbana de Popayán.



Figura 7. Diseño metodológico

A partir de un trabajo de campo para la recopilación de datos se obtiene información relevante sobre establecimientos comerciales, regulaciones, flujo vehicular, disrupciones y operaciones de carga en cada área. La observación directa y las encuestas a las partes interesadas se utilizan durante la investigación esto permite describir la actividad comercial, estimar la intensidad del flujo vehicular, las entregas de carga y las percepciones de las partes interesadas en cada área.

Fase I: Conceptualización

La primera fase del proyecto tiene por objeto desarrollar una clasificación (o agrupación) de las zonas urbanas de mayor actividad comercial de la ciudad, teniendo en cuenta sus características demográficas, socioeconómicas y de infraestructura. Según estas características se llevará a cabo la investigación, hacia una orientación de políticas de carga acordes a las condiciones logísticas de las zonas.

La densidad de población es una medida de la distribución de la población en cada segmento y es equivalente al número de habitantes dividido por el área donde residen [20]. Por lo tanto, indica el número de personas en cada unidad de área y generalmente se expresa como habitantes por Km². Finalmente, se establece el aporte al PIB de cada zona a la ciudad. De este modo se podrá evaluar el estado del perfil logístico de las zonas de estudio.

Fase II: Análisis de la logística urbana a partir de la metodología del Km²

En esta fase se busca determinar el perfil logístico de cada sector, a partir de indicadores logísticos que representan y caracterizan las zonas seleccionadas. Inicialmente identificamos dos sectores altamente comerciales de la ciudad, posteriormente se realiza la recolección de la información a partir del método creado por el MIT Megacity Logistics Lab para caracterizar un Km² por zona de la ciudad [97]. Una de las principales características de la metodología es que se realiza por medio de la observación, lo que permite un desarrollo más sencillo y obtener una gran cantidad de información que puede ser utilizada en políticas o modelos de mejora, como ejemplo de la aplicación del Km² en ciudades latinoamericanas como en Bogotá D.C.- Colombia [67], Quito-Ecuador [9] y el distrito de Lince- Lima – Perú [7], que fue una alternativa para generar estrategias en materia de movilidad, logística y planificación urbana. La metodología se compone de cinco indicadores de información para recopilar en el trabajo de campo: inventario de tiendas, calles y regulaciones, volumen del tráfico vehicular, interrupciones y operaciones de entrega presentes en cada sector.

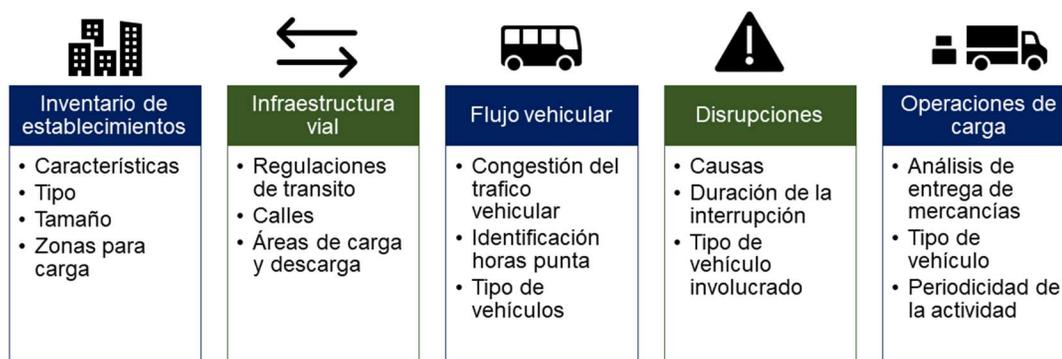


Figura 8 Metodología del Km², adaptado de [100]

Esta metodología se desarrolla en tres fases, la primera es recolectar y especificar la información del inventario de los comercios, las políticas viales dentro del Km² seleccionado [7]. En la segunda fase se toman los tiempos y se caracteriza el flujo vehicular por tipo de vehículo; Finalmente, la tercera fase identifica las disrupciones por causa y tipo, al igual, se observa las operaciones de carga y descarga de los establecimientos comerciales.

Fase III: Análisis de las percepciones de las partes interesadas

Las partes interesadas en el transporte urbano, son actores cruciales en el proceso de planificación urbana para lograr una ciudad sostenible; Por ende, mediante un análisis de las percepciones de las partes interesadas sobre el sistema logístico urbano en la ciudad se promoverá la participación ciudadana generando conciencia de su importancia en el proceso de políticas públicas las cuales afectan sus actividades diarias. En esta última fase de la investigación, se busca probar una serie de supuestos relacionados con infraestructura, externalidades negativas [26], [95], políticas públicas en logística urbana y variación respecto a su localización. A partir de la aplicación de encuestas [35], [38], [95], se recopilará la información. Este instrumento busca recoger los datos en tres secciones; La primera sección recoge las características socioeconómicas de los encuestados, como la edad, el sexo, el nivel socioeconómico y el motivo por el que se encuentran en la zona de estudio. La segunda sección se refiere a las percepciones de los encuestados en cuanto a la movilidad, externalidades negativas e infraestructura vial. En la última sección se proponen una serie de cinco iniciativas relacionadas a políticas públicas en logística urbana.

Para el análisis de los datos, se adopta un enfoque de modelado de ecuaciones estructurales basado en mínimos cuadrados parciales (SEM-PLS), el cual se utiliza para desarrollar teorías, a través de la maximización de la varianza de construcciones endógenas [42], [53], [101]. Este presenta diferentes ventajas: no requiere necesariamente una fuerte base teórica (soporta tanto investigación

exploratoria como confirmatoria), tamaño de muestra pequeño y es relativamente robusta a desviaciones de normalidad [56]. SEM-PLS valora un modelo causal que involucra múltiples variables con múltiples ítems observados, esta valoración se realiza simultáneamente sobre el modelo estructural (causalidad entre variables dependientes e independientes) y sobre el modelo de medida (carga de los ítems observados con sus respectivos constructos) [52]. Por ende, se adopta la metodología desarrollada por [56], la cual se compone de tres etapas (ver figura 9).



Figura 9. Fases de modelado SEM-PLS, adaptado de [52], [56]

Cuando se utiliza el SEM-PLS, es necesario seguir un proceso en varias etapas que involucra la especificación de los modelos internos y externos, la evaluación del modelo externo y la evaluación del modelo interno:

- **Etapa I. Modelo conceptual**

El primer paso considera la descripción gráfica del modelo [51]. Por un lado, se especifica el modelo estructural, es decir, las relaciones causales entre las variables del modelo, y por otro, las relaciones entre indicadores y constructos, estas relaciones son denominadas modelo de medida. El modelo de medida es un paso fundamental en esta fase, dado a que se identifican las variables latentes (VL) y como éstas se conforman por indicadores correspondientes a variables observables [53].

- **Etapa II. Validez y fiabilidad del modelo de medida**

En esta fase se deben considerar una serie de cinco indicadores con el fin de comprobar la validez y fiabilidad del modelo de medida, los cuales son los siguientes:

1. Validez interna

Para VL con indicadores formativos se debe verificar su validez interna descartando problemas de multicolinealidad. Para ello se calcula el factor de inflación de varianza (VIF) con un análisis de regresión, un VIF mayor que 10 indica un problema de

multicolinealidad [53]. Adicionalmente, es necesario asegurar la validez y fiabilidad de las medidas de todos los constructos [56].

2. Fiabilidad individual

La fiabilidad individual de cada uno de los ítems se valora examinando las cargas (λ , o loading), o correlaciones simples, de los indicadores con su respectivo constructo. Existe discrepancia sobre el valor que debe arrojar esta prueba para ser aceptada, por un lado, Ramírez y Salazar [56] indican que se aceptan $\lambda \geq 0,55$; por otro lado, Hair y Ringle [51] aseguran que se aceptan $\lambda \geq 0,707$.

3. Fiabilidad del constructo

Para conocer la fiabilidad del constructo se debe realizar un análisis a partir del coeficiente del alfa de Cronbach (CA) y la fiabilidad compuesta del constructo (CR) como medidas de consistencia interna, para ambos índices se aceptan un 0,7 para una fiabilidad modesta en las etapas tempranas de la investigación y un 0,8 para la investigación básica [56].

4. Validez convergente

Para identificar las consistencias internas del modelo se debe analizar la validez convergente. Para validar esta condición se debe considerar la Varianza Extraída Media (AVE), esta medida es solo aplicable a VL conformadas de indicadores reflectivos. Ramírez y Salazar [56] sugieren 0,5 como límite inferior de un AVE aceptable, lo que significa que más del 50% de la varianza del constructo es debida a sus indicadores, de esta manera el ajuste de los indicadores será significativo y estarán altamente correlacionados.

5. Validez discriminante

Para conocer el grado de diferencia de cada VL con los otras VL del modelo, se debe medir la validez discriminante. Un modelo posee validez discriminante si la raíz cuadrada de la AVE de cada VL es mayor a los coeficientes r de Pearson de las correlaciones con el resto de VL del modelo.

• **Etapa III. Valoración del modelo estructural**

En esta fase se debe valorar el modelo estructural. Es por ello que se enfatiza en comprobar una serie de cuatro indicadores:

1. Varianza de variable endógena

Para conocer si la cantidad de la varianza de la variable endógena es explicada por los constructos que la predicen se utiliza el valor de la varianza explicada, R^2 es representativo de esta varianza explicada [56]. Para que esta varianza sea

suficientemente explicada por las variables independientes el R² debe ser $\geq 0,1$ [53].

2. Ajuste del modelo

Adicionalmente, para conocer el ajuste del modelo se debe calcular el índice de ajuste global (GoF). Este índice se calcula multiplicando la raíz cuadrada del promedio de AVE por la raíz cuadrada del promedio de R². Según [56], para que se compruebe la confiabilidad y ajuste del modelo el GoF debe ser $\geq 0,5$.

Posteriormente, las hipótesis deben ser contrastadas mediante el examen de los coeficientes de camino (β) y el análisis de Bootstrapping.

3. Coeficiente de camino

Este indicador permite conocer si las variables predictoras contribuyen a la varianza explicada de la variable endógena. El valor β representa los pesos de regresión estandarizados. Los $\beta \geq 0,2$ son considerados significativos, aunque idealmente se esperan $\beta \geq 0,3$ [56].

4. Bootstrapping

El análisis de Bootstrapping permite examinar la estabilidad de las estimaciones ofrecidas por el análisis PLS [56], este análisis a través de un procedimiento de remuestreo considera los datos de la investigación como si se tratase de una población. El cálculo de Bootstrapping requiere dos valores, “samples” correspondientes al número de submuestras, siguiendo a Ramírez [53] se deben utilizar 100, y “casos” correspondiente al número de la muestra. Siguiendo el ejercicio recomendado por Ringle [51] se debe calcular la distribución T de Student de dos colas con n-1 grados de libertad, donde n es el número de submuestras aplicando niveles de significación de * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, y *** $p < 0,001$. Los resultados obtenidos del Bootstrapping deben ser comparados con el valor T de Student. Luego, se puede afirmar que existe una relación causal entre dos VL del modelo si el valor β entre ellas es mayor o igual a 0,2 y además es significativo estadísticamente [51];[56].

Finalmente, se realiza la discusión de los resultados donde se plantean soluciones para optimizar el flujo de entrega de mercancías y la reducción de externalidades negativas en las zonas de estudio, y apoyar en el proceso de planificación urbana de la ciudad considerando la participación ciudadana como base para el proceso de políticas urbanas de carga y una ciudad sostenible y competitiva.

Capítulo 4.

4. Conceptualización

4.1. Caracterización de la ciudad de estudio

La ciudad de Popayán es la capital del departamento del Cauca en Colombia, cuenta con una extensión territorial de 512 km², aproximadamente el 89% de su población se localiza en su área urbana. En este sentido, Popayán tiene una densidad bruta de 12.524 hab./km² y densidad neta de 16.905 hab./km², con una población urbana de 333.328 habitantes [13]. Por lo tanto, es considerada una ciudad intermedia en Colombia, se encuentra a 600 km de distancia a Bogotá D.C. y 249 km al puerto de Buenaventura. Su PIB per cápita ronda los USD 4483, que está por debajo del promedio nacional de USD 6101 y su tasa de desocupación es de 11,9%, ubicando a la ciudad en el rango socioeconómico medio-bajo [13], [18].

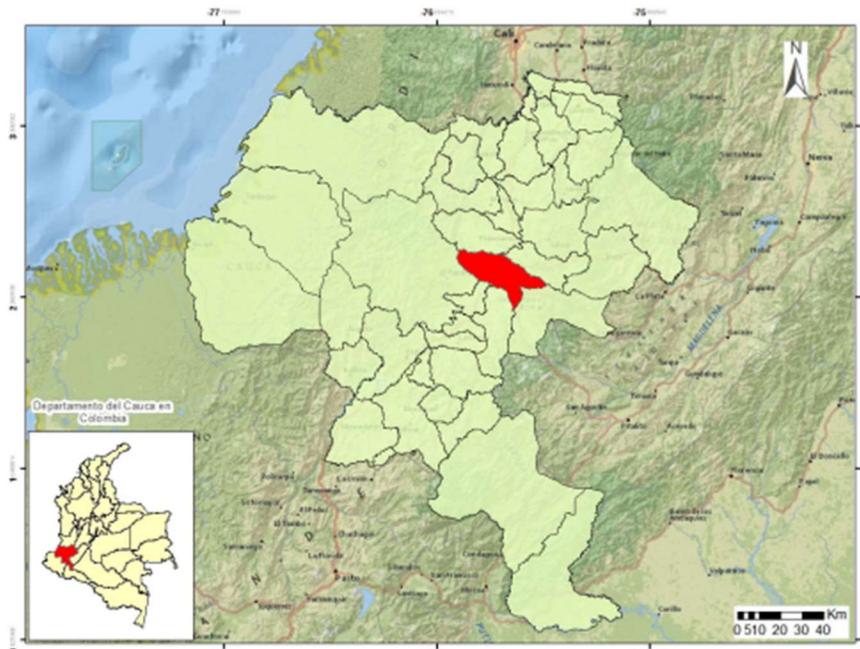


Figura 10. Localización geográfica de Popayán. Adaptado de [102]

Popayán se ha caracterizado por tener una dinámica económica diferente a la del resto del departamento, pues mientras la economía departamental gira en torno al sector agrícola, la vocación productiva de la ciudad está en los sectores de comercio y de servicios. Para el año 2022 el municipio de Popayán presentó un valor agregado de 4.483 miles de millones de pesos, en donde las actividades terciarias (comercio y servicios) representan el 83,2% del valor agregado total del municipio, seguido de las actividades secundarias (industria y construcción) con una

participación de 15,9%, y finalmente las actividades primarias (agropecuaria y minería) con una participación de 0,8% [103]. El comercio es el sector que más concentración de empresas tiene, caracterizado por presentar altos niveles de informalidad y baja inversión en activos, lo cual genera un impacto negativo en la productividad de la ciudad, redundando en bajos niveles salariales [18].

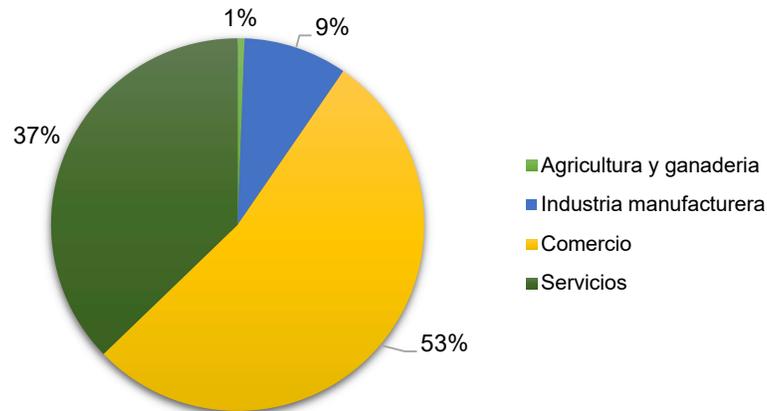


Figura 11. Actividad económica de Popayán. Adaptado de [101]

Por su parte, el sector de comercio concentra el 17,01% (\$289.554 millones de pesos) de la inversión en activos del municipio y es el de mayor participación en lo concerniente al número de registros, con un total de 4.176 que representan el 53,37% del total de las empresas del municipio [2]. Según datos de la cámara de comercio, en la ciudad de Popayán se encuentran registrados 3.990 establecimientos comerciales de 10 empleados o menos (microempresa) y sólo uno de más de 200 empleados. Sin embargo, los pequeños establecimientos comerciales concentran el 51% de los activos, dejando atrás a las microempresas que tan sólo participan en un 12% de los mismos a pesar de tener 3.990 registros en cámara de comercio. Los grandes establecimientos comerciales de la ciudad, que en este caso tiene un sólo registro, tienen una participación del 13% del valor de los activos [104].

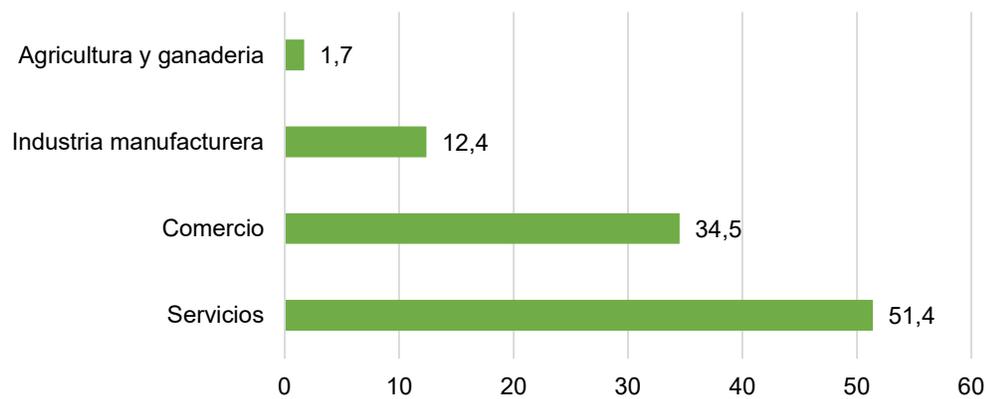


Figura 12. Puntaje de actividad económica respecto a su participación en el PIB de Popayán. Adaptado de [8]

La ciudad cuenta con una infraestructura vial de 384.92 Km de vías por cada 100.000 habitantes. Según el plan maestro de movilidad, por cada 100.000 habitantes se tiene una distribución modal donde predomina el uso de los modos no motorizados: a pie el 40,15% y bicicleta con un 5,69%, seguido de la motocicleta con un 22,57%, el transporte público incluido los taxis con un 20,38%, el vehículo privado con un 10,30% y transporte informal con un 4,50%; como se refleja en la siguiente representación [8].

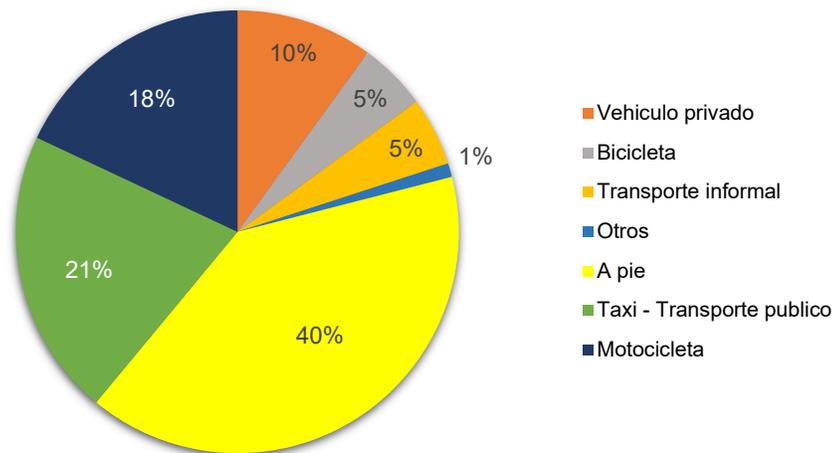


Figura 13. Tipo de transporte modal en la ciudad de Popayán. Adaptado de [101]

Actualmente, Popayán está creciendo económicamente, situación que aumenta los requerimientos de movilidad. La ciudad por su conexión andina con el pacífico colombiano, es un paso obligado de personas y mercancías; sin embargo, no se

considera como nodo de integración logístico en la actualidad. Además, la capital del departamento del Cauca tiene sólo dos carreteras principales que cruzan la ciudad de norte a sur, las cuales conectan la ciudad y aunque hay carreteras secundarias, no existe un sistema vial adecuado para la movilidad urbana [13]. Es decir, se ocasionan puntos conflictivos y cuellos de botella. Asimismo, la ciudad no tiene áreas dentro de la ciudad especialmente designadas para la carga y descarga de mercancías [12], [13], [16].

4.2. Caracterización de las zonas de estudio

La ciudad de Popayán se compone de 9 comunas, la presente investigación se basa en los estudios realizados por Chará [10] y Fajardo [12], donde se identifican las zonas de mayor densidad de tráfico vehicular, comprendiendo la comuna 4 (sector histórico de la ciudad) y la comuna 8 (sector comercial de la ciudad); Estas zonas presentan una cantidad de 11.155 hogares con una población estimada de 61.312 habitantes, con una densidad poblacional de 12.3 habitantes/Km² en la comuna 4 y 20.7 habitantes/Km² en la comuna 8. Es por ello que el siguiente estudio se enfocara en estas dos áreas de la ciudad.

