

Guadalajara

San Pedro
Tlaquepaque

LA TRANSICIÓN HACIA UNA ÚLTIMA MILLA SUSTENTABLE

El caso del Área Metropolitana de Guadalajara



LA TRANSICIÓN HACIA UNA ÚLTIMA MILLA SUSTENTABLE

El caso del Área Metropolitana de Guadalajara.

La presente publicación se realizó en el marco del proyecto Estrategias para alcanzar un transporte de carga eficiente y de bajas emisiones que realizan la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México y la Iniciativa Climática de México.

Esta publicación fue financiada en el marco del proyecto de cooperación bilateral “Programa Transporte Sustentable” (PTS) entre el Gobierno Federal Mexicano y el Gobierno de Alemania, a través de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ), que trabaja por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Primera edición 2021.

Elaborado en México.

Publicada por:
**Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH**
Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn/Alemania
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH, Av. Insurgentes
Sur 826, Col. del Valle, Juárez, 03100,
Ciudad de México México.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I [https://www.giz.de/en/
worldwide/33041.html](https://www.giz.de/en/worldwide/33041.html)

Programa
Programa Transporte Sustentable

D.R. ©2021 Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
GmbH

Derechos de autor

Se permite la reproducción, total o parcial, por razones educativas o sin ánimo de lucro de esta publicación, sin la autorización especial del portador de los derechos de autor, siempre y cuando la fuente sea citada.

Forma de citar

GIZ-ICM (2021). La transición hacia una última milla sustentable. México.

Por encargo del

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania

Coordinación institucional

Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México

- Stephanie Hartmann
Directora del Programa Transporte
Sustentable (PTS)
- Aleithya Morales
Asesora técnica del Programa
Transporte Sustentable (PTS)

Iniciativa Climática de México (ICM)

- Luisa Sierra
Directora del Programa de Energía
- Erika Ortiz
Gerente del Programa de Energía
- Ricardo Cruz
Gerente del Programa de Energía
- Aurora Tenorio
Investigadora Asociada
- Marco Jano
Consultor externo

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

- Gernot Liedtke
Jefe del Departamento de Transporte
Comercial
- Anna Bürklen
Investigadora Asociada

Diseño

- Angel Armando Moreno Benítez (ICM)

Tabla de Contenido

Resumen ejecutivo	4
ANTEDECENTES	4
METODOLOGÍA	5
CONTEXTO NACIONAL DE LA ÚLTIMA MILLA	6
CASO DE ESTUDIO: ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA	7
RESULTADOS PRINCIPALES E IMPLICACIONES EN POLÍTICA PÚBLICA	8
Gobierno	10
Empresas privadas	12
Sociedad civil	13
SIGUIENTES PASOS PARA LA ÚLTIMA MILLA SUSTENTABLE	14
Proyecto de última milla para la expansión de las operaciones de bicicletas de carga y un centro de consolidación	14
Proyecto piloto para el análisis de la introducción de motocicletas eléctricas	15
1. Introducción	16
2. La última milla	18
2.1. TRANSPORTE DE CARGA URBANO: IMPORTANCIA E IMPACTOS	18
2.2. FLUJOS LOGÍSTICOS E INVOLUCRAMIENTO DE ACTORES INTERESADOS	19
2.3. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ÚLTIMA MILLA	21
3. Esquemas de última milla internacionales	24
3.1. INFRAESTRUCTURA PARA INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN	24
3.1.1. Centros de consolidación urbana	24
3.1.2. Bahías de carga y descarga	26
3.1.3. Puntos de recolección de envíos	27
3.1.4. Red de infraestructura para bicicletas	28
3.2. REGULACIONES PARA ÚLTIMA MILLA	28
3.2.1. Restricciones de acceso	28
3.2.2. Restricciones de horarios para vehículos de distribución convencionales	30
3.3. Incentivos financieros	31
3.4. VEHÍCULOS DE ENTREGA	31
3.4.1. Bicicletas de carga	31
3.4.2. Vehículos eléctricos	33
3.4.3. Esquemas multimodal	35
3.4.4. Vehículos autónomos	35
3.5. SERVICIOS ORIENTADOS A LA COMUNIDAD	36
3.6. TECNOLOGÍA DE CONSOLIDACIÓN Y RUTEO	37
4. Contexto mexicano de la última milla	38
4.1. CONTEXTO NACIONAL	38
4.2. POLÍTICAS Y RESTRICCIONES EXISTENTES	40
4.3. PROYECTOS E INNOVACIONES	42



5. Caso de estudio:Área Metropolitana de Guadalajara	44
5.1. ANTECEDENTES	44
5.2. METODOLOGÍA MLP	45
5.3. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS DE LA ÚLTIMA MILLA EN EL MARCO DEL MLP	47
5.3.1. Recopilación de información y entrevistas	47
5.4. JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA	52
5.4.1. Marco regulatorio del área metropolitana de guadalajara	53
5.4.2. Diagnóstico del área metropolitana de Guadalajara	55
5.5. ANÁLISIS DE LA ÚLTIMA MILLA EN EL CONTEXTO DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA	62
5.5.1. Evolución histórica de los servicios de entrega en México y el Área Metropolitana de Guadalajara. Período 1980–2019	62
5.5.2. Las compañías privadas y las presiones externas al sistema (régimen)	64
5.5.3. Desarrollo inercial de la logística de última milla en el AMG	65
5.5.4. Presiones tecnológicas y políticas (landscape)	66
5.5.5. La última milla en el AMG (régimen)	68
5.5.6. Desarrollo de esquemas novedosos de última milla para lograr una recuperación económica sustentable	69
6. Discusión de los hallazgos e implicaciones políticas	78
6.1. GOBIERNO	81
6.1.1. Planeación	81
6.1.2. Política pública e incentivos	81
6.1.3. Colaboración con otros actores	82
6.2. PRIVADAS	83
6.2.1. Papel de las empresas privadas	83
6.2.2. Colaboración con otros actores	83
6.3. SOCIEDAD CIVIL	84
7. Sigüientes pasos para la últimamilla sustentable en el AMG	85
8. Anexos	87
8.1. REPORTE DE ENTREVISTAS	87
8.2. PREGUNTAS SEMI-ESTRUCTURADAS	88
8.2.1. Ponderación de medidas	89
8.2.2. Preguntas de medidas específicas	89
8.2.3. Ejemplo de carta invitación	90
8.2.4. Información adicional para entrevista	91
8.2.5. Resultados esperados de la entrevista	91
8.2.6. Cuestionario	92
8.2.7. Cuadro de ponderación de medidas	93
Referencias	94



Figuras

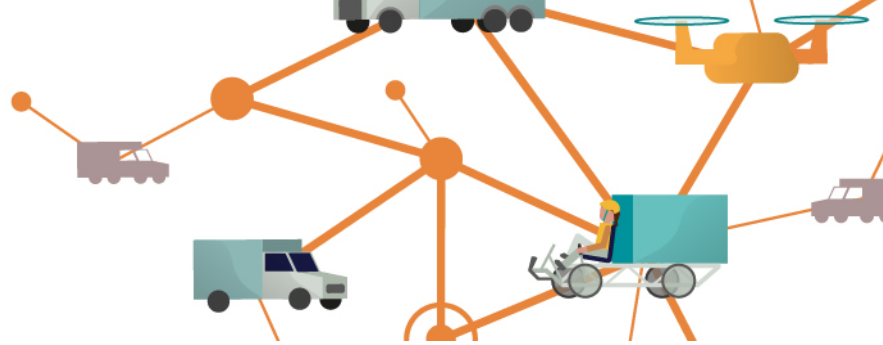
Figura 1. Cadenas de suministro.	20
Figura 2. Entregas B2b y B2C.	21
Figura 3. DHL Cargo Bikes en Países Bajos	42
Figura 4. Operacionalización instrumental y conceptual.	48
Figura 5. De la pregunta de investigación a las dimensiones del análisis.	49
Figura 6. De las dimensiones del análisis a los conjuntos de preguntas.	50
Figura 7. De los sets de preguntas a las preguntas de entrevista.	50
Figura 8. Pasos de la asignación deductiva de categorías.	51
Figura 9. Polígonos de restricción por horarios.	54
Figura 10. Densidad poblacional del AMG.	56
Figura 11. Infraestructura de transporte público del AMG.	58
Figura 12. Infraestructura ciclista del AMG.	59
Figura 13. Costo promedio de vivienda.	60
Figura 14. Relaciones entre los actores 1980–2019.	65
Figura 15. Evolución socio-tecnológica inercial.	66
Figura 16. Evolución socio-tecnológica hacia un sistema sustentable.	70
Figura 17. Relaciones de actores para la última milla sustentable.	80

Tablas

Tabla 1. Características de los municipios del AMG.	56
Tabla 2. Resumen de la opinión de los entrevistados con respecto a opciones tecnológicas.	72
Tabla 3. Resultados de ponderación de soluciones para la última milla.	77



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



Resumen ejecutivo

ANTECEDENTES

En el marco del proyecto “Estrategias para alcanzar un transporte de carga eficiente y de bajas emisiones” realizado por la Iniciativa Climática de México (ICM) gracias al apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México, a través de su Programa Transporte Sustentable (PTS), ICM presenta el documento *La transición de la última milla. De lo internacional a lo nacional, recomendaciones para facilitar la penetración del reparto de última milla. El caso del Área Metropolitana de Guadalajara*. El documento presenta un estudio de caso del Área Metropolitana de Guadalajara para analizar la instrumentación de esquemas sustentables de última milla desde un punto de vista sistémico e integral y con base en esto proponer políticas y recomendaciones para impulsar su adopción.

La “última milla” es parte integral del sistema de transporte urbano de mercancías, y se define como la última etapa o tramo final de la cadena de suministro, en este tramo se transportan las mercancías hasta su punto de consumo (Bosona, 2020; Cárdenas et al, 2017; Slabinac, 2015). En los entornos urbanos, el transporte es especialmente importante para la movilidad de mercancías y para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos, incluidos los servicios de salud, el comercio, la venta minorista, la fabricación y las operaciones de empresas.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2018) para 2050 el 68% de la población mundial vivirá en áreas urbanas, en contraste con el 55% que actualmente vive en ellas. En consecuencia, el transporte de mercancías urbano también aumentará. En América Latina el transporte de mercancías por carretera representa el 90% de la distribución de mercancías, y para México esto equivale a poco más de 50%, pero con un crecimiento en promedio de 5.4% anual (BID, 2020). El crecimiento esperado tendrá impactos que pueden incluir algunas externalidades negativas como la contaminación del aire y el ruido, el uso ineficiente de recursos, la congestión del tráfico, la ocupación de carreteras y los accidentes viales, que contrarrestan los beneficios a largo plazo del transporte de mercancías urbano (Cárdenas et al, 2017; Sustainable Mobility for All, 2017).

La reciente pandemia global ocasionada por el virus SARS-CoV-2 ha servido como muestra de la vulnerabilidad del sistema económico global y la complejidad de las relaciones existentes entre la tecnología, las políticas públicas y los actores a todos los niveles de la sociedad. Sin embargo, también ha abierto la posibilidad de nuevas formas de comunicación innovadoras que, sin duda, cambiarán los esquemas de intercambio de mercancías tanto a nivel global como a nivel nacional. Es importante que la búsqueda de soluciones e innovaciones en el sector de la última milla tengan el objetivo de lograr que el proceso sea más sustentable. Una última milla “sustentable” se refiere al triple resultado final de la sustentabilidad, en términos de dimensiones ambientales,



financieras y sociales (UNCTAD, 2017). Este objetivo cobra relevancia a la luz del crecimiento de las entregas de paquetería por el comercio electrónico, las cuales se esperan que tenga en un crecimiento esperado de 79% a nivel global para 2030, y tan solo en México, en 2020, éstas aumentaron 80% en comparación con el año anterior (AMVO, 2021). En este marco, la presión para la adopción de medidas que puedan lograr la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y así evitar los impactos negativos del aumento de la temperatura media global del planeta, señalan la urgente necesidad para transitar hacia una economía sustentable.

Las soluciones sustentables de última milla corresponden a una medida de recuperación económica verde que podría aprovechar los nuevos esquemas de comercio que han surgido a nivel global, para posicionarse como una forma innovadora de reducir no sólo emisiones de gases de efecto invernadero sino costos. Es por eso, que México no debe desaprovechar esta ventana de oportunidad y debe de trabajar en el desarrollo de esquemas de última milla sustentables. Si bien, existen un par de casos de estudio, todavía no existe una política integral que contemple estos sistemas ni una coordinación entre la gran diversidad de actores que participan en este importante sector de la economía de las ciudades. Por esta razón, este estudio busca analizar desde un punto de vista sistémico e integral los requerimientos para establecer proyectos de última milla sustentable.

METODOLOGÍA

Para lograr lo anterior, se aplicó una metodología que consistió en dos secciones. En la primera se realizó un marco teórico de la última milla y una revisión del estado del arte de los esquemas la última milla a nivel internacional. Como segundo paso, se hizo un análisis utilizando la Perspectiva Multi-Nivel (MLP, por sus siglas en inglés) tomando como caso de estudio el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG). Para ello, se contó con la colaboración del Centro Aeroespacial Alemán (DLR, por sus siglas en alemán), que realizó un apoyo técnico para la investigación de las medidas de última milla; una guía para la realización de entrevistas utilizadas para fortalecer el análisis MLP y una primera aproximación de recomendaciones específicas.

Como se mencionó anteriormente, las soluciones sustentables de última milla no sólo están sujetas a presiones externas como la pandemia actual o la necesidad de tomar acciones para mitigar emisiones de gases de efecto invernadero, sino también una gran cantidad de actores atomizados que tienen distintas percepciones y patrones de comportamiento lo que hace que el sistema sea complejo. Es por ello por lo que se requiere de una herramienta de análisis integral que pueda capturar esta complejidad y sirva de base para el planteamiento de acciones y políticas públicas que logren una transición hacia un sistema sustentable. El MLP se presenta como la herramienta que precisamente considera al caso de estudio como un sistema socio-tecnológico complejo en el que existe una interrelación entre la tecnología y la estructura social, pero también con el medio que lo rodea. Esta metodología ha sido empleada particularmente para entender las interrelaciones que existen entre los avances tecnológicos y la sociedad de manera que se pueda lograr una transición hacia sistemas sustentables. Estas interrelaciones se analizan en tres niveles: nicho, régimen y landscape. De manera general, los nichos representan el micro nivel y el punto en el que se desarrollan las nuevas ideas; el régimen corresponde al nivel medio y a un conjunto de reglas monótonas y heurísticas que forman la base de las organizaciones y sus empleados cuyas acciones e innovación están orientadas a una misma dirección; y el landscape, está representado por el macro nivel y corresponde al



ambiente externo que presiona a los otros niveles, pero que no recibe una influencia de ellos. Estos niveles interactúan de manera que generan distintos tipos de transiciones tecnológicas.

En este estudio, el MLP se complementó con entrevistas semi-estructuradas que se realizaron a los principales actores del sector, de manera que sus respuestas fundamentaran la narrativa del MLP. Asimismo, se escogió al AMG como caso de estudio debido a su importancia en términos económicos, además de que en esa área se han impulsado de manera importante los esfuerzos de planeación y de implementación de medidas de reducción de gases de efecto invernadero. Recientemente, estos esfuerzos fueron reconocidos en la Conferencia de las Partes (COP 26) en Glasgow. Es importante mencionar, que el análisis realizado en este estudio no se ha realizado en México para el sector transporte y representa uno de los pocos estudios que se tienen a nivel internacional.

CONTEXTO NACIONAL DE LA ÚLTIMA MILLA

El sector del transporte en México ha presentado en las últimas décadas un crecimiento importante a consecuencia de factores como demografía, urbanización, aspectos sociales y culturales. En términos de demografía y urbanización, el país ha mostrado un crecimiento tendencial de población urbana, pasando de un 71% en 1990 a un 80.4% en 2019 (Banco Mundial, 2020). Sin embargo, el área de las ciudades se ha expandido seis veces de 1980 a 2010, lo cual indica ciudades con menores densidades poblacionales y trayectos más largos para intercomunicarse.

La última milla se desarrolla generalmente en contextos urbanos, mediante entregas desde centros de consolidación a tiendas, supermercados, otros comercios, oficinas y domicilios particulares. En México, gran parte del crecimiento será urbano, y de 384 ciudades en 2018 pasará a tener 961 ciudades en 2030, en donde vivirá 83.2% de la población (ONU Hábitat, 2018). Si se mantiene el patrón territorial expansivo hacia las periferias, aumentarían las distancias de recorridos, tiempos y costos de trayectos urbanos, incluyendo a los de última milla.

El crecimiento del comercio electrónico debido a la pandemia por COVID-19 es importante, ya que ha aumentado la demanda de servicios de distribución última milla B2C. De acuerdo con el INEGI, el número de usuarios que utilizan el internet para comprar productos ha aumentado en los últimos 5 años, pasando de 9.7% de usuarios en 2015 a 27.7% (23.2 millones de personas) en 2020. Asimismo, el promedio de entregas por persona por año pasó de 7 productos en 2015 a 16 en 2020. Los mayores productos comprados en internet corresponden a artículos de uso e higiene personal, así como artículos para el hogar, donde la mayoría de los productos son cargas ligeras, a excepción de algunos electrodomésticos y muebles. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO) las compras de comercio electrónico aumentaron 80% en 2020 en comparación con el año anterior (AMVO, 2021).

Este rápido crecimiento en las entregas de mercancías requiere que se adecue la regulación actual para que exista un correcto funcionamiento del transporte de carga a nivel federal y local. Sin embargo, en la revisión realizada sobre la políticas y normas, no se encontraron normas federales específicas para la distribución urbana. Aunque esto difiere de la situación a nivel estatal y municipal, donde existen otras regulaciones y normatividad aplicable a cada entidad. Estas se pueden referir a horarios de circulación, verificaciones vehiculares, restricciones de entrada a ciertas zonas, por ejemplo, residenciales, entre otras. Algunas ciudades en México que han imple-



mentado restricciones locales de acceso al transporte de carga son Jalisco, Querétaro, Yucatán, Nuevo León y el Valle de México. Adicionalmente, en Yucatán existe un permiso especial para realizar cargas y descargas en la vía pública.

CASO DE ESTUDIO: ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) es la segunda metrópoli más grande de México y uno de los polos económicos más importantes del país. La integran nueve municipios metropolitanos en una extensión de 3,265.46 km² de superficie total en la que habitan y transitan más de 5 millones de habitantes, lo cual representa alrededor del 60% de la población estatal. En 2018, Jalisco fue el cuarto estado en términos de aportación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional con 7.1%, y el AMG concentró alrededor del 67% de la actividad económica estatal (IMEPLAN, 2020b). Cabe destacar que es la única metrópoli de México que cuenta con un mecanismo de gobernanza y coordinación que integra a los tres niveles de gobierno y con el Instituto Metropolitano de Planeación (IMEPLAN), que funciona para planear, gestionar y administrar políticas públicas metropolitanas (IMEPLAN, 2020a; IMEPLAN, 2020b).

Adicionalmente, se identificó el interés de las autoridades en planes de acción de cambio climático y estrategias hacia la sustentabilidad. El Área Metropolitana de Guadalajara cuenta con un Plan de Acción Climática (PacMetro) hacia 2050, donde se señala la importancia del transporte sustentable y su impacto en emisiones contaminantes. Este documento tiene un respaldo robusto de instrumentos y mecanismos a nivel nacional, como la Ley General de Cambio Climático (LGCC), a nivel estatal, como el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), a nivel metropolitano, por ejemplo, el Plan de Ordenamiento Territorial (POTmet), y a nivel municipal con los Programas Municipales de Cambio Climático.

Lo anterior ya se ve reflejado en proyectos orientados al transporte sustentable, entre ellos el programa ‘Mi Movilidad’, con el objetivo de “rearticular, reordenar y regular su transporte público” y programas de movilidad para transporte de pasajeros enfocados a transporte público y movilidad ciclista del Gobierno del Estado de Jalisco. Estos precedentes son relevantes ya que ayudan a la familiarización con conceptos de “Transporte Sustentable”, sin embargo, es importante que se empiecen a desarrollar proyectos relacionados directamente con la última milla. Al respecto, al finalizar este estudio se presentaron los resultados del proyecto piloto de bahías de carga y descarga realizado por el gobierno del municipio de Zapopan y la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México, a través de su Programa Transporte Sustentable (PTS).

Proyectos como el mencionado anteriormente genera información relevante para el análisis e implementación de esquemas de última milla, y al mismo tiempo, se supera una de las barreras principales que es la poca disponibilidad y acceso a datos sobre este tema. En este sentido, el IMEPLAN, en coordinación con el Programa de Desarrollo Metropolitano del AMG, ha realizado acciones encaminadas a generar mejor información. Derivado de esta coordinación hicieron un mapeo del desarrollo urbano y de la infraestructura logística. Se encontró que más de 10,000 unidades de carga entran al AMG cada día, con más de 8,000 unidades de tráileres, a través de 7 vías principales carreteras de ingreso, 6 de ellas conectadas por el macrolibramiento que rodea la ciudad. Esto permite identificar los puntos más saturados de tránsito y en los que se podrían implementar distintos esquemas para la mejora de la logística urbana y de reparto de mercancías.