Tabla 1. Características de las zonas de estudio

Métricas	Comuna 4	Comuna 8
Área (Km ²)	2,74	1,33
Cuadrantes (#)	359	201
Hogares	6630	4625
Población (#)	33807	27505
Población (habitantes/km ²)	12,3	20,7
Nivel socioeconómico	Medio	Medio-bajo

Fuente: Elaboración propia a partir de información de cámara de comercio del Cauca y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) - año 2022

4.2.1. Comuna 4

La comuna 4 tiene una superficie de 2,74 Km², un total de 359 manzanas, 6630 viviendas y aproximadamente 33.807 habitantes. Socioeconómicamente, el 53% de la comuna corresponde al estrato 3 y el 47% restante se clasifica con el estrato 4 que se refleja como una clasificación socioeconómica media [105]. El centro histórico de la ciudad de Popayán se ubica en esta zona (ver figura 14), el cual se

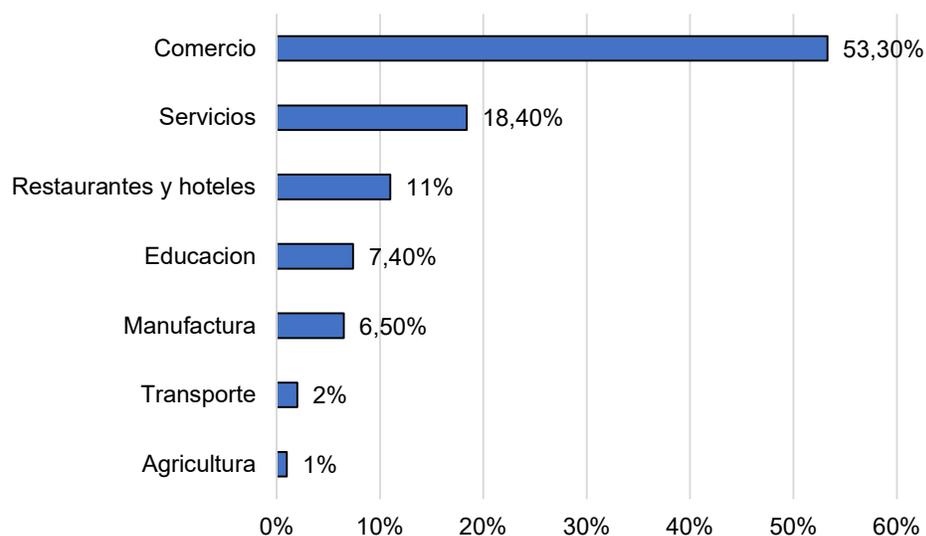


Figura 15 Actividad económica en la zona centro de Popayán. Adaptado de [104]

En 2019 se registraron 27.988 unidades productivas en el centro histórico, un incremento del 2,7% respecto a las 27.257 unidades identificadas el año anterior [104]. Esto supera el total nacional en 0,6 puntos porcentuales, lo que demuestra que la distribución comercial del área está generando nuevos mercados (ver figura 15) entre los 21.105 individuos, 3.022 sociedades por acciones simplificadas (SAS), 2.762 asociaciones y fundaciones, 359 sociedades limitadas y 337 cooperativas que operan este sector [104].

4.2.2. Comuna 8

La comuna 8 tiene una superficie de 1.33 Km², un total de 201 manzanas, 4625 viviendas y aproximadamente 27.505 habitantes. Socioeconómicamente, el 88 % de la comuna corresponde al estrato 3 y el 12% restante se clasifica con el estrato 1 y 2 que se refleja como una clasificación socioeconómica media - baja [105]. Teniendo en cuenta la distribución comercial de la comuna 8 se concentra en el barrio la Esmeralda, se identifican un total de 1006 establecimientos comerciales, donde alrededor del 97% son minoristas, y el 3 % presentan una actividad económica mayorista (compra directa a fabricantes o al productor) [106].

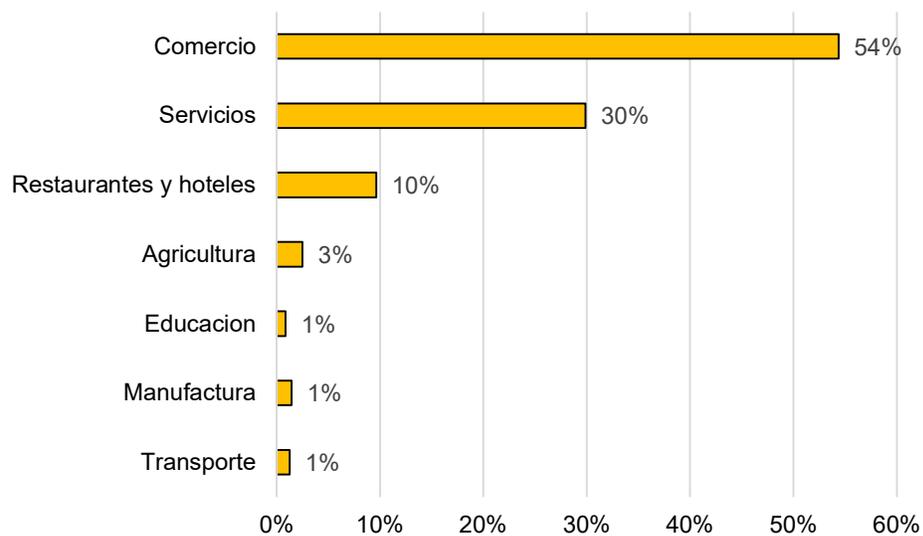


Figura 16. Actividad económica en la comuna 8, adaptado de [18]

Las actividades económicas (ver figura 16) que corresponden en la comuna 8 van ligadas hacia el sector comercial y servicios con el 84% de los activos de esta zona, seguido de restaurantes y hoteles (10%), agricultura (3%), y otros establecimientos (3%). Cabe resaltar que la plaza de mercado del barrio la Esmeralda es un polo de atracción de diferentes actividades económicas donde la comercialización de frutas y verduras corresponde al 51% de las unidades económicas de la zona, la segunda categoría representativa, con un 13%, es la categoría “otra actividad”, la cual incluye a actividades tan diversas como venta de joyería, accesorios para celulares, arreglo de ropa, entre otros. Los establecimientos de alimentos representan el 7% y la menor participación son las actividades dedicadas a los insumos agrícolas [12]. Los comerciantes de esta zona presentan ingresos de aproximadamente \$250.000 a \$4.000.000 los cuales varían por el tipo de comercio en la zona. Por tanto, el 95% de los comercios en este sector corresponden a la actividad minorista, pese a ello, cabe mencionar la inexistencia de zonas de cargue y descargue para parqueo de compradores y vendedores los cuales generan deterioro de la movilidad y congestión en el sector.

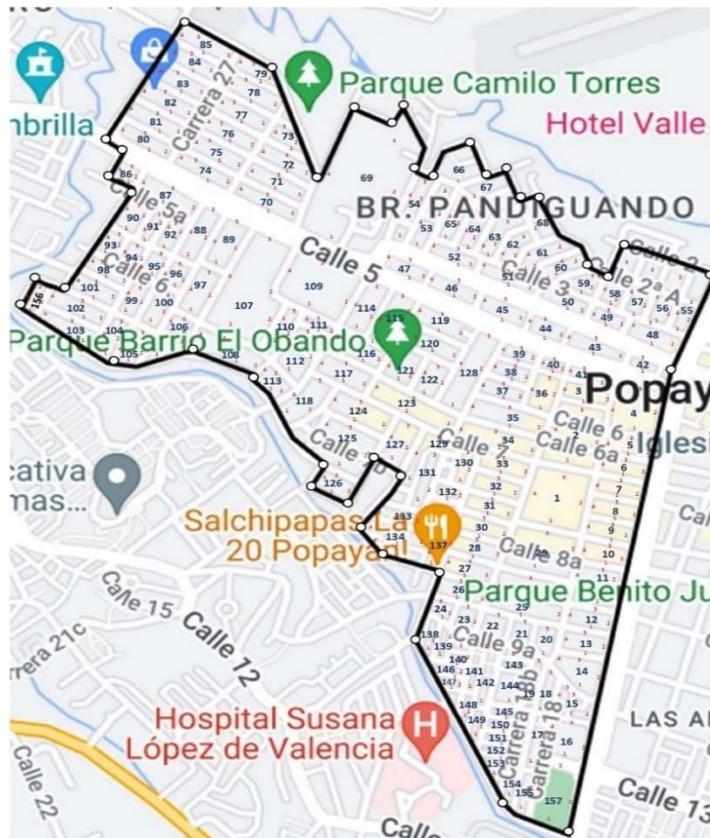


Figura 18. Km² seleccionado en la comuna 8 de Popayán. Elaboración propia / Google Maps, 2023

5.1.1. Inventario de establecimientos

Comuna 4

Se encontraron 1.817 establecimientos en el kilómetro cuadrado seleccionado (ver tabla 2), destacando el predominio de las tiendas minoristas (81% de los establecimientos comerciales), caracterizadas por tener cinco o menos de cinco empleados. Donde el 41% pertenecen a la categoría de “otros establecimientos” relacionados con ferreterías, tiendas de decoración del hogar (muebles, alfombras, cortinas, colchones, entre otros). El 39% de este tipo de establecimientos minoristas corresponden a: tiendas multiservicio (4%), tiendas de ropa (16%), farmacias (4%) y negocios de comidas (15%); pero a diferencia de los grandes establecimientos (19% de los comercios) como supermercados, mercados de abastos, gasolineras y colegios, no disponen de zonas de aparcamiento ni zonas de carga y descarga adecuadas acorde a la demanda de sus operaciones logísticas.

Tabla 2. Inventario de establecimientos en la comuna 4

Tipo de establecimiento	Inventario		Tamaño (m)			Áreas para carga	
	Cantidad	Índice	Máximo	Promedio	Mínimo	Si	No
Tiendas multiservicio-comidas (A)	79	4%	29	15,5	2	3%	97%
Tiendas de conveniencia y supermercados (B)	25	1%	45	24	3	28%	72%
Estaciones de gasolina (C.)	1	0%	20	17,5	15	100%	0%
Tiendas de ropa (D)	298	16%	22	12	2	4%	96%
Alojamiento (E.)	46	3%	55	29	3	14%	86%
Tiendas de alimentación y bebidas (F)	266	15%	27	15	3	4%	96%
Farmacias (G)	81	4%	17	9,5	2	2%	98%
Instituciones educativas (S)	45	2%	82	42,75	3,5	18%	82%
Otros establecimientos (O)	748	41%	35	19	3	6%	94%
Edificios públicos - Iglesias (U)	228	13%	60	32	4	15%	85%
Total	1817	100%				19%	81%

El perfil de los establecimientos de la comuna 4 se caracteriza por tener espacios pequeños, sin zonas de carga y descarga de productos, con 16 establecimientos de media por cuadrante. Se hace pertinente abordar soluciones efectivas y eficientes considerando las características de los establecimientos.

Comuna 8

Se identifican 1209 establecimientos en el kilómetro cuadrado seleccionado, destacando el predominio de las tiendas minoristas, 93 % del total (ver tabla 3), constituyéndose por establecimientos de servicios (62%), negocios de alimentos y bebidas (14%), establecimientos de ropa y calzado (8%), tiendas multiservicio (6%) y farmacias (4%). Los grandes establecimientos (7% de los comercios) como supermercados, mercados de abastos, gasolineras y colegios presentan un 32% de

zonas para carga y descarga, en comparación al 10% disponible para los pequeños establecimientos los cuales representan el 93% del total.

Tabla 3. Inventario de establecimientos en la comuna 8

Tipo de establecimiento	Inventario		Tamaño (m)			Áreas para carga	
	Cantidad	Índice	Máximo	Promedio	Mínimo	Si	No
Tiendas multiservicio-comidas (A)	73	6%	25	15	5	3%	97%
Tiendas de conveniencia y supermercados (B)	9	1%	98	61,5	25	25%	75%
Estaciones de gasolina (C.)	2	0%	35	27,5	20	50%	50%
Tiendas de ropa (D)	92	8%	20	15,5	11	15%	85%
Alojamiento (E.)	18	1%	80	52,5	25	23%	77%
Tiendas de alimentación y bebidas (F)	164	14%	36	22,5	9	5%	95%
Farmacias (G)	48	4%	23	17,5	12	10%	90%
Instituciones educativas (S)	17	1%	560	292,5	25	40%	60%
Otros establecimientos (O)	751	62%	46	26,5	7	15%	85%
Edificios públicos - Iglesias (U)	35	3%	662	338,5	15	21%	79%
Total	1209	100%				21%	79%

Al comparar los establecimientos comerciales por tipo en las comunas 4 y 8, se evidencia el predominio de las actividades minoristas (en promedio un 87% decir 4 de cada 5 establecimientos son comercios minoristas). Sin embargo, se identifica la falta de zonas para carga y descarga, el cual representa el 79% en la comuna 8 y 81 % en la comuna 4. Estos datos proporcionan información sobre las actividades logísticas de carga urbana para diferentes tipos de establecimientos (figura 19) con el fin de tomar decisiones acordes a las características comerciales en las zonas estudiadas.

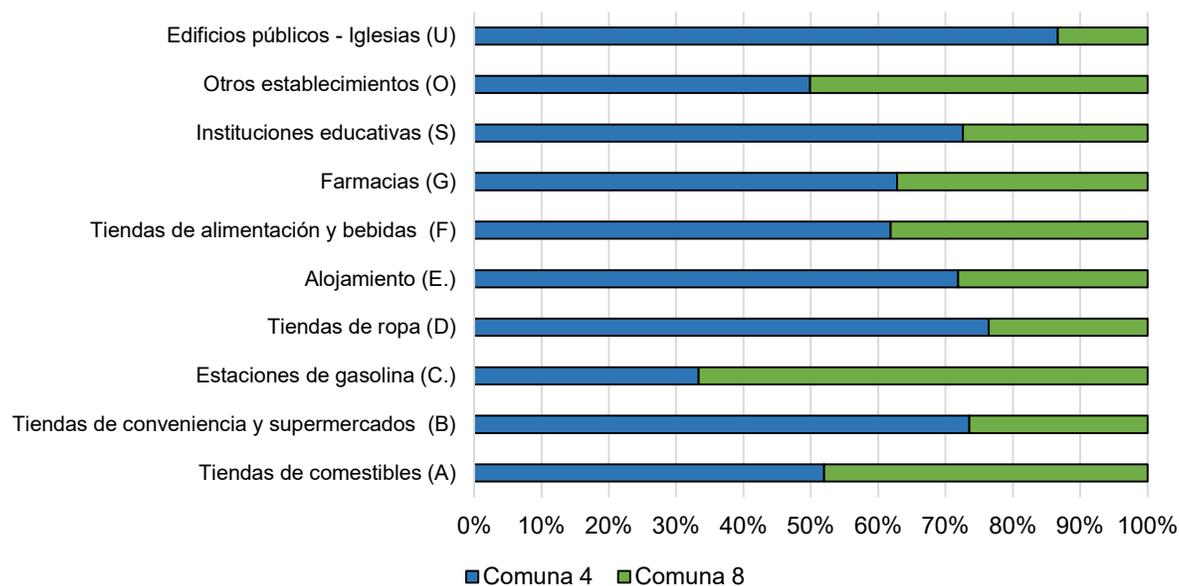


Figura 19. Comparación de establecimientos en la comuna 4 y comuna 8

5.1.2. Infraestructura vial

Comuna 4

La comuna 4 presenta un total de 569 calles (ver tabla 4), donde alrededor del 61% no cuentan con señales de tránsito adecuadas, en comparación al 39% con señalización. De igual forma, el 32 % de las vías tienen señales de tránsito, el 2 % corresponde a las paradas de autobús y el 4% a paradas de autobús y tránsito. Cabe resaltar los esfuerzos de la administración municipal para restaurar el estado deteriorado de estos dispositivos urbanos los cuales contribuyen a un funcionamiento óptimo del sistema vehicular acorde a la dinámica vial urbana que presenta la ciudad.

Tabla 4. Calles y regulaciones en la comuna 4

Señales	Cantidad	Índice (%)
Ninguna	346	61%
Parada de autobús	19	3%
Tránsito	184	32%
Parada de bus y tráfico	20	4%
Total	569	100%

Tabla 5. Características de la infraestructura vial en la comuna 4

Tipo de calles		Carriles			Ciclo Vías		Transporte publico		Zonas C/D	
(1) Dirección	(2) Direcciones	1	2	4	Si	No	Si	No	Si	No
541	28	280	277	12	13	556	56	513	14	555

En la tabla 5, se evidencia que la mayoría de las calles en la comuna 4 son unidireccionales, además no se disponen de carriles especiales para el transporte publico y bicicletas. A su vez, confirma la inexistencia de zonas especiales para carga y descarga de mercancías.

Comuna 8

Es posible observar el estado de la infraestructura vial en la tabla 6, en relación a la cantidad de regulaciones en la comuna 8, donde se identifica un total de 632 calles en la comuna 8, es decir 10% más que en la comuna 4; Sin embargo, el 73% de estas no tienen señales de tránsito adecuadas. Donde el 80 % de las calles son unidireccionales y el 20% presentan doble sentido vial (ver tabla 7). Cabe resaltar que 22 calles tienen carriles destinados para bicicleta, pero solo 18 son transitables dado a que vendedores informales ocupan estas 6 zonas destinadas para el tránsito de bicicletas.

Tabla 6 Calles y regulaciones en la comuna 8

Señales	Cantidad	Índice %
Ninguna	460	73%
Parada de autobús	46	7%
Tránsito	101	16%
Parada de bus y trafico	25	4%
Total	632	100%

Tabla 7. Características de la infraestructura vial en la comuna 8

Tipo de calles		Carriles			Ciclo Vías		Transporte publico		Zonas C/D	
(1) Dirección	(2) Direcciones	1	2	4	Si	No	Si	No	Si	No
510	122	506	126	8	22	610	40	592	8	624

Una característica de la infraestructura vial de la ciudad de Popayán es el tamaño reducido de sus calles y la falta de señales de regulación. Sólo el 39% de las calles

de la comuna 4 y 27 % de la comuna 8 tienen señales de tránsito adecuadas, como se muestra en la figura 20. Se identifica que la mayoría de las calles son unidireccionales en ambas zonas de estudio, además de carecer de vías exclusivas para el transporte público, zonas de carga y descarga y carriles para el uso de bicicletas. Finalmente, se observó que los vehículos motorizados utilizan las aceras y calzadas para bicicletas como vías de circulación y zonas de estacionamiento. Asimismo, dada a la falta de señales de regulación, las partes interesadas realizan sus operaciones logísticas en cualquier parte de la calle ocasionando un mayor índice de interrupciones en la logística y movilidad de la ciudad.

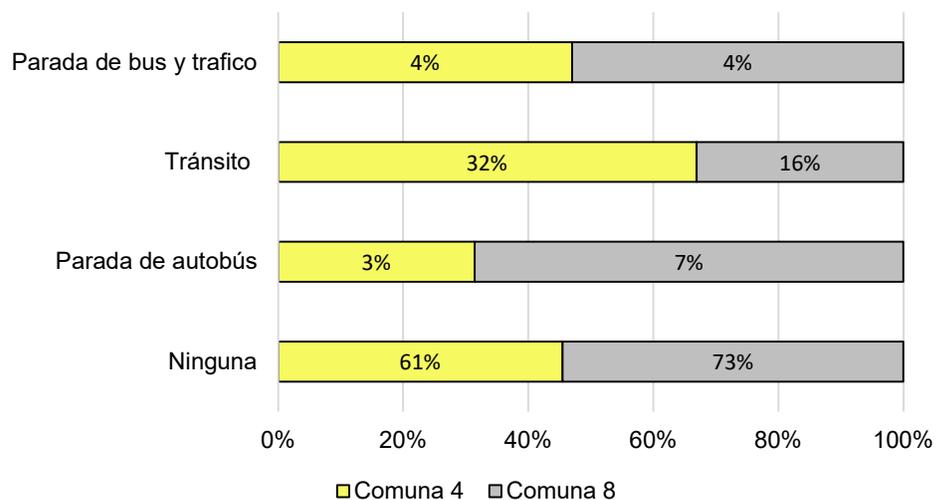


Figura 20. Cantidad de regulaciones por comuna

5.1.3. Recuento de tráfico

Con el fin de identificar una relación entre la densidad de los comercios y tráfico vehicular en el trabajo de campo, seleccionamos los bloques de mayor densidad de establecimientos en cada Km² estudiado, dentro de la comuna 4 optamos por los bloques 11 y 12 (ubicados en la calle 4 entre Cra.14 y Cra. 16), con una cantidad de 53 establecimientos, donde mayoritariamente la actividad comercial se concentra en ferreterías y tiendas dedicadas a las ventas para el hogar. En la comuna 8, elegimos el bloque 4 (localizado en Cra. 17 con calle 5 y 6), con alrededor de 70 establecimientos concentrados mayoritariamente alrededor de la plaza de mercado de la Esmeralda. Se toma una muestra de 45 minutos por hora, durante 3 días, entre un horario desde las 8 am hasta las 5 pm.

Comuna 4

Se observa un total de 14.132 vehículos (ver tabla 8), donde 1 de cada 5 vehículos que transitan por esta zona es una motocicleta o un carro particular. De igual forma, se evidencia que el 60% de los autobuses transitan por esta vía, posiblemente por su ubicación en la zona centro de la ciudad. Asimismo, mediante este ejercicio se logra identificar que los modos no motorizados son el medio de transporte de mayor uso, siendo la categoría “a pie” 32% y bicicleta 5%. Además, se evidencian los picos de mayor concurrencia vehicular, en horas del mediodía transitan cerca de 2072 vehículos/ hora, y en horas de la tarde, de 4:00pm – 5:00 pm alrededor de 1632 vehículos/hora.

Tabla 8. Flujo vehicular en la comuna 4

Tipo de vehículo	Horario									Total
	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	
Carro particular	258	221	284	314	436	336	322	289	289	2749
Taxi	138	121	191	184	210	139	221	184	240	1628
Camioneta (pickup)	77	78	104	105	128	132	108	114	94	940
Camión de remolque	17	6	6	10	22	5	3	6	5	80
Camión de carga	17	16	16	28	15	16	7	13	15	143
Van	20	6	7	11	20	6	7	6	11	94
Bus	59	75	52	50	68	43	44	39	59	489
Bicicleta	91	79	75	81	90	59	61	58	85	679
Motocicleta	311	330	248	198	505	381	246	270	371	2860
Peatón	371	388	519	465	578	633	575	478	463	4470
Total	1359	1320	1502	1446	2072	1750	1594	1457	1632	14132

La densidad del flujo vehicular por cada 15 minutos se ve reflejada en la tabla 9, donde existe la probabilidad de que un peatón (32%), motocicleta (32%) y un carro particular (19%) ingresen a la zona de estudio, ya sea para su tránsito o comprar un producto.

Tabla 9. Flujo vehicular por hora en la comuna 4

Tipo de vehículo	T+ 15 min	T+ 30 min	T+ 45 min	Total	Índice %
Carro particular	989	899	861	2749	19%
Taxi	530	594	589	1713	12%
Camioneta (pickup)	264	289	357	910	6%
Camión de remolque	29	29	17	75	1%
Camión de carga	53	43	35	131	1%
Van	27	44	24	95	1%
Bus	161	170	158	489	3%
Bicicleta	259	221	208	688	5%
Motocicleta	850	910	1100	2860	20%
Peatón	1539	1470	1461	4470	32%

Comuna 8

Tabla 10. Flujo vehicular en la comuna 8

Tipo de vehículo	Horario									Total
	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	
Carro particular	161	187	222	288	404	336	322	269	238	2427
Taxi	139	102	166	174	210	139	221	184	198	1533
Camioneta (pickup)	69	72	105	94	106	97	106	84	77	810
Camión de remolque	15	14	16	16	7	7	8	4	5	92
Camión de carga	18	18	22	30	31	16	12	13	14	174
Van	22	7	9	11	23	8	8	5	11	104
Bus	30	38	28	28	48	40	36	32	46	326
Bicicleta	80	72	65	78	112	59	68	49	85	668
Motocicleta	316	215	174	198	450	392	252	292	381	2670
Peatón	352	358	387	482	568	633	575	478	463	4296
Total	1202	1083	1194	1399	1959	1727	1608	1410	1518	13100

Tabla 11. Flujo vehicular por hora en la comuna 8

Tipo de vehículo	T+ 15 min	T+ 30 min	T+ 45 min	Total	Índice %
Carro particular	845	818	764	2427	19%
Taxi	495	563	560	1618	12%
Camioneta (pickup)	248	221	302	771	6%
Camión de remolque	25	42	21	88	1%
Camión de carga	55	55	35	145	1%
Van	26	50	27	103	1%
Bus	119	111	96	326	2%
Bicicleta	242	195	205	642	5%
Motocicleta	817	835	1018	2670	20%
Peatón	1518	1396	1382	4296	33%

El flujo vehicular observado en la comuna 8 fue de 13.100 vehículos (es decir un 7.3% menos que en la comuna 4), sin embargo, más de la mitad de los vehículos que transitan por esta zona son camiones de carga, camiones remolque y camionetas tipo van (tabla 10), ocasionando que el flujo vehicular sea reducido. Donde es más probable que ingresen peatones, motocicletas y carros particulares hacia este sector (tabla 11). Se evidencia similitud en el flujo vehicular de las comunas 4 y 8. Comprobando la hipótesis planteada por [12] la cual afirma que “el tránsito de los ciudadanos de Popayán se enfoca en la zona centro y el sector comercial del barrio la Esmeralda”. Asimismo, en la figura 21, se evidencian las horas pico en cada zona, donde el medio día (12:00 m -1:00 pm) y el final de la jornada (4:00 pm - 5:00 pm) las horas de mayor flujo y congestión vehicular.

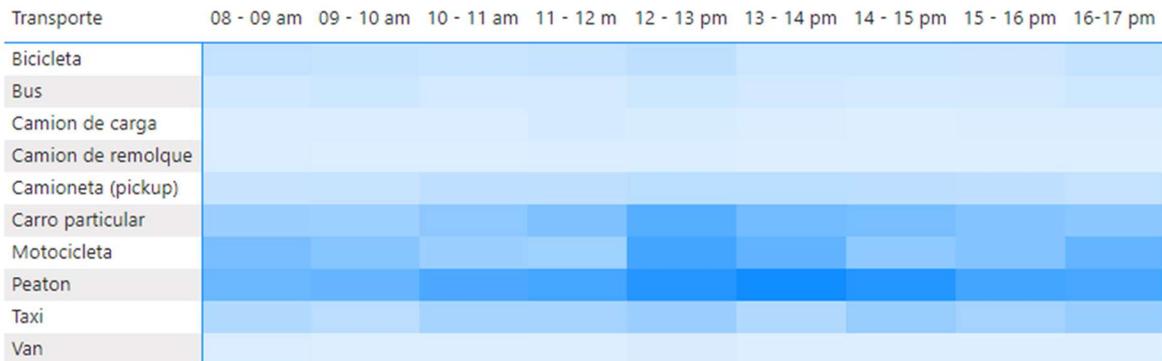


Figura 21. Flujo vehicular por tipo de vehículo en la comuna 4 y comuna 8

Como es posible observar en la figura 22. En el transcurso de la jornada de 8:00 am hasta las 17:00 pm, se presentan una mayor afluencia de peatones y motocicletas, cabe recalcar los momentos críticos en estas zonas, en términos de movilidad, (08-09 am – 12-13 pm y 16-17 pm) donde se evidencian un mayor índice de interrupciones y externalidades negativas producidas por las operaciones logísticas.

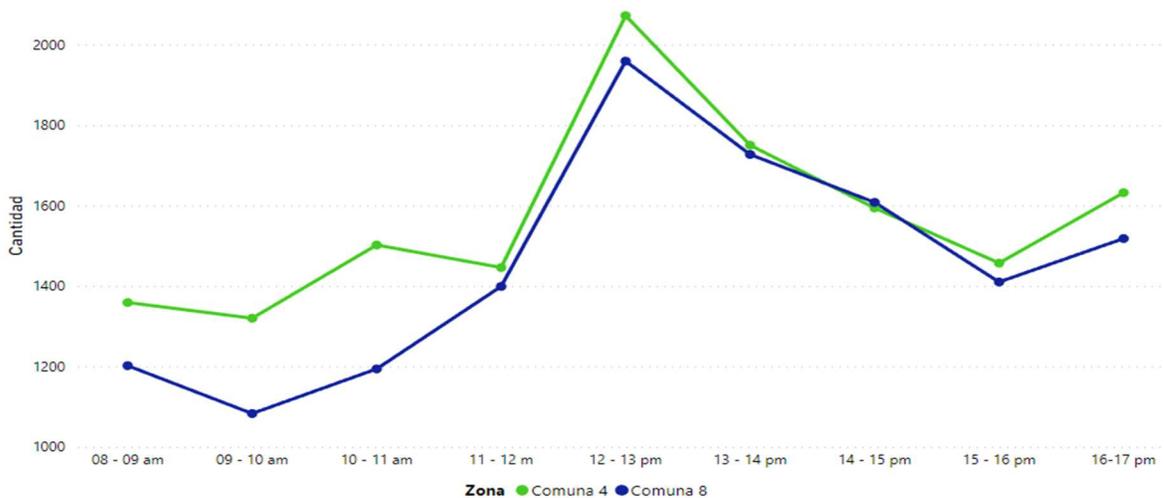


Figura 22 Distribución del tráfico vehicular en la comuna 4 y comuna 8

En el trabajo de campo se apreció que los taxis y carros particulares son utilizados como medios de transporte alternativo para el transporte de mercancías en las operaciones de entrega de los productos, tanto en los grandes almacenes, establecimientos minoristas y en mercados de abastos debido a su tamaño, el volumen de productos a transportar, la infraestructura de las vías y la inexistencia de zonas de carga y descarga.

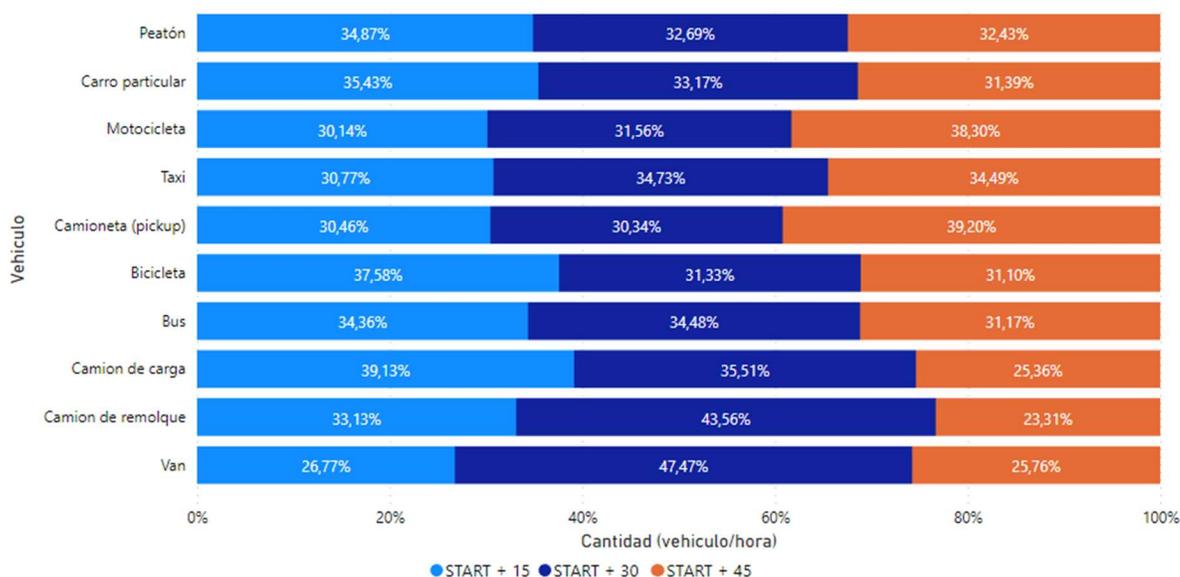


Figura 23. Distribución del tráfico vehicular cada 15 minutos por tipo de vehículo en la comuna 4 y comuna 8

Se observaron 27.232 vehículos, y a su vez el comportamiento del tráfico vehicular donde en **horas valle** transitan por cada zona 1300 vehículos y 1900 vehículos en **hora pico**, es decir un crecimiento en la tasa del flujo vehicular de un 32%. Asimismo, mediante este ejercicio, se identifican los tiempos de entrada al sistema de cada transporte automotor (ver figura 23), donde en la comuna 4 es más probable que ingresen carros particulares, taxi, buses y camionetas; en otras palabras, presenta una movilidad acorde a las actividades económicas de la zona (servicios), en cuanto al tráfico vehicular en la comuna 8, existe una variación, dado a un mayor índice de vehículos del tipo camión de carga, camión de remolque y camionetas tipo van, por lo tanto se identifica una actividad económica asociada al comercio, el cual afecta a las operaciones logísticas y movilidad frente a la comuna 4.

5.1.4. Disrupciones logísticas

Las disrupciones logísticas se identificaron por su causa, efecto y el tipo de vehículo que ocasiona la disrupción. Es de gran importancia identificar estas implicaciones que tienen los sistemas logísticos de transporte, debido a que son las bases de la generación de externalidades negativas que afectan a todas las partes interesadas en la logística urbana de la ciudad.

Comuna 4

Tabla 12. Disrupciones logísticas en la comuna 4

Causa de disrupción	Disrupción		¿La disrupción duró más de 5 segundos?	
	Cantidad	(%)	No	Si
Por Carga	47	43%	8	39
Por Taxi	11	10%	7	4
Por Carro particular	20	18%	6	14
Por Carro de basura	0	0%	0	0
Por Peatones	14	13%	7	7
Por Buses	17	16%	12	5
Por Accidente	0	0%	0	0
Total	109	100%	40	69

Tabla 13. Causa de disrupciones logísticas en la comuna 4

Tipo de disrupción	Cantidad	(%)
Parada de bus	46	42%
Imprudencia por parte del peatón al cruzar	14	13%
Vehículo de emergencia	0	0%
Violación de parqueo	44	40%
Maniobras imprudentes	5	5%
Total	109	100%

La mayoría de disrupciones en la comuna 4 son causadas por las actividades de carga y descarga en la zona (43%) y generadas por carros particulares (18%) (ver tabla 12), donde alrededor del 42% de las externalidades negativas son ocasionadas por las paradas de bus y por el uso inadecuado del parqueo (40%) por parte de los conductores (ver tabla 13; sin embargo, es probable que una de las causas de estas es la falta de señalización vial y la falta de orden público en la zona. Se identificaron 109 externalidades negativas.

Comuna 8

Las causas de las disrupciones identificadas en la comuna 8 se pueden observar en la tabla 14, donde el 58% de estas presentan un tiempo de más de cinco segundos, ocasionando el incremento de externalidades negativas en el flujo vehicular y en los procesos de carga y descarga de mercancías.

Tabla 14. Disrupciones logísticas en la comuna 8

Causa de disrupción	Disrupción		¿La disrupción duró más de 5 segundos?	
	Cantidad	(%)	No	Si
Por Carga	41	27%	4	37
Por Taxi	23	15%	11	12
Por Carro particular	24	16%	9	15
Por Carro de basura	1	1%	0	1

Por Peatones	34	22%	24	10
Por Buses	29	19%	18	11
Por Accidente	0	0%	0	0
Total	152	100%	66	86

Tabla 15. Causa de interrupciones en la comuna 8

Tipo de interrupción	Cantidad	(%)
Parada de bus	23	15%
Imprudencia por parte del peatón al cruzar	35	23%
Vehículo de emergencia	0	0%
Violación de parqueo	40	26%
Maniobras imprudentes	54	36%
Total	152	100%

Se observaron 152 interrupciones en la comuna 8, donde el 27% fueron producidas por actividades de carga, el 22% por imprudencia por parte de los peatones. Además, se evidencian que el 36% de las causas de estas, se generaron por las maniobras imprudentes de algunos conductores y el 26% por el uso inadecuado de las calles al parquear los vehículos (ver tabla 15). Nótese que en esta zona se encontraron un 28% más de interrupciones que en la comuna 4.

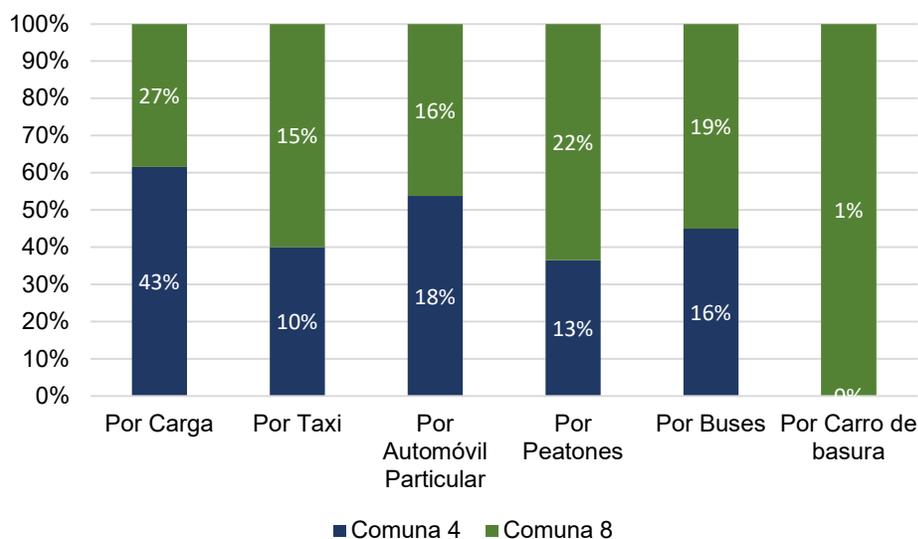


Figura 24. Interrupciones logísticas en la comuna 4 y comuna 8

En la figura 24 evidencian las fuentes de interrupciones de mayor incidencia, las cuales son las paradas imprevistas de autobuses (29%) y por el uso inadecuado de estacionamiento de los vehículos por parte de los conductores (33%); En las dos zonas, el promedio de causa por la violación de parqueo es un 33% de incidencia,

seguido de la imprudencia de parte de los autobuses al parar. Esto demuestra la falta de cultura vial de algunas personas.

5.1.5. Operaciones de entrega

Los procesos de carga y descarga de mercancías emiten una cantidad de indicadores de suma importancia a la hora de la toma de decisiones: el tiempo, el costo, los equipos y vehículos empleados a la hora de realizar estas operaciones implican una cantidad de afectaciones al sistema urbano y sus actores. Es por ello que se caracteriza este proceso considerando el tipo de establecimiento comercial, transporte y la cantidad de traslados del producto hacia el local.

Comuna 4

En la comuna 4 se analizó el comportamiento de estas actividades de carga y descarga de mercancías en los establecimientos de categoría “otros establecimientos” y “farmacias”, dada a la cantidad de productos que manejan. La figura 25 demuestra la cantidad de operaciones de carga y descarga de mercancías de estos establecimientos, donde se observa una tendencia del volumen de mercancías en horas del mediodía (12:00 m- 13:00 pm) y en la tarde (14:00 pm- 15:00 pm).

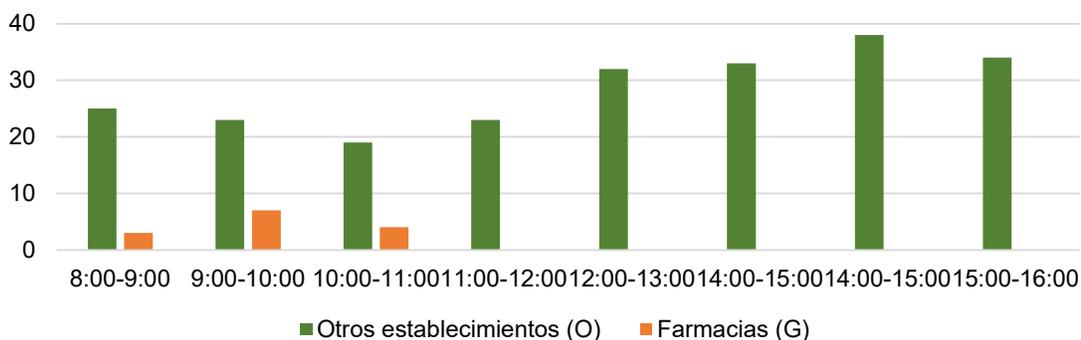


Figura 25. Operaciones logísticas por establecimiento en la comuna 4

Se observa que las operaciones de carga y descarga en esta zona se producen en su mayoría por camiones de carga (71%) y automóvil particular (16%), ver tabla 16 , esto genera congestión vehicular al ocupar un carril de la calle para realizar sus actividades, limitando así la movilidad del sector.

Tabla 16. Tipo de vehículo por tipo de establecimiento en la comuna 4

Tipo de establecimiento	Clasificación de vehículos					Total
	Taxi	Carro	Camión de carga	Camión de remolque	Van	
Otros establecimientos (O)	11	36	165	10	7	229

Farmacias (G)	3	2	7		12
Total	14	38	172	10	241

Tabla 17 Cantidad de viajes al establecimiento respecto a la cantidad de paquetes en la comuna 4

Cantidad de paquetes	Intervalo de viaje de vehículos al establecimiento				Total
	De 1 a 2	De 3 a 5	De 6 a 9	Más de 10	
Entre 1- 5	106	36	0	0	142
Entre 6- 10	5	17	20		42
Entre 11- 15	4	4	3	7	18
Entre 16- 20	1	1	4	2	8
Entre 21- 30			1	3	4
Entre 31- 60			1	16	17
Más de 60				10	10
Total	116	58	29	38	241

Se registraron 241 actividades logísticas en la comuna 4 (véase tabla 17), donde se observa la cantidad de paquetes por establecimiento comercial, donde 3 de cada 5 paquetes conlleva a un intervalo de 1 a 2 viajes con una carga de volumen pequeño (entre 1 – 5 productos).

Comuna 8

En este sector toma como referencia de estudio los establecimientos de las categorías: tiendas de conveniencia y supermercados, tiendas de ropa y farmacias, donde las operaciones de carga y descarga en su mayoría corresponden a las tiendas de conveniencia (57%) y las tiendas de ropa (34%), como se puede observar en la figura 26.

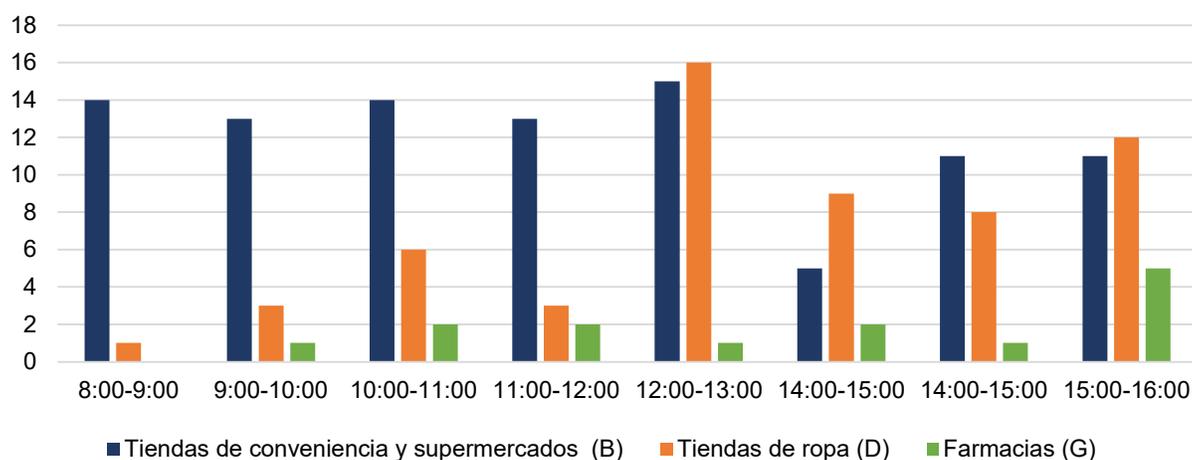


Figura 26. Operaciones logísticas por establecimiento en la comuna 8

Las actividades de carga y descarga de mercancías por parte de los establecimientos comerciales en esta zona, se evidencian en horas de la mañana y medio día, como se puede observar en la figura 26, existe una similitud de horas para carga y descarga en relación a tiendas de ropa y supermercados.