Un ejemplo de mejora es el Centro Logístico de Jalisco, que brinda una oportunidad de trabajar con plataformas logísticas de gran escala para la implementación de esquemas colaborativos de transporte y específicamente de última milla. Este centro tiene una superficie de más de 12,000 ha y se orientó, desde el nivel de planeación de proyecto, a la infraestructura industrial, de aduanas y tráfico terrestre para comercio local e internacional. Este tipo de centros logísticos son un factor para evitar una de las mayores barreras a la implementación de esquemas de última milla en entornos urbanos: los problemas de infraestructura y urbanismo. El Centro Logístico de Jalisco es potencialmente una solución a este problema en el entorno del AMG y contribuye a una exitosa implementación de esquemas de última milla en el largo plazo.

Finalmente, retomando los datos económicos, estos indican que el Área Metropolitana de Guadalajara tiene una movilidad importante de bienes y que las rutas de movilidad van, en su mayoría, de los municipios que conforman el AMG al resto del estado. El traslado de bienes finales a los consumidores fuera de esta zona requerirá de infraestructura y esquemas para satisfacer la demanda creciente. Al mismo tiempo, al ser un punto importante de producción en varios sectores, el transporte de materia prima, así como la exportación de los bienes intermedios y finales, a otros estados e incluso a otros países, también implica la construcción de puntos de reparto y la mejora de las vías de comunicación para hacer eficiente la logística. Si bien, el tema de la movilidad de materiales de importación y exportación requiere de la intervención de actores no sólo locales, sino federales, el AMG tiene una oportunidad importante para instrumentar esquemas sustentables de reparto de mercancías al interior de los municipios.

RESULTADOS PRINCIPALES E IMPLICACIONES EN POLÍTICA PÚBLICA

A pesar de que el régimen se encuentra dominado por esquemas tradicionales de entrega de mercancías, con un dominio del transporte utilizando combustibles fósiles, las medidas de confinamiento debidas a la pandemia actual; la creciente presión conciencia pública sobre el cambio climático; los impactos negativos asociados a las operaciones de entrega de última milla (es decir, la congestión, las emisiones de gases de efecto invernadero, el ruido, etc.) y los adelantos tecnológicos tanto en el transporte como en las tecnologías de la información, han abierto una brecha por la que sistemas innovadores de última milla podrían establecerse en el régimen y dominarlo en el futuro. Sin embargo, el contexto urbano actual representa un obstáculo importante para promover las operaciones de entrega de última milla sustentables. Además, el creciente mercado del comercio electrónico y la tendencia mundial hacia los servicios de entrega que privilegian la eficiencia en la entrega para satisfacer a los consumidores, sin consideraciones ambientales o sociales, siguen siendo retos en el AMG, que podrían dejar el sistema en su estado actual.

En la actualidad, a pesar de que en el nicho comienzan a existir actores que buscan ofrecer servicios alternativos novedosos, su poder es bajo y el mismo sistema existente impide que puedan tomar un papel protagónico para lograr una transición. Los factores externos han podido crear una ruptura temporal al régimen existente, pero se necesita que diversos aspectos del régimen se modifiquen para dar paso a estos nichos. En el caso del AMG, es posible afirmar que, tecnologías como los drones o los robots no formarán parte de un esquema de última milla en el corto plazo debido a que se encuentran en una fase temprana de desarrollo. Sin embargo, existen alternativas actuales como las bicicletas de reparto o los vehículos eléctricos, que, de aumentarse su participación, podrían servir de ejemplo para introducir tecnologías innovadoras en el futuro. Los



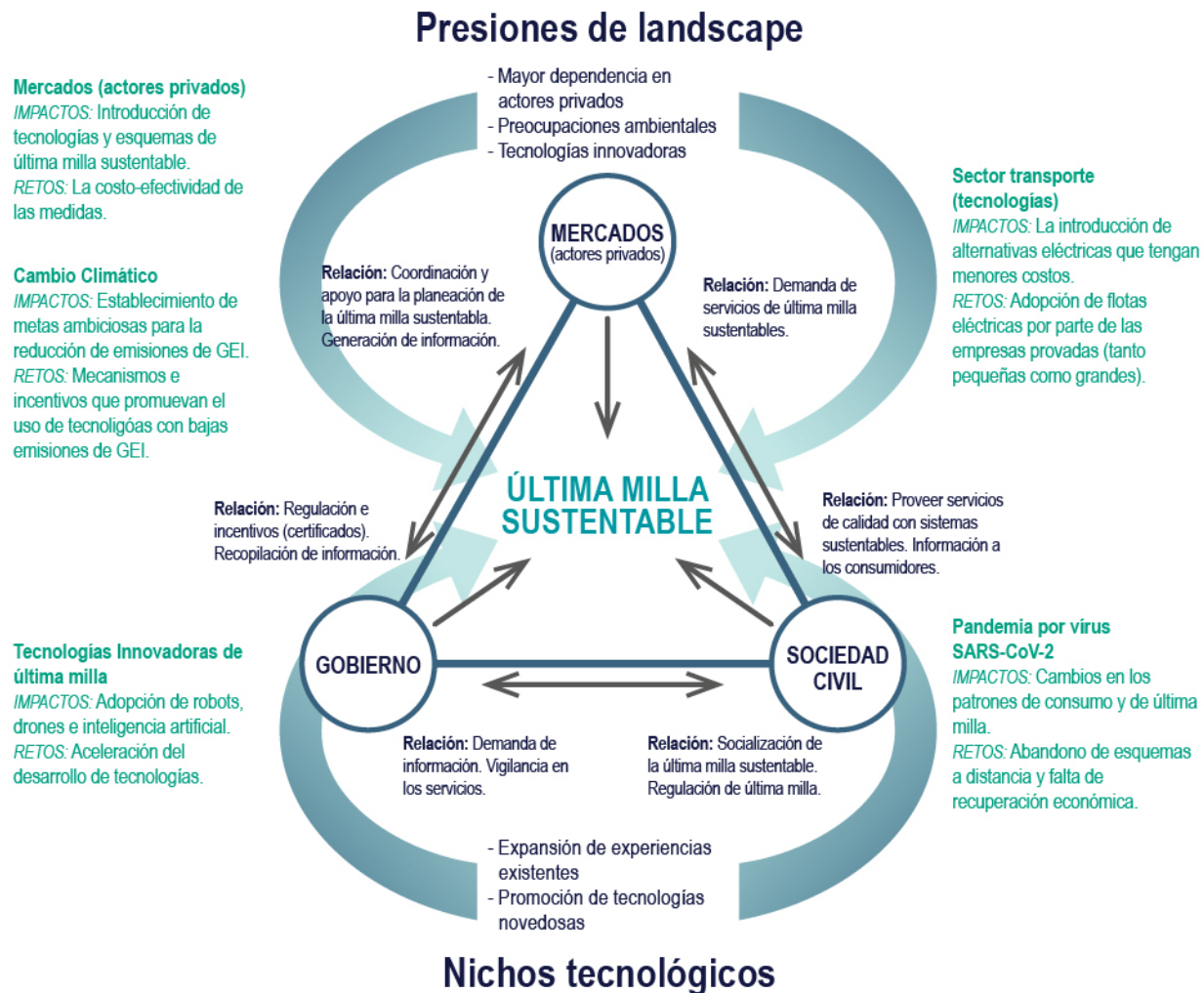
actores entrevistados señalaron algunas soluciones que podrían cambiar el mercado futuro de la logística de última milla, tales como drones, pero que todavía requieren de mayor investigación y desarrollo para ser usados a nivel comercial. Asimismo, se identificaron elementos generales, tanto en la planeación como en la operación de la logística de última milla, que podrían impedir el desarrollo de nichos. Dentro de esos aspectos se identificó lo siguiente.

- El bajo nivel de conocimiento del público sobre el transporte urbano sustentable y las operaciones de entrega de última milla ineficientes.
- El bajo nivel de conocimiento sobre las estadísticas disponibles públicamente sobre las operaciones de entrega de última milla y los posibles impactos de las posibles medidas políticas relativas a la logística de última milla.
- El bajo nivel de voluntad política y presión para actuar con el fin de permitir operaciones de entrega de última milla más sustentables.
- El bajo nivel de colaboración entre los proveedores de servicios de entrega.
- El bajo nivel de participación del sector privado en los procesos de planificación.

Aunque las operaciones de reparto de última milla no se reconocen plenamente en el proceso general de planificación urbana y de transporte en la AMG, existe una creciente conciencia de que se ha convertido en un área de creciente interés y ya no se considera un problema comercial de los proveedores de servicios de reparto. Dada la situación en la que se encuentra el sector, y considerando las oportunidades y barreras identificadas, a continuación, se presentan distintas acciones que podrían llevarse a cabo para llevar el sistema hacia una transición sustentable, desde el punto de vista de los actores principales del sector. Es importante señalar, que, con base en el análisis realizado, se observan actores aislados cuya interacción ha mostrado poca colaboración o interés en el tema, por ejemplo Correos de México para temas de logística y/o CFE con la infraestructura eléctrica para carga. Es por ello, por lo que las recomendaciones planteadas buscan la colaboración de cada uno de los actores. Las recomendaciones presentadas van orientadas hacia lograr una integración de los actores como la que se muestra en el siguiente diagrama.



Relaciones de actores para la última milla sustentable.



Fuente: Elaboración propia.

GOBIERNO

A partir de las entrevistas realizadas, la mayoría de los actores encuestados señaló la importancia de la existencia de la consideración de la última milla en la planeación estatal, así como en la regulación vigente y de incentivos a esquemas novedosos de última milla. Con respecto a estos puntos, los primeros pasos que debe de llevar a cabo el gobierno corresponden a lo siguiente.

Planeación

- Incorporación de la última milla sustentable como una solución para la planeación de la movilidad en el AMG, así como la consideración de estudios más detallados. Uno de los enfoques en los que se puede considerar a la última milla consiste en establecer un planteamiento global e integrado de la planificación del transporte que aborde todas las necesidades de los distintos tipos de transporte, como los *Sustainable Urban Mobility Plan* (SUMP por sus siglas en inglés), que son planes estratégicos diseñados para satisfacer las necesidades de movilidad de las personas y las empre-



sas en las ciudades y sus alrededores para una mejor calidad de vida. Se basa en las prácticas de planificación existentes y tiene en cuenta los principios de integración, participación y evaluación. El SUMP, conocido como PIMUS en español: Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable, se encuentra en proceso de actualización en el Área Metropolitana de Guadalajara, bajo el liderazgo del Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN). Otro ejemplo son los planes de Sustainable Urban Logistics Plans (SULP) o Plan Sustentable de Logística Urbana.

- Iniciar con el registro de bicicletas, al menos para las empresas que proveen servicios de mensajería y paquetería, así como de entrega de productos de plataformas electrónicas. Lo anterior, para contar con un padrón vehicular completo y vigente.
- Entablar un diálogo y crear alianzas con instituciones de investigación y empresas que recaban información del comportamiento de movilidad de vehículos. Asimismo, es necesario que a través de estas colaboraciones se identifiquen maneras de que puedan compartir información que sirva para realizar un análisis del impacto y opciones para llevar a cabo un proyecto de última milla sin comprometer la confidencialidad de la información. Además, la colaboración con instituciones de investigación no sólo ayuda a los gobiernos locales a aumentar la sostenibilidad y la eficiencia de las operaciones logísticas de última milla probando soluciones innovadoras, sino que también refuerza la cooperación entre gobiernos de diferentes países (por ejemplo, la red C40, de la que Guadalajara forma parte) mediante el intercambio de conocimientos y experiencias.

Política pública e incentivos

- Consideración de las bicicletas dentro de la Ley de Transporte y Movilidad del Estado de Jalisco, así como la mención de posibles alternativas tecnológicas como drones.
- Incluir como documento normativo el Manual de ciclismo urbano del Gobierno de Jalisco.
- Analizar esquemas de incentivos que puedan promover la adquisición de motocicletas eléctricas y bicicletas. En el caso de la sustitución de motocicletas convencionales por eléctricas, el incentivo podría estar enfocado a un esquema voluntario en el que las empresas puedan mostrar que están cumpliendo con metas y la adopción de bicicletas de carga o motocicletas eléctricas. A partir de las entrevistas, se hizo énfasis en el valor agregado que las empresas buscan al poder mostrar que cumplen con acciones encaminadas hacia la sustentabilidad. A largo plazo, debería de crearse incentivos económicos como los planteados en California con el Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project (HVIP), en el cual se otorga un incentivo a la adquisición de medios de transporte sustentables. Otro tipo de esquemas podrían involucrar el cobro de cuotas especiales a los consumidores que sirvan como fondo para la inversión en sistemas eléctricos.



Colaboración con otros actores

- Si bien, Correos de México es una entidad que corresponde al Gobierno Federal, la infraestructura existente podría servir como base para probar esquemas novedosos. Por ejemplo, los centros de distribución podrían utilizarse como puntos de partida para el reparto de mercancías de última milla sustentable. Asimismo, la red existente de electrolineras de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) podría aprovecharse. Es por ello, por lo que se requiere de la colaboración entre los gobiernos local, estatal y Federal, así como con el organismo descentralizado. En el pasado, Correos de México ha realizado convenios con empresas privadas como DHL, por lo que podría plantearse un esquema en el que se pudieran probar tecnologías sustentables.
- Mayor colaboración con los agentes privados. Como se observó, el régimen está dominado por empresas privadas, en su mayoría compuesto por empresas particulares, que proveen servicios de manera eficiente. Sin embargo, la comunicación con el gobierno no es frecuente, por lo que se requiere mejorar los canales de comunicación entre estos dos actores para lograr sinergias que puedan llevar a cabo proyectos novedosos. En este sentido, las empresas pequeñas también deben de ser consideradas por el gobierno.
- Para la implementación de los incentivos en la compra de unidades con bajas emisiones de CO₂, el gobierno podría establecer un diálogo con las empresas fabricantes de vehículos.
- Crear campañas de información dirigidas al público general sobre el impacto ambiental de las compras para crear una consciencia al respecto y generar presiones de cambio hacia esquemas sustentables desde el usuario final.

EMPRESAS PRIVADAS

Las empresas privadas juegan un papel muy importante en el sistema, debido a su posición actual de dominio del régimen. Asimismo, los adelantos tecnológicos como drones o robots han sido probados por las empresas de mayor tamaño, además de que en países desarrollados se tienen planes de introducir flotas eléctricas en el corto plazo. En el contexto de México y particularmente del AMG, estas empresas podrían comenzar a introducir tecnologías principalmente de movilidad eléctrica. Por ello, dentro de los elementos que se proponen se encuentran aspectos tecnológicos, así como de colaboración con otros actores.

Papel de las empresas privadas

- La puesta en marcha de proyectos piloto, no sólo de tecnologías novedosas como drones o robots, sino de tecnologías probadas como vehículos eléctricos, requiere de inversiones significativas, pero también de experiencia en su uso. Las empresas de mayor tamaño podrían aprovechar estas ventajas en colaboración con el gobierno llevar a cabo proyectos. Se mencionó que el gobierno podría facilitar la infraestructura existente de oficinas de distribución y las empresas podrían contribuir con la tecnología.



- Las empresas más pequeñas de bici mensajería, que han surgido recientemente, podrían ser importantes actores en la transición. Su experiencia es de gran importancia y por ello deben establecer un mayor contacto con los actores gubernamentales, para que estos últimos puedan utilizar esta experiencia. El IMEPLAN podría ser un aliado importante.
- Las empresas tanto grandes como pequeñas podrían buscar maneras de colaborar para transitar a esquemas más sustentables, dado que no existe una coordinación entre ellas.
- Optimización de rutas de entrega considerando la última milla sustentable. Para ello se podría aprovechar la infraestructura existente de correos de México, así como de las estaciones de carga eléctrica de la CFE.

Colaboración con otros actores

- La alianza entre empresas privadas y las distintas entidades gubernamentales puede ser de gran importancia para estos últimos actores y así conocer los esquemas que se utilizan, la experiencia adquirida y los barreras e incentivos que se presentan.
- El desarrollo de regulaciones e incentivos requiere de este conocimiento.
- La información que pueden proveer las empresas de servicios de mensajería y paquetería a los consumidores podría ampliarse. Los servicios de entrega que se ofrecen en las plataformas electrónicas proveen la posibilidad de conocer el modo de transporte de la entrega. Esta función podría extenderse a los sistemas de mensajería y paquetería que no proveen esta información.

SOCIEDAD CIVIL

En general, la sociedad ha jugado un papel pasivo en la demanda de formas específicas de esquemas de transporte de última milla. El principal interés de los consumidores ha sido la recepción de mercancías con rapidez, sin importar el modo de transporte o su eficiencia. A pesar de ello, comienza a haber una mayor consciencia con respecto a la sustentabilidad de los productos que se consumen, pero esto no es suficiente. Se mencionó que la información que puedan proveer las empresas de servicios de última milla es de gran importancia debido a que podría ser una manera en la que los consumidores conozcan la manera en la que se transportan sus productos. Lo anterior puede dar lugar a que se pueda cobrar una cuota adicional a los consumidores que pueda destinarse a la inversión en sistemas de transporte sustentable que todavía tienen un alto costo como las motocicletas eléctricas, pero que ya se encuentran disponibles a nivel comercial.



SIGUIENTES PASOS PARA LA ÚLTIMA MILLA SUSTENTABLE

La comunicación de los resultados de la investigación puede influir positivamente en la colaboración, no sólo entre los proveedores de servicios de entrega, sino también en la política y la planificación de la logística de última milla en general. Es por lo anterior, que los pasos a seguir son los siguientes.

- 1) Socialización de los resultados y la importancia de la última milla como opción sustentable para la recuperación económica.
- 2) Creación de un hub de información de última milla (plataforma en línea), que inicialmente pueda reunir a los actores interesados de manera que se encuentren al tanto de la información del estado del arte en tecnologías de última milla, pero también para conocer la experiencia de aquellos actores que se encuentran trabajando en el tema en México y en particular en la AMG. Es posible que se pueda explorar la manera de conseguir información que sirva para los ejercicios de planeación. Un aspecto importante es la definición de la información necesaria y la manera de recopilarla.
- 3) Creación de convenios de colaboración entre actores privados, públicos y de la sociedad civil para la recopilación y publicación de información en el hub. Con el apoyo de las empresas que tienen operaciones de última milla, se podría establecer un convenio de colaboración para que la información pueda ser compartida de manera confidencial de manera que se tenga información detallada de las operaciones tanto de opciones sustentables (bicicletas de carga o mensajería) como tradicionales.
- 4) Comenzar con la generación de información en el hub. El hub puede ser administrado de manera independiente por una ONG.

El hub de información puede representar un esfuerzo para lograr las metas propuestas por el Estado. Sin embargo, es necesario que se lleven a cabo los cambios en la regulación que se mencionaron anteriormente. Como parte de los esfuerzos del Estado y el AMG para la mitigación, se podría incluir proyectos piloto de última milla como el que se está llevando a cabo con bahías de carga y descarga para última milla en el municipio de Zapopan. A partir del análisis realizado se formularon posibles proyectos para atender las necesidades anteriormente mencionadas y así promover el desarrollo de nichos existentes en el AMG. Asimismo, estos proyectos podrán recabar información que pueda comenzar a ayudar a entender la logística de última milla y su transición hacia esquemas sustentables.

PROYECTO DE ÚLTIMA MILLA PARA LA EXPANSIÓN DE LAS OPERACIONES DE BICICLETAS DE CARGA Y UN CENTRO DE CONSOLIDACIÓN

A partir de la información del hub, se podría implementar un proyecto piloto que pueda servir como experimento para documentar los beneficios de la última milla sustentable. En este piloto, se podría invitar a empresas de logística y reparto por medio de bicicletas de carga para utilizar centro de distribución en el que las mercancías puedan ser transportadas desde el centro de distribución al usuario final. Se necesitaría analizar (a partir de la información del

hub diseñado anteriormente), el punto de distribución que pueda concentrar la recepción de la paquetería o mensajería y de ahí llevarse a los consumidores finales a través de bicicletas de carga. Asimismo, sería necesario definir un radio de operación que pueda ser factible para el uso de bicicletas. La información también podría unirse con el análisis de la infraestructura existente de puntos de distribución (oficinas de Correos de México o empresas privadas como local hub) que puedan servir de punto de partida para la entrega de mercancías por parte de distintas empresas. El proyecto mencionado podría servir de estudio de los beneficios de la última milla y analizar el comportamiento de la movilidad de estos sistemas, e identificar alternativas específicas para poder expandir las operaciones de bicicletas de carga o mensajería. Para ello, la experiencia del proyecto LogistiX-Lab en el Estado de Querétaro podría ser de utilidad para definir con mayor detalle el proyecto. La colaboración entre todos los actores (academia, sector privado y público) que pueda reunir la plataforma de información propuesta es clave para poder llevar a cabo el proyecto.

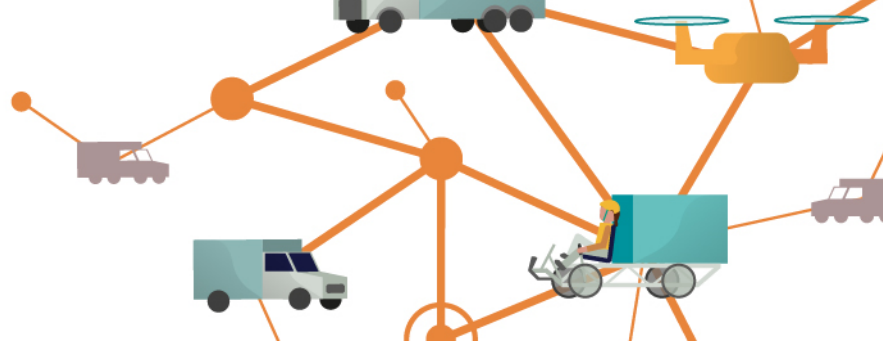
PROYECTO PILOTO PARA EL ANÁLISIS DE LA INTRODUCCIÓN DE MOTOCICLETAS ELÉCTRICAS

Con base en la información de los puntos de carga existentes de la CFE u otras compañías y de los puntos de distribución existentes (tanto privados como públicos) se podría analizar el diseño de un proyecto que pruebe estos sistemas. El diseño del esquema (teórico) podría ser similar al anterior, incluyendo un punto de distribución. A partir de esto, se puede realizar un análisis financiero detallado con base en la información de rutas, así como de las alternativas existentes de puntos de distribución y de carga eléctrica y realizar un análisis de factibilidad para posibles esquemas financieros que ayuden a la adopción de una mayor cantidad de motocicletas eléctricas. Con base en esta información, se podrían buscar esquemas financieros que sean factibles para implementar un proyecto de esta naturaleza siguiendo los pasos planteados en el proyecto piloto anterior. Es importante mencionar que el Gobierno del Estado de Jalisco ha comenzado a realizar esfuerzos hacia la electrificación del transporte, al introducir unidades eléctricas en el sistema público en una nueva ruta que llevará como nombre Mi Transporte Eléctrico (Gama, 2021). Esto es de gran importancia porque podría facilitar la adopción de sistemas de reparto eléctrico aprovechando la experiencia del Gobierno del Estado a partir de estas acciones.

Los proyectos piloto presentados anteriormente, podrían representar ejemplos novedosos de última milla sustentable en el AMG y así sentar las bases para la mayor penetración de estos esquemas, que podría replicarse en cualquier ciudad del país. Si bien, la adopción de motocicletas eléctricas podría ser más complejo, debido a los altos costos de los sistemas eléctricos, la tendencia internacional a promover ampliamente estos vehículos podría ayudar a que su adopción sea más rápida de lo pensado y es por ello que se planteó inicialmente realizar un análisis financiero de la alternativa e implementarla posteriormente.



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



1. Introducción

En el marco del proyecto “Estrategias para alcanzar un transporte de carga eficiente y de bajas emisiones” realizado por la Iniciativa Climática de México (ICM) gracias al apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México, a través de su Programa Transporte Sustentable (PTS), ICM presenta el documento *La transición de la última milla. De lo internacional a lo nacional, recomendaciones para facilitar la penetración del reparto de última milla. El caso del Área Metropolitana de Guadalajara*. El documento presenta un estudio de caso del Área Metropolitana de Guadalajara para analizar la instrumentación de esquemas sustentables de última milla desde un punto de vista sistémico e integral y con base en esto proponer políticas y recomendaciones para impulsar su adopción.

En los sistemas de transporte, la última milla corresponde a la parte menos eficiente de la cadena logística para el traslado de mercancías. Por ello, como señalan Ranieri et al (2017), la última milla equivale al 28% del costo total del transporte de mercancías. La necesidad de acelerar la adopción de las innovaciones tecnológicas existentes en esta área es de gran importancia debido a que el World Economic Forum (WEF) indica que el número de entregas en las 100 ciudades más importantes del mundo aumentará en un 36% hasta el 2030, además de que se espera que la demanda de última milla aumente al 78% a nivel mundial (WEF, 2020).

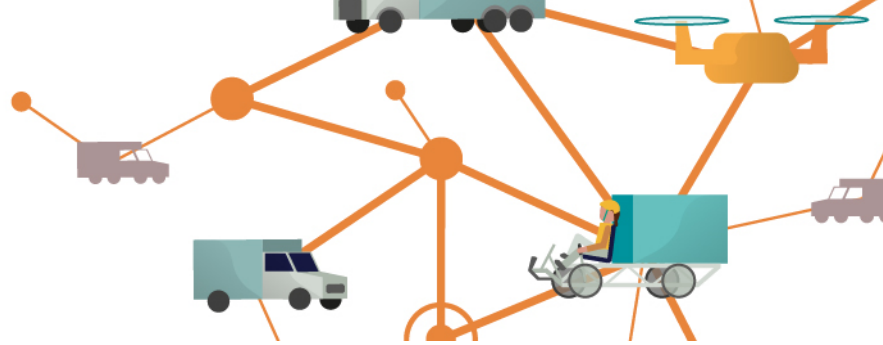
Uno de los grandes retos para la implementación de estas tecnologías es poder satisfacer la creciente demanda de servicios y reducir las emisiones, tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes, en las ciudades. Es por ello por lo que el desarrollo de un marco político, económico y social que promueva la innovación es fundamental para generar transiciones tecnológicas que presenten esquemas logísticos sustentables. La innovación en políticas públicas e infraestructura es un área que requiere mayor estudio, a través de una perspectiva sistémica que englobe a los actores más importantes y las estructuras tecnológicas y sociales existentes.

Este trabajo busca sentar las bases para el desarrollo sustentable de esquemas de última milla que puedan representar un cambio radical en México. Para ello, la primera sección de este documento presentará la última milla y su relevancia para las ciudades. La segunda parte presenta diferentes medidas internacionales de última milla, sus características, ventajas y desafíos para su implementación. Después se detalla el contexto nacional del transporte de carga, el marco regulatorio y un breve resumen de los esquemas existentes en México, y adicionalmente, en la siguiente sección, se presenta el caso de estudio del Área Metropolitana de Guadalajara, utilizando el marco teórico de Perspectiva Multi-nivel (MLP por sus siglas en inglés). En dicho capítulo se justifica la selección del Área Metropolitana de Guadalajara como caso de estudio, se detalla la metodología y se incluye el análisis. Finalmente se ofrecen recomendaciones adecuadas al contexto para una transición hacia una última milla sustentable.

Este análisis contó con la colaboración del Centro Aeroespacial Alemán (DLR, por sus siglas en alemán). Este instituto realizó un apoyo técnico para la investigación de las medidas de última milla; una guía para la realización de entrevistas utilizadas para fortalecer el análisis MLP y una primera aproximación de recomendaciones específicas.



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



2. La última milla

2.1. TRANSPORTE DE CARGA URBANO: IMPORTANCIA E IMPACTOS

El transporte juega un papel crucial conectando a las personas con bienes y servicios, y brinda oportunidades de progreso social y económico, de manera que promueve el desarrollo (SE4ALL, 2019). Asimismo, el transporte, es uno de los principales impulsores económicos a escala local, regional y global, y es un factor importante que contribuye al bienestar (Closs y Bolumole, 2015). En los entornos urbanos, el transporte es especialmente importante para la movilidad de mercancías y para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos, incluidos los servicios de salud, el comercio, la venta minorista, la fabricación y las operaciones de empresas. El transporte urbano de mercancías es definido por la Alianza para la Innovación Logística a través de la Colaboración en Europa (ALICE) como “todos los movimientos de mercancías hacia, desde, a través o dentro del área urbana, realizados por vehículos ligeros o pesados” (ALICE, 2015). También se define como un proceso y un sistema que transporta, recolecta y distribuye bienes en el entorno urbano (He, 2020).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2018) para 2050 el 68% de la población mundial vivirá en áreas urbanas, en contraste con el 55% que actualmente vive en ellas. En consecuencia, el transporte de mercancías urbano también aumentará. En la Unión Europea, el movimiento de mercancías por tierra creció de 2,263 billones de toneladas-kilómetro (tkm) en 2011 a 2,362 billones de tkm en 2016 (Bosona, 2020), y se espera que el volumen mundial de carga aumente en un 70% para 2030 (Sustainable Mobility For All, 2017). En América Latina el transporte de mercancías por carretera representa el 90% de la distribución de mercancías, y para México crece en promedio 5.4% anual (BID, 2020). El crecimiento esperado provoca un aumento en la presión sobre la infraestructura y, en un escenario Business as Usual (BAU), alejará más al mundo de las metas establecidas en Acuerdo de París, y del logro de los Objetivos de Desarrollo (ODS) al aumentar la congestión del tráfico y las emisiones de los vehículos de transporte de mercancías.

El transporte urbano de mercancías es considerado como un motor de la economía (Amaya et al, 2020), y se considera crucial ya que sustenta el estilo de vida de la ciudad, es fundamental en el servicio de las actividades comerciales e industriales y, por lo tanto, en la generación de riqueza, contribuye a competitividad y es una parte importante en el costo de los productos básicos (Anderson et al, 2005). Además, proporciona miles de puestos de trabajo y servicios a la economía urbana, mejora la accesibilidad y aumenta el crecimiento económico (Macharis, 2011).

Sin embargo, los impactos del transporte urbano de mercancías también incluyen externalidades negativas, como la contaminación del aire y el ruido, el uso ineficiente de recursos, la congestión



del tráfico, la ocupación de carreteras y los accidentes viales, que contrarrestan los beneficios a largo plazo del transporte de mercancías urbano (Cárdenas et al, 2017; Sustainable Mobility for All, 2017). Por nombrar un ejemplo, el transporte de mercancías urbano es responsable del 25% de las emisiones de CO₂ relacionadas con el transporte urbano y del 30% al 50% de otros contaminantes relacionados con el transporte en Europa (ALICE, 2015). Es posible identificar varios factores que contribuyen a las externalidades negativas y la complejidad de los sistemas de transporte urbano, por ejemplo: la participación de muchos actores, las rutas cortas en caminos congestionados, la baja eficiencia de carga, las restricciones de espacio e infraestructura (ALICE, 2015, Bosona, 2020; Dablanc, 2011). Para ejemplificar la complejidad del transporte urbano de mercancías, el siguiente capítulo habla de los flujos logísticos y la interacción entre los actores interesados.

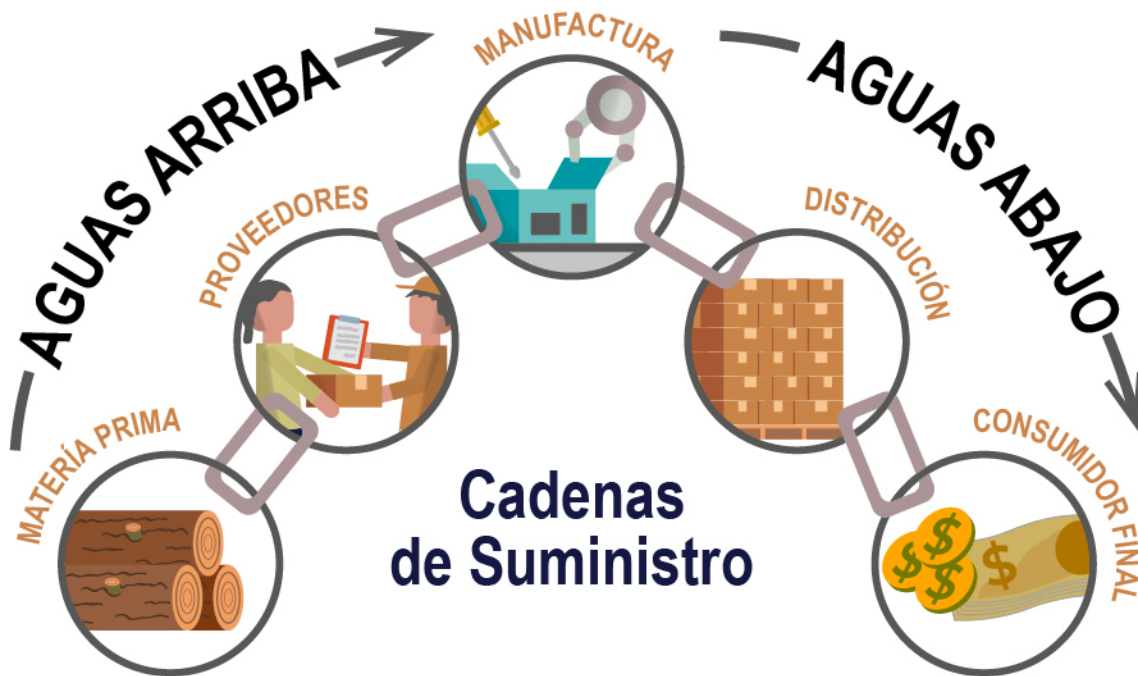
2.2. FLUJOS LOGÍSTICOS E INVOLUCRAMIENTO DE ACTORES INTERESADOS

La cadena de suministro se puede dividir en procesos “*downstream*” o aguas abajo y “*upstream*” o aguas arriba (Figura 1). Los procesos “aguas arriba” incluyen el suministro y el abastecimiento de materiales y producción. Los procesos de “aguas abajo” incluyen el envío hacia las operaciones de almacén y el transporte de salida hasta que la mercancía llega a su consumidor final (CIPS, 2020). El transporte de mercancías urbano es uno de los elementos de la cadena de suministro “aguas abajo”. Algunos procesos involucrados en las operaciones de almacenamiento y transporte se llevan a cabo cerca o dentro de las ciudades y deben ser considerados en la planificación y optimización del transporte urbano de mercancías, ya que la optimización puede comenzar en la planificación de pedidos o en soluciones de almacenamiento, como las operaciones *cross-dock*¹ e innovaciones de optimización por medio de software de almacenamiento.

¹ Se refiere a operaciones de identificación, clasificación y consolidación de mercancías sin que éstas estén almacenadas de forma permanente, es decir, almacenamiento temporal de las mercancías.



Figura 1. Cadenas de suministro.



Fuente: Future Learn.

El transporte de carga urbano incluye todos los movimientos de mercancías dentro del entorno urbano generados por las necesidades económicas de las empresas locales (Dablang, 2011). Incluye entregas y distribución de insumos, materiales, correo, envíos a domicilio y manejo de residuos de las diferentes actividades industriales. Según He (2020), el sistema de transporte urbano convencional puede ser de uno o dos niveles. Los niveles se refieren a las conexiones físicas de las rutas de entrega desde un centro logístico hasta el destino final. Las ciudades pequeñas suelen utilizar un sistema de un solo nivel, y las grandes o megaciudades suelen utilizar sistemas de dos niveles y, en ocasiones, de más niveles.

La complejidad del transporte de carga urbano reside en varios factores, como las características espaciales de la ciudad, la economía urbana y los diferentes actores involucrados. En términos de entorno físico, el transporte se ve afectado por dificultades geográficas, centros históricos, densidad de población e infraestructura como carreteras, calles estrechas, bahías de carga y descarga y regulaciones para el transporte (Bosona, 2020). Los diferentes sectores económicos contribuyen a la gran variedad de operaciones de transporte urbano de mercancías que se aglomeran en la ciudad: industrial, de servicios, privado, público e informal, comercio y manufactura (Dablang, 2011).

Por otro lado, a diferencia del transporte de pasajeros, el transporte de carga urbano se considera como una actividad comercial y es impulsado por el mercado, por lo que participan más actores además de las autoridades (Herzog, 2010). Los actores de la industria privada incluyen distribuidores, receptores y transportistas; otros actores relevantes son los ciudadanos, los con-

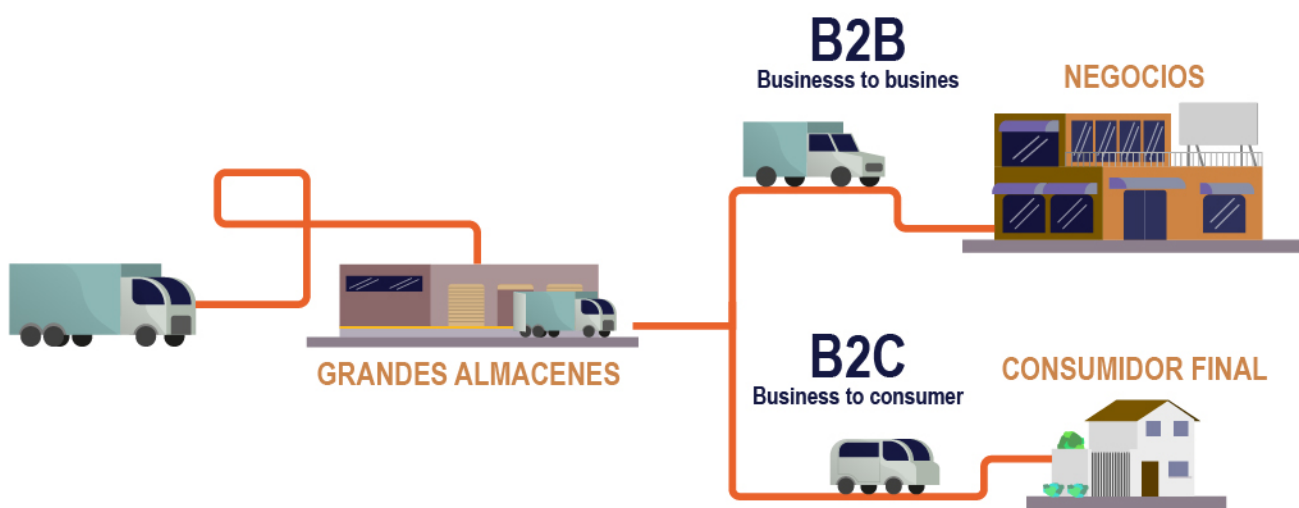


sumidores y el público en general (Herzog, 2010; Amaya et al, 2020). Los intereses y motivaciones de los grupos involucrados varían y, en algunos casos, pueden parecer contrastantes y conflictivos, especialmente cuando existe una falta de interacción entre ellos (Amaya et al, 2020; Bosona, 2020).

2.3. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ÚLTIMA MILLA

La “última milla” es parte integral del sistema de transporte urbano de mercancías, es la última etapa o tramo final de la cadena de suministro, en este tramo se transportan las mercancías hasta su punto de consumo (Bosona, 2020; Cárdenas et al, 2017; Slabinac, 2015). La última milla puede referirse a Business to Consumer (B2C), que se refiere principalmente a operaciones de comercio electrónico, y a operaciones Business to Business (B2B), donde los bienes de consumo se transportan a otros negocios, por ejemplo, a tiendas y farmacias (Cárdenas et al, 2017) (Figura 2). La entrega de última milla también se puede dividir en entrega de paquetería y entrega de carga. La entrega de paquetería se refiere a paquetes de menos de 32 kg (WEF, 2020) y la entrega de carga se refiere a volúmenes más grandes.

Figura 2. Entregas B2b y B2C.



Fuente: Elaboración propia.

En los últimos años, el sector de la última milla ha llamado la atención debido al crecimiento de las entregas de paquetería por el comercio electrónico, que tiene un crecimiento esperado de 79% a nivel global para 2030, y se espera que un total de 2.1 mil millones de personas compren productos en línea en 2021 (WEF, 2020). El aumento de las entregas relacionadas con el comercio electrónico está contribuyendo al crecimiento del tráfico urbano, que representó en el Reino Unido 13.3 millones de toneladas de emisiones equivalentes de dióxido de carbono (CO₂) en 2014 (Bates et al, 2018). Para la Ciudad de México, el 71% de las PM_{2.5} generadas por fuentes móviles



provino de vehículos de carga (CAF, 2019), y las compras de comercio electrónico aumentaron 80% en 2020 en comparación con el año anterior (AMVO, 2021). Otros impactos negativos del crecimiento del sector de la última milla son el aumento del tiempo de viaje y la congestión, principalmente causado por vehículos que se estacionan en dobles filas (WEF, 2020).

La última milla se considera la parte más cara de la cadena de suministro, y también, la más ineficiente: puede representar desde el 28% hasta el 75% de los costos de transporte y distribución (Bosona, 2020; Ranieri, 2017; Gevaers, 2015). Se considera la menos eficiente por varias razones: se distribuyen paquetes pequeños y envíos con un factor de carga bajo, el tiempo de tránsito puede ser significativamente mayor, las ventanas de entrega son ajustadas, las entregas fallidas cuando los clientes no se encuentran en el domicilio de entrega generan más viajes, la falta de infraestructura para operaciones de carga y descarga complica las operaciones, entre otros factores (Bosona, 2020; Janjevic y Winkenbach, 2020).