Tabla 18. Tipo de vehículo por tipo de establecimiento en la comuna 8

Tipo de establecimiento	Clasificación de vehículos					Total
	Taxi	Carro	Camión de carga	Camión de remolque	Van	
Tiendas de conveniencia y supermercados (B)	7	15	63	5	4	94
Tiendas de ropa (D)	1	11	34	4	5	55
Farmacias (G)	3	5	8		3	19
Total	11	31	105	9	12	168

Tabla 19. Cantidad de viajes al establecimiento respecto a la cantidad de paquetes en la comuna 8

Cantidad de paquetes	Intervalo de viaje de vehículos al establecimiento				Total
	De 1 a 2	De 3 a 5	De 6 a 9	Más de 10	
Entre 1- 5	77	20			97
Entre 6- 10	2	10	19	2	33
Entre 11- 15		2	3	2	7
Entre 16- 20		2		4	6
Entre 21- 30			2	8	10
Entre 31- 60				8	8
Más de 60				7	7
Total	79	34	24	31	168

Se registraron 168 actividades logísticas en la comuna 8, donde se evidencian los vehículos de mayor operación logística en la zona, los cuales son los camiones de carga tipo “furgoneta” estos corresponden al 62% de los vehículos (ver tabla 18). Asimismo, se evidencia que la cantidad de 1 a 5 paquetes predomina en la cantidad de viajes al establecimiento, con 97 viajes de 168 (58%) (ver tabla 19), cabe destacar que la cantidad de 1 a 2 paquetes predomina en la comuna 8.

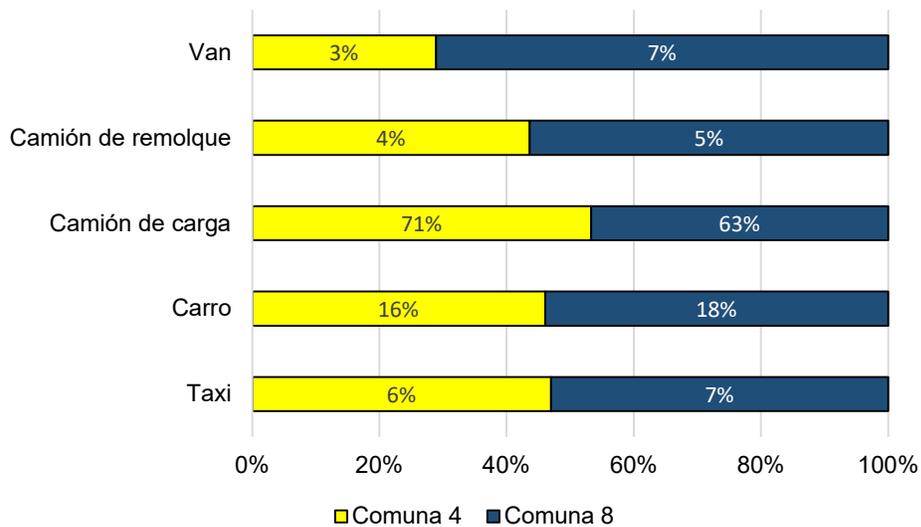


Figura 27. Tipo de vehículo utilizado en actividades de carga y descarga

Se registraron 409 actividades logísticas donde se evidencian los vehículos de mayor operación logística en la zona, los cuales son los camiones de carga tipo “furgoneta” estos corresponden al 71.3% de los vehículos (ver figura 27). Asimismo, se evidencia en la comuna 4 que la cantidad de 1 a 5 paquetes predomina en la cantidad de viajes al establecimiento, con 142 viajes de 241 (59%), en comparación al tipo de paquetes 1 a 2 el cual prevalece en la comuna 8 con 97 viajes de 168 (58%). Cabe resaltar la inexistencia de los elementos de protección personal (EPP) al momento de realizar la actividad.

Capítulo 6.

6. Percepciones de las partes interesadas en el transporte urbano de mercancías.

Las partes interesadas en el transporte urbano de mercancías (UFS) tienen intereses diferentes y, a veces, contradictorios en el espacio público [27], [45], [61] que se ven afectados por la limitación de la capacidad infraestructural del espacio y el crecimiento de la población urbana [48]. Según Ringsberg et al. [45] UFS son todos actores que tienen un impacto directo en la planificación urbana del transporte urbano. Estos actores tienen acceso, servicio e intereses económicos en el uso de los espacios públicos de la ciudad [35], [45], [48]. Los espacios públicos en las ciudades son una condición necesaria para la movilidad de las personas y para apoyar las actividades del transporte urbano de mercancías. Por ejemplo, el espacio público en la ciudad brinda oportunidades para que los ciudadanos permanezcan, conozcan e interactúen entre sí [86]. También crean acceso a tiendas, restaurantes, cafés y establecimientos comerciales, por lo tanto, apoyan las actividades económicas [66]. Las autoridades locales desarrollan, establecen e implementan políticas de gestión del espacio y estacionamiento de vehículos [61]. Sobre la base de lo anterior, la investigación se enfoca en analizar el desempeño logístico de la ciudad en relación a su infraestructura, externalidades negativas y políticas públicas en logística urbana.

6.1. Planteamiento de hipótesis

En la figura 28 se muestra el marco conceptual de esta investigación, que resume las cuatro hipótesis. Este marco guía el análisis para comprender las relaciones entre infraestructura, las externalidades y políticas públicas en logística urbana:

- **Externalidades negativas**

Alinear los objetivos públicos y privados en el proceso de toma de decisiones para las operaciones de carga urbana implica, entre otras cosas, maximizar la eficiencia de las entregas de carga y minimizar las externalidades negativas [36]. Los impactos ambientales negativos más significativos del movimiento urbano de carga se deben en gran medida a los viajes en tráfico congestionado [34]. Además, las políticas adecuadas para lograr cambios en los plazos de entrega, combinadas con otras iniciativas de gestión de la demanda de carga que tienen como objetivo reducir las emisiones asociadas con el transporte de carga, si se diseñan y fomentan cuidadosamente, podrían ayudar a promover la sostenibilidad y mejorar la calidad de vida deseada por los ciudadanos [26], [34]. Aunque las consideraciones anteriores están bien informadas en la literatura, no está claro cómo las

externalidades negativas influyen en las percepciones de los ciudadanos sobre las políticas públicas en logística urbana [27]. Así, se propone la primera hipótesis:

H₁: La percepción en políticas públicas de transporte de carga urbano está influenciada negativamente por las externalidades negativas de las operaciones de carga.

- **Políticas públicas en logística urbana**

La literatura reconoce que es probable que las personas reaccionen de manera diferente a los efectos ambientales adversos del transporte de mercancías dependiendo de la infraestructura de su zona. Las personas afectadas por molestias tales como ruido, humos, vibraciones, polvo y suciedad en su vecindad tienen más probabilidades de reaccionar negativamente a las operaciones de carga que las personas en lugares más alejados de donde tienen lugar esas actividades, especialmente si tales molestias amenazan su calidad de vida [26]. Es por ello que algunas iniciativas buscan optimizar el espacio público para mejorar las condiciones logísticas de zonas con una capacidad limitada, sin embargo, estas iniciativas son difíciles de implementar en ciudades emergentes como en Latinoamérica, es por ello que la segunda hipótesis radica en la relación de la infraestructura vial influye en la formulación de políticas públicas en logística urbana.

H₂: Las percepciones en infraestructura influye positivamente en la formulación de políticas públicas en logística urbana

- **Infraestructura**

La falta de infraestructura adecuada para llevar a cabo las operaciones de carga daña el medio ambiente y puede causar otros costos externos a la sociedad [107], Amaya [26] y De Oliveira [47] identificaron que la mayoría de los impactos negativos del transporte de carga se deben a la congestión y las emisiones de los vehículos. En particular, en el caso de la logística urbana, la disponibilidad de espacio de estacionamiento para vehículos de carga y operaciones es uno de los factores inciertos que afecta los costos operativos [108], [109] y el medio ambiente [110]. Estos problemas relacionados con la carga son causados, entre otros, por el uso de vehículos tradicionales y no respetuosos con el medio ambiente para las operaciones de carga, la falta de espacio disponible para realizar operaciones de carga y el uso de dichos espacios por vehículos no autorizados [111], [112]. Es por ello que se propone la tercera hipótesis:

H₃: La percepción en la infraestructura vial es negativamente asociada con las externalidades negativas producidas por las operaciones de carga urbana

- **Localización**

La localización de cada zona es un factor fundamental a la hora de tomar decisiones, dado a que cada lugar presenta diferentes características, como se evidencia en las anteriores fases, la dinámica comercial es diferente tanto en la comuna 4 y comuna 8, es por ello que conocer la relación entre la infraestructura, externalidades negativas e iniciativas en logística urbana, será de gran ayuda en la toma de decisiones acorde al desempeño logístico de estas zonas. Por ende, se plantea la última hipótesis de investigación:

H₄: La percepción en la infraestructura vial, externalidades negativas y políticas públicas en logística urbana varía respecto a su localización

- **H_{4a}:** La percepción en la infraestructura vial varía respecto a su localización
- **H_{4b}:** La percepción en las externalidades negativas influye respecto a su localización
- **H_{4c}:** La percepción en políticas públicas en logística urbana cambia acorde con su localización

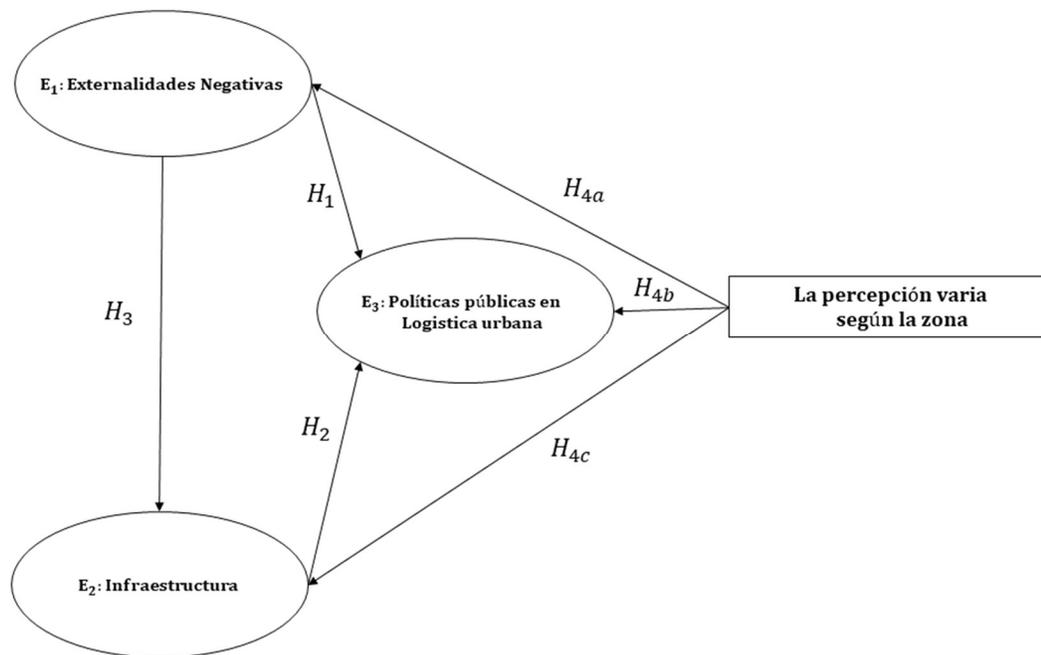


Figura 28 Modelo de investigación

6.2. Diseño de encuesta

- **Población y muestra**

A partir de la población finita identificada en la tabla 1, se procede a calcular la cantidad de personas a entrevistar por cada zona (ecu.1), con el fin de determinar el grado de credibilidad de los resultados.

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Ecuación 1. Tomada de [10]

Con un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$), una variabilidad positiva de $P= 50\%$ (estudio previo [10]), una variabilidad negativa $Q= 50\%$ (estudio previo [10]), un error relativo de $e= 12\%$, se calcula una cantidad de 134 encuestas. Para la recolección de datos, se adopta un análisis por conglomerados considerando la cantidad de bloques en cada kilómetro cuadrado estudiado.

- **Recolección de datos**

Para recoger las percepciones de los ciudadanos sobre el sistema de transporte urbano, se diseñó una encuesta. Se utilizó la aleatoriedad en la selección de ciudadanos para evitar sesgos. El instrumento utilizado para recopilar los datos consta de tres secciones. La primera sección reúne las características socioeconómicas de los encuestados, como la edad, el sexo, el nivel socioeconómico, la razón por la que están en el área de estudio, el tipo de transporte que utilizan para moverse y su valoración frente a la movilidad. Se presentó una lista de quince declaraciones, y los encuestados tuvieron que elegir su nivel de acuerdo mediante una escala Likert. [26], [95], [113], [114], utilizando una escala de 5 niveles: totalmente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), ni en desacuerdo ni de acuerdo (3), de acuerdo (4) y totalmente de acuerdo (5). La segunda sección se refiere a las percepciones respecto a externalidades negativas e infraestructura vial. Las externalidades que están relacionadas con los impactos negativos de la actividad de carga. Los indicadores seleccionados para este atributo fueron: congestión vehicular, afectación del transporte público, el daño que los vehículos comerciales causan a las calles y ambiente, falta de aplicación de regulaciones y áreas de estacionamiento. En infraestructura vial se investiga la relación frente a: condiciones de infraestructura vial, impacto de vehículos comerciales, la existencia de áreas de carga y descarga, y la idoneidad de estas áreas de carga y descarga. Asimismo, se analiza el conocimiento de regulaciones en transporte urbano en cada zona. En la última sección, se presentaron cinco iniciativas con el fin de evaluar su grado de aceptación respecto a:

Entregas fuera de horario: Una política para promover un programa voluntario en el que la distribución de bienes se lleva a cabo durante las horas extraviadas, de 8 p.m. a 6 a.m. [71].

Restricciones de acceso de vehículos: Una política para restringir el acceso de vehículos y renovar áreas altamente comerciales para que sean amigables para los peatones [27].

Áreas de estacionamiento y carga: Dos categorías, estacionamiento de carga en la calle, la cual incluye tener espacios de estacionamiento dentro de la calle para el uso exclusivo de las operaciones de carga. Los espacios se pueden reservar con antelación a través de un sistema de reservas (a través de la web, la aplicación o similares). Estacionamiento fuera de la calle, se refiere al estacionamiento para camiones el cual se ubique en un edificio, donde serviría como un centro de distribución para almacenar las mercancías, que se distribuirían desde allí de una manera más organizada [48].

Centro de consolidación urbana: Una política que exige el uso de un centro de consolidación urbana (UCC) ubicado en un lugar especial para recibir la carga, con vehículos eléctricos, híbridos o no convencionales (por ejemplo, ciclos, carros de mano) utilizados para distribuir la carga a los establecimientos en el área de cobertura [29].

Uso de vehículos de bajas emisiones: Esta política va orientada a la distribución de mercancías en última milla mediante vehículos no contaminantes como bicicletas, carros híbridos, entre otros [6].

Se realizó una encuesta piloto para verificar que los ciudadanos entendían los indicadores a evaluar. Los resultados del piloto condujeron a cambios mínimos en la redacción de las declaraciones que se utilizaron en la encuesta final. Esta actividad tiene como objetivo evaluar la conciencia del encuestado sobre la contribución de la carga a sus actividades diarias y la satisfacción con el desempeño del sistema logístico en la ciudad. La tabla 20 muestra los indicadores seleccionados para cada tema y la notación utilizada para identificar cada uno. La siguiente sección presenta un análisis descriptivo de los datos recogidos.

Tabla 20 Indicadores de percepción

Atributo	Indicador de percepción	Notación
Externalidad (negativa)	Congestión vehicular	P1
	Transporte publico	P2
	Transporte urbano de mercancías	P3
	Falta de regulaciones	P4
	Falta de áreas de estacionamiento	P5

Infraestructura	Las calles No son adecuadas para el transporte urbano	P6
	Los vehículos comerciales causan congestión	P7
	Los vehículos comerciales dañan el ambiente	P8
	Son buenas las condiciones de la infraestructura vial	P9
	Son necesarias zonas de carga y descarga	P10
Regulaciones	Carga y descarga en horario nocturno	P11
	Restricciones de acceso de vehículos grandes.	P12
	Áreas para carga y descarga de mercancías	P13
	Centro de consolidación urbana (CCU)	P14
	Uso de vehículos ecológicos en entrega	P15

6.3. Análisis descriptivo encuesta

Los datos fueron recolectados a través de encuestas en las áreas de estudio con individuos seleccionados aleatoriamente. En total se aplicaron 134 encuestas, con 74 encuestas recogidas en la comuna 4 y 60 recogidas en la comuna 8. La Tabla 21 muestra los atributos socioeconómicos de los encuestados. Los datos muestran que el 43% de la muestra tenía entre 18 y 30 años. Además, el 36% de los encuestados tenía entre 31 y 50 años, y el otro 21% tenía más de 50 años. El porcentaje de hombres encuestados fue del 52%, en comparación con el 48% de las mujeres.

Tabla 21. Información socioeconómica

Atributo	Total (%)	Atributo	Total (%)
Edad		Género	
Entre 18-30	43	Hombre	52
Entre 31-50	36	Mujer	48
Más de 50	21		
Estrato socioeconómico		Propósito del viaje	
Estrato 1	31	Habitante de la zona	42
Estrato 2	22	Estudiar/Trabajo	57
Estrato 3	37	Turista	0
Estrato 4	8	Otro	1
Estrato 5	2		

De igual forma, se preguntó en relación al estrato socioeconómico, El 53% tenía un nivel bajo de ingresos (estrato 1 y 2), el 37% tenía un nivel medio de ingresos (estrato 3) y el 10% tenía un nivel alto de ingresos (estrato 4 y 5). También se preguntó a los encuestados sobre su propósito de viaje, o la razón por la que estaban en el área, y el 58% dijo que trabaja o estudia en el área. El otro 42% eran ciudadanos del común o habitantes de la zona.

Finalmente, en esta primera sección, se realizó una serie de preguntas con el fin de identificar el tipo de transporte en el cual se movilizan los ciudadanos y su percepción respecto a la movilidad de la ciudad. Donde el 30.6% de las personas se movilizan en transporte público, 29.1% optan por el uso de motocicletas, un 17.9% se moviliza mediante automóvil particular, el 13.43% prefieren trasladarse a pie y solo el 8.21% escogen la bicicleta como medio de transporte (véase figura 29). Esto nos expone la poca relevancia de las personas al utilizar vehículos ecológicos para moverse, podría ser por la falta de infraestructura vial para bicicletas o las distancias desde el lugar de trabajo hasta su vivienda. Asimismo, se preguntó sobre la percepción en movilidad y conocimiento del tema, la valoración de la movilidad es deficiente (51%) según los encuestados, 45% piensan que la movilidad está en un punto intermedio y solo el 4% piensa que la movilidad es buena en la ciudad. Sin embargo, el 71% de las personas desconocen acerca de regulaciones y políticas públicas en el transporte urbano, en comparación al 29% que conocen sobre las regulaciones.

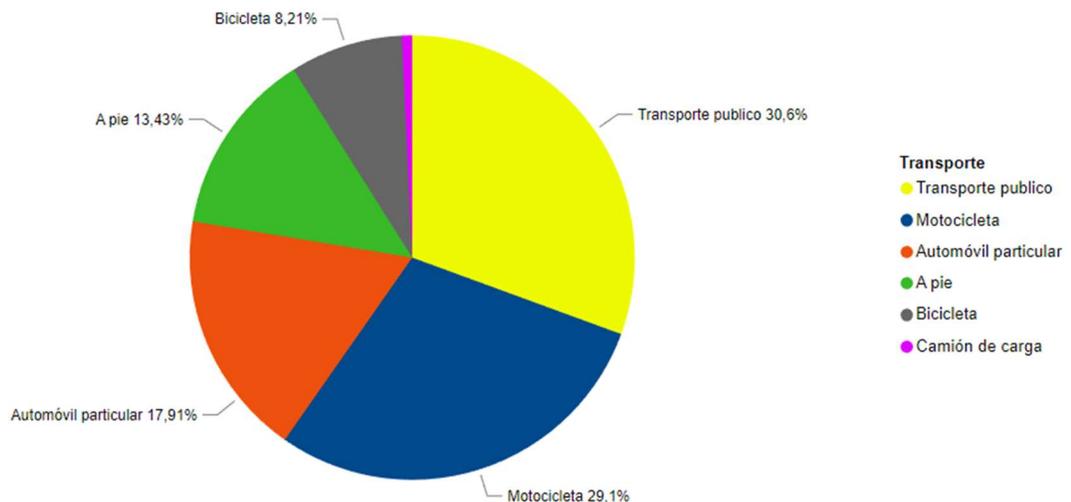


Figura 29. Transporte multimodal de Popayán

Es importante destacar que, aunque la muestra recolectada es de tamaño considerable, no es representativa de toda la población de la ciudad ya que fue recolectada en dos comunas con actividad de carga significativa. No obstante, los análisis nos llevan a resultados que son significativos y representativos de los lugares encuestados, y proporcionan información útil, como se discute en las siguientes secciones.

En la segunda sección, los encuestados expresaron sus opiniones sobre las declaraciones utilizando una escala Likert de 5 niveles. En la figura 30 se evidencia la percepción acorde a las externalidades negativas relativas a los problemas de movilidad y logística urbana. Encontrando que en cada sector son ocasionados por la congestión vehicular (90%), por falta de regulaciones (88%), el 84% de las personas encuestadas piensan que las externalidades negativas se producen por la falta de áreas de estacionamiento, un 64% por el transporte urbano de mercancías y el 62% están de acuerdo que son ocasionadas por el transporte público. Además, la mayoría de los hombres creen que las externalidades negativas son ocasionadas por la congestión vehicular y por falta de áreas de estacionamiento, en comparación a la percepción de las mujeres, las cuales perciben que los problemas son generados por la falta de regulaciones y congestión vehicular.

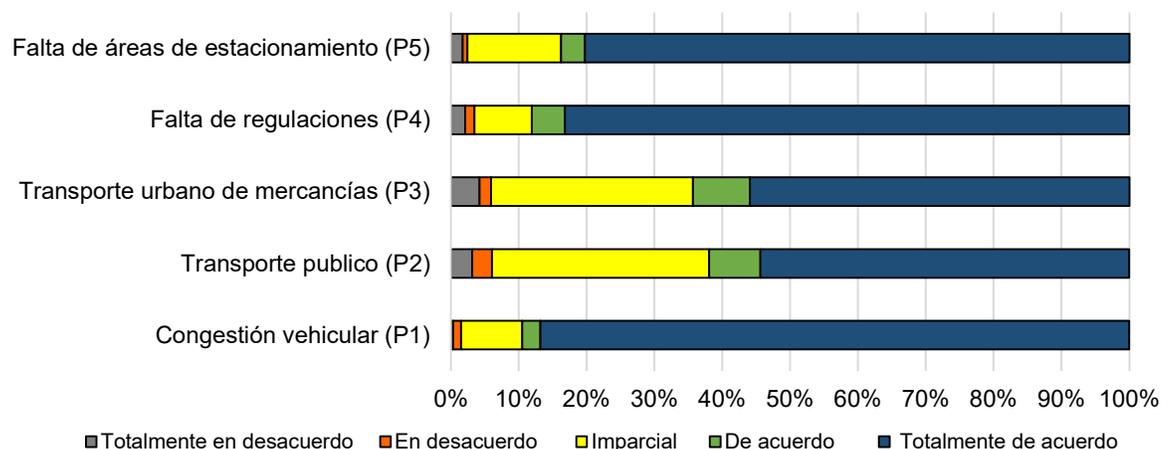


Figura 30. Respuestas a indicadores de percepción - Externalidades negativas

En cuanto a la infraestructura, el 74% de los encuestados indicó que las calles no son adecuadas para mover mercancías, mientras que el 23% consideró que las calles presentan buenas condiciones (ver figura 31). Asimismo, el 81% de los encuestados cree que los vehículos comerciales causan congestión debido a que no hay espacio para las operaciones de carga y descarga en las calles, y que estos

dañan el ambiente (80%). Por otro lado, los ciudadanos son conscientes de la necesidad de zonas para carga y descarga (93%).

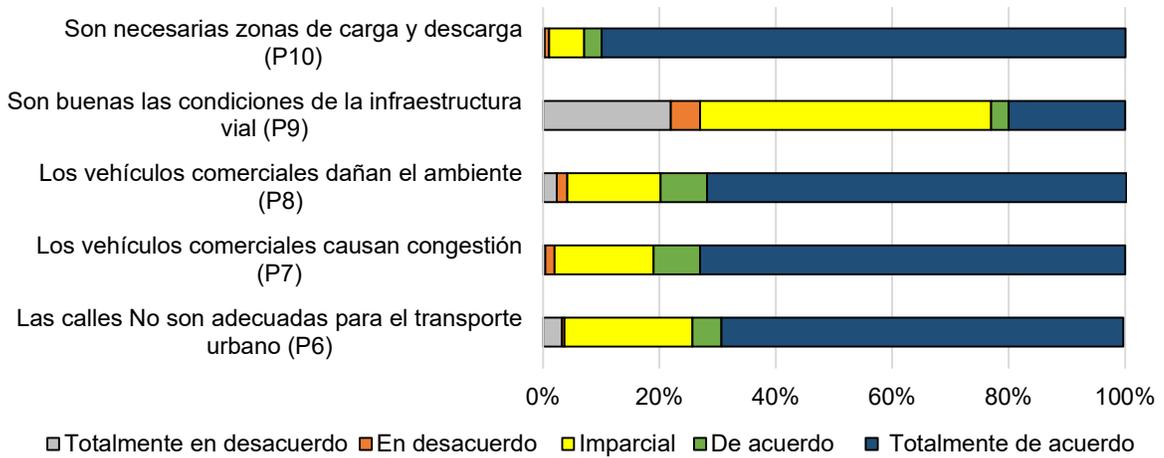


Figura 31. Respuestas a indicadores de percepción - Infraestructura

Finalmente, se plantean 5 iniciativas para mejorar y optimizar el flujo vehicular y las operaciones logísticas en cada zona. En la figura 32 demuestra que el 89% de los encuestados están de acuerdo con la política relativa a una carga y descarga en horario nocturno (sin embargo, esta iniciativa está abierta a discusión dado a los intereses de cada parte interesada), el 82% creen que son necesarias zonas especiales para carga y descarga de mercancías. 86% están de acuerdo con la iniciativa restricciones de acceso de vehículos grandes. Mientras que el 81% piensan que sería bueno un centro de consolidación urbana (CCU), además el 85% están a favor de utilizar vehículos ecológicos en entrega de última milla. Por comunas, se observa que el 87% de las personas en la comuna 4 prefieren la estrategia de carga y descarga en horario nocturno y el uso de vehículos ecológicos para la entrega de mercancías en la última milla (85%). En la comuna 8, la política de mayor aceptación se refiere a la descarga en horario nocturno (88%) y la aplicación de restricciones de acceso a vehículos (85%).

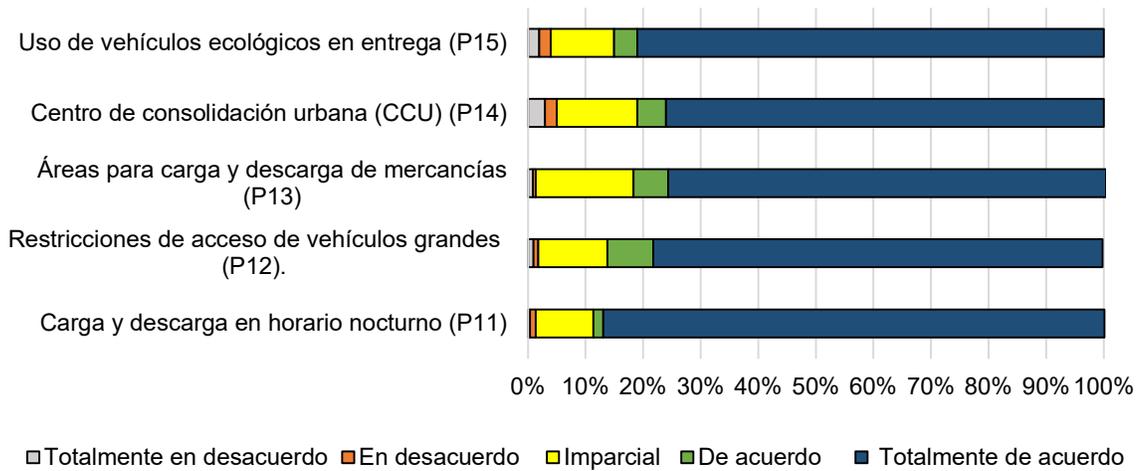


Figura 32. Respuestas a indicadores de percepción – Políticas publicas

Al dialogar con las personas, se evidencia que conocen acerca de su participación en las actividades logísticas en su sector, algunos conocen acerca de las regulaciones y decretos (71%) (los cuales, en sus palabras, no se aplican y generan que cada parte interesada actúe acorde a sus intereses sin respetar las normas). También, mediante este acto de participación ciudadana se obtienen nuevas perspectivas y soluciones por parte de los actores que intervienen en el sistema logístico de la ciudad. Además, se considera a las personas como factor fundamental en la formulación de políticas públicas que tengan en cuenta a todas las partes interesadas.

Capítulo 7

7. Modelado de ecuaciones estructurales (SEM)

Las técnicas estadísticas multivariantes se proponen aumentar tanto la capacidad explicativa como la eficacia estadística. Dentro de estas técnicas, sólo el modelado de ecuaciones estructurales permite examinar simultáneamente una serie de relaciones de dependencia, permitiendo modelar relaciones complejas y contestar a un conjunto de preguntas de investigación interrelacionadas en un simple, sistemático y comprensivo análisis [56]. Además, el modelaje mediante ecuaciones estructurales (SEM) ofrece elementos visuales del problema de la investigación, a la vez que explica su interacción con los demás elementos técnicos, como el uso de encuestas y resultados estadísticos.

La siguiente fase de la investigación busca evaluar el desempeño de la logística de la ciudad y validar un modelo en relación a las percepciones de las partes interesadas en logística urbana. El modelo presentado en la figura 33 es propuesto después de un análisis exploratorio. Posteriormente, el modelo fue probado con el fin de validar la significación y la calidad de la predicción. Para ello, se utilizó el modelado de ecuaciones estructurales de tipo mínimo cuadrado parcial (SEM-PLS) mediante el software® SmartPLS 4.0 [42] para evaluar el modelo para todas las estadísticas. Para el esquema de ponderación del algoritmo PLS, la iteración máxima y el criterio de parada se configuraron para la ruta en 300 y 10-7, respectivamente. Para el bootstrapping, se seleccionaron número de submuestras de 5000 para garantizar la estabilidad de los resultados.

7.1. Etapa I. Descripción del modelo

El modelo causal es descrito gráficamente en la figura 33. En este modelo existen tres VL conformadas de indicadores reflectivos identificados en la tabla 20. Además, se consideran los errores relativos a las variables observables dado a que su información se recolectó mediante la escala de Likert, y esta presenta un error al ser formulado por una estructura categórica, este error se representa por con (e), además se considera el error netamente del modelo estructural, llamado error de constructo (Z) [56].

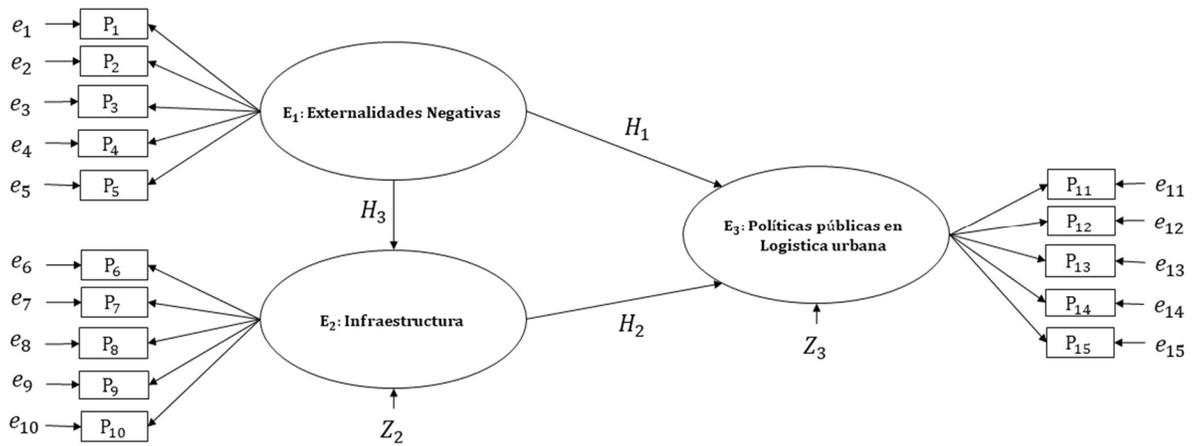


Figura 33 Modelo propuesto SEM-PLS

7.2. Etapa II. Validez y fiabilidad del modelo de medida

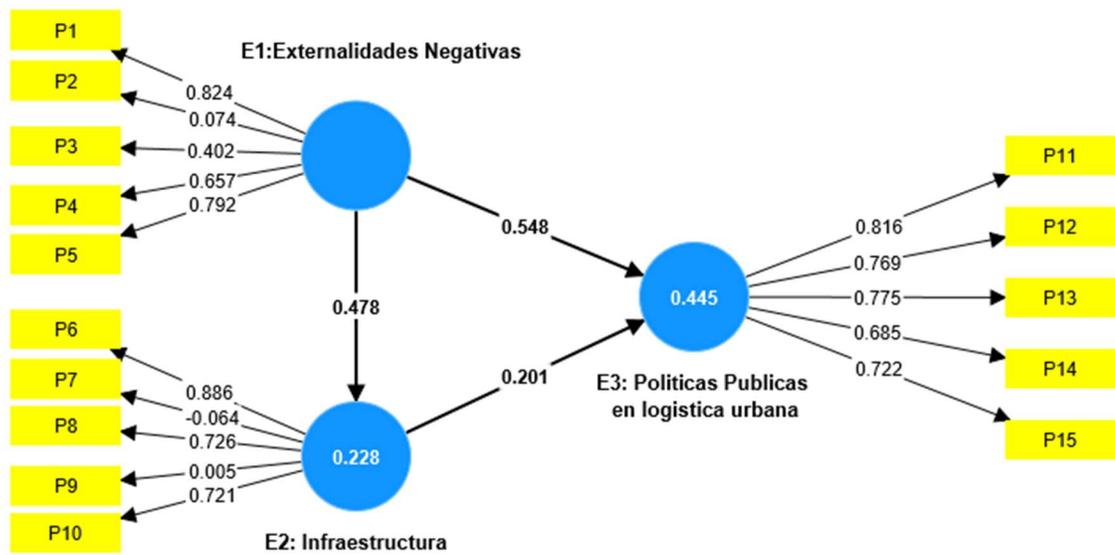


Figura 34. Cargas y pesos de las variables observables

La tabla 22 indica la colinealidad de las variables representada por el VIF, donde para cada indicador deben ser menores a 5, dados estos valores se acepta la validez interna de las variables. Además, en la figura 34 se puede observar que la mayoría de las cargas/pesos de los indicadores de las VL son mayores a 0,7, por lo que se acepta la fiabilidad individual.

Tabla 22. Resultados indicador VIF

Atributo	Indicador de percepción	Notación	VIF
Externalidad (negativa)	Congestión vehicular	P1	1,388
	Transporte publico	P2	1,098
	Transporte urbano de mercancías	P3	1,034
	Falta de regulaciones	P4	1,213
	Falta de áreas de estacionamiento	P5	1,428
	Las calles No son adecuadas para el transporte urbano	P6	1,520
Infraestructura	Los vehículos comerciales causan congestión	P7	1,006
	Los vehículos comerciales dañan el ambiente	P8	1,266
	Son buenas las condiciones de la infraestructura vial	P9	1,004
Regulaciones	Son necesarias zonas de carga y descarga	P10	1,385
	Carga y descarga en horario nocturno	P11	2,477
	Restricciones de acceso de vehículos grandes.	P12	2,350
	Áreas para carga y descarga de mercancías	P13	1,831
	Centro de consolidación urbana (CCU)	P14	1,614
	Uso de vehículos ecológicos en entrega	P15	1,968

El análisis de la tabla 23 muestra que los valores de confiabilidad del compuesto del constructo (CA) son adecuados, por lo tanto, la confiabilidad del modelo es válida. Cabe resaltar que los valores de coeficiente del alfa de Cronbach (CA) varia respecto a cada VL, en E3 presenta una fiabilidad aceptable (0.81), pero en el caso de E1 y E2, según algunos autores [53], [56], este indicador se relaciona directamente con Rho_A, donde estos deben ser mayores que los valores de CA, considerando esta afirmación, es posible aceptar parcialmente la fiabilidad de E1 y E2. Para en análisis de las consistencias internas (AVE), la literatura sugiere un límite inferior de 0.5, sin embargo, solo cumple este indicador la variable correspondiente a las políticas públicas en logística urbana (E3), pero dada al tamaño de la muestra se puede aceptar parcialmente los valores de E1 y E2.

Tabla 23. Indicadores de fiabilidad del modelo

Variable Latente	Alfa de Cronbach (CA)	Fiabilidad compuesta del constructo (CR)	Rho_A	Varianza Extraída Media (AVE)
E1: Externalidades negativas	0,56	0,703	0,709	0,381
E2: Infraestructura	0,402	0,761	0,621	0,367
E3: Políticas públicas en logística urbana	0,811	0,817	0,868	0,57

Finalmente, el grado de diferencia para cada VL es positivo, tanto entre F1 y F2 (0.847), F3 y F1 (0.869) y F3 y F2 (0.664). Esto nos quiere decir que el modelo es aceptable y por ende se procede con la etapa 3, donde se valora el modelo estructural.

7.3. Etapa III. Valoración del modelo estructural

La figura 35 presenta la varianza de las variables E2 y E3, sus R2 son 0,228 y 0.445, respectivamente, esto comprueba que la varianza es suficientemente explicada por las variables independientes. Además, en la tabla 24 se presentan una serie de índices de ajuste, entre ellos GoF tiene el valor de 0,599, valor que supera el umbral requerido. Posteriormente, las hipótesis son contrastadas mediante el examen de los coeficientes de camino (β) y el análisis de Bootstrapping.

Tabla 24. Indicadores de ajuste

Indicador de ajuste	Valor
SRMR	0,093
D_ILS	1,045
D_G	0,339
Chi-cuadrado	188,448
GoF	0,599

Los valores de los coeficientes de camino (β) y el valor de significación estadística obtenidos a través de Bootstrapping se presentan en la figura 35, estos valores permiten soportar H₁ y H₃, y soportar solo parcialmente a H₂, dado que sus coeficientes de camino son significativos; H₁= 0.548 (> 0.2), H₂= 0.201 (> 0.2) y H₃= 0.478 (> 0.2).

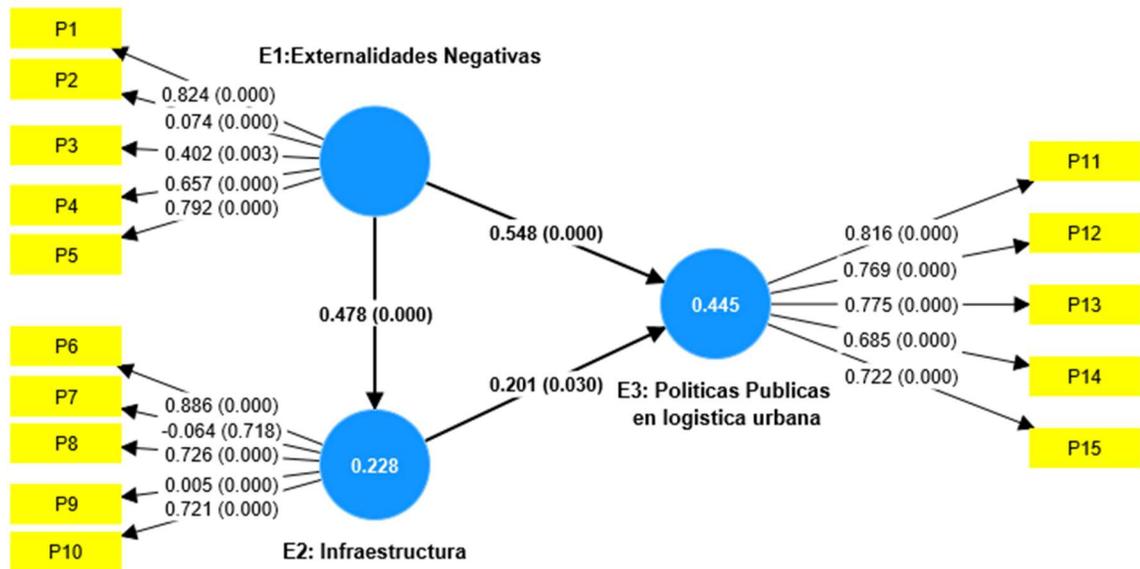


Figura 35. Valoración del modelo coeficientes de camino y valor del estadístico p

Finalmente, se comprueba la teoría mediante el análisis del valor del estadístico t, donde con un nivel de confianza del 95%, los valores deben ser mayores a 1.96, esto es representa gráficamente en la figura 36, donde se comprueba H₁ y H₃ y se soporta H₂. Esto nos quiere decir que las externalidades negativas influyen en la infraestructura vial y estas afectaran directamente en la formulación de políticas públicas en logística urbana.

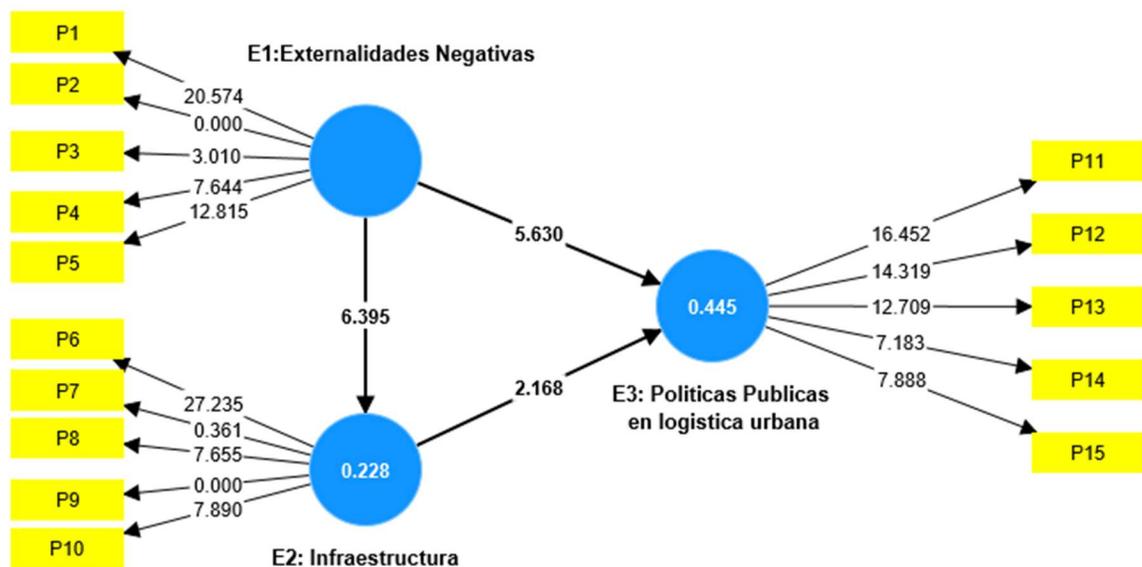


Figura 36. Valoración del modelo mediante T-student aplicando niveles de significación de *p<0,05

7.4 Valoración hipótesis de percepción por localización

Para dar respuesta a la hipótesis 4, se modelaron los datos acordes a los resultados de la encuesta en la comuna 4 y comuna 8. En la tabla 25 se muestran los valores del estadístico T-student por zona en relación a las variables latentes y las variables observadas, donde se evidencia que P1 y P3 influyen de manera directa en la generación de externalidades negativas. Asimismo, se comprueba la percepción de P6, es decir son necesarias medidas de optimización del espacio considerando la infraestructura vial de la ciudad. También, se observa que P11 y P 13 son las iniciativas de mayor aceptación en ambas comunas.