Los altos costos de la última milla son causados por bajas eficiencias y una mayor demanda de viajes, los costos se optimizan cuando un vehículo realiza varias entregas, pero para la logística de la última milla, el tráfico y las necesidades operativas complican la planificación y las entregas óptimas, lo que hace que los costos aumenten. Otros factores de los costos elevados de entregas de última milla son las expectativas de las entregas sin costo adicional para el cliente y al día siguiente, la presión de los clientes por tener un seguimiento minuto a minuto y los costos que esto implica (Ranieri et al, 2018).

Esta situación ha provocado una búsqueda de soluciones e innovaciones en el sector de la última milla, con el objetivo de lograr que el proceso sea más sustentable. Una última milla “sustentable” se refiere al triple resultado final de la sustentabilidad, en términos de dimensiones ambientales, financieras y sociales (UNCTAD, 2017). Algunos de los problemas para lograr este objetivo son resumidos por Bosona (2020) y categorizados como barreras tecnológicas, de infraestructura, de gestión y de costos logísticos.

- **Tecnológicos:** están relacionados con las limitaciones de capacidad, alcance y carga de los modos de transporte alternativos como bicicletas, drones o vehículos eléctricos.
- **Infraestructura:** son las dificultades que enfrentan las carreteras, las instalaciones logísticas y las reglamentaciones existentes; y las barreras para construir nueva infraestructura, por ejemplo, estaciones de carga para vehículos eléctricos.
- **Gestión:** se refieren a las relaciones y coordinación entre los actores involucrados, recopilación de datos y colaboración entre actores para planear e implementar soluciones de última milla.
- **Costos logísticos:** son aquellos que involucran el alto costo de las innovaciones y la actualización o adquisición de la flota.

Sin embargo, las economías de mercados emergentes se enfrentan a desafíos adicionales para implementar soluciones sustentables de última milla. Janjevic y Winkenbach (2020) mencionan adicionalmente barreras para el crecimiento del comercio electrónico, incluida la falta de recur-

Los humanos capacitados, la conexión a internet limitada, la infraestructura logística insuficiente, la falta de confianza transaccional y de inclusión del comercio electrónico, la falta de políticas de transporte local adecuadas y los problemas de seguridad en los vecindarios considerados como peligrosos. Se han abordado algunas barreras en los mercados emergentes, por ejemplo, el caso de estudio para la contratación de seguridad en entregas nocturnas en zonas inseguras de Brasil (Jaller et al, 2015).

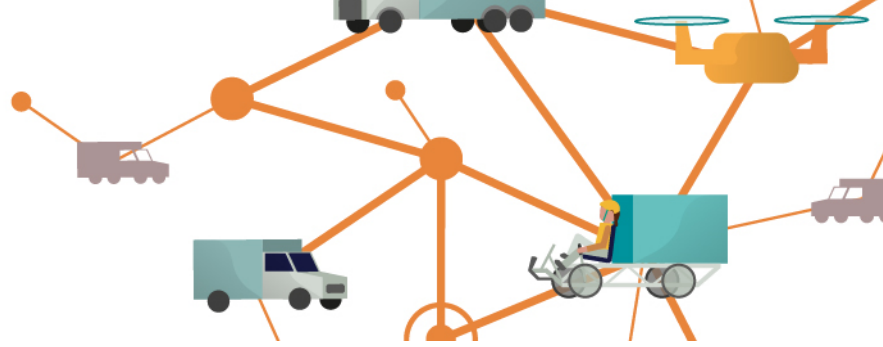
Algunas innovaciones en las entregas de última milla se han implementado gracias a los desarrollos de las tecnologías de la información y la comunicación, como el rastreo por GPS y las aplicaciones móviles para la optimización de rutas y monitoreo del tráfico, utilizando Internet de las Cosas (IoT por sus siglas en inglés) y la recolección de datos (Ranieri, 2017). Ranieri (2020) encontró cinco innovaciones principales en una revisión de la literatura sobre investigación de transporte de carga urbana y soluciones de última milla: vehículos eléctricos, logística con transporte público, depósitos móviles como lockers, vehículos autónomos y bicicletas de carga.

Las políticas públicas también han evolucionado y actualmente se están alejando de las políticas restrictivas e incluyen enfoques sustentables que también consideran la demanda de carga, como entregas nocturnas y fuera de horario, estacionamientos equipados, programas de consolidación liderados por los receptores, iniciativas de ordenamiento territorial, fomento de uso de vehículos amigables con el medio ambiente y centros de consolidación urbana (Amaya et al, 2020).

Bajo el alcance de este proyecto, el transporte de servicio a domicilio desde restaurantes y el transporte privado de pasajeros no están considerados como parte de la última milla. Estos servicios incluyen repartidores en motocicletas y bicicletas estilo *uber eats*, los cuales se consideran “crowdsourcing delivery”. Las estrategias que existen para última milla dentro de “crowdsourcing” se conocen como “crowd logistics” y “crowd shipping”. Entre las distintas tipologías de crowdsourcing, esquemas como *uber eats* y similares se consideran “on demand”, los esquemas de crowdsourcing para última milla sí se consideran dentro del alcance del proyecto (Pou-rrahmani y Jaller, 2021). La última milla incluye transporte de carga, desde 32 kgs, y paquetería, menor a 32 kgs (WEF, 2020). En el siguiente capítulo se revisan algunas innovaciones y casos de estudio internacionales.



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



3. Esquemas de última milla internacionales

3.1. INFRAESTRUCTURA PARA INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN

3.1.1. CENTROS DE CONSOLIDACIÓN URBANA

Una solución importante para consolidar las entregas antes de ingresar a áreas comerciales urbanas concurridas es el uso de Centros de Consolidación Urbana (CCU), también conocidos como micro-hubs. Los centros de consolidación urbana son instalaciones logísticas ubicadas muy cerca de las ciudades, desde las cuales se realizan entregas consolidadas y también pueden brindar otros servicios de valor agregado (Mepparambath et al, 2021). Estos centros sirven como instalaciones donde la carga se puede cambiar de grandes unidades de transporte (tráilers) a bicicletas de carga u otros vehículos de reparto livianos. Además, proporcionan capacidad de almacenamiento. La consolidación de carga tiene como objetivo reducir las emisiones y los costos del transporte y aliviar la congestión del tráfico en las ciudades, consolidando las entregas, aumentando así la utilización de carga y reduciendo el número de viajes al centro de la ciudad (Tryantafyllou et al, 2014).

Entre las ventajas de los centros de consolidación urbana se encuentran la reducción del tamaño de la flota y del promedio de distancia recorrida, ofrecen un mejor servicio a los comercios en los centros de las ciudades, reduce los costos operativos y trae beneficios al medio ambiente como consecuencia de la reducción del número de viajes (Roca-Riu et al, 2015; Tryantafyllou et al, 2014). Los Centros de consolidación Urbana son especialmente útiles cuando las ciudades implementan restricciones en las ventanas de entrega, el tamaño de la carga y las zonas de cero emisiones (Mepparambath et al, 2021; Quak et al, 2020). Los centros de consolidación urbana se refieren a más de un tipo de esquema y pueden ser muy diversos en términos de objetivos, características y servicios ofrecidos (Browne et al, 2005).

Sin embargo, existen obstáculos para su implementación y condiciones que deben cumplirse para tener un centro de consolidación urbana exitoso. Los CCU son soluciones estratégicas que requieren una terminal logística pública y estrecha cooperación entre los transportistas. Pueden existir dificultades en la regulación de la participación de los transportistas, debido al mercado altamente competitivo (Roca-Riu et al, 2015). Ciertos tipos de productos no deben incluirse en la operación (o tener un plan cuidadoso de consolidación específica) por ejemplo, cuando son urgentes o tienen requisitos especiales, como regulaciones de seguridad o requisitos para materiales peligrosos (Tryantafyllou et al, 2014). El éxito de un centro de consolidación urbana depende de la cooperación de las partes interesadas desde su etapa de planeación, contar con una ubicación estratégica, establecer un nivel crítico de participación, y la existencia de regulaciones del sector público para su uso (Mepparambath et al, 2020; Quak, 2020).



Quak et al (2020) analizaron el caso del modelo de centro de consolidación urbana de Binnenstadtservice (BSS), ubicado en Holanda, en funcionamiento desde hace más de 10 años. Comenzó centrándose en los pequeños minoristas, que generalmente no tienen una operación optimizada, y se cobró una tarifa por el servicio BSS. El servicio incluía recibir mercancías en el CCU y entregarlas. Las autoridades subsidiaron el proyecto en un inicio y el CCU se convirtió eventualmente en una franquicia. Actualmente, atiende a grandes minoristas y proveedores logísticos, y la red de franquicias ayuda a optimizar la logística y el transporte urbano de varias ciudades. El CCU ofrece servicios adicionales como entregas a domicilio para mercancías grandes, cross-dock, logística de devolución e instalaciones de almacenamiento de inventario en existencia. El CCU subcontrata las entregas al centro de la ciudad, por lo que no se ve como un competidor de los transportistas. Los transportistas locales utilizan vehículos de bajas emisiones cuando es posible. Una lección aprendida es la importancia de encontrar los socios adecuados en el entorno urbano donde se ubica el CCU, operadores logísticos locales y contar con el apoyo de las autoridades.

Algunas tendencias y desarrollos que pueden contribuir al funcionamiento de los centros de consolidación urbanos son instalaciones de “marca blanca” en asociaciones público-privadas, en oportunidades de uso de la tierra en nuevas áreas donde las ciudades están creciendo. Los centros de consolidación urbana son útiles para habilitar zonas de cero emisiones y para utilizar vehículos de bajas emisiones, por ejemplo, son un pre-requisito para la utilización de bicicletas de carga, ya que el rango limitado de entrega no sería un problema. La logística compartida o de crowdsourcing también podría complementar las operaciones de centros de consolidación urbana para encontrar espacio de carga disponible. Finalmente, la red móvil 5G podría optimizar aún más los procesos de seguimiento, ruteo y evidencias de entrega (Quak, 2020; van Amstel, 2017).

Se han considerado diferentes modelos operativos: uno es que una empresa de logística gestione la instalación por sí misma, lo que significa que cada empresa de logística necesita su propio depósito o red de depósitos dentro de la ciudad (con un concepto de uso del suelo no cooperativo). La ventaja de este modelo es que requiere un menor esfuerzo organizativo. Adicionalmente, las entregas en bicicleta de carga mediante el uso de microhubs son particularmente efectivas en áreas de alta densidad.

En cuanto a la eficiencia espacial, el modelo donde el propio municipio opera el Centro de Consolidación Urbana es otro concepto operativo, en el cual el municipio asigna espacio público para la instalación del microhub e invierte recursos en su operación. Debe asegurarse de que el espacio asignado se ajuste a los requisitos de los proveedores de servicios logísticos. La ventaja es que, como operador, el municipio puede regular e influir en el uso del centro. Por ejemplo, las tarifas se pueden ajustar de acuerdo con parámetros ecológicos, cuando las empresas de logística utilicen modos de transporte amigables con el medio ambiente para las entregas desde y hacia el centro de consolidación. Diferentes empresas pueden utilizar una parte del centro para sus actividades logísticas y compartir baños, cocinas, áreas de entrega, etc. (concepto cooperativo de uso del suelo). Sin embargo, específicamente en áreas urbanas densas, el espacio público tiene una mayor demanda, por lo que puede ser difícil encontrar áreas adecuadas disponibles para tales operaciones.



3.1.2. BAHÍAS DE CARGA Y DESCARGA

En muchas ciudades densas o áreas históricas de la ciudad y distritos comerciales, los espacios de estacionamiento son limitados, ya que las avenidas no están diseñadas para manejar grandes volúmenes de tráfico y estacionamiento necesario, lo que ocasiona estacionamiento en doble fila y un mayor tiempo de búsqueda para el estacionamiento adecuado.

Las bahías son lugares físicos donde un vehículo de carga puede detenerse, estacionarse, realizar las maniobras de carga y descarga, y operaciones de distribución de última milla sin interrumpir los flujos de tráfico (Alho y Abreu, 2014). Letnik et al (2018) los consideran como puntos de transbordo, desde vehículos de carga hasta otros modos de transporte, como bicicletas de carga o carritos.

En las ciudades, las bahías de carga son necesarias para reducir el tráfico y la congestión en el centro y minimizar el impacto ambiental de los vehículos de carga. En situaciones en las que el vehículo de carga no puede llegar directamente al lugar de destino, las bahías de carga son la única solución para una última milla eficiente. Cuando los vehículos de carga no pueden encontrar un lugar de estacionamiento disponible, los conductores se ven obligados a estacionar en doble fila o dar vueltas hasta encontrar un lugar para estacionar, lo que consume tiempo y energía y aumenta la congestión del tráfico (Letnik et al, 2018).

Las bahías son un desafío para la planificación de la ciudad, ya que el espacio no siempre está disponible en las áreas urbanas y se debe elegir cuidadosamente la mejor ubicación y la mejor cantidad de bahías. El principal reto es que la combinación de una alta demanda de espacio de estacionamiento supera la escasa capacidad de infraestructura de oferta de estacionamiento, ya que tanto los vehículos comerciales como los de pasajeros necesitan acceso a las instalaciones. El acceso de vehículos a algunas áreas a menudo está regulado, y las bahías solo están disponibles en un corto período de tiempo para vehículos de carga. Por lo tanto, la asignación adecuada de espacio de estacionamiento exclusivo para carga es esencial para reducir la congestión, los retrasos en las operaciones de entrega y el estacionamiento ilegal y, en consecuencia, para aliviar los problemas ambientales (por ejemplo, contaminación del aire), económicos (por ejemplo, pérdida de confiabilidad de la entrega y mayores costos de entrega) y sociales (como contaminación por ruido).

Existen marcos de planificación e implementación de bahías de carga que toman en cuenta la demanda, datos de tráfico, negocios, distancias y otras bahías existentes para optimizar las operaciones (Tamayo y Gaudron, 2017). Hay estándares de acceso, ubicación, señalización y diseño de bahías de carga y descarga, y recientemente se han agregado algunos procesos tecnológicos a las operaciones, por ejemplo, sistemas de estacionamiento inteligente que permiten el monitoreo de disponibilidad de espacio, reservaciones e integración con autoridades municipales (Browne et al, 2012; INTERCOMP, 2020).

Las bahías para bicicletas de carga, por otro lado, tienen requisitos específicos de estacionamiento. Dependiendo del modelo, requieren más espacio y no caben en algunas configuraciones de estacionamiento de bicicletas. Las bicicletas de carga se pueden estacionar en las banquetas si son lo suficientemente amplias, lo que hace que el uso y estacionamiento de las bicicletas de carga sea bastante flexible. Sin embargo, para un estacionamiento seguro, particularmente



durante períodos de tiempo más largos (como durante la noche), es preferible proporcionar instalaciones que permitan asegurar la bicicleta de carga a un objeto fijo. Además de la instalación en sí, también es importante considerar la señalización adecuada. Por ejemplo, en Alemania, el ministerio federal de transporte ha introducido recientemente un letrero específico que indica instalaciones dedicadas para bicicletas de carga.

3.1.3. PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE ENVÍOS

Los clientes de comercio electrónico exigen cada vez más un transporte más rápido y con una mejor calidad de servicio. Los cambios impulsados por el comercio electrónico brindan oportunidades comerciales a los proveedores de servicios de logística, en particular a los mensajeros que manejan la entrega de paquetes, entregando mercancías a la casa de cada cliente de manera rápida y confiable en lotes pequeños. El impacto más significativo del comercio electrónico en la logística urbana es el aumento en entregas directas a domicilio de envíos pequeños. Responder a la creciente demanda de envíos, ocasionados por el comercio electrónico, se ha convertido en uno de los mayores desafíos para las empresas de logística de entrega. Una solución es asegurar la entrega exitosa de los envíos a los consumidores mediante el establecimiento de casilleros o lockers para paquetes, que se pueden ajustar a las diversas necesidades (por ejemplo, tamaño). Estos esquemas permiten a los transportistas entregar paquetes en ubicaciones individuales sin tener que ir de puerta en puerta. También permiten a los clientes recoger sus paquetes a su conveniencia, en ubicaciones cercanas a sus hogares.

El sistema de lockers está diseñado para optimizar la logística de última milla en entornos urbanos, específicamente para la entrega de paquetería a hogares privados (Quak, 2012). Los sistemas, también conocidos BentoBox para paquetería, se ubican en lugares accesibles, como bloques de apartamentos, lugares de trabajo, estaciones de tren, etc. Los casilleros cuentan con cerraduras electrónicas con códigos de apertura variables, por lo que pueden ser utilizados por diferentes consumidores. Las soluciones más efectivas son las que se comparten por varias empresas de comercio electrónico.

El uso de sistemas de lockers BentoBox reduce el número de viajes de entrega al disminuir el número de paradas y permite una mayor consolidación. Este sistema también tiene una mejor tasa de entregas exitosas porque le da al cliente la flexibilidad de recoger el paquete en cualquier momento, y a los servicios de paquetería, lo que les permite entregar en cualquier momento, incluso de noche (Dell'Amico y Hadjimitriou, 2012; Deutsch y Golany, 2018; Quak, 2012).

Algunas restricciones para la implementación de esta estrategia son la disponibilidad de los espacios para los paquetes, se debe considerar la estacionalidad y podrían ser insuficientes cuando hay una alta demanda; otra barrera a considerar son las expectativas y la preferencia de los clientes por las entregas a domicilio y la voluntad de utilizar un sistema de recolección; los lugares donde se ubiquen los sistemas de recolección deben ser seguros, bien iluminados y accesibles, y brindar servicios como conexiones eléctricas para sus operaciones. La colaboración con las autoridades es una barrera potencial, deben estar dispuestos a brindar acceso, permisos y seguridad a las áreas de recolección.



3.1.4. RED DE INFRAESTRUCTURA PARA BICICLETAS

La infraestructura de bicicletas de carga de alta calidad es un requisito importante para aumentar el uso e implementación de esquemas de bicicletas de carga. Además, la infraestructura de alta calidad se basa en varios aspectos. Primero, es importante proporcionar una red de carriles para bicicletas. En muchas ciudades, la infraestructura para bicicletas se proporciona sólo en ciertas partes de la ciudad y las pistas para bicicletas a menudo no se conectan. Es importante proporcionar a las bicicletas de carga acceso completo a ubicaciones en toda la ciudad mediante la construcción de una densa red de carriles para bicicletas. Estas pistas deben ser lo suficientemente anchas para permitir que las bicicletas puedan rebasar; de lo contrario, las bicicletas de carga corren el riesgo de que otros usuarios de bicicletas las frenen. Además, requieren radios de giro más grandes, especialmente si las bicicletas tienen tres ruedas. Las bicicletas de carga también son sensibles a las superficies irregulares, por lo que es importante garantizar superficies lisas.

Una buena infraestructura es uno de los requisitos más importantes para aumentar el tráfico de bicicletas de carga. Algunos efectos secundarios positivos son el aumento del tráfico de bicicletas de pasajeros y una mayor reducción de las emisiones relacionadas con el tráfico. Sin embargo, la implementación de una red requiere un liderazgo político fuerte porque el espacio de tráfico escaso debe redistribuirse, lo que probablemente crea oposición, también se debe contar con procesos de planeación detallados.

Un ejemplo es Copenhague, la ciudad ha comenzado temprano a construir una red de infraestructura para bicicletas de alta calidad. Esto incluyó pistas para bicicletas dedicadas lo suficientemente anchas como para que hasta tres ciclistas viajen uno al lado del otro. Esto ha demostrado ser un éxito: los viajeros en bicicleta superan en número a los que viajan en automóvil en Copenhague. Además del tráfico regular de bicicletas, las bicicletas de carga se han convertido en un medio de transporte de uso frecuente en Copenhague. A menudo, las familias los utilizan para fines privados, pero también se utilizan para viajes comerciales.

3.2. REGULACIONES PARA ÚLTIMA MILLA

3.2.1. RESTRICCIONES DE ACCESO

El acceso restringido para ciertos vehículos se aplica a menudo con el fin de reducir el tráfico y hacer que las calles residenciales sean más adecuadas para el tráfico de bicicletas, lo cual se puede adaptar para un esquema de última milla de bicicletas de carga. Existen una variedad de medidas para restringir el acceso de ciertos vehículos, entre los más populares se encuentran las calles de un solo sentido y los filtros modales. Estos últimos son barreras que bloquean la calle a los automóviles al tiempo que permiten el paso de ciclistas y peatones en todas las direcciones. Muchas ciudades de Países Bajos restringen el acceso de los automóviles en las zonas residenciales y, por lo tanto, crean una atractiva red de calles aptas para ciclistas. Restringir el acceso de los automóviles, por ejemplo, conduce a tiempos de viaje más largos para el tráfico motorizado al tiempo que aumenta la ventaja del tráfico de bicicletas. Además, el espacio de tráfico puede reasignarse, por ejemplo, para la construcción de microcentros o crear instalaciones de estacionamiento para bicicletas de carga.