Tabla 25. Valor de estadístico T-student por zona

Variable latente	Variable observada	Valor T-student	
		Comuna 4	Comuna 8
E1: Externalidad (negativa)	Congestión vehicular (P1)	2,035	2,915
	Transporte público (P2)	0,603	0,289
	Transporte urbano de mercancías (P3)	0,561	0,715
	Falta de regulaciones (P4)	1,625	2,389
	Falta de áreas de estacionamiento (P5)	1,229	1,579
	Las calles No son adecuadas para el transporte urbano (P6)	1,893	1,785
E2: Infraestructura	Los vehículos comerciales causan congestión (P7)	0,841	1,174
	Los vehículos comerciales dañan el ambiente (P8)	0,765	1,032
	Son buenas las condiciones de la infraestructura vial (P9)	0,485	0,86
	Son necesarias zonas de carga y descarga (P10)	1,466	2,256
E3: Regulaciones	Carga y descarga en horario nocturno (P11)	1,719	3,838
	Restricciones de acceso de vehículos grandes (P12)	0,129	1,097
	Áreas para carga y descarga de mercancías (P13)	1,21	2,165
	Centro de consolidación urbana (CCU) (P14)	0,881	0,999
	Uso de vehículos ecológicos en entrega (P15)	0,807	1,538

De igual forma, en la tabla 26 se comprueba que H_{4a} es válida en la comuna 8, sin embargo, en la comuna 4 presenta un valor parcialmente inferior al estadístico base ($Z=1.96$), es posible que deba a la diferencia en la infraestructura vial de esa zona. Comparada con H_{4c} , la cual es aceptada tanto en la comuna 4 como en la comuna 8, es decir que la percepción en políticas públicas en logística urbana varía respecto al lugar, por ende, se deben considerar iniciativas de acuerdo con las características de cada zona. Asimismo, se rechaza H_{4b} en ambas comunas. Se comprueba que la percepción en las externalidades negativas no cambia de acuerdo al lugar.

Tabla 26. Validación de hipótesis H4: Localización

Hipótesis	Valor T-student	
	Comuna 4	Comuna 8
H4a	1,492	1,823
H4b	0,691	0,826
H4c	2,463	3,877

Finalmente se tiene el siguiente modelo (ver figura 37) donde se observa la relación entre las VL comprobando las hipótesis H₁; H₂; H₃ y H_{4a}; H_{4c}, este modelo SEM-PLS permite tomar decisiones con un nivel del 95% de confianza basado en la variación de los datos, donde las externalidades negativas afectan la infraestructura vial de estas zonas, esto permitirá proponer iniciativas de mejora en relación a optimizar el espacio, minimizar las externalidades negativas y tomar decisiones de acuerdo a las características de la comuna 4 y comuna 8 en la ciudad de Popayán.

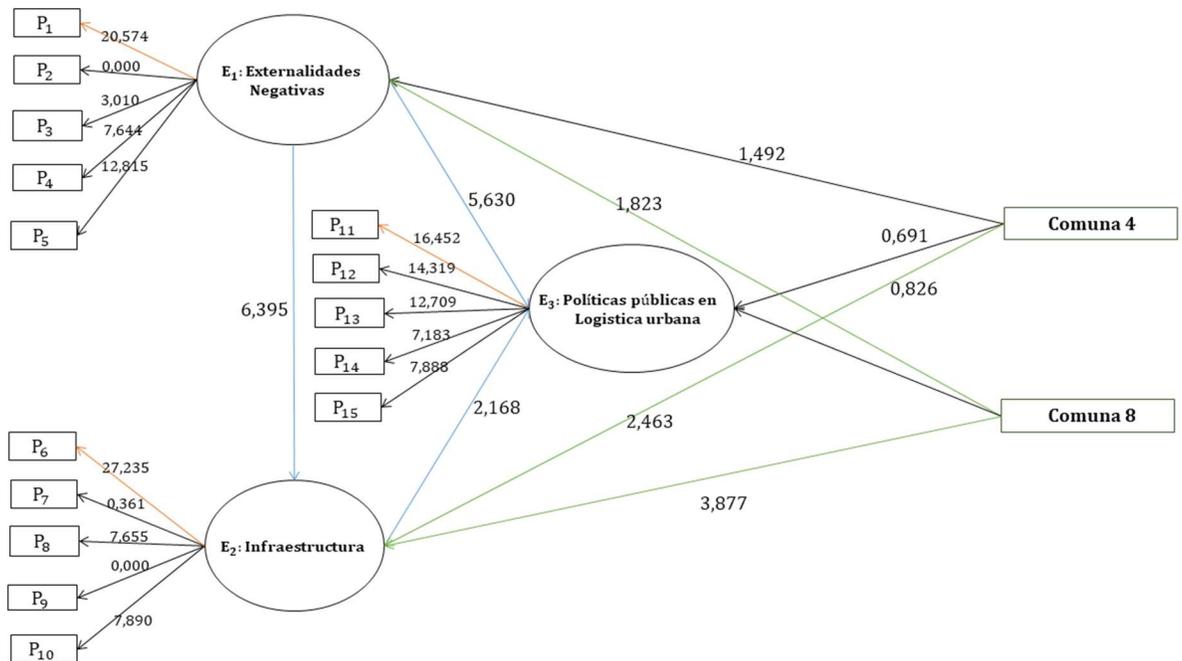


Figura 37. Modelo final SEM-PLS; Hipótesis / T-student

Capítulo 8

8. Análisis y Discusión

El transporte urbano es uno de los mayores desafíos de nuestra era, dado a que está ligado al crecimiento urbano, tendencias comerciales y el medio ambiente, es por ello que su planificación es crucial y es acorde a una serie de indicadores, intereses y tendencias. En Latinoamérica se han estado realizando investigaciones con el fin de mejorar las prácticas logísticas, planificación urbana y optimización de la cadena de suministro. Sin embargo, a raíz de los últimos sucesos ocurridos a nivel mundial, han expuesto la volatilidad de la logística urbana en espacios poco estudiados, como en las partes interesadas, demostrando que es necesario una cohesión entre los actores de la cadena con el fin de mejorar las condiciones logísticas en las ciudades.

La ciudad de Popayán como muchas ciudades latinoamericanas presenta un elevado crecimiento de población, reflejado en su densidad poblacional (16.905 hab./km²). Asimismo, la actividad económica de la ciudad prevalece en el sector de comercio y servicios (83,2% del valor agregado), lo cual se ve reflejado en el aumento de la cantidad de establecimientos comerciales en la ciudad, específicamente en su zona centro y en la comuna 8; sin embargo, este incremento impacta en las operaciones logísticas de la ciudad, y por ende estas se ven limitadas por una infraestructura vial inadecuada para el transporte multimodal moderno. Es por ello que esta investigación analizó las operaciones logísticas en la ciudad de Popayán, mediante un enfoque de investigación exploratoria, se integraron dos metodologías las cuales permitieron evaluar las prácticas logísticas en la comuna 4 y comuna 8 considerando las características de los establecimientos comerciales, regulaciones, congestión vehicular, interrupciones y las percepciones de las partes interesadas con un enfoque de participación ciudadana en la planeación y formulación de políticas públicas en el transporte urbano de mercancías.

Los resultados demuestran que la ciudad presenta graves problemas de congestión vehicular y interrupciones en las operaciones de carga y descarga de mercancías. Se identificaron un total de 1817 y 1209 establecimientos comerciales en la comuna 4 y comuna 8 respectivamente (ver figura 38). Se observa que los tipos predominantes de negocios son las nano tiendas, las tiendas de alimentos y multiservicio. Sin embargo, solo el 20% de estas tienen zonas para carga y descarga de mercancías, lo que genera un incremento de interrupciones, tanto en las operaciones de carga y la movilidad. En cuanto a la descripción de las calles, se evidencia que la ciudad de Popayán presenta una infraestructura colonial, la cual en los últimos años ha presentado un crecimiento desordenado; en consecuencia,

este arquetipo de ciudad se ve afectado por el transporte de mercancías contemporáneo.

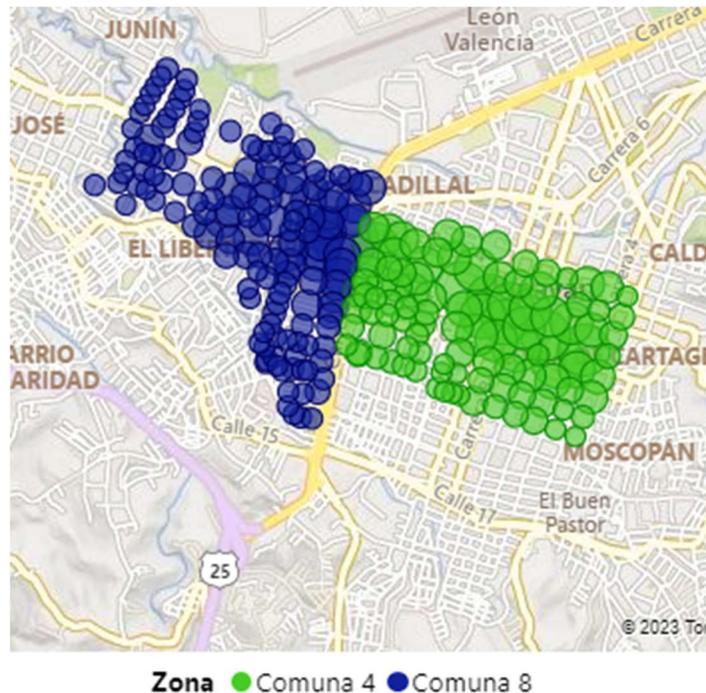


Figura 38. Densidad de establecimientos comerciales por zona

En este sentido se observa que en promedio el 90% del sentido de las calles son unidireccionales, de estas solo el 67% presentan una señalización adecuada, con poca presencia de carriles para bicicletas (solo en la comuna 8, pero esta ha sido bloqueada por el comercio informal); En cuanto al servicio de transporte público, los autobuses no tienen lugares ni carriles exclusivos para detenerse, debido a la falta de señalización, esto se debe a que desde hace 9 años se viene adecuando la infraestructura del transporte masivo en la ciudad, llamado “ciudad blanca”. Además, se logra identificar las horas pico y horas llano en cada zona, donde en las horas de 7:00 am – 12:00 pm – 17:00 pm son las horas de mayor congestión vehicular, y en ocasiones, las horas de mayor tasa de operaciones logísticas en las zonas. Lo anterior se traduce en un aumento de interrupciones en la actividad comercial y movilidad en estas áreas. En especial la plaza de mercado de la comuna 8 transitan más vehículos del tipo camión de remolque y de carga, en comparación en la comuna 4 se movilizan los vehículos tipo autobús, taxi y carros particulares. En cuanto a las interrupciones, las operaciones de carga y descarga en ambas zonas son las principales causas de interrupciones (40%), donde en la comuna 4 son producidas por la detención de los autobuses (42%) y en la comuna 8 por las maniobras imprudentes por parte de los conductores. Cabe mencionar que la cultura ciudadana es un factor fundamental en la planificación urbana. Las operaciones de

carga y descarga en la comuna 4 son realizadas por los vehículos tipo furgoneta, estos en algunos sectores bloquean carriles para ejercer sus actividades, en la comuna 8 las operaciones logísticas van ligadas a la plaza de mercado de la Esmeralda, donde los camiones de carga son el transporte de mayor uso.

Con el fin de dar una participación a las partes interesadas en la solución de los problemas ocasionados por las disrupciones, movilidad y operaciones logísticas que afectan a sus actividades diarias. Los resultados de la encuesta representan las percepciones de los ciudadanos en relación a la movilidad y logística urbana. Se evidencia que el 30.6% de las personas se movilizan en transporte público, el 29.1% optan por el uso de motocicleta como medio de transporte, lo anterior comprueba que el uso de motocicletas y transporte público son las formas de transporte de mayor uso por parte de los ciudadanos, sin embargo, la bicicleta como medio de transporte representa solo el 8.21%, esto deja en evidencia la falta de iniciativas en la movilidad sostenible. De igual forma, el 51.47% de las personas perciben que la movilidad en la ciudad es “deficiente”, en relación al 44.78% que relacionan una movilidad “regular”. Sin embargo, el 70.9% desconocen acerca de regulaciones en el transporte urbano en Popayán.

En relación a la percepción referente a las externalidades negativas, el 90% percibe que los problemas de movilidad urbana se deben a la congestión vehicular y por la falta de regulaciones (88%). De igual forma, el 74% de los encuestados indicó que las calles no son adecuadas para el transporte urbano de mercancías. Por otro lado, los ciudadanos son conscientes de la necesidad de zonas para carga y descarga (93%). En cuanto a las políticas públicas de mayor aceptación, el 89% de los encuestados perciben que es necesario que los comerciantes realicen sus operaciones de carga y descarga en horario nocturno (sin embargo, esta iniciativa está abierta a discusión dado a los intereses de cada parte interesada, siendo la seguridad y el flete a considerar).

En este aspecto, los ciudadanos que participaron en la encuesta reconocieron la importancia de su participación al interactuar directa o indirectamente con las actividades de carga. Tal como menciona [26] “las percepciones de las partes interesadas son una expresión de los impactos del movimiento de mercancías en sus actividades diarias, y podrían ser utilizadas por los responsables de la toma de decisiones para maximizar el potencial de implementación de políticas públicas en relación a las percepciones de los principales actores del sistema urbano”. Por lo tanto, al considerar las opiniones de los ciudadanos se obtienen nuevos puntos de vista y soluciones a los problemas de movilidad y logísticos dado a que estos son quienes están más involucrados en las operaciones logísticas de cada zona.

Los resultados del modelo SEM-PLS, mostraron que los parámetros urbanos son el factor más importante para lograr un buen desempeño de la logística de la ciudad,

seguidos de factores logísticos e interfuncionales clave [42]. corroborando [26], [27], [35], [38], [42], [47] para evitar iniciativas logísticas inadecuadas y observar la pluralidad, racionalidad y estrategias relevantes de los actores involucrados, la búsqueda de soluciones combinadas es una condición importante para el buen desempeño logístico de la ciudad.

A nivel de indicadores, la mayoría de los indicadores de los constructos exógenos contribuyen a la fiabilidad de los indicadores del constructo endógeno con el fin de correlacionarse positivamente. En el modelo estructural se comprueba que la percepción en políticas públicas de transporte de carga urbano está influenciada negativamente por las externalidades negativas de las operaciones de carga (H_1). A su vez, la percepción en infraestructura influye positivamente en la formulación de políticas públicas en logística urbana (H_2); Sin embargo, la infraestructura vial es negativamente asociada con las externalidades negativas producidas por las operaciones de carga urbana (H_3). Esto se correlaciona con la percepción por localización, donde en el sector de la comuna 4 la infraestructura es negativamente asociada con las actividades producidas por el transporte urbano de mercancías, posiblemente por el poco espacio para estas operaciones y la falta de áreas para carga y descarga de mercancías; en la comuna 8, se percibe que las externalidades negativas influyen negativamente en las operaciones de carga y descarga, además se comprueba que la infraestructura es limitada para el transporte urbano de mercancías.

Finalmente, en el modelo SEM-PLS, refleja que la congestión P1 causa las externalidades negativas E1 y estas influyen directamente sobre la infraestructura vial E2, la cual se ve implicada por la no adecuación de la infraestructura vial P6. A su vez, tanto las externalidades negativas E1 y la infraestructura E2, son variables que influyen en el proceso de planificación de políticas en logística urbana E3, que para el caso de estudio, la iniciativa de mayor aceptación corresponde a la carga y descarga en horario nocturno P11. A pesar de que las percepciones de este estudio se encuestaron en una ciudad intermedia en un país en desarrollo, son una expresión de los impactos del movimiento de mercancías en las actividades diarias de todos los habitantes urbanos y podrían ser utilizadas por los responsables de la toma de decisiones para eliminar la suposición de que los ciudadanos desconocen el movimiento de carga [26], y así lograr un buen desempeño de la logística de la ciudad.

Capítulo 9

9. Conclusiones e investigaciones futuras

9.1. Conclusiones

- Se cumple con el objetivo al describir el perfil logístico de Popayán y analizar los indicadores relevantes sobre el desempeño logístico, se presenta una caracterización de dos áreas densamente comerciales (comuna 4 y comuna 8). El principal aporte de esta investigación es sentar las bases de políticas públicas que impacten de forma positiva en la calidad de vida de los ciudadanos y mejore las condiciones logísticas de la ciudad.
- La falta de planificación urbana aumenta las distancias y los tiempos de los productos y la movilidad de la comunidad. Un desarrollo urbano preciso con políticas bien establecidas ayudará a mejorar la planificación de la distribución. La densidad de población juega un papel esencial en el análisis a esta escala. El flujo de vehículos y los espacios de carga y descarga resaltan los desafíos de las actividades de abastecimiento y las operaciones de carga y descarga en las zonas estudiadas. Esto está relacionado con la variedad de tipos de establecimientos, vehículos y operaciones logísticas.
- A partir del inventario de los establecimientos en las zonas, se identifican 1209 en la comuna 8 y 1817 en la comuna 4 (es decir un 33.46% más en comparación con la comuna 8), destacando el predominio de las tiendas minoristas con alrededor del 87% de los establecimientos comerciales. De igual forma se evidencia la falta de señales de tránsito en las 1201 calles que componen estos dos kilómetros cuadrados estudiados, donde en promedio solo el 29% presentan señales de tránsito vehicular y peatonal adecuadas, es decir que el 71% no presentan este tipo de regulaciones, esto es proporcional al aumento de las interrupciones e incidentes ocasionadas por las operaciones logísticas y en el tráfico vehicular de la ciudad.
- Los resultados de la encuesta indican que la congestión vehicular (87%) es la mayor causa de generación de externalidades negativas. De igual forma, el 93% de los ciudadanos creen que son necesarias zonas para carga y descarga de mercancías en la ciudad. En relación a las políticas públicas, el 89% de las personas están de acuerdo con el uso de un horario nocturno para la carga y descarga de mercancías con el fin de mejorar la movilidad y optimizar las operaciones logísticas en la ciudad.
- Esta investigación busco analizar y evaluar las operaciones logísticas en la comuna 4 y comuna 8 de Popayán. Siendo la primera investigación de este tipo en esta ciudad que utiliza el modelado en ecuaciones estructurales bajo

mínimos cuadrados parciales (SEM-PLS). Los resultados del análisis de PLS indicaron la buena capacidad predictiva del modelo de investigación, y a su vez, la explicación del análisis logró validar la relación entre las externalidades negativas e infraestructura en el proceso de planificación urbana. Donde P11 es la política de mayor aceptación. Sin embargo, en la comuna 4 se acepta H_3 y en la comuna 8 se valida H_1 y H_3 . Es decir, las iniciativas de optimización logística deben considerar las características de las zonas acorde al tipo de externalidades negativas producidas por las actividades de carga y descarga.

- La propuesta de valor radica en el análisis de las percepciones de las partes interesadas sobre las políticas de transportes urbano en la comuna 4 y comuna 8 de Popayán, y confirma la importancia que los tomadores de decisiones deben dar a la participación de los ciudadanos, como partes interesadas, en el proceso de planificación urbana. Los hallazgos de esta investigación proporcionarán orientación a los planificadores y tomadores de decisiones, en la ciudad de Popayán, interesados en definir iniciativas para abordar los problemas generados por las operaciones logísticas que consideran las percepciones de los ciudadanos atendidos por el sistema.

9.2. Investigaciones futuras

- Como trabajos futuros, se propone actualizar los km^2 estudiados, debido a que la dinámica comercial de las ciudades es cambiante, esto es dado a factores políticos, económicos y medio ambientales, de igual forma, replicar la investigación hacia otros lugares en la ciudad, como en su zona norte y en el barrio Bolívar, ya que son puntos donde se evidencia un crecimiento sociodemográfico y comercial.
- Realizar una muestra de mayor alcance, con el fin de aumentar la significancia y promover una participación ciudadana en la formulación de políticas públicas.
- Simular las políticas públicas propuestas, considerando factores de costos, flete y tiempo, así como otros indicadores y percepciones de partes interesadas con el fin de tener un enfoque global de las posibles soluciones y determinar la viabilidad de estas.
- Aplicar el modelo en ciudades parecidas, dado a que Popayán es una ciudad intermedia, por ende, sería interesante aplicar el modelo SEM-PLS en otras ciudades latinoamericanas con el fin de comparar y analizar resultados.

Glosario

Partes interesadas, aquellos actores que se pueda afectar o ser afectado por las actividades logísticas.

Logística, actividad que planifica, gestiona, controla el almacenamiento y envío de bienes en una cadena de suministro.

Planificación urbana, es el conjunto de instrumentos técnicos y normativos que se redactan para ordenar el uso del suelo y regular las condiciones para su transformación o, en su caso, conservación.

Externalidades negativas, aquellas actividades que afectan negativamente al entorno, personas y medio ambiente.

Políticas públicas, son los proyectos/actividades que un estado diseña y gestiona, a través de un gobierno y una administración pública, con fines de satisfacer las necesidades de una sociedad.

Nano-stores, pequeños minoristas en economías emergentes gestionados normalmente por una persona con contacto directo con el usuario final.

Minoristas, personas, físicas o jurídicas los cuales venden al consumidor final.

Densidad comercial, cantidad de establecimientos comerciales en un área en específico.

Tráfico vehicular, es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

Horas valle, se refiere a las horas en las que regularmente se produce un menor consumo o uso.

Horas pico, periodo de tiempo donde se produce la mayor congestión.

Disrupción logística. alteración de cualquier fase de la cadena de suministro provocada por agentes externos al producto.

Varianza estadística, medida de dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos con respecto a su media.

Variable latente, son las variables que no se observan directamente, sino que son inferidas a partir de otras variables que se observan.

Variable observada/medible, indicadores que identifican a la variable latente.

Variable endógena, aquellas que son explicadas dentro del modelo en el cual aparecen.

Anexos

Anexo No. 1

En la figura 39 se desarrolla un tablero dinámico tipo dashboard el cual representa los datos recolectados a partir de la metodología del Km², esta herramienta permitió un análisis de datos con mayor precisión y orden. Cabe mencionar que se puede complementar con otros datos y mantener actualizada la información.