La implementación de regulaciones que prohíban la entrada de camiones pesados a los centros urbanos está cada vez más presente. Dichas prohibiciones se pueden establecer para ciertos momentos durante el día o noche, o incluso de forma permanente. Se espera que tengan múltiples resultados positivos, pero también enfrentan considerables desventajas. Con respecto a los resultados positivos, la prohibición de camiones pesados reduce el ruido y la contaminación del aire, además de reducir la tensión en la infraestructura local. Como los camiones grandes tienen mayores emisiones, se puede esperar que la exclusión de estos vehículos tenga un impacto considerable. Otro resultado positivo consiste en reducir el riesgo de muertes, ya que los camiones grandes se ven involucrados con mucha más frecuencia en accidentes fatales con peatones o ciclistas.

Sin embargo, la prohibición de los vehículos pesados requiere la consulta de los interesados económicos, especialmente si es efectiva de forma permanente y cubre áreas más grandes. Para evitar una fuerte oposición, es aconsejable la limitación a determinados horarios. Otra posibilidad de ajustar las restricciones de acceso es otorgar exenciones a algunos vehículos. En 2007, la ciudad de Dublín introdujo una estrategia para reducir el volumen de vehículos pesados en el centro de la ciudad, donde se estableció una prohibición de conducir entre las 7 am y las 7 pm para los vehículos de cinco o más ejes. Como consecuencia se redujo entre el 80% y el 94% de los vehículos pesados en el centro de la ciudad, y se demostró que la regulación es una estrategia eficaz para aliviar el tráfico.

Las zonas de bajas y cero emisiones son estrategias que regulan o restringen el acceso a un área urbana específica, para diferentes clases de vehículos contaminantes que no cumplen con los requisitos de emisiones (Lurkin et al, 2021; Santos et al, 2019). Esta estrategia está presente en las ciudades europeas desde hace más de una década y se está generalizando (Host et al, 2020). El principal objetivo de estas medidas es reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos (Santos et al, 2019), tanto en el transporte de pasajeros como de carga (Transport Decarbonization Alliance, 2020).

La principal razón para implementar zonas de bajas o de cero emisiones es mejorar la habitabilidad, principalmente en términos de contaminación del aire. Se espera que la restricción de vehículos provoque una disminución en el congestionamiento de tránsito y por lo tanto, en emisiones, y provoque un cambio de comportamiento para desincentivar el uso de automóviles privados o vehículos contaminantes (Lurkin et al, 2021). También puede proporcionar una señal clara a los fabricantes de vehículos para que aceleren la producción en masa de vehículos de cero emisiones (Transport Decarbonization Alliance, 2020).

Existen tres dimensiones principales de las zonas de bajas emisiones: vehículos, área y tiempo. El primero, vehículos, se refiere a la decisión de qué vehículos se restringirán, puede depender del tipo de combustible o motor, antigüedad, dimensiones y / o emisiones. El área es la región geográfica de la zona de bajas emisiones, puede incluir calles, vecindarios o áreas del centro completo. El tiempo es el período durante el cual la zona está “abierta” para los vehículos, generalmente antes de las horas pico u horas laborales (Lurkin et al, 2021).



3.2.2. RESTRICCIONES DE HORARIOS PARA VEHÍCULOS DE DISTRIBUCIÓN CONVENCIONALES

En muchas ciudades se aplican restricciones de entrega para vehículos convencionales. Son particularmente útiles en zonas peatonales, donde se espera que las entregas se realicen fuera del horario principal de compras para no crear conflictos con los clientes. Las bicicletas de carga pueden beneficiarse al estar exentas de las restricciones de tiempo de entrega. Dado que las bicicletas de carga ocupan mucho menos espacio que los vehículos convencionales, esta exención a menudo se considera justificable.

En la Ciudad de México, el gobierno de la ciudad creó “Hoy No Circula” para aliviar la congestión y la contaminación. Bajo este esquema, el último dígito de una placa de matrícula determina qué día no se puede operar un vehículo. Aunque bien intencionados, tanto los ciudadanos como los operadores logísticos comenzaron a incorporar vehículos adicionales para aumentar sus opciones de transporte. Los vehículos se compraron o alquilaron en función de la disponibilidad y la asequibilidad, en lugar de la solidez ambiental.

La ciudad de Hamburgo probó en 2019 una zona peatonal temporal. Dentro de este proyecto se implementaron tiempos de entrega restringidos para vehículos convencionales, junto con la provisión de zonas de carga. La evaluación del proyecto mostró que las entregas se podían ajustar fácilmente a la nueva ventana de tiempo, concentrando así las entregas en las horas de menor actividad.

Un enfoque de distribución de mercancías por la noche podría reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ en un 20%, reducir los tiempos de viaje y aumentar la velocidad del vehículo (Bosona, 2020; Jaller et al, 2016). Los vehículos eléctricos se pueden utilizar por la noche para evitar restricciones de ruido ya que los vehículos son silenciosos (Bosona, 2020; Tsakalidis et al, 2020).

La estrategia de entregas de última milla en horario nocturno o fuera de la hora pico, se ha implementado como medida voluntaria, especialmente con los receptores, ya que son ellos quienes determinan las ventanas de tiempo de entrega. Sin embargo, se pueden implementar algunos incentivos para fomentar la adopción de entregas nocturnas, por ejemplo, financieros, exenciones fiscales o descuentos, y pueden provenir de autoridades públicas o empresas privadas (Jaller et al, 2016). Algunos de los desafíos de esta medida son la seguridad y la protección, el posible aumento de los costos para los receptores, los posibles problemas sindicales y los costos de legislación y aplicación (Jaller et al, 2016).



3.3. Incentivos financieros

Los cargos por congestión urbana, también llamados “peajes urbanos”, representan una medida potencial para reducir o regular el tráfico motorizado. Existen tarifas de congestión urbana para zonas como es el caso de Londres o para importantes cuellos de botella de infraestructura como puentes o túneles, como es el caso de Estocolmo. Mediante el uso de precios dinámicos basados en la demanda de tráfico, los peajes pueden modular la demanda total de tráfico. Los cargos se pueden realizar utilizando cabinas de peaje o sistemas automáticos de cobro de tarifas basados en el reconocimiento de matrículas, o instalando un dispositivo de señalización en el vehículo. Los ingresos financieros generados por los peajes de la ciudad se pueden utilizar para otros fines, como el mantenimiento de carreteras o el apoyo a otras medidas de movilidad y transporte sustentable.

Los peajes urbanos se consideran una medida potente para internalizar los costos externos del tráfico motorizado. Más precisamente, hasta la fecha, el tráfico motorizado genera más costos y emisiones de lo que se refleja en los costos de uso. Por lo tanto, cobrar costos adicionales como los peajes de la ciudad ayuda a integrar estos costos externos.

En comparación con las restricciones de acceso, los peajes urbanos ofrecen la ventaja de ser una medida menos radical, ya que los vehículos no están completamente prohibidos en el centro de la ciudad, sino que tienen que asumir un pago que les permite la entrada.

La ciudad de Estocolmo implementó un peaje urbano o cargo por congestión que se probó durante siete meses en 2006. La principal motivación fue modular la demanda de tráfico para que se produjera menos congestión durante las horas pico. Poco después de la inauguración, la ciudad registró niveles de tráfico significativamente menores en comparación con un día similar sin cargo. Después del período de prueba, los habitantes de la ciudad votaron en un referéndum para mantener vigente el cargo por congestión.

3.4. VEHÍCULOS DE ENTREGA

3.4.1. BICICLETAS DE CARGA

carga, ha ganado popularidad en los últimos años para los envíos al centro de la ciudad (Gruber et al, 2014). Además del transporte de mercancías (especialmente los servicios de mensajería), el uso de la bicicleta también podría aplicarse en otros segmentos del mercado del transporte comercial y se ha probado hasta cierto punto para entregas B2C, transporte interno y transporte de servicios. Por lo tanto, el potencial de las bicicletas y bicicletas de carga (eléctricas) están ganando una atención cada vez mayor como parte de los programas modernos de promoción del transporte en bicicleta, como el Plan Nacional de Ciclismo de Alemania 2020. Mediante el uso de una bicicleta los mensajeros pueden lograr un alto nivel de productividad, especialmente en la última milla en tráfico urbano, en caso de que exista una infraestructura ciclista adecuada. Los municipios también se benefician, porque se reducen los problemas asociados con las operaciones de distribución tradicionales (por ejemplo, estacionamiento en doble fila, ruido y emisiones contaminantes).



En Alemania, varias empresas de mensajería ya han participado en proyectos piloto para probar bicicletas de carga con soporte eléctrico para entregas de paquetes en ciudades como Hamburgo y Berlín. Según una entrevista con UPS, el diseño compacto de la bicicleta la hace ideal para el uso en el centro de la ciudad. Esta forma de entrega también ofrece una clara ventaja al propio UPS, ya que reduce el tiempo dedicado a buscar una posición de estacionamiento adecuada.

Generalmente, una bicicleta de carga está equipada con motor eléctrico a batería que permite cubrir distancias más largas, transportar cargas sustanciales y navegar por colinas y otros terrenos. La máxima eficiencia energética se logra al combinar la energía de la batería y la energía humana simultáneamente. Las bicicletas eléctricas de carga funcionan en combinación con centros de distribución urbanos, y pueden circular sin restricciones de horario en las ciudades.

La bicicleta es un modo más sustentable que puede mejorar la eficiencia y minimizar los impactos ambientales del transporte, y las bicicletas de carga son un vehículo prometedor para conceptos innovadores de logística urbana para entregas de última milla (Heinrich et al, 2016). Las bicicletas de carga, y las bicicletas de carga asistidas eléctricamente, presentan una alternativa con muchas ventajas para las entregas en el centro de las ciudades. Un estudio de McLeod et al (2020) encontró que, en Londres, un transportista podría reducir las emisiones de CO₂ en un 45%, las emisiones de NO_x en un 33%, la distancia de conducción en un 78% y el tiempo de estacionamiento en la acera en un 45%; sus ahorros de costos rondaría el 34% -39%. Niels et al (2018) también encontraron una reducción en los kilómetros recorridos y al mismo tiempo lograron entregas a tiempo. Las bicicletas de carga también son una gran ventaja para las empresas de reparto en ciudades donde existen restricciones vehiculares para las emisiones y son económicamente más viables (Rudolph et al, 2018). En algunas ciudades, las bicicletas de carga tienen una velocidad promedio de 10 millas por hora, más rápido que las camionetas de reparto, en Londres, por ejemplo, donde el promedio es de 8 mph (McLeod et al, 2020).

La cuota de mercado de bicicletas de carga y bicicletas de carga asistidas eléctricamente está creciendo, Schliwa et al (2015) señalan que más del 51% de los viajes motorizados que involucran el transporte de mercancías podrían cambiarse a bicicletas. Las bicicletas de carga asistida tienen más potencial, ya que permiten cargas más grandes o más pesadas, tienen un mayor alcance y evitan la fatiga de los conductores (Gruber et al, 2014).

Sin embargo, la implementación de bicicletas de carga en la logística de la ciudad, y especialmente en las medidas de última milla, tiene algunos requisitos adicionales. En primer lugar, Elbert y Freidrich (2020) mencionan la importancia de los centros de consolidación urbana, necesarios para la integración de las bicicletas de carga a los flujos logísticos actuales. Estos centros, también conocidos como ubicaciones intermedias o satélites, reciben carga de instalaciones de almacenamiento más grandes y transfieren los paquetes a las bicicletas de carga para su entrega (Enthoven et al, 2020; McLeod et al, 2020). Los centros de consolidación deben estar ubicados en espacios óptimos para que la solución sea exitosa, optimizada según los datos de entrega de cada ciudad (Niels et al, 2018).

Una de las principales barreras para la implementación de las bicicletas de carga es el costo inicial (Heinrich, 2016). También agregan complejidad a las operaciones logísticas, por ejemplo, se requiere una preclasificación de paquetes, que podría ser otra barrera para la implementación generalizada (McLeod et al, 2020). Una gran área de oportunidad para la entrega de bicicletas de carga



en la última milla es la consolidación entre los proveedores de servicios logísticos, que a menudo se niegan a colaborar y consolidar paquetes entre sí (Elbert y Friedrich, 2020; Schliwa et al, 2015).

La infraestructura existente juega un papel importante en esta solución de la última milla, Nürenberg (2018) exploró el uso de bicicletas de carga en Statgard y subraya la importancia del desarrollo de carreteras, carriles de bicicletas y una red de caminos conectados en lugar de segmentos separados. Además, las ciudades deben tener espacio disponible para centros de consolidación urbana, preferiblemente, en el centro de la ciudad (Schliwa et al, 2015). Suponiendo que las autoridades públicas busquen minimizar los impactos del transporte (ambiental y social), se pueden aplicar algunas políticas para fomentar la implementación de bicicletas de carga, por ejemplo, la planificación urbana, el aumento de los costos de conducción de automóviles o camionetas y el reconocimiento de los requisitos para implementar bicicletas de carga (Schliwa et al, 2015). Otras consideraciones incluyen las regulaciones locales, la estructura de la demanda y los supuestos de planificación que podrían afectar su implementación, como el tamaño y el peso de los envíos (Elbert y Friedrich, 2020; Zhanga et al, 2018).

3.4.2. VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

En los últimos años se han realizado importantes mejoras técnicas para ofrecer en el mercado vehículos eléctricos eficientes. Los vehículos eléctricos son especialmente adecuados para viajes que implican mucho tráfico o que provoque paradas continuas. Son prácticamente libres de emisiones en términos de contaminantes y ruido, se consideran respetuosos con el medio ambiente. Su independencia de los combustibles fósiles también hace que el uso de vehículos con propulsión eléctrica sea una inversión de futuro. Los vehículos eléctricos (VE) son una de las respuestas más comunes hacia los sistemas de transporte sustentables, tanto para vehículos de pasajeros como de carga. Tienen el potencial de abordar los problemas ambientales, sociales y económicos de la distribución en áreas urbanas y pueden integrarse en el transporte urbano de mercancías (Ahani et al, 2016).

Los vehículos eléctricos ofrecen muchas ventajas para las operaciones de última milla. En términos ambientales, se consideran vehículos de bajas emisiones y liberan la mitad de los gases de efecto invernadero en comparación con los vehículos con motor de combustión interna en un ciclo de vida de 8 años, aunque esto depende en gran medida de la combinación de tecnologías de generación de electricidad (Ahani et al, 2016; Siragusa et al, 2020). Los vehículos eléctricos también son una buena alternativa para reducir la contaminación de ruido (Siragusa et al, 2020). Económicamente, los costos operativos de los vehículos eléctricos son potencialmente más bajos en comparación con los vehículos convencionales. Los costos de mantenimiento y operación (combustible versus electricidad) también son más bajos para los vehículos eléctricos (Ehrler et al, 2019; Quak et al., 2016). Otra ventaja es que los VEs tienen la posibilidad de ingresar a áreas de tráfico restringido de emisiones (Quak et al., 2016).

Sin embargo, existen algunas barreras para su implementación en operaciones logísticas urbanas. Uno de los obstáculos más importantes es el costo inicial, que se puede duplicar en comparación con los vehículos con motor de combustión interna. La segunda preocupación en torno a los vehículos eléctricos es su autonomía, que puede limitarse según el tipo de batería que tenga el vehículo. Esto agrega complejidad al envío y planeación de rutas para entregas de última milla,



y puede aumentar los costos de las entregas (Ahani et al, 2016; Ehrler et al, 2019; Napoli et al, 2021). Actualmente, los consumidores no están dispuestos a pagar un costo adicional por una entrega libre de emisiones, ni a recompensar este tipo de distribución. El alcance de los vehículos eléctricos también es una limitación debido a la infraestructura de carga mal desarrollada y los largos tiempos de carga (Ehrler et al, 2019; Quak et al., 2016; Siragusa et al, 2020).

La barrera de la infraestructura de carga se puede abordar en los Centros de Consolidación Urbana, donde las estaciones de carga se pueden instalar y administrar fácilmente, e incluso la infraestructura de generación de electricidad (Napoli et al, 2021; Tsakalidis, 2020). Los vehículos eléctricos para las entregas a domicilio se podrían cargar por la noche, donde las ventanas horarias suelen restringir sus operaciones, y normalmente, los vehículos de reparto no superan una determinada cantidad de kilómetros, por lo que se podrían cargar después de su ruta (Siragusa et al, 2020). Para las entregas comerciales, las ventanas de tiempo podrían ampliarse, justificadas por los bajos niveles de ruido de los vehículos eléctricos, esto les daría una ventaja adicional frente a los vehículos con motor de combustión interna (Tsakalidis et al, 2020).

Para implementar vehículos eléctricos en última milla las empresas necesitan apoyo financiero, de lo contrario, podrían experimentar una desventaja competitiva frente a las empresas que no invierten en soluciones sustentables. Se necesitan políticas para apoyar los sistemas logísticos urbanos sustentables, apoyar a las empresas y fomentar la adopción de mejores prácticas, como los vehículos eléctricos. Con el creciente número de necesidades de distribución y comercio electrónico, también serán necesarias medidas regulatorias (Ehrler et al, 2019). Financieramente, los análisis del costo total de propiedad (TCO por sus siglas en inglés) determinan la viabilidad de la implementación de vehículos eléctricos. Los subsidios y las exenciones fiscales se consideran importantes para mejorar el TCO de los vehículos eléctricos (Tsakalidis et al, 2020). Siragusa et al (2020) mencionan siete incentivos diferentes para la adopción de vehículos eléctricos: exención del impuesto a la compra, exención del iva, exención de peajes en las carreteras, reducción de la tarifa de licencia de vehículos, estacionamiento gratuito, acceso al carril de bus y boletos de ferry gratuitos.

Varios casos de estudio han demostrado la viabilidad y las ventajas de implementar vehículos eléctricos en la última milla. Un caso de estudio en Londres encontró que los vehículos eléctricos muestran las mayores ventajas cuando se implementan junto con los centros de consolidación urbana (Browne et al, 2011). Otro caso de estudio en Milán demostró que los vehículos eléctricos eran económicamente beneficiosos en un período de tiempo de 8 años, y redujeron las emisiones de GEI hasta un 54% en diferentes escenarios, lo que podría incrementarse si el kilometraje también aumenta (Siragusa et al, 2020).

Las estrategias de última milla que utilizan vehículos eléctricos comerciales pueden contribuir a la reducción de emisiones y la calidad del aire, y tienen el potencial de hacerlo en el futuro, dadas las lentas tasas de rotación de las flotas de vehículos, aunque se requiere un aumento más rápido de su participación en el mercado (Tsakalidis et al, 2020). Napoli et al (2021) subrayan la importancia de las energías limpias. A partir del actual mix energético, la producción de electricidad para la movilidad aumentaría en 50% el CO₂ ya emitido por la producción normal. Por lo tanto, los vehículos eléctricos no ofrecen una contribución apreciable en términos ambientales sin energía de fuentes renovables (Napoli et al, 2021).



3.4.3. ESQUEMAS MULTIMODAL

Al abordar la logística urbana, se introducen los conceptos de agrupación logística, intercambio de recursos y planificación del transporte mixto de pasajeros y mercancías.

Los sistemas mixtos de transporte de pasajeros y mercancías, también denominados “*cargo hitching*” representan enfoques innovadores de la movilidad urbana, que están vinculados a la economía colaborativa y a los paradigmas generales de las ciudades inteligentes. La idea es combinar los flujos de mercancías y pasajeros y los recursos de la red urbana (infraestructuras, vehículos, etc.) para obtener una mayor eficiencia y eficacia del sistema de movilidad urbana general, tanto en las áreas centrales como periféricas.

El aspecto innovador de las soluciones de transporte urbano de carga y pasajeros de carga radica en que propone el uso, cuando esté disponible, de la capacidad no utilizada del transporte público para transportar carga para operaciones de corto recorrido, principalmente en áreas urbanas o periurbanas. Sin embargo, el principal desafío consiste en la necesidad de asegurar que la transición hacia un sistema urbano integrado se realice resolviendo cuestiones regulatorias. El uso del transporte público es parte de un enfoque de solución multimodal, por ejemplo, mediante el uso de tranvías o sistemas de metro para las entregas. Esta solución no tiene como objetivo resolver completamente los problemas de la última milla, pero el prof. Ralf Bogdanski propone una mezcla de soluciones para lograr un sistema logístico sustentable (Zaitler, 2016).

El éxito del transporte público y las estrategias multimodales debe tener un proceso de planificación cuidadoso, que incluya factores como los horarios del transporte público, las horas de congestión, la posibilidad de llevar carritos o bicicletas para la entrega, las restricciones y la velocidad variable del transporte (Chatterjee et al, 2016).

En la literatura y en la práctica, se pueden encontrar varios casos y proyectos en Europa, donde los vehículos mixtos de carga y pasajeros son tranvías (por ejemplo, Dresde en Alemania, Ámsterdam en los Países Bajos, Zúrich en Suiza) o autobuses (Brandeburgo en Alemania, Londres en Inglaterra). Por ejemplo, en Saint-Étienne, en el centro de Francia, el proyecto TramFret utiliza viejos tranvías para transportar carga en la red de la ciudad, trasladando productos desde un almacén en las afueras de la ciudad hasta el concurrido centro de la ciudad. Desde 2010 hasta 2017, el TramFret una vez al día ha estado entregando agua, refrescos, bocadillos y productos enlatados a los supermercados propiedad de Casino.

3.4.4. VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

El concepto de utilizar vehículos de reparto automatizados no tripulados para la distribución de última milla está ganando más atención. Aunque el uso, por ejemplo, de drones para entregar mercancías se aplica más en las zonas rurales hasta ahora, existe la posibilidad de un cambio sustancial de la entrega de mercancías en furgoneta a la entrega basada en drones en las zonas urbanas.

El uso de drones para transportar mercancías tiene la capacidad de reducir los costos de envío al minimizar la necesidad de un conductor o camión, minimizando la congestión que resulta en una menor contaminación y reduciendo las entregas demoradas debido al tiempo de entrega limitado.



Además, la distribución de drones combinada con aplicaciones de teléfonos móviles garantiza la trazabilidad y la coordinación. Ya se han planteado algunas preocupaciones sobre la seguridad de los drones y la contaminación acústica. Sin embargo, el principal impedimento que contribuye a la entrega de drones es más reglamentario que técnico. Muchos países tienen reglas que prohíben que los drones comerciales vuelen en el centro de las ciudades o en zonas comerciales. Los drones siguen siendo una opción de logística desequilibrada debido a los diversos obstáculos regulatorios. Debido a la tecnología de batería restringida, un solo dron que entrega un solo paquete a una ubicación determinada tiene un radio de entrega y una capacidad más pequeños en comparación con las camionetas de entrega convencionales.

En el proyecto piloto “Deliver Future”, se ha probado la entrega de medicamentos a una isla del lago Victoria utilizando un dron autónomo para paquetes durante un período de seis meses. Durante las pruebas, el DHL Parcelcopter 4.0 autónomo completó el vuelo de 60 km desde el continente hasta la isla en 40 minutos en promedio. Se necesitan seis horas para cubrir la ruta terrestre de 240 km.

3.5. SERVICIOS ORIENTADOS A LA COMUNIDAD

Este servicio se refiere a las tiendas de paquetería, que pueden recibir paquetes y almacenarlos hasta que el cliente los recoja dentro de un período de tiempo determinado. El objetivo es reducir las rutas de distribución y los costos de entrega de última milla, evitando fallas en las entregas a domicilio.

Las tiendas de paquetería se han convertido en una solución ideal para la recepción de paquetería en el sector B2C. La entrega a tiendas de paquetería es una forma flexible para que los clientes reciban el paquete en comparación con la entrega a domicilio. Los clientes no necesitan esperar los paquetes en casa todo el día y no deben temer la pérdida de la información o rastreo del paquete después de una entrega a domicilio fallida. Los clientes pueden elegir si el paquete debe entregarse directamente en una tienda de paquetería, que se encuentre cercana, o una vez que haya fallado la primera entrega a domicilio. Por otro lado, para las empresas de paquetería, los costos de la entrega de última milla se reducirán significativamente porque los paquetes se entregarán con éxito en un proceso más corto. Eso significa ahorros en los costos de combustible y de personal. Al mismo tiempo, pueden lograr una mayor satisfacción de los clientes.

Además, con la reducción de las rutas de conducción, la emisión de CO₂ y el ruido de las furgonetas o camiones de reparto disminuirán, lo que constituye una contribución significativa a la mejora del medio ambiente de la ciudad. Las tiendas de paquetería también se pueden ubicar en áreas residenciales urbanas con alta densidad de población.

El alcance del servicio de una tienda de paquetería debe ser de aproximadamente un kilómetro cuadrado. Dentro de esta zona, los clientes pueden llegar a la tienda de paquetería a pie. Otra ventaja de esta estrategia de ubicación es que, en las áreas residenciales, la tarifa de alquiler es normalmente menor que en las áreas comerciales.

Por ejemplo, el operador postal francés “La Poste” estableció tiendas de paquetería “Pickup Stores” en varias estaciones de tren en Francia, lo que brinda a los viajeros una ubicación conveniente para recoger sus paquetes de comercio electrónico si no pueden recibir los artículos pedidos en casa. Estas tiendas de paquetería funcionan las 24 horas del día.

3.6. TECNOLOGÍA DE CONSOLIDACIÓN Y RUTEO

Las tecnologías de la información y comunicación promovieron el crecimiento del comercio electrónico y se utilizan para gestionar los flujos de tráfico. La introducción de nuevas soluciones de ruteo y consolidación se basa en herramientas de identificación de vehículos, GPS y teléfonos inteligentes que permiten llevar a cabo una programación inteligente y optimización en tiempo real de las actividades de la última milla. Además, permite a las empresas proveedoras de servicios aumentar su eficiencia. Especialmente, en el desarrollo de algoritmos y técnicas de optimización en la logística de última milla, los siguientes factores son importantes: datos en tiempo real, algoritmos de planificación de rutas dinámicas, soluciones de gestión de flotas, dispositivos de seguimiento y de identificación.

Un proceso eficiente de consolidación de envíos permite la reducción de viajes y un mejor factor de carga. Hay opciones de software para las instalaciones de almacenamiento que optimizan la asignación de pedidos y facilitan la consolidación, teniendo en cuenta las restricciones de vehículos, las regulaciones y los requisitos de entrega del cliente, como las ventanas de tiempo y la infraestructura. Estas herramientas se utilizan en los procesos de planificación de cada operación.

Hoy en día, la transición del comercio convencional al online cambia la logística, ya que los minoristas tradicionales se ven obligados a agregar un canal online a su sistema de marketing mientras que los minoristas online debían contar con tiendas físicas para brindar un servicio más satisfactorio. Por lo tanto, las soluciones de consolidación tecnológicamente avanzadas como el “crowdsourcing” están ganando más atención tanto en términos de atención recibida como de iniciativas generadas y pertenecen al ámbito de la “economía colaborativa”. La idea central de la economía colaborativa es la optimización de los activos infrautilizados, tanto físicos (por ejemplo, automóviles, apartamentos) como intangibles (por ejemplo, habilidades, conocimientos), compartiéndolos a través de plataformas digitales.

Las “Crowd Logistics”, que se basa en el transporte de crowdsourcing para la entrega de la última milla y la subcontratación de la operación (Devari et al, 2017) requieren tecnologías de la comunicación para facilitar los servicios de crowdsourcing, que tienen una gran demanda debido al creciente volumen de entregas, especialmente para los envíos de paquetería B2B, pero también para vehículos más grandes. El crowdsourcing ofrece flexibilidad y la necesidad de inversión de capital es menor que otras opciones de transporte (Huang y Ardiansyah, 2019). Los servicios de entrega colaborativos ofrecen beneficios como un aumento en la utilización de la flota, una disminución en el kilometraje del vehículo y un ahorro de costos, al tiempo que reducen los impactos ambientales (Huang y Ardiansyah, 2019; Fatehi y Wagner, 2019).

Los sistemas de rutas dinámicas son utilizados por las autoridades públicas para mejorar la seguridad y prevenir violaciones de las regulaciones de acceso. Los usos del sector privado son el ruteo de vehículos como parte de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para mejorar la eficiencia de la gestión de la flota. El Traffic Information Centre de Berlín, por ejemplo, proporciona información actualizada sobre las condiciones del tráfico y las carreteras, incluidos los servicios compartidos, el transporte público, las obras en construcción y los grandes eventos. También ofrecen un planificador de rutas intermodal y utilizan twitter para todas las noticias relevantes relacionadas con el tráfico.



An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

4. Contexto mexicano de la última milla

4.1. CONTEXTO NACIONAL

Si bien el tema de última milla ha cobrado relevancia en los últimos años, todavía se carece de información robusta y suficiente. Por este motivo, en esta sección, se menciona el contexto nacional de transporte de carga en general con el objetivo de hacer una revisión de la evolución histórica del sector. Esto servirá como marco para introducir el análisis MLP del contexto actual.

La industrialización del país comienza en 1940, mediante el modelo económico de sustitución de importaciones, el cual pretende que el Estado a través de inversiones y una implementación de política económica estimule la industrialización como estrategia de crecimiento (Solís, 2017). El proceso de industrialización continuó y durante los años 50 existió un crecimiento e inversión mayor a infraestructura. El ferrocarril era el modo más importante de transporte en México. Sin embargo, factores como una mala administración, la construcción de caminos interurbanos, innovación tecnológica y la extensión del sector de manufactura favorecieron una mayor adopción de los camiones de carga. Para finales de los años 50 los camiones rebasaron al ferrocarril en tonelaje transportado (Freeman, 2017).

A finales de los años 80 la política económica de México cambió de una estrategia proteccionista a una política más abierta, promoviendo capitales privados y extranjeros, disminuyendo la presencia estatal, de subsidios y aranceles, y creando tratados comerciales internacionales. Esto permitió desregularizar el transporte de carga y migró del sistema de concesiones con tarifas reguladas a un sistema abierto de prestación de servicios mediante permisos (IMT, 2018; Jaime Camacho, 2010). En 1993 se crearon la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal y con el Reglamento de Autotransporte Federal y Servicios Auxiliares, las cuales eliminaron los dos esquemas anteriores de carga: especializada y regular, y permite transportar todo tipo de mercancía (Jaime Camacho, 2010).

La entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), en 1994, es otro factor del crecimiento del sector transporte de carga. En el marco regulatorio de dicho tratado, referente al comercio transfronterizo de servicios, menciona el trato igualitario a transportistas de México, Estados Unidos y Canadá, homogeneizando la competencia, y se esperaba un incremento en la competitividad del sector.

El sector del transporte en México ha presentado en las últimas décadas un crecimiento importante a consecuencia de factores como demografía, urbanización, aspectos sociales y culturales. En términos de demografía y urbanización, el país ha mostrado un crecimiento tendencial de población urbana, pasando de un 71% en 1990 a un 80.4% en 2019 (Banco Mundial, 2020).



Sin embargo, el área de las ciudades se ha expandido seis veces de 1980 a 2010, lo cual indica ciudades con menores densidades poblacionales y trayectos más largos para intercomunicarse.

El transporte para paquetería y mensajería es parte de los esquemas de última milla. Este tipo de uso ha mostrado un incremento en los últimos años. En comparación con el autotransporte de carga este modo es principalmente intermodal y se realiza para servicios de pequeña escala. Este servicio cuenta a nivel nacional con 4,181 unidades vehiculares teniendo únicamente tres clases de vehículos: camión de dos y tres ejes y camioneta tipo C, donde el C-2 es el que abarca el 87% de las unidades (SCT, 2019). La Ciudad de México cuenta con 63% de las unidades totales, seguida por Jalisco (5.5%) y el Estado de México (5%). En cuanto a su estructura empresarial, cuenta con 764 empresas, de las cuales las empresas hombre-camión abarcan el 86.8% de las empresas; asimismo, estas compañías son responsables del 32% de los vehículos total.

La última milla se desarrolla generalmente en contextos urbanos, mediante entregas desde centros de consolidación a tiendas, supermercados, otros comercios, oficinas y domicilios particulares. En México, gran parte del crecimiento será urbano, y de 384 ciudades en 2018 pasará a tener 961 ciudades en 2030, en donde vivirá 83.2% de la población (ONU Hábitat, 2018). Si se mantiene el patrón territorial expansivo hacia las periferias, aumentarían las distancias de recorridos, tiempos y costos de trayectos urbanos, incluyendo a los de última milla.

El crecimiento del comercio electrónico debido a la pandemia por COVID-19 es importante, ya que ha aumentado la demanda de servicios de distribución última milla B2C. De acuerdo con el INEGI, el número de usuarios que utilizan el internet para comprar productos ha aumentado en los últimos 5 años, pasando de 9.7% de usuarios en 2015 a 27.7% (23.2 millones de personas) en 2020. Asimismo, el promedio de entregas por persona por año pasó de 7 productos en 2015 a 16 en 2020. Los mayores productos comprados en internet corresponden a artículos de uso e higiene personal, así como artículos para el hogar, donde la mayoría de los productos son cargas ligeras, a excepción de algunos electrodomésticos y muebles. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO) las compras de comercio electrónico aumentaron 80% en 2020 en comparación con el año anterior (AMVO, 2021). Además, han surgido muchas empresas que ofrecen el servicio de distribución última milla para envíos, como 99minutos; del supermercado, como júst y central en línea; el incremento de estos servicios corresponde a la demanda que han generado las compras en línea (Business Insider, 2021).

La crisis de COVID-19 presenta oportunidades para que los países “reconstruyan mejor”, y se recuperen de forma más ecológica, sustentable y resiliente. La transición energética a sistemas de bajas emisiones de carbono puede crear puestos de trabajo rápidamente y generar beneficios a largo plazo al reducir la escasez de agua y los daños por inundaciones, disminuir las emisiones de carbono y aumentar la productividad agrícola y la seguridad alimentaria (WorldBank, 2021).



4.2. POLÍTICAS Y RESTRICCIONES EXISTENTES

A nivel federal, el transporte carretero en México está regulado principalmente por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (STC), a través de la Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF). El marco legal está compuesto por:

- 1) La Ley Federal de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF). Esta ley regula la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes y el autotransporte que circula por ellos. Al ser de alcance federal, los esquemas de última milla no forman parte del alcance.
- 2) Ley General de Vías de Comunicación (LGVC)
- 3) Ley de Asociaciones Público Privadas (LAPP)
- 4) Ley Federal para el Control de Precursores Químicos, Productos Químicos Esenciales y Máquinas para Elaborar Cápsulas, Tabletas y Comprimidos.

Estas leyes se apoyan en normas, normalmente denominadas NOM. Las NOM más relevantes para el transporte son:

- 1) NOM-012-SCT-2-2017: Sobre el peso, capacidad y dimensiones máximas para los vehículos que transitan en las carreteras federales.
- 2) NOM-068-SCT-2-2014: Transporte terrestre-Servicio federal de pasajeros, turismo, carga y transporte privado-Condiciones físico-mecánicas y de seguridad para operar en carreteras y puentes de jurisdicción federal, que establece los requisitos de seguridad física y mecánica de los vehículos.
- 3) NOM-035-SCT-2-2010: Remolques y semirremolques-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
- 4) NOM-040-SCT-2-2012: Para el transporte de objetos indivisibles, de gran peso y/o volumen por caminos y puentes de jurisdicción federal.
- 5) NOM-045-SEMARNAT-2017: Protección del medio ambiente de vehículos en circulación que utilizan diésel como combustible. Establece también los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- 6) NOM-167-SEMARNAT-2017: Establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en los estados de la Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites y las especificaciones de las tecnologías de información y hologramas.



- 7) NOM-044-SEMARNAT-2017: Establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metánicos, hidrocarburos no metánicos más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco, provenientes de los motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que serán utilizados para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como el escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.
- 8) NOM-EM005-CRE-2015: Establece la especificación de calidad que deben cumplir los combustibles derivados del petróleo.

Estas normas rigen el funcionamiento del transporte de carga a nivel federal, y son las más próximas a los esquemas de última milla. Sin embargo, no existen normas federales específicas para la distribución urbana.

Para poder circular en carreteras federales, es necesario tramitar una placa específica ante la SCT. Ese emplacado dificulta la aplicación de sanciones de reglamentos locales, ya que muchas veces, además de tramos federales, los vehículos pesados también hacen entregas de última milla para esquemas B2B.

Estas normas son aplicables a nivel federal, sin embargo, a nivel estatal y municipal existen otras regulaciones y normatividad aplicable a cada entidad. Estas se pueden referir a horarios de circulación, verificaciones vehiculares, restricciones de entrada a ciertas zonas, por ejemplo, residenciales, entre otras.

Las autoridades municipales y estatales pueden implementar regulaciones locales adicionales, como horarios de acceso y restricción de vehículos pesados en ciertas zonas de la ciudad. Las ciudades en México que han implementado restricciones locales de acceso al transporte de carga son Jalisco, Querétaro, Yucatán, Nuevo León y el Valle de México. En estos estados se prohíbe a los vehículos de transporte de carga pesada, cuyo peso exceda de 3.8 toneladas, transitar en ciertas vialidades, solo se permite durante un horario específico, por ejemplo, de 10:00 p.m. a 6:00 a.m. en Querétaro. Adicionalmente, en Yucatán existe un permiso especial para realizar cargas y descargas en la vía pública.



4.3. PROYECTOS E INNOVACIONES

Actualmente existe poca información de iniciativas para la última milla, que regularmente implementa el sector privado en su distribución de mercancías. Algunas compañías que comparten sus avances en la materia son, por ejemplo, Bimbo, pionero en implementar una flotilla de vehículos eléctricos en México; otras compañías como FEMSA, Nestlé, Heineken han seguido el ejemplo y ya tienen también distribución con esos vehículos. Otras empresas globales, como DHL Express han incorporado bicicletas de carga y vehículos eléctricos en sus flotas alrededor del mundo. De forma similar, Amazon incorporó 10,000 vehículos eléctricos a su flota en 2020 y busca incrementar ese número a 100,000 en 2030, también implementó entregas en bicicleta en ciudades como Nueva York. Por otro lado, existen empresas de entrega de mercancías a través de pequeños robots en Estados Unidos y Canadá.

Figura 3. DHL Cargo Bikes en Países Bajos



Fuente: Deutsche Post.²

En 2018, en la ciudad de Querétaro, se llevó a cabo “LogistiX-Lab”, una prueba de distribución logística que evaluó las operaciones de distribución en el centro de la ciudad. Buscaba identificar modelos de logística urbana sustentable, e involucró a varias empresas como Heineken, Jumex y Bonafont. Entre los resultados se identificó una reducción en tráfico y en el número de vehículos en las calles; disminuyeron el estacionamiento irregular y las emisiones de CO₂. Otro de los resultados fue el ahorro en costos para las empresas equivalente a 16% de los costos. Los detalles de las pruebas no se han hecho públicos, pero la iniciativa muestra el interés de las empresas y centros de investigación, como Instituto Mexicano del Transporte, de migrar hacia alternativas más sustentables.

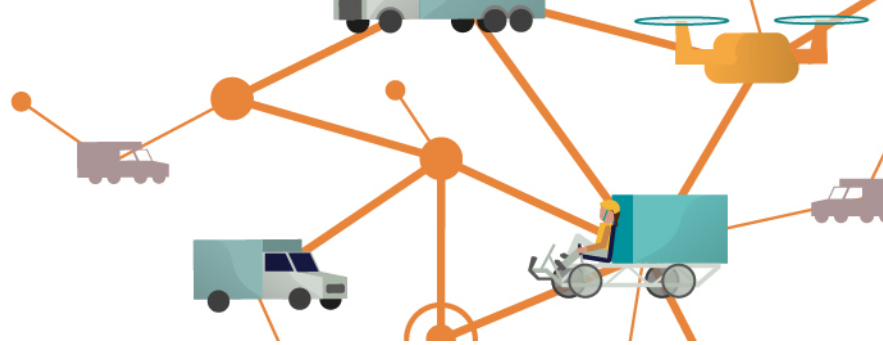
2 <https://www.dpdhl.com/en/about-us/mission-and-strategy.html>.

Por otro lado, el servicio de BiciMensajerías ha crecido también en popularidad en ciudades como Guadalajara y Ciudad de México. Estos servicios distribuyen paquetes pequeños a los clientes utilizando bicicletas de carga, o bicicletas regulares con algún aditamento si el tamaño y peso de los envíos lo permite. Existen muchas empresas de bicimensajería, se calcula que en la Ciudad de México a 2019 existían más de 400 bicimensajeros (Reporte Índigo, 2019) y que el número ha aumentado durante la pandemia. Así mismo, los repartos en bicicleta también han aumentado gracias a la existencia de las aplicaciones de servicio a domicilio, en la que pueden repartir alimentos o productos de consumo en varios modos, incluidas bicicletas. Otros usos de las bicicletas han existido desde hace mucho tiempo para venta de alimentos, por ejemplo, de pan, tacos de canasta, café, entre otros.

Por el lado de regulación de última milla, como se mencionó anteriormente, algunos estados como Jalisco, Nuevo León y la Ciudad de México tienen restricciones de circulación al transporte de carga.



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



5. Caso de estudio: Área Metropolitana de Guadalajara

5.1. ANTECEDENTES

El caso de estudio emplea la perspectiva multinivel (MLP) para analizar y comprender la dinámica y los procesos de transición en sistemas socio-tecnológicos complejos. El MLP es uno de los marcos teóricos que ayudan a explicar cómo cambian y se desarrollan los sistemas socio-tecnológicos, tomando en cuenta las interacciones que se generan entre la sociedad, la cultura, las actividades industriales, los avances tecnológicos, los mercados y las políticas públicas (Jano-Ito y Crawford-Brown, 2016). El marco MLP ha demostrado ser útil para entender los cambios tecnológicos que se han llevado a cabo en el pasado, pero también para tratar de identificar factores que ayuden a llevar al sistema hacia un punto deseado en el futuro. Esta metodología ha sido empleada particularmente para entender las interrelaciones que existen entre los avances tecnológicos y la sociedad de manera que se pueda lograr una transición hacia sistemas sustentables.

El enfoque MLP ha sido utilizado a nivel internacional para analizar la evolución de diferentes regímenes tecnológicos incluyendo la producción de combustibles líquidos y productos químicos orgánicos, la industria aeronáutica y la gestión de residuos (Yücel, 2010; Yücel y Chiong-Meza, 2008; Bennet, 2012; Geels, 2005). Asimismo, se ha utilizado ampliamente para analizar transiciones tecnológicas tanto del sector energético (particularmente para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de bajo carbono) como del sector transporte (Verbong y Geels, 2007; Arapostathis et al, 2013; 2014; Foxon, Hammond y Pearson, 2009; Foxon, 2013; Hirt et al, 2020). Para el sector transporte, Geels (2012), aplicó el enfoque MLP para analizar el sector de auto-transporte en el Reino Unido y los Países Bajos, concluyendo que el régimen se caracterizaba por ser estable, pero con posibles cambios debido a las nuevas tecnologías de transporte. Asimismo, el autor concluyó que si bien, se tenía incertidumbre en la tecnología que podría representar al régimen en el futuro, se presentaban varios nichos que podrían llegar a ser dominantes. A partir de este trabajo, se ha analizado la dinámica de la movilidad en ciudades y su transición a un sistema con bajas emisiones de carbono, la movilidad de pasajeros en el Reino Unido, la electromovilidad como parte de transiciones sustentables, y la evolución de la adopción de nuevas tecnologías vehiculares, por mencionar algunos ejemplos (Moradi y Vagnoni, 2018; Geels, 2018; Kester et al, 2020; Wu, et al, 2021).

En el área de última milla y entregas, la literatura internacional es más limitada y específicamente para el enfoque MLP, Guo et al (2019) propuso una guía de logística urbana para integrar el crowdsourcing y los medios de entrega convencionales. Los autores encontraron que el uso del enfoque MLP fue de utilidad para recomendar principios que puedan acelerar la incorporación



de innovaciones a nivel de nicho. Asimismo, los autores recomendaron el uso de crowdsourcing como una alternativa adicional a las redes de entrega convencionales que puede reducir los costos de entrega. Fraske y Bienzeisler (2020) utilizaron el enfoque MLP para analizar una tecnología basada en una aplicación que regula el transporte económico y el tráfico de entregas en Barcelona. Los autores señalan que, el apoyo que pueden brindar las políticas públicas es de suma importancia a la adopción de una innovación, así como entender la relación que se genera por el cambio del contexto social e institucional debido a la innovación y las rutas necesarias para poder guiar una transición tecnológica exitosa. Finalmente, Müller, Rudolph y Janke (2019) analizaron el papel de los drones para la logística de última milla. Los autores concluyeron que si bien, la electrificación vehicular corresponde a una medida de corto plazo, se necesita de políticas que apoyen medidas de largo plazo. Los drones podrían representar una solución de esta naturaleza representando una disrupción tecnológica con alto potencial.

En el caso de México, el enfoque MLP fue utilizado por Jano-Ito y Crawford-Brown (2016) para estudiar la evolución de las transiciones tecnológicas en el sector eléctrico de México, su interacción con el sector de gas natural y posibles alternativas para su descarbonización en el futuro. En particular, el trabajo previamente mencionado tomó una perspectiva de actores, considerando el papel del gobierno, los agentes privados y la sociedad civil. Hasta donde se pudo revisar, no se han realizado análisis adicionales que utilicen el enfoque MLP en México, por lo que este trabajo representa un esfuerzo novedoso que puede ser de utilidad tanto a nivel nacional como internacional para el establecimiento de políticas públicas que coordinen a distintos actores para la adopción de tecnologías innovadores que además puedan contribuir a una recuperación económica verde.

5.2. METODOLOGÍA MLP

El MLP corresponde a una de las principales herramientas teóricas para analizar la naturaleza de las transiciones socio-tecnológicas. Este enfoque tiene sus orígenes en el trabajo de Rip y de Kemp (1998), Kemp (1994) y de Kemp, Schot y Hogma (1998), y establece un marco conceptual para representar el comportamiento dinámico de cambios socio-tecnológicos. El MLP nace a partir de la fusión entre las características de transición de ontologías evolucionarias e interpretativas, como cambios generados tanto de manera endógena como exógena y debido a cambios en el marco cognitivo de los agentes (Jano-Ito, 2016; Lachman, 2013; Chappin, 2011; Geels, 2002; Geels, 2004; Geels y Schot, 2007; Geels, 2010; Geels, 2012; Verbong y Geels, 2007). Como su nombre lo indica, el MLP abarca tres niveles:

- **Nichos.** Representa el micro nivel y el punto en el que se desarrollan las nuevas ideas. Un nicho se refiere a “nuevas tecnologías, nuevas normas y legislación, nuevas organizaciones o incluso nuevos proyectos, conceptos o ideas” (Loorbach) y puede describirse como un espacio pequeño y especializado que permite que las nuevas ideas o innovaciones se desarrollen, crezcan y funcionen libremente (Smith et al. 2010; Geels 2011). En este nivel, las innovaciones se desarrollan en un marco socio-tecnológico inestable. Asimismo, existe un número reducido de actores que apoyan estas tecnologías y sirve como una incubadora de ideas (Geels y Schot, 2007).
- **Régimen.** Corresponde al nivel medio y al régimen tecnológico, que como lo definieron Nelson y Winter (1982), se refiere a un conjunto de reglas monótonas y



heurísticas que forman la base de las organizaciones y sus empleados cuyas acciones e innovación están orientadas a una misma dirección. El régimen sociotécnico es una forma de organizar o disponer las cosas para que funcionen en cada entorno y las actividades y estructuras principales. Es la red de grupos y actores sociales, las reglas (formales e informales) que mantienen para dirigir un sistema sociotécnico dominante y los artefactos materiales/técnicos relacionados (Geels, 2011). Los regímenes tecnológicos no sólo están moldeados por organizaciones e individuos que desarrollan innovaciones, sino también por un grupo social más amplio que se basa en reglas de comportamiento (régimen socio-tecnológico). Este nivel se caracteriza por la estabilidad y la innovación es consecuencia de mejoras incrementales (Geels, 2002).

- Landscape. Está representado por el macro nivel y corresponde al ambiente externo que presiona a los otros niveles, pero que no recibe una influencia de ellos. Los cambios en este nivel se dan en periodos largos de tiempo (Geels y Schot, 2007). El landscape incluye tendencias y acontecimientos como las tendencias macroeconómicas, las tendencias demográficas, la evolución política e ideológica, los cambios profundos en los valores de la sociedad, el cambio climático y recientemente la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 (Lachman 2013; Smith et al. 2010).

De acuerdo con la metodología, las transiciones son el resultado de la interacción dinámica entre los tres niveles, y se llevan a cabo mediante 5 procesos (Lachman, 2013; Geels y Schot, 2007; Jano-Ito y Crawford-Brown, 2016).

- Reproducción. En este proceso, la estabilidad del régimen impide que las innovaciones del nicho pueda ser parte de régimen, y el sistema se reproduce en un proceso incremental a partir de trayectorias predecibles.
- Transformación. El landscape ejerce una presión sobre el régimen, pero el bajo nivel de desarrollo de las innovaciones del nicho no permite que puedan aprovechar esta presión y cambien el régimen a una ruta de desarrollo e innovación distinta. Los principales actores de este proceso son los actores del régimen y grupos externos que critican las reglas y modos de operación existentes.
- Desalineación y reordenación. Se presentan cambios significativos y repentinos en el landscape que hacen que la estructura del régimen de desalinee, creando un espacio que puede ser llenado por distintas innovaciones del nicho. Estas innovaciones compiten para dominar el mercado y eventualmente se da una reordenación del régimen, cuando una de estas innovaciones se impone a las demás.
- Sustitución tecnológica. El landscape presiona al régimen y si existen innovaciones que tienen un grado importante de desarrollo, pueden reemplazar a las tecnologías y al régimen existente.
- Reconfiguración. Las innovaciones del nicho presentan soluciones a problemas puntuales en el régimen y pueden cambiar la estructura fundamental del régimen.



Como señalan Jano-Ito y Crawford-Brown (2016), se ha señalado la necesidad de incorporar al marco principal del enfoque MLP relaciones de gobernanza, poder y agentes específicos. En este contexto, los actores del sistema tienen diferentes propiedades y sus interacciones definen al régimen. Foxon, Hammond y Pearson (2009), además de Foxon (2013) definen un espacio de acción para analizar a estos actores, considerando sus recursos y poder para moldear al régimen, bajo tres formas, los gobiernos, los mercados y la sociedad civil.

Siguiendo el marco teórico de MPL, en este trabajo se aplicó una metodología de investigación cualitativa para explorar el régimen de transporte urbano de mercancías y su dinámica reciente de transición hacia una logística de última milla más sustentable en el Área Metropolitana de Guadalajara. La investigación tiene como objetivo descubrir las vías de transición más probables en la logística de última milla en el Área Metropolitana de Guadalajara mediante el examen de las fuerzas de transición a través del análisis de la literatura y entrevistas semiestructuradas a expertos, como se describe más adelante en esta sección. Es importante señalar que, para el diseño y el desarrollo de las entrevistas, se utilizó la metodología del Centro Aeroespacial Alemán (DLR, por sus siglas en alemán). El análisis también toma como referencia el espacio de acción para definir el papel que el gobierno, los mercados (empresas privadas) y la sociedad civil pueden jugar para lograr una transición hacia esquemas que además ayuden a una recuperación económica verde.

5.3. METODOLOGÍA EMPLEADA PARA EL ANÁLISIS DE LA ÚLTIMA MILLA EN EL MARCO DEL MLP

Con base en la revisión de la literatura realizada, se buscó la aplicación del enfoque MLP a analizar a la última milla como un nicho tecnológico en el que se presenta oportunidades de transición hacia un sistema sustentable. En el contexto del MLP, las prácticas de entrega de la última milla se consideran como nichos (es decir, el establecimiento de servicios de conserjería, el uso de bicicletas de carga con asistencia eléctrica, el uso de lockers para paquetes, etc.), y es por ello por lo que se investigó en qué medida la última milla podría representar un elemento significativo en la transición del sistema y las acciones que se podrían diseñar desde ahora para poder facilitar su implementación a mayor escala en el futuro. Para ello, se realizaron entrevistas a expertos con el fin de fortalecer la narrativa de posible evolución de este sistema socio-tecnológico. Asimismo, se seleccionó a la Área Metropolitana de Guadalajara como caso de estudio, el cual se justifica en las siguientes secciones. Es importante mencionar que dentro del análisis realizado se parte de la forma en la que ha evolucionado el sistema a lo largo del tiempo, de manera que se pueda representar visualizar la ruta que ha seguido el sistema y su posible desenlace.

5.3.1. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN Y ENTREVISTAS

Como se mencionó, dado que el enfoque principal del diseño de investigación exploratoria es descubrir hasta qué punto la logística de última milla podría representar un proceso de transformación dadas las estructuras, instituciones, cultura y prácticas existentes, así como el establecimiento de otras nuevas. Inicialmente, se realizó una revisión de la literatura sobre la transición para identificar los factores que están afectando el régimen actual y posteriormente se realizaron entrevistas semi estructuradas a expertos entre junio y agosto de 2021. Esta información junto con la experiencia e ideas del DLR, sirvieron para la definición de las preguntas, el enfoque y los



actores principales de manera que se ajustara al marco del MLP. Las entrevistas semi estructuradas permitieron a los investigadores desarrollar nuevas preguntas basadas en las ideas que se formularon durante las entrevistas.

Considerando el contexto de la investigación, los expertos se definieron considerando el trabajo de Meuser y Nagel (2002), y como actores responsables del desarrollo, implementación o control de soluciones, estrategias o políticas y que tienen acceso privilegiado a la información sobre grupos de personas o procesos de decisión en la Área Metropolitana de Guadalajara. Dado que los expertos también juegan un papel importante en el debate social, debido a su poder de decisión y su influencia en la definición del problema y sus enfoques de solución, solo se seleccionaron aquellas personas que tenían conocimientos específicos sobre los aspectos técnicos (por ejemplo, innovaciones, operaciones, y leyes), procesos (por ejemplo, rutinas, interacciones y procesos específicos) y explicativa (por ejemplo, interpretación subjetiva de relevancia, reglas, creencias) dimensiones que pueden describir exhaustivamente las operaciones de entrega de última milla, prácticas de planificación, desarrollos desde sus perspectivas y opiniones individuales. En total se entrevistó a 22 actores clave de diferentes sectores (por ejemplo, gobierno, empresas e investigadores) para poder realizar un análisis en profundidad de la logística de última milla en la Área Metropolitana de Guadalajara.

Las entrevistas semiestructuradas se realizaron siguiendo una guía de entrevistas que utiliza preguntas abiertas, derivadas de la pregunta de investigación subyacente siguiendo un enfoque sistemático basado en Kaiser (2014) y propuesto por el DLR. Con base en esto, la traducción de la pregunta de investigación en preguntas de entrevista fue el primer paso esencial en el proceso de desarrollo de la guía de entrevista. La entrevista requirió de dos pasos de trabajo: la operacionalización conceptual y la operacionalización instrumental (Kaiser 2014, p. 56). La operacionalización conceptual incluye la identificación de las dimensiones de análisis que son abordadas por la pregunta de investigación y adicionalmente determinadas a través de los antecedentes teóricos seleccionados. A esto le sigue la traducción de las dimensiones del análisis en conjuntos de preguntas, que se pueden incluir en la guía de entrevistas como notas para brindar una estructura más robusta. Finalmente, este conjunto de preguntas se desarrolla consecuentemente en preguntas de entrevista reales que sean comprensibles y fáciles de responder desde la perspectiva de los expertos, lo cual comprende la operacionalización instrumental. El procedimiento para desarrollar preguntas de entrevista se ilustra a modo de ejemplo en la Figura 4.

Figura 4. Operacionalización instrumental y conceptual.

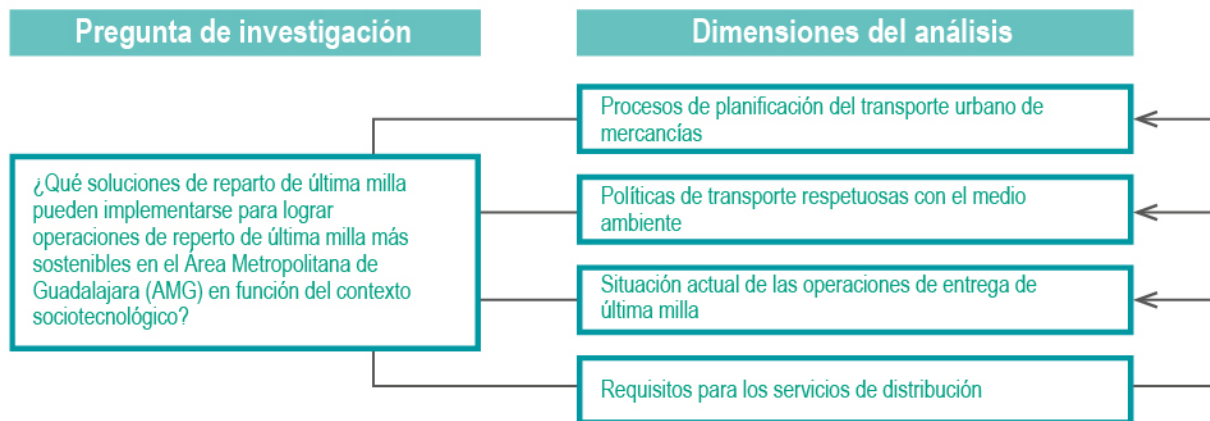


Fuente: Basado en Kaiser (2014).



Como se observa en la Figura 5, el procedimiento se aplicó al contexto de estudio, en el que la pregunta principal de investigación fue: “¿Qué soluciones de entrega de última milla se pueden implementar para lograr operaciones de entrega de última milla más sustentables en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), en el contexto socio-tecnológico?”. Dado que la implementación de ciertas medidas depende de procesos de planificación particulares, estructuras administrativas y objetivos políticos que también varían en los diferentes niveles de planificación política, los diferentes perfiles y desempeños deben ser investigados sistemáticamente a través de entrevistas a expertos. Por lo tanto, se puede afirmar que las dimensiones de análisis fueron, por un lado, el apoyo de los niveles políticos institucionales individuales y su efecto en el logro de una transición sustentable en la última milla y, por otro lado, la identificación de los requisitos actuales de uso de la tierra de proveedores de servicios de entrega y requerimientos del servicio de entrega de los residentes del Área Metropolitana de Guadalajara.

Figura 5. De la pregunta de investigación a las dimensiones del análisis.

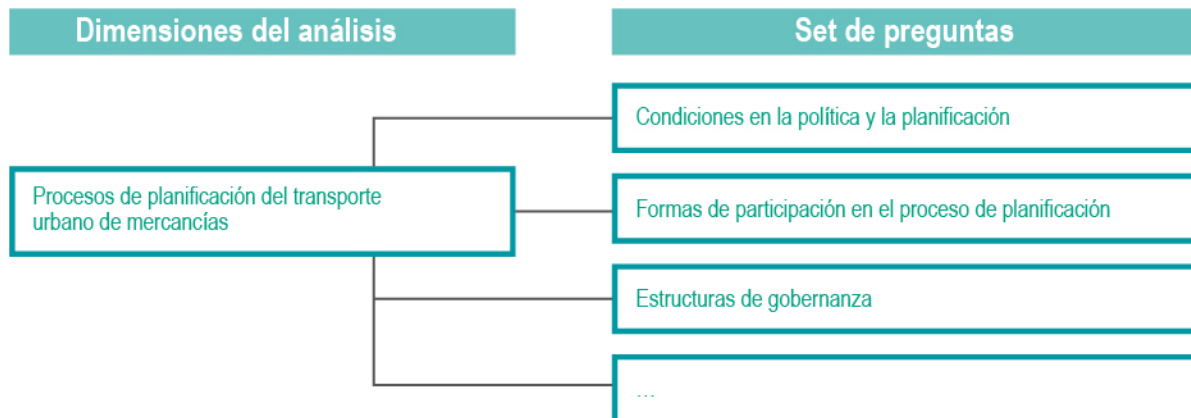


Fuente: Basado en Kaiser (2014).

En el siguiente paso, se desarrolló el conjunto de preguntas a partir de cada dimensión de análisis. Esto significa que fue necesario definir criterios según los cuales se investigaran las dimensiones de análisis (Figura 6). La información adicional de la literatura secundaria relevante fue de gran importancia en este paso para explorar más a fondo la dinámica del régimen.



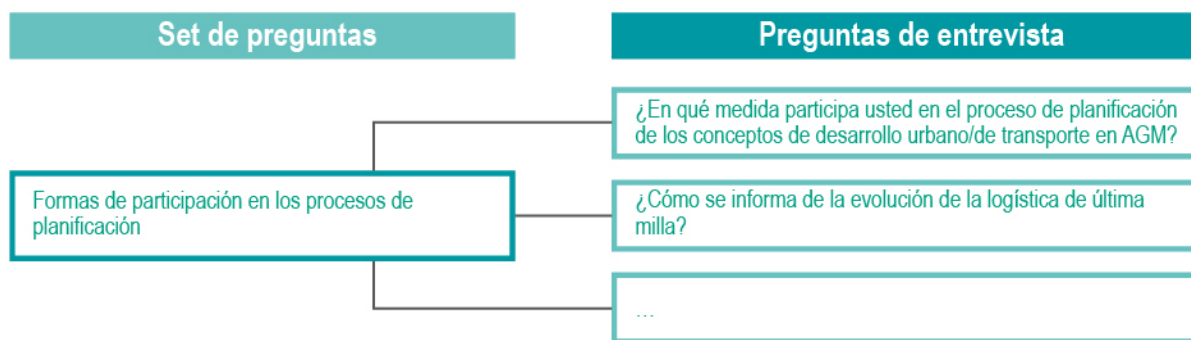
Figura 6. De las dimensiones del análisis a los conjuntos de preguntas.



Fuente: Basado en Kaiser (2014, p. 59).

Una vez que se determinó un conjunto de preguntas, la operacionalización conceptual se tradujo en preguntas de entrevista reales que fueran comprensibles y fáciles de responder desde la perspectiva de los expertos (por ejemplo, basándose en la experiencia de los expertos a entrevistar). Por lo tanto, las preguntas de la entrevista se formularon de forma abierta, lo que permitió a los expertos comunicar sus conocimientos, creencias, etc.; mientras que se estuvo siempre al tanto de lo que la información contada podía significar para el problema de investigación y para abordar la pregunta de investigación. Posteriormente, el conjunto de preguntas se adaptó y operacionalizó a las preguntas de la entrevista como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. De los sets de preguntas a las preguntas de entrevista.