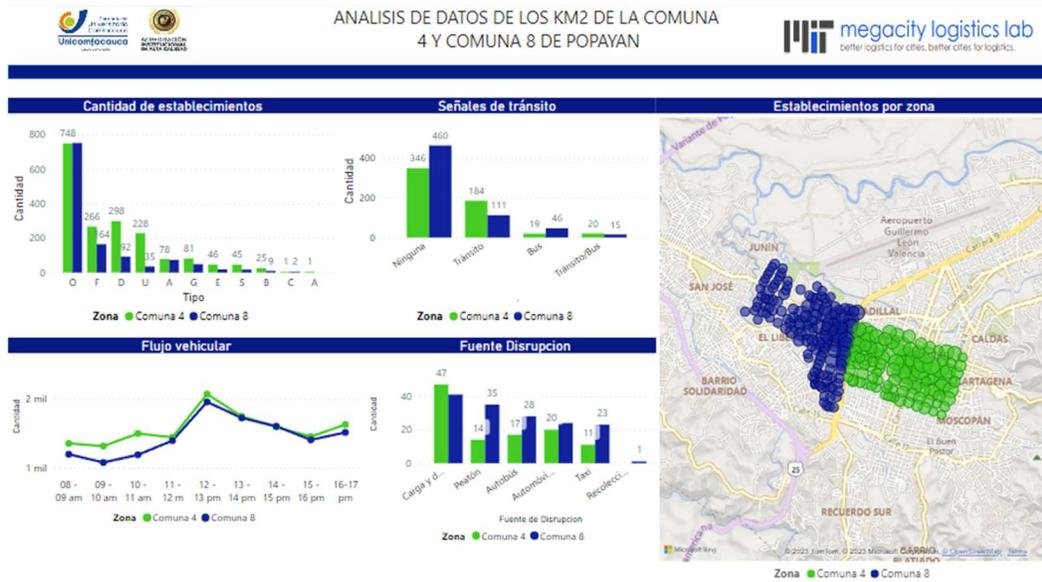


Figura 39. Dashboard resultados metodología km² en MS Power BI

Anexo No. 2

En la figura 40, se expone la encuesta de percepción ciudadana en movilidad y logística urbana, con una cantidad de 10 preguntas, y un tiempo de respuesta de 5 minutos. Además, esta encuesta tiene el carácter confidencial de la información dada a la política de protección de datos de la corporación universitaria de Confacauca- Unicomfacauca.

Encuesta de percepción ciudadana sobre la movilidad y logística urbana en la ciudad de Popayán

Actualmente nos encontramos desarrollando un estudio para la ciudadanía de Popayán. Con el fin de conocer la percepción sobre la movilidad y logística urbana en la ciudad. Su opinión nos será valiosa para los propósitos de la investigación. Su participación es voluntaria; sus respuestas serán de carácter confidencial y los datos se utilizarán únicamente para fines estadísticos tal como se establecen en las finalidades de la Política de Protección de datos de Unicomfacauca el cual se encuentra disponible en el sitio web www.unicomfacauca.edu.co, podrá dirigir sus consultas, sugerencias, peticiones, quejas y reclamos al correo protecciondedatos@unicomfacauca.edu.co de conformidad con la Ley Estatutaria 1561 del 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 del 2013.

Zona:		C/ _Co/ _Tr_
Género	Masculino	Deficiente
	Femenino	Buena
Edad	Menos de 18	1 respuesta
	Entre 18-30	
Estrato	Entre 31-50	Extremadamente negativos
	Más de 50	Por la congestión vehicular (5) Totalmente de acuerdo
Estrato	Estrato 1	Por el Transporte público (4) De acuerdo
	Estrato 2	Por el Transporte urbano de mercancías (camiones) (3) (N) de acuerdo, (1) de desacuerdo
	Estrato 3	Por Faltas de aplicar las regulaciones (2) (En desacuerdo)
	Estrato 4	Por Faltas de áreas de estacionamiento (1) Totalmente en desacuerdo
	Estrato 5	Infraestructura vial
Cual es el propósito de viaje a esta zona? / ¿Qué actividad realiza en esta zona?	Habitante de la zona	Las calles No son adecuadas para el transporte urbano (5) Totalmente de acuerdo
	Estudiar	Los vehículos comerciales causan congestión (4) De acuerdo
	Trabajo	Los vehículos comerciales dañan el ambiente (3) (N) de acuerdo, (1) de desacuerdo
	Trabajo (transporte)	Son buenas las condiciones de la infraestructura vial (2) (En desacuerdo)
	Turista	Son necesarias zonas de carga y descarga (1) Totalmente en desacuerdo
Usualmente usted se queja de transporte o movilidad?	Turista	Conoce usted acerca de regulaciones en el transporte urbano en Popayán?
	Otro	Si (1 respuesta)
Usualmente usted se queja de transporte o movilidad?	Ases	No
	Automóvil particular	Políticas de logística de carga urbana
	En moto/delta	Carga y descarga en horario nocturno (5) Totalmente de acuerdo
	En transporte público	Restricciones de acceso a vehículos grandes. (4) De acuerdo
	En bicicleta	Áreas para carga y descarga de mercancías (3) (N) de acuerdo, (1) de desacuerdo
Otro	Canal de consolidación urbana (2) (En desacuerdo)	
		Uso de vehículos ecológicos en entregas (1) Totalmente en desacuerdo

Figura 40. Encuesta percepción ciudadana en logística urbana en Popayán

Anexo No. 3

En la figura 41, se evidencia el trabajo de campo desarrollado con el apoyo de los integrantes del semillero de investigación- Ser industrial, con la aplicación de la encuesta en el sector histórico y la comuna 8 de Popayán.





Figura 41. Evidencia de trabajo de campo encuestas, integrantes del semillero Ser Industrial. 13 de marzo de 2023.

Anexo No. 4

En la figura 42, representa el dashboard número 2, donde se describen los resultados de la encuesta de percepción ciudadana. Esta visualización de los datos nos permite analizar la información de forma interactiva por medio de filtros de datos.

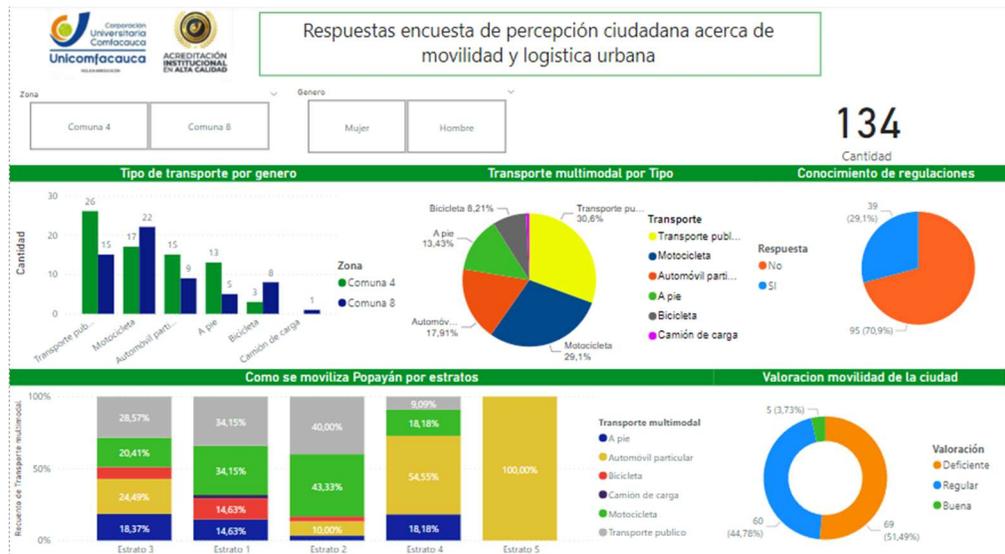


Figura 42. Dashboard resultados encuesta en MS Power BI

Anexo No. 5

Resultados del modelo SEM-PLS en el programa Smart PLS 4.0, en la comuna 4, donde se evidencia el valor del estadístico y el R2, permitiendo conocer el grado de validez del modelo y comprobar las hipótesis planteadas.

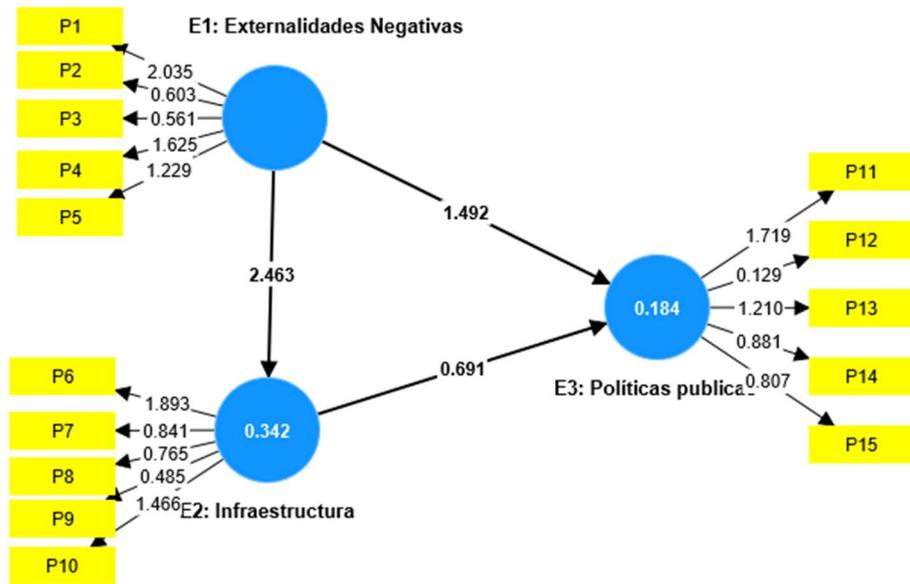


Figura 43. Modelo SEM-PLS comuna 4, valores estadístico t y r^2

Anexo No. 6

Resultados del modelo SEM-PLS en el programa Smart PLS 4.0, en la comuna 8, donde se evidencia el valor del estadístico y el R2, permitiendo conocer el grado de validez del modelo y comprobar las hipótesis planteadas.

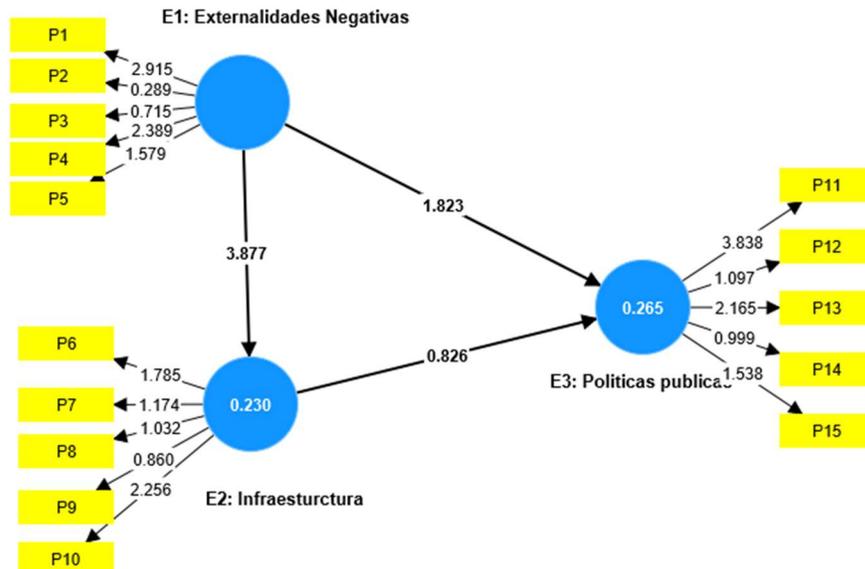


Figura 44. Modelo SEM-PLS comuna 8, valores estadístico t y r^2

Anexo No. 7

En el anexo numero 7, corresponde a la divulgación de la investigación, la cual se expondrá en la conferencia XXII PANAM en la ciudad de Guayaquil, en los días 02-04 de agosto del año 2023

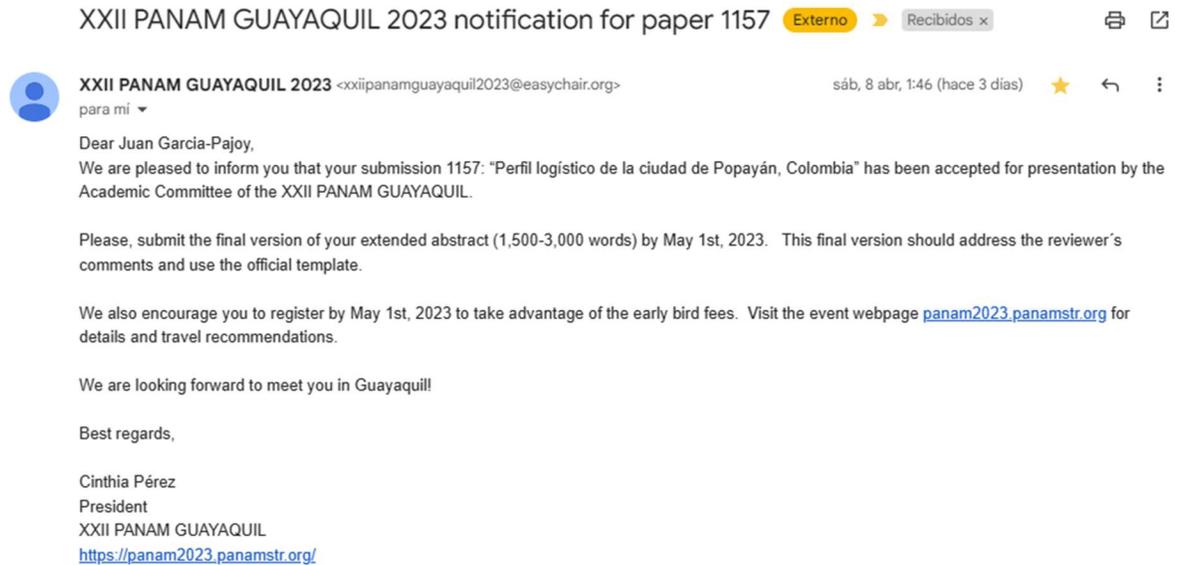


Figura 45. Aceptación investigación en conferencia PANAM GUAYAQUIL 2023

Anexo No. 8

En el anexo número 8, corresponde al sometimiento de la investigación como artículo en la revista Sustainability de MDPI, categoría Q1. Manuscript ID: sustainability-2428584 - Submission Received.

Article

Utilizing PLS-SEM and Km² methodology in urban logistics analysis: a case study in Popayan, Colombia.

Juan Sebastian Garcia Pajoy ¹, Nelson Emilio Paz Ruiz¹, Mario Chong Chong ² and Ana E. Luna ²

¹ Facultad de Ingeniería, Corporación universitaria de comfacauca-Unicomfacauca, Cl. 4 N. 8-30, Popayán 190001, Colombia.

² Facultad de Ingeniería, Universidad del Pacifico, Lima 15072, Perú.

* Correspondence: m.chong@up.edu.pe

Abstract: Latin American cities' development process has been characterized by disorderly expansion. By 2050, a considerable growth of its inhabitants is expected in urban areas, impacting a greater demand for resources, spaces and food to survive in emerging societies. Consequently, there will also be a growth in urban logistics and cargo operations. Even though several stakeholders are involved, they are not mostly considered when planners and decision-makers look forward to solving the problems generated by freight operations. In this work, we analyze the areas with the highest traffic flow and density of commercial establishments in Popayán, the capital of the Department of Cauca in the Republic of Colombia, where the logistics operations of that city are concentrated. This research looks forward to integrating two methodologies, the Km² method, which allows characterizing logistics activities in different areas and validating four hypotheses related to negative externalities, infrastructure and initiatives in urban logistics and variation concerning their location. The

[Sustainability] Manuscript ID: sustainability-2428584 - Submission Received

Externo Recibidos x

Editorial Office <sustainability@mdpi.com>
para Mario, mi, Nelson, Ana

mar, 16 may, 19:44 (hace 13 horas)

Dear Dr. Chong,

Thank you very much for uploading the following manuscript to the MDPI submission system. One of our editors will be in touch with you soon.

Journal name: Sustainability
Manuscript ID: sustainability-2428584
Type of manuscript: Article
Title: Utilizing PLS-SEM and Km² methodology in urban logistics analysis: a case study in Popayan, Colombia.
Authors: Juan Sebastian Garcia-Pajoy, Nelson Emilio Paz-Ruiz, Mario Chong *, Ana Luna
Received: 17 May 2023
E-mails: juanpajoy@unicomfacauca.edu.co, npaz@unicomfacauca.edu.co, m.chong@up.edu.pe, ae.lunaa@up.edu.pe
Submitted to section: Sustainable Transportation, https://www.mdpi.com/journal/sustainability/sections/Sustainable_Transportation
Sustainable City Logistics and Urban Freight Transport: Data-Driven and Field-Driven Methods and Applications

Figura 46. Sometimiento de artículo a revista Sustainability MDPI

Bibliografía

- [1] H. , Ritchie and M. Roser, “Urbanization - Our World in Data,” 2022. <https://ourworldindata.org/urbanization>
- [2] ONU, “Población | Naciones Unidas,” 2023, [Online]. Available: <https://www.un.org/es/global-issues/population>

- [3] E. E. Blanco and J. C. Fransoo, “Reaching 50 million nanostores Retail distribution in emerging megacities,” BETA publicatie: working papers, no. July, pp. 1–11, 2013, [Online]. Available: <https://research.tue.nl/en/publications/reaching-50-million-nanostores-retail-distribution-in-emerging-me>
- [4] Universidad Externado de Colombia, “Centro de Investigaciones sobre Dinámica Social, & United Nations Population Fund,” 2007.
- [5] G. Wilmsmeier, L. Johansson, and D. Jallow, “The complex urban freight puzzle,” 2015, Accessed: Oct. 06, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/38960>
- [6] C. A. Gonzalez-Calderon, J. J. Posada-Henao, C. A. Granada-Muñoz, D. P. Moreno-Palacio, and G. Arcila-Mena, “Cargo bicycles as an alternative to make sustainable last-mile deliveries in Medellin, Colombia,” *Case Stud Transp Policy*, vol. 10, no. 2, pp. 1172–1187, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.CSTP.2022.04.006.
- [7] J. C. Castillo, E. Goicochea, M. Chong, and M. Rodriguez, “Inmegacity characterization: trends and realities,” *Management Research*, vol. 17, no. 2, pp. 187–204, Aug. 2019, doi: 10.1108/MRJIAM-05-2018-0835/FULL/XML.
- [8] Findater, “Diagnóstico Técnico | Plan de Ordenamiento Territorial Popayán,” 2022. <https://pot-popayan-alcaldiapopayan.hub.arcgis.com/documents/2bb20d4301a349a3a5ab2aaf4937dfc1/explore>
- [9] M. Winkenbach, D. Merchán, and M. Janjevic, “City logistics policy toolkit: A study of three latin american cities,” Report to the World Wank., 2018.
- [10] W. D. Chará Ordóñez, M. A. Palta Limas, and J. C. López Martínez, “Percepción ciudadana, gestión pública e intervención institucional de la movilidad urbana,” *Summa Iuris*, vol. 5, no. 2, p. 334, 2017, doi: 10.21501/23394536.2600.
- [11] DANE, “Proyecciones de población,” 2021. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- [12] H. Fajardo, S. Gómez, and A. M. A. M., “Análisis de la elección modal de transporte público y privado en la ciudad de Popayán,” *Territorios*, vol. 17, no. 33, pp. 157–190, Oct. 2015, doi: 10.12804/TERRIT33.2015.07.
- [13] FINDETER, “Plan de Acción Popayán,” 2018, [Online]. Available: <https://repositorio.findeter.gov.co/handle/123456789/199>

- [14] United Nations, “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development,” *Eur J Health Law*, vol. 22, no. 5, pp. 508–516, 2015, doi: 10.1163/15718093-12341375.
- [15] World Bank, “Urban Development Overview,” 2023. <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview> (accessed Feb. 20, 2023).
- [16] Alcaldía Municipal de Popayán, “CAPÍTULO I. Marco Conceptual y Articulación del Plan de Ordenamiento con el Plan de Desarrollo Municipal,” *Plan de Ordenamiento Territorial - Municipio de Popayán*, p. 87, 2012.
- [17] G. Rudinger, K. Donaghy, and S. Poppelreuter, “Societal trends, mobility behaviour and sustainable transport in Europe and North America: the European Union network STELLA,” *Eur J Ageing*, vol. 1, no. 1, pp. 95–101, 2019, doi: 10.1007/s10433-004-0009-y.
- [18] A. Mauricio Gómez Sánchez, J. Isabel, S. Castillo, C. Liceth, and F. Hoyos, “Análisis de la dinámica del mercado laboral en Popayán-Colombia,” *revistascientificas.cuc.edu.co*, vol. 37, no. 1, pp. 135–176, 2016, doi: 10.17981/econcuc.37.1.2016.07.
- [19] C. Diaz, K. Beltran, C. Diaz, A. B.- ParadigmPlus, and undefined 2021, “Traffic Flow Indicators Analysis to Determine Causes of Vehicular Congestion,” *journals.itiud.org*, vol. 2, no. 2, pp. 1–16, 2021, doi: 10.55969/paradigmplus.v2n2a1.
- [20] H. Wang, M. Ouyang, Q. Meng, and Q. Kong, “A traffic data collection and analysis method based on wireless sensor network,” *EURASIP J Wirel Commun Netw*, vol. 2020, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1186/S13638-019-1628-5.
- [21] S. Lauenstein and C. Schank, “Design of a Sustainable Last Mile in Urban Logistics—A Systematic Literature Review,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 9, pp. 1–14, 2022, doi: 10.3390/su14095501.
- [22] N. Arvidsson and A. Pazirandeh, “An ex ante evaluation of mobile depots in cities: A sustainability perspective,” *Int J Sustain Transp*, vol. 11, no. 8, pp. 623–632, 2017, doi: 10.1080/15568318.2017.1294717.
- [23] T. Ambra, A. Caris, and C. Macharis, “Towards freight transport system unification: reviewing and combining the advancements in the physical internet and synchromodal transport research,” *Int J Prod Res*, vol. 57, no. 6, pp. 1606–1623, 2019, doi: 10.1080/00207543.2018.1494392.