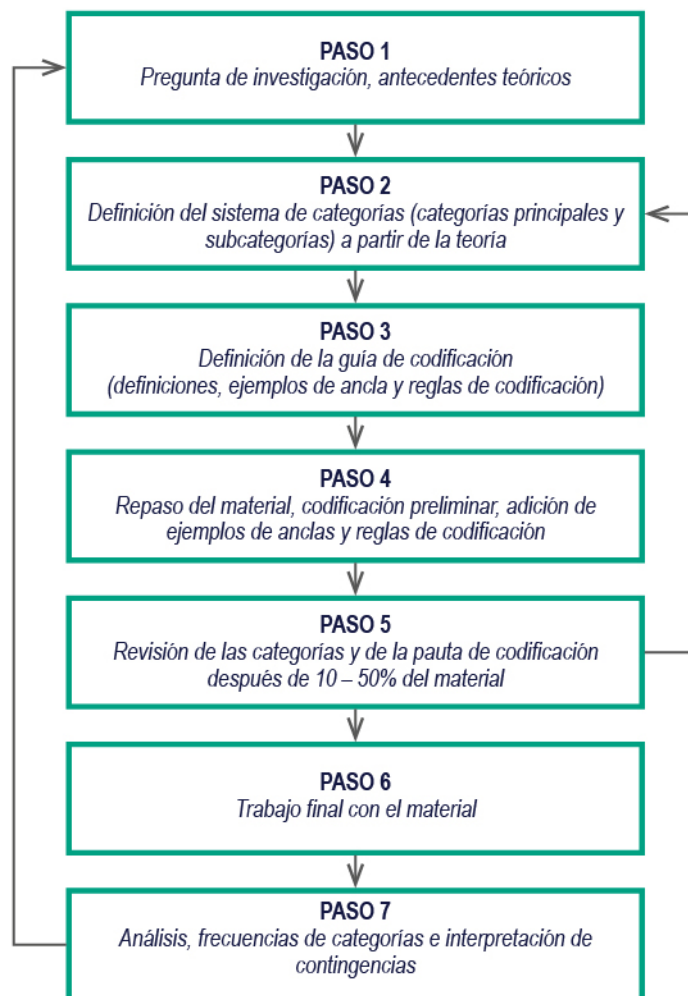
Fuente: Basado en Kaiser (2014, p. 60).

En el Anexo se puede encontrar una descripción general de las preguntas de la entrevista que se hicieron. Las entrevistas a los expertos fueron grabadas con su consentimiento, transcritas y analizadas en su totalidad siguiendo un análisis de contenido cualitativo sistemático basado en Mayring (2014) utilizando el software de datos cualitativos MAXQDA, que se describe a continuación. El proceso de análisis de datos cualitativos se ha realizado manualmente siguiendo un



enfoque sistemático de análisis de contenido cualitativo introducido por Mayring (2014), que se presenta en la Figura 8.

Figura 8. Pasos de la asignación deductiva de categorías.



Fuente: Basado en Mayring (2014, p. 96).

De esta manera, las transcripciones de las entrevistas fueron analizadas, codificadas, categorizadas mediante el modelo escalonado del método de categoría deductiva. El proceso de codificación comenzó con la investigación del material de texto que cumplía con las definiciones de categoría extraídas de los antecedentes teóricos. Por lo tanto, las transcripciones de las entrevistas se dividieron en varios segmentos que se etiquetaron en un proceso de codificación abierta utilizando el software de análisis de datos cualitativos MAXQDA. Este proceso continuo y dinámico, en el que se ordenan los códigos y categorías, se basa en cómo se relacionan y vinculan los diferentes códigos.

Dado que las preguntas de la entrevista estaban vinculadas al trasfondo teórico que se fundamenta en la teoría de la transición y su concepto principal: la perspectiva multinivel (MLP). Las principales categorías y pautas de codificación se definieron con base en diferentes niveles de



MLP (landscape, régimen y nicho), diferentes modos de transporte dentro del sistema de transporte urbano (automóviles privados, transporte público, transporte no motorizado, logística de última milla) y los nichos de las áreas amigables con el medio ambiente. objetivos logísticos de última milla.

5.4. JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) es la segunda metrópoli más grande de México y uno de los polos económicos más importantes del país. La integran nueve municipios metropolitanos en una extensión de 3,265.46 km² de superficie total en la que habitan y transitan más de 5 millones de habitantes, lo cual representa alrededor del 60% de la población estatal. En 2018, Jalisco fue el cuarto estado en términos de aportación al Producto Interno Bruto (PIB) nacional con 7.1%, y el AMG concentró alrededor del 67% de la actividad económica estatal (IMEPLAN, 2020b). Cabe destacar que es la única metrópoli de México que cuenta con un mecanismo de gobernanza y coordinación que integra a los tres niveles de gobierno y con el Instituto Metropolitano de Planeación (IMEPLAN), que funciona para planear, gestionar y administrar políticas públicas metropolitanas (IMEPLAN, 2020a; IMEPLAN, 2020b). Esto es relevante ya que permite que todas las políticas y acciones que se instrumenten maximicen su impacto, estén en línea con el marco regulatorio y se reduzcan los costos. El IMEPLAN es un mecanismo muy trascendente en el contexto de soluciones de última milla, ya que la gobernanza en regiones metropolitanas puede ser una barrera importante para la implementación de esquemas y regulaciones hacia un transporte sustentable, principalmente cuando involucra distintos municipios de la misma zona urbana con poca coordinación entre ellos (Kin et al., 2017).

Para la adopción e implementación de esquemas de transporte sustentable de última milla es necesaria una colaboración entre los actores involucrados. En este sentido, una gran ventaja es el interés de las autoridades en planes de acción de cambio climático y estrategias hacia la sustentabilidad. El Área Metropolitana de Guadalajara cuenta con un Plan de Acción Climática hacia 2050. Dentro de este plan, se señala la importancia del transporte sustentable y su impacto en emisiones contaminantes. El tema de última milla se menciona específicamente en la acción 17 de la estrategia 2: “Regulación de cargas y descargas en el centro histórico” en la cual se tiene como meta eficientizar el proceso de entrega y recepción de mercancías en zonas con alta actividad comercial, como lo es el centro histórico de Guadalajara. El marco legal en el que se respalda el Plan de Acción Climática (PacMetro) cuenta con instrumentos y mecanismos a nivel nacional, como la Ley General de Cambio Climático (LGCC), a nivel estatal, como el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), a nivel metropolitano, por ejemplo, el Plan de Ordenamiento Territorial (POTmet), y a nivel municipal con los Programas Municipales de Cambio Climático.

En el Área Metropolitana de Guadalajara existen proyectos orientados al transporte sustentable, entre ellos el programa ‘Mi Movilidad’, con el objetivo de “rearticular, reordenar y regular su transporte público” (WRI, 2019), en coordinación con el World Resources Institute (WRI), y programas de movilidad para transporte de pasajeros enfocados a transporte público y movilidad ciclista del Gobierno del Estado de Jalisco. Estos precedentes son relevantes ya que ayudan a la familiarización con conceptos de “Transporte Sustentable”, aunque para última milla aún no se hayan desarrollado proyectos específicos.



El IMEPLAN, en coordinación con el Programa de Desarrollo Metropolitano del AMG, ha realizado un mapeo del desarrollo urbano y de la infraestructura logística. Se encontró que más de 10,000 unidades de carga entran al AMG cada día, con más de 8,000 unidades de tráileres, a través de 7 vías principales carreteras de ingreso, 6 de ellas conectadas por el macrolibramiento que rodea la ciudad. Tener acceso a este tipo de información es también una ventaja para el análisis e implementación de esquemas de última milla, ya que la disponibilidad y el acceso a datos son considerados un obstáculo importante para el éxito de esquemas de transporte urbano sustentable (Kin et al., 2017).

Proyectos como el Centro Logístico de Jalisco brindan una oportunidad de trabajar con plataformas logísticas de gran escala para la implementación de esquemas colaborativos de transporte y específicamente de última milla. Este centro tiene una superficie de más de 12,000 ha y se orientó, desde el nivel de planeación de proyecto, a la infraestructura industrial, de aduanas y tráfico terrestre para comercio local e internacional. Este tipo de centros logísticos son un factor para evitar una de las mayores barreras a la implementación de esquemas de última milla en entornos urbanos: los problemas de infraestructura y urbanismo. Este tipo de barreras tiene que ver con la poca disponibilidad de terreno para construcción de almacenes y la planeación urbana a sus alrededores (Bates et al., 2018; Bosona, 2020). El Centro Logístico de Jalisco es potencialmente una solución a este problema en el entorno del AMG y contribuye a una exitosa implementación de esquemas de última milla en el largo plazo.

Estas razones hacen del Área Metropolitana de Guadalajara la mejor opción para llevar a cabo el caso de estudio de última milla en ciudades mexicanas. Mediante un análisis de perspectivas de nivel múltiple (MLP) se busca analizar la posibilidad de la implementación de esquemas innovadores de última milla tomados de contextos internacionales.

5.4.1. MARCO REGULATORIO DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

El marco regulatorio, como se mencionó en los capítulos anteriores, es principalmente federal, sin embargo, los estados y municipios pueden regular también sobre temas de movilidad. Para el Área Metropolitana de Guadalajara existen las regulaciones que se presentan a continuación.

Regulación del flete en Jalisco y Guadalajara

El transporte de carga en el Área Metropolitana de Guadalajara también está bajo la regulación local. Los Lineamientos Técnicos Generales para la Regulación de la Circulación de Vehículos de Carga en la AMG, incluye la clasificación vehicular, horarios de restricción, excepciones, descripción del Mapa y Anexos, y se considera la circulación dentro del polígono de restricción. El polígono incluye: Carretera a Colotlán, a 6 kilómetros al norte de la intersección con Juan Gil Preciado, Carretera a Zacatecas, intersección al límite norte del AMG o a su cruce con el Río Santiago en el kilómetro 28 de la carretera, Carretera a Zapotlanejo (cuota), intersección con Periférico Oriente, Carretera a Zapotlanejo (libre), intersección con Nuevo Periférico, Carretera a Chapala intersección con Carretera a El Salto, Carretera a Jiquilpan intersección con Circuito Metropolitano Sur y Carretera a Tepic, a 5 kilómetros al poniente de la intersección con Periférico Poniente, como se puede ver en la Figura 9.



Figura 9. Polígonos de restricción por horarios.



Fuente: Gobierno de Jalisco.³

En esos mismos lineamientos se establece un horario de restricción para cierto tipo de vehículos. El periodo de regulación de la circulación es de lunes a domingo entre las 06:00 y las 09:00 horas, y los tipos de vehículos con restricción son Camión con remolque, Tractocamión Configuraciones Simples, Tractocamión Configuraciones con Semirremolque y Remolque o Semirremolque Doble.

Ley de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco

Regula el transporte y la movilidad en el estado de Jalisco, incluyendo a los peatones, ciclistas, movilidad no motorizada, motociclistas, automovilistas y transporte público, así como a los transportistas de carga y redes de transporte. Establece las bases para programar, organizar, administrar y controlar la infraestructura con origen y destino para todos los usuarios del transporte, y determina las bases para planear, establecer, regular, administrar, controlar y supervisar los servicios de transporte público.

La Ley de Transporte y Movilidad establece la implementación de los avances tecnológicos para el transporte público y el control vehicular; las autoridades de aplicación de dicha ley; los requisitos para transitar en la vía pública; las autorizaciones y los permisos. Incluye regulaciones para los servicios a la demanda vía aplicaciones móviles, pero apenas menciona regulaciones para los vehículos no motorizados, como las bicicletas. Los vehículos eléctricos están exentos de presentar los papeles de verificación. También existe el Manual de ciclismo urbano del Gobierno de Jalisco, el cual no es un documento normativo, pero informa sobre las responsabilidades y derechos de los ciclistas urbanos. Menciona que las bicicletas no necesitan registrarse, lo cual también incluye a las bicicletas y triciclos de carga.

3 <https://jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/99889>.



Otras normativas

Un factor importante para considerar es la ley de inversión extranjera, de acuerdo con la cual:

“Las empresas extranjeras no pueden transportar carga interestatal en México. Con ello se pretende proteger al sector de transporte de mercancías mexicano de ser sobrepasado por la fuerza financiera de las empresas de transporte estadounidenses. La ley establece que las empresas mexicanas con inversión extranjera (empresas privadas de transporte) sólo pueden transportar su propia mercancía. El resultado de dicha norma es que una vez que la flota ha descargado su mercancía, el viaje de regreso se hace con un camión vacío, ya que sólo puede acarrear sus propios productos.” (ICCT, 2017). Si bien el objetivo es proteger el mercado interno de transporte de mercancías, esta medida ocasiona desperdicio de la capacidad de transporte, y reduce la eficiencia de los viajes.

Brecha normativa

La micromovilidad no está incluida en la normativa nacional o estatal, y debe ser revisada por cada municipio (Rivas Uribe, 2019). Existe un vacío regulatorio para el sector de la última milla, no se encontraron regulaciones para la entrega de paquetería en camioneta, tarifas de consolidación ni emisiones.

5.4.2. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

TERRITORIO

El Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) está formada por nueve municipios: Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Zapotlanejo y tiene un territorio de 3,265.46 kilómetros cuadrados, donde viven más de 5 millones de personas, esto representa más del 60% de la población del estado. El mayor territorio pertenece al municipio de Zapopan, mientras que el más poblado es Guadalajara, con el 24% de los habitantes.

La densidad urbana es notablemente más alta en las zonas de Guadalajara, Zapopan y Tlaquepaque, los demás municipios tienen asentamientos rurales en sus territorios, siendo Zapotlanejo⁴ el de menor índice de urbanización, donde sólo el 1.6% se considera urbanizado. Las zonas con mayor densidad de población, como Guadalajara, Zapopan y Tlaquepaque, son las que tienen más envíos de última milla. Es en estas zonas en donde se deben concentrar esfuerzos hacia la sustentabilidad de ese tramo logístico.

4 De acuerdo con el Decreto 25400/LX/15 el Congreso del estado de Jalisco decretó que el Área Metropolitana de Guadalajara esté integrada por los municipios de: Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo.

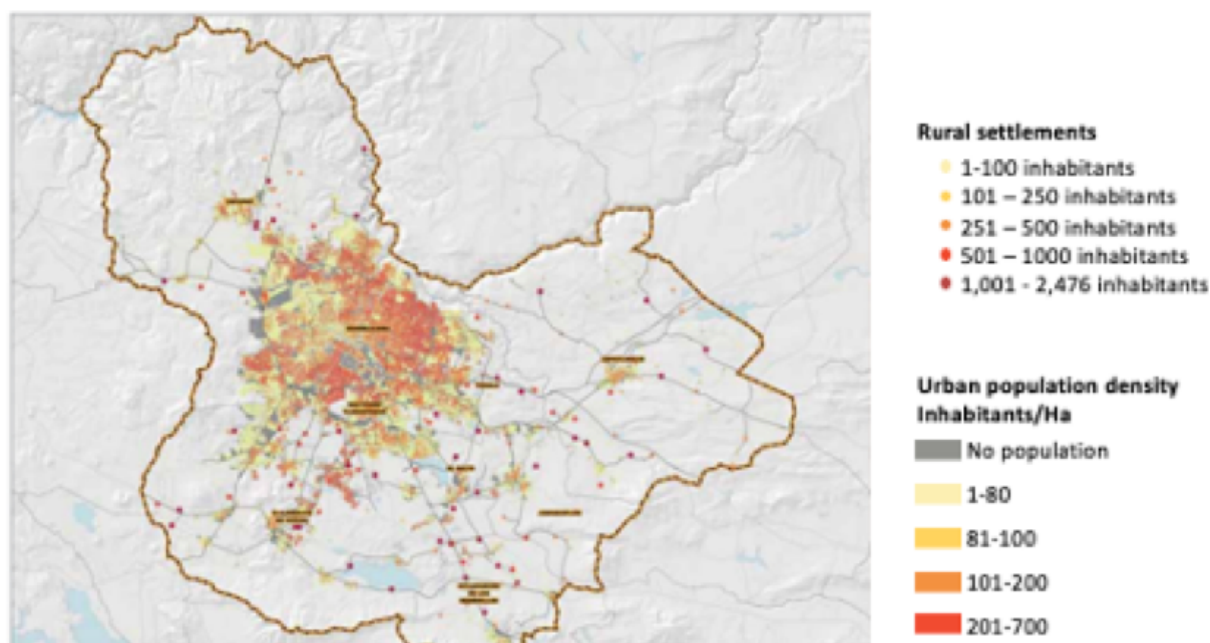


Tabla 1. Características de los municipios del AMG.

Municipio	Superficie total (Ha)	Superficie urbana (Ha)
Zapopan	101,724	22,129
Zapotlanejo	73,233	2,284
Tlajomulco de Zúñiga	68,250	11,711
Ixtlahuacán de los Membrillos	18,432	2,396
Tonalá	15,650	6,723
Guadalajara	15,036	13,815
Juanacatlán	14,122	432
San Pedro Tlaquepaque	11,860	8,568
El salto	9,239	4,404
Total AMG	326,546	72,463

Fuente: POTMET (IMEPLAN).

Figura 10. Densidad poblacional del AMG.



Fuente: POTMET (IMEPLAN).

En el Área Metropolitana de Guadalajara el 22% del territorio se considera urbano y para asentamientos humanos, según el reglamento de uso de suelo, y el 40% del territorio tiene uso agrícola. El territorio se encuentra sobre cerros en el 56% de su superficie, lo que hace que el 19,8% del terreno sea propenso a las inundaciones. La ciudad depende del lago de Chapala para su agua, es



la fuente del 70% del consumo de agua en la AMG. La zona metropolitana también incluye áreas naturales protegidas, como el “Bosque de la primavera”.

DEMOGRAFÍA

La población total de la AMG es de 5,243,392 habitantes, el 51% se identifica como mujer y el resto (49%) como hombre. Del total de la población de la AMG, el 24% es menor de 14 años, el 67% tiene entre 15 y 65 años y el 9% es mayor de 65 años. Las familias tienen un promedio de 2.1 hijos entre los 9 municipios de la ciudad (Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, 2020). El 99% de la población de la AMG vive en vivienda particular, de la cual el 16% tiene automóvil, el 3% moto y el 7% confía en la bicicleta para su transporte personal (Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco, 2020).

ECONOMÍA

Jalisco fue, en 2018, el cuarto estado en contribución al Producto Interno Bruto (PIB) nacional con 7.1%, y el AMG concentró alrededor del 75% de la actividad económica estatal. Las principales actividades que contribuyen al PIB de Jalisco son la industria manufacturera (21,6%), la inmobiliaria (12,9%), el comercio al por mayor (11,6%), el comercio al por menor (10,3%), la construcción (6,8%), la agricultura (5,8%), el transporte (5,2%) y los servicios financieros (4,2%). En la AMG las contribuciones al PIB están relacionadas en un 47% con los servicios, en un 32% con el sector manufacturero y en un 21% con el comercio. Según UN-Hábitat, el sector informal en la AMG representa el 10,5% del PIB de Jalisco. La importancia de Jalisco y del Área Metropolitana de Guadalajara en el PIB nacional demuestra que una gran cantidad de industrias seguirán migrando hacia Guadalajara, generando más volumen en distribución de última milla para satisfacer las necesidades de la ciudad y población.

En cuanto a las actividades que se identifican podrían tener un impacto en los esquemas de última milla son el comercio, la industria alimentaria, industrias relacionadas con la producción de materias primas (electrónica, plástico y caucho, metal y confecciones) y la construcción, que puede ser indicador del tipo de infraestructura con mayor crecimiento. Un acercamiento al tema de comercio, tanto al por menor como al por mayor, la AMG tiene el 59% de los establecimientos del estado. Guadalajara tiene el 44.36% de los establecimientos de comercio del AMG, seguido de Zapopan con el 21.46%. Respecto a la industria alimentaria es el 5.98% del PIB de Jalisco, donde la AMG tiene el 50.7% de los establecimientos de la industria alimentaria. En la ciudad, Guadalajara tiene el 39% de los establecimientos, seguido de Zapopan con el 24%. La industria de bebidas y tabaco aporta el 3.26% del PIB de Jalisco, y en la AMG se encuentra el 66.4% de los establecimientos. Guadalajara tiene el 33.9% de los establecimientos del AMG, Zapopan el 28.4% y San Pedro Tlaquepaque el 12.69%. Respecto a industria electrónica aporta el 1,74% del PIB estatal y representa el 51,8% de las exportaciones de Jalisco; la industria del plástico y el caucho aporta el 2,56% del PIB de Jalisco, y el 10,87% de las exportaciones; y finalmente, la industria del metal representa el 1,07% del PIB de Jalisco y el 2,52% de las exportaciones. Por último, Edificios es el rubro donde más se gastó