- [24] B. Kin, J. Spoor, S. Verlinde, C. Macharis, and T. Van Woensel, "Modelling alternative distribution set-ups for fragmented last mile transport: Towards more efficient and sustainable urban freight transport," *Case Stud Transp Policy*, vol. 6, no. 1, pp. 125–132, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.cstp.2017.11.009.
- [25] J. Holguín-Veras and M. Jaller, "Comprehensive Freight Demand Data Collection Framework for Large Urban Areas," pp. 91–112, 2014, doi: 10.1007/978-3-642-31788-0_6.
- [26] J. Amaya, M. Delgado-Lindeman, J. Arellana, and J. Allen, "Urban freight logistics: What do citizens perceive?," *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 152, p. 102390, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.TRE.2021.102390.
- [27] J. Holguín-Veras, J. Amaya Leal, I. Sánchez-Díaz, M. Browne, and J. Wojtowicz, "State of the art and practice of urban freight management: Part I: Infrastructure, vehicle-related, and traffic operations," *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 137, pp. 360–382, Jul. 2020, doi: 10.1016/J.TRA.2018.10.037.
- [28] J. Holguín-Veras and B. Allen, "Time of day pricing and its multi-dimensional impacts: A stated preference analysis," *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 55, pp. 12–26, Sep. 2013, doi: 10.1016/J.TRA.2013.08.003.
- [29] J. Allen, M. Browne, A. Woodburn, and J. Leonardi, "The Role of Urban Consolidation Centres in Sustainable Freight Transport," <http://dx.doi.org/10.1080/01441647.2012.688074>, vol. 32, no. 4, pp. 473–490, Jul. 2012, doi: 10.1080/01441647.2012.688074.
- [30] M. Björklund and H. Johansson, "Urban consolidation centre – a literature review, categorisation, and a future research agenda," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 48, no. 8, pp. 745–764, Sep. 2018, doi: 10.1108/IJPDLM-01-2017-0050/FULL/XML.
- [31] J. Holguín-Veras et al., "Fostering unassisted off-hour deliveries: The role of incentives," *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 102, pp. 172–187, Aug. 2017, doi: 10.1016/J.TRA.2017.04.005.
- [32] Federal Highway Administration, "Integrating Demand Management into the Transportation Planning Process," *A Desk Reference*: 194., 2012.
- [33] Transport for London, "Delivery Servicing Plans," 2013.
- [34] J. Holguin-Veras, C. Wang, and J. J. Winebrake, "Innovative approaches to improve the environmental performance of supply chains and freight transportation systems," *Transp Res D Transp Environ*, vol. 61, pp. 1–2, Jun. 2018, doi: 10.1016/J.TRD.2017.12.001.

- [35] J. Amaya, J. Arellana, and M. Delgado-Lindeman, "Stakeholders perceptions to sustainable urban freight policies in emerging markets," *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 132, pp. 329–348, Feb. 2020, doi: 10.1016/J.TRA.2019.11.017.
- [36] E. Marcucci, V. Gatta, M. Marciani, and P. Cossu, "Measuring the effects of an urban freight policy package defined via a collaborative governance model," *Research in Transportation Economics*, vol. 65, pp. 3–9, Oct. 2017, doi: 10.1016/J.RETREC.2017.09.001.
- [37] C. , Macharis and S. Melo, "Multiple views on City Distribution: a state of the art.," 2010.
- [38] L. K. Oliveira et al., "An Overview of Problems and Solutions for Urban Freight Transport in Brazilian Cities," *Sustainability 2018*, Vol. 10, Page 1233, vol. 10, no. 4, p. 1233, Apr. 2018, doi: 10.3390/SU10041233.
- [39] A. Comi and L. Savchenko, "Last-mile delivering: Analysis of environment-friendly transport," *Sustain Cities Soc*, vol. 74, no. August, p. 103213, 2021, doi: 10.1016/j.scs.2021.103213.
- [40] M. Huxley and A. Inch, "Urban Planning," *International Encyclopedia of Human Geography*, Second Edition, pp. 87–92, Jan. 2020, doi: 10.1016/B978-0-08-102295-5.10228-8.
- [41] Y. Chengzhi, X. Jianhua, and Q. Xingyu, "Understanding urban planning failure in China: Identifying practitioners' perspectives using Q methodology," *Cities*, vol. 134, p. 104193, Mar. 2023, doi: 10.1016/J.CITIES.2023.104193.
- [42] P. P. S. De Carvalho, R. De Araújo Kalid, and J. L. M. Rodríguez, "Evaluation of the city logistics performance through structural equations model," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 121081–121094, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2934647.
- [43] J. Gonzalez-feliu and J. Routhier, "Sustainable urban logistics: Concepts, methods and information systems," no. January 2014, 2015.
- [44] H. Vasiutina, A. Szarata, and S. Rybicki, "Evaluating the environmental impact of using cargo bikes in cities: A comprehensive review of existing approaches," *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 20, Oct. 2021, doi: 10.3390/en14206462.
- [45] H. Ringsberg, A. Brettmo, and M. Browne, "Exploring Swedish urban freight stakeholders' interests in public spaces," *Cities*, vol. 133, p. 104131, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.CITIES.2022.104131.

- [46] D. Knoppen, M. Janjevic, and M. Winkenbach, "Prioritizing urban freight logistics policies: Pursuing cognitive consensus across multiple stakeholders," *Environ Sci Policy*, vol. 125, pp. 231–240, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.ENVSCI.2021.09.002.
- [47] G. F. De Oliveira and L. K. De Oliveira, "Stakeholder's Perceptions of City Logistics: An Exploratory Study in Brazil," *Transportation Research Procedia*, vol. 12, pp. 339–347, Jan. 2016, doi: 10.1016/J.TRPRO.2016.02.070.
- [48] C. , Macharis and S. Melo, "Multiple views on City Distribution: a state of the art.," 2010.
- [49] C. Caplice and E. Ponce, "High-Resolution Urban Freight Modeling in Cambridge, MA," 2017, Accessed: Feb. 22, 2023. [Online]. Available: <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/43728>
- [50] G. Heckmann, D. Hidalgo-Carvajal, and J. J. Vega, "Identifying Underlying Urban Logistics Factors in Old Downtown of Córdoba, Argentina," *Supply Chain Management and Logistics in Emerging Markets*, pp. 131–156, Nov. 2020, doi: 10.1108/978-1-83909-331-920201015.
- [51] J. Marin-Garcia, "Key issues on Partial Least Squares (PLS) in operations management research: A guide to submissions," *jiem.org*, 2019, doi: 10.3926/jiem.2944.
- [52] M. Sarstedt and J. H. Cheah, "Partial least squares structural equation modeling using SmartPLS: a software review," *Journal of Marketing Analytics*, vol. 7, no. 3, pp. 196–202, Sep. 2019, doi: 10.1057/S41270-019-00058-3/METRICS.
- [53] E. Bayonne and J. Marin-Garcia, "Partial least squares (PLS) in operations management research: Insights from a systematic literature review," *jiem.org*, 2020, doi: 10.3926/jiem.3416.
- [54] J. Marin-García, "Protocol: How to deal with Partial Least Squares (PLS) research in Operations Management. A guide for sending papers to academic journals," *ojs.upv.es*, vol. 10, no. 1, pp. 29–69, 2019, doi: 10.4995/wpom.v10i1.10802.
- [55] J. Allen, M. G. Bellizzi, L. Eboli, C. Forciniti, and G. Mazzulla, "Service quality in a mid-sized air terminal: A SEM-MIMIC ordinal probit accounting for travel, sociodemographic, and user-type heterogeneity," *J Air Transp Manag*, vol. 84, p. 101780, May 2020, doi: 10.1016/J.JAIRTRAMAN.2020.101780.
- [56] P. Ramírez, A. Mariano, and E. Salazar, "Propuesta Metodológica para aplicar modelos de ecuaciones estructurales con PLS: El caso del uso de las bases

de datos científicas en estudiantes universitarios,” 2021. <https://revistas.uepg.br/index.php/admpg/article/view/14062/209209211181> (accessed Mar. 28, 2023).

- [57] A. K. Reda, G. Gebresenbet, L. Tavasszy, and D. Ljungberg, “Identification of the Regional and Economic Contexts of Sustainable Urban Logistics Policies,” *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 8322, vol. 12, no. 20, p. 8322, Oct. 2020, doi: 10.3390/SU12208322.
- [58] A. Sánchez, J. van der Heijden, and P. Osmond, “The city politics of an urban age: urban resilience conceptualisations and policies,” *Palgrave Communications* 2018 4:1, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, Mar. 2018, doi: 10.1057/s41599-018-0074-z.
- [59] A. Alessandrini, P. D. Site, and F. Filippi, “A new planning paradigm for urban sustainability,” *Transportation Research Procedia*, vol. 69, pp. 203–210, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.TRPRO.2023.02.163.
- [60] M. Kiba-Janiak, “Key Success Factors for City Logistics from the Perspective of Various Groups of Stakeholders,” *Transportation Research Procedia*, vol. 12, pp. 557–569, Jan. 2016, doi: 10.1016/J.TRPRO.2016.02.011.
- [61] Y. Calleo, N. Giuffrida, and F. Pilla, “The future of transport and stakeholders’ engagement: a bibliometric analysis of the scientific literature,” *Transportation Research Procedia*, vol. 69, pp. 639–646, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.TRPRO.2023.02.218.
- [62] N. Mareš and M. Savy, “Global South countries: The dark side of city logistics. Dualisation vs Bipolarisation,” *Transp Policy (Oxf)*, vol. 100, no. May 2020, pp. 150–160, 2021, doi: 10.1016/j.tranpol.2020.11.001.
- [63] J. Holguín-Veras et al., “Improving Freight System Performance in Metropolitan Areas: A Planning Guide,” *Improving Freight System Performance in Metropolitan Areas: A Planning Guide*, Apr. 2015, doi: 10.17226/22159.
- [64] R. Macário, A. Galelo, and P. M. Martins, “Business models in urban logistics.,” *Ingeniería y desarrollo*, vol. 24, no. December, pp. 77–96, 2008.
- [65] A. Greasley and A. Assi, “Improving ‘last mile’ delivery performance to retailers in hub and spoke distribution systems,” *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 23, no. 6, pp. 794–805, 2012, doi: 10.1108/17410381211253344.
- [66] D. Merchán and E. E. Blanco, “The Near Future of Megacity Logistics. Overview of Best-Practices, Innovative Strategies and Technology Trends for

Last-Mile Delivery,” no. September, 2015, doi: 10.13140/RG.2.2.28441.42083.

- [67] J. Chicaiza-Vaca and Hidalgo-Carvajal, “Analysis of Urban Logistics Measures in an HORECA Intensive Area,” *Supply Chain Management and Logistics in Latin America*, pp. 93–107, Nov. 2018, doi: 10.1108/978-1-78756-803-720181007.
- [68] S. Nocera, G. Pungillo, and F. Bruzzone, “How to evaluate and plan the freight-passengers first-last mile,” *Transp Policy (Oxf)*, vol. 113, no. September 2019, pp. 56–66, 2021, doi: 10.1016/j.tranpol.2020.01.007.
- [69] E. Marcucci, M. Le Pira, V. Gatta, G. Inturri, M. Ignaccolo, and A. Pluchino, “Simulating participatory urban freight transport policy-making: Accounting for heterogeneous stakeholders’ preferences and interaction effects,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 103, pp. 69–86, Jul. 2017, doi: 10.1016/J.TRE.2017.04.006.
- [70] G. Maraví, D. Matuk, and M. Chong, “Impacto de la infraestructura en las operaciones logísticas. Gestión de carga y entrega de mercancías,” *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, no. 17, pp. 31–46, Nov. 2019, doi: 10.36561/ING.17.3.
- [71] M. Jaller, J. Holguín-Veras, and S. Hodge, “Parking in the City,” <https://doi.org/10.3141/2379-06>, no. 2379, pp. 46–56, Jan. 2013, doi: 10.3141/2379-06.
- [72] T. Otte and T. Meisen, “A Reference Framework for the Performance-Based Decision Support of City Authorities in Urban Freight Transport,” 8th International Conference on ICT for Smart Society: Digital Twin for Smart Society, ICISS 2021 - Proceeding, Aug. 2021, doi: 10.1109/ICISS53185.2021.9533210.
- [73] E. Manzano Dos Santos and I. Sánchez-Díaz, “Exploring Carriers’ Perceptions About City Logistics Initiatives,” <https://doi.org/10.3141/2547-10>, vol. 2547, pp. 66–73, Jan. 2016, doi: 10.3141/2547-10.
- [74] J. Holguín-Veras, “Necessary conditions for off-hour deliveries and the effectiveness of urban freight road pricing and alternative financial policies in competitive markets,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 42, no. 2, pp. 392–413, Feb. 2008, doi: 10.1016/J.TRA.2007.10.008.
- [75] E. Bouhouras and S. Basbas, “SWOT analysis for the introduction of night deliveries policy in the municipality of Thessaloniki,” *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 879, pp. 583–590, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-02305-8_70/COVER.

- [76] J. Fulponi, "Traffic Congestion in Buenos Aires: Diagnosis and Public Policy Recommendations for a More Sustainable City," 2022, Accessed: Feb. 23, 2023. [Online]. Available: <https://www.easychair.org/publications/preprint/XCjTq>
- [77] R. Strulak-Wójcikiewicz et al., "Evaluation of Urban Mobility Problems and Freight Solutions from Residents's Perspectives: A Comparison of Belo Horizonte (Brazil) and Szczecin (Poland)," *Energies* 2022, Vol. 15, Page 710, vol. 15, no. 3, p. 710, Jan. 2022, doi: 10.3390/EN15030710.
- [78] D. Beck and M. Ferasso, "Bridging 'Stakeholder Value Creation' and 'Urban Sustainability': The need for better integrating the Environmental Dimension," *Sustain Cities Soc*, vol. 89, p. 104316, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.SCS.2022.104316.
- [79] J. Arellana, L. Fuentes, J. Cantillo, and V. Alvarez, "Multivariate analysis of user perceptions about the serviceability of urban roads: case of Barranquilla," <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1577420>, vol. 22, no. 1, pp. 54–63, 2019, doi: 10.1080/10298436.2019.1577420.
- [80] A. Aloï et al., "Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)," *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 3870, vol. 12, no. 9, p. 3870, May 2020, doi: 10.3390/SU12093870.
- [81] L. Dablanc, A. Heitz, H. Buldeo Rai, and D. Diziain, "Response to COVID-19 lockdowns from urban freight stakeholders: An analysis from three surveys in 2020 in France, and policy implications," *Transp Policy (Oxf)*, vol. 122, pp. 85–94, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.TRANPOL.2022.04.020.
- [82] J. Rześny-Cieplińska, "Priority-based stakeholders analysis in the view of sustainable city logistics: Evidence for Tricity, Poland," Elsevier, 2021, Accessed: Feb. 22, 2023. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721000457>
- [83] T. F. Golob and A. C. Regan, "Freight industry attitudes towards policies to reduce congestion," *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 36, no. 1, pp. 55–77, Mar. 2000, doi: 10.1016/S1366-5545(99)00017-4.
- [84] R. Hickman, S. Saxena, D. Banister, and O. Ashiru, "Examining transport futures with scenario analysis and MCA," *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 46, no. 3, pp. 560–575, Mar. 2012, doi: 10.1016/J.TRA.2011.11.006.
- [85] K. Katsela and H. Pålsson, "A multi-criteria decision model for stakeholder management in city logistics," *Research in Transportation Business & Management*, vol. 33, p. 100439, Dec. 2019, doi: 10.1016/J.RTBM.2020.100439.

- [86] I. Keseru, T. Coosemans, and C. Macharis, "Stakeholders' preferences for the future of transport in Europe: Participatory evaluation of scenarios combining scenario planning and the multi-actor multi-criteria analysis," *Futures*, vol. 127, p. 102690, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.FUTURES.2020.102690.
- [87] Y. Lu and Y. Zhang, "Toward a Stakeholder Perspective on Safety Risk Factors of Metro Construction: A Social Network Analysis," *Complexity*, vol. 2020, 2020, doi: 10.1155/2020/8884304.
- [88] A. F. Stewart and P. C. Zegras, "CoAXs: A Collaborative Accessibility-based Stakeholder Engagement System for communicating transport impacts," *Research in Transportation Economics*, vol. 59, pp. 423–433, Nov. 2016, doi: 10.1016/J.RETREC.2016.07.016.
- [89] N. Giuffrida et al., "Participation, Information, Action: A Collaborative Map to Evaluate Mobility Spots," *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 146, pp. 281–289, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-68824-0_31/COVER.
- [90] A. Lagorio, R. Pinto, and R. Golini, "Urban Logistics Ecosystem: a system of system framework for stakeholders in urban freight transport projects," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, no. 1, pp. 7284–7289, Jul. 2017, doi: 10.1016/J.IFACOL.2017.08.1402.
- [91] J. Rześny-Cieplińska, A. Szmelter-Jarosz, and S. Moslem, "Priority-based stakeholders analysis in the view of sustainable city logistics: Evidence for Tricity, Poland," *Sustain Cities Soc*, vol. 67, p. 102751, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.SCS.2021.102751.
- [92] A. Bjørgen, H. Seter, T. Kristensen, and K. Pitera, "The potential for coordinated logistics planning at the local level: A Norwegian in-depth study of public and private stakeholders," *J Transp Geogr*, vol. 76, pp. 34–41, Apr. 2019, doi: 10.1016/J.JTRANGEEO.2019.02.010.
- [93] L. K. de Oliveira and E. D. Guerra, "A Diagnosis Methodology for Urban Goods Distribution: A Case Study in Belo Horizonte City (Brazil)," *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 125, pp. 199–211, Mar. 2014, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2014.01.1467.
- [94] A. Fredriksson, M. Janné, P. Nolz, P. de Radiguès de Chennevière, T. van Lier, and C. Macharis, "Creating stakeholder awareness in construction logistics by means of the MAMCA," *City and Environment Interactions*, vol. 11, p. 100067, Aug. 2021, doi: 10.1016/J.CACINT.2021.100067.
- [95] C. E. Leite, S. R. Granemann, A. M. Mariano, and L. K. de Oliveira, "Opinion of Residents about the Freight Transport and Its Influence on the Quality of

- Life: An Analysis for Brasília (Brazil),” Sustainability 2022, Vol. 14, Page 5255, vol. 14, no. 9, p. 5255, Apr. 2022, doi: 10.3390/SU14095255.
- [96] J. de Abreu e Silva and A. R. Alho, “Using Structural Equations Modeling to explore perceived urban freight deliveries parking issues,” *Transp Res Part A Policy Pract*, vol. 102, pp. 18–32, Aug. 2017, doi: 10.1016/J.TRA.2016.08.022.
- [97] J. Allen, L. Eboli, G. Mazzulla, and J. de D. Ortúzar, “Effect of critical incidents on public transport satisfaction and loyalty: an Ordinal Probit SEM-MIMIC approach,” *Transportation (Amst)*, vol. 47, no. 2, pp. 827–863, Apr. 2020, doi: 10.1007/S11116-018-9921-4/TABLES/12.
- [98] A. Bjørgen and M. Ryghaug, “Integration of urban freight transport in city planning: Lesson learned,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 107, p. 103310, Jun. 2022, doi: 10.1016/J.TRD.2022.103310.
- [99] M. Lindholm, “How Local Authority Decision Makers Address Freight Transport in the Urban Area,” *Procedia Soc Behav Sci*, vol. 39, pp. 134–145, Jan. 2012, doi: 10.1016/J.SBSPRO.2012.03.096.
- [100] megacity logistics lab MIT, “Megacity Data Collection Guide,” pp. 1–20, 2014.
- [101] C. Ringle, J. Becker, and S. Wende, “SmartPLS3,” *Handbook of Market Research*, no. January, pp. 1–329, 2014, Accessed: Feb. 27, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-1
- [102] R. Cortés, “Dinámica poblacional y crecimiento urbano de Popayán,” 2021. Accessed: Feb. 15, 2023. [Online]. Available: <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/25396/La%20Din%C3%A1mica%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20digital%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [103] DANE, “Empleo y desempleo,” 2022. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo> (accessed Feb. 15, 2023).
- [104] Camara de Comercio Del Cauca, “Dinámica Empresarial del Cauca 2019,” no. 1, 2020.
- [105] A. Muñoz, “estudio urbano y rural del municipio de Popayán, polígono sur oriental,” 2021. https://issuu.com/natvmu/docs/analisis_completo_miercoles__2__2_-_comprimido (accessed Feb. 16, 2023).
- [106] C. Fajardo, “Estudio Socioeconómico de la Plaza de Mercado del barrio La Esmeralda Convenio de cooperación 20161800012467 celebrado entre la

Alcaldía de Popayán y la Cámara de Comercio del Cauca y el contrato institucional N°.0000041113 entre el PNUD y la Cámara de Comercio del Cauca,” 2016.

- [107] M. , Lindholm and M. Browne, “Increase urban freight efficiency with delivery and servicing plan,” *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2012.
- [108] A. Comi, B. Buttarazzi, M. M. Schiraldi, R. Innarella, M. Varisco, and L. Rosati, “DynaLOAD: a simulation framework for planning, managing and controlling urban delivery bays,” *Transportation Research Procedia*, vol. 22, pp. 335–344, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.TRPRO.2017.03.049.
- [109] M. Figliozzi and C. Tipagornwong, “Impact of last mile parking availability on commercial vehicle costs and operations,” <https://doi.org/10.1080/16258312.2017.1333386>, vol. 18, no. 2, pp. 60–68, Apr. 2017, doi: 10.1080/16258312.2017.1333386.
- [110] N. Firdausiyah, E. Taniguchi, and A. G. Qureshi, “Modeling city logistics using adaptive dynamic programming based multi-agent simulation,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 125, pp. 74–96, May 2019, doi: 10.1016/J.TRE.2019.02.011.
- [111] S. Ezquerro, J. L. Moura, and B. Alonso, “Illegal Use of Loading Bays and Its Impact on the Use of Public Space,” *Sustainability 2020*, Vol. 12, Page 5915, vol. 12, no. 15, p. 5915, Jul. 2020, doi: 10.3390/SU12155915.
- [112] G. Valderrama, J. Luis Machado-Leó, and A. Goodchild, “Commercial vehicle parking in downtown Seattle: Insights on the battle for the curb,” journals.sagepub.com, 2019, doi: 10.1177/0361198119849062.
- [113] H. J. Quak and M. B. M. de Koster, “Exploring retailers’ sensitivity to local sustainability policies,” *Journal of Operations Management*, vol. 25, no. 6, pp. 1103–1122, Nov. 2007, doi: 10.1016/J.JOM.2007.01.020.
- [114] L. Huang, G. Xie, J. Blenkinsopp, R. Huang, and H. Bin, “Crowdsourcing for Sustainable Urban Logistics: Exploring the Factors Influencing Crowd Workers’ Participative Behavior,” *Sustainability 2020*, Vol. 12, Page 3091, vol. 12, no. 8, p. 3091, Apr. 2020, doi: 10.3390/SU12083091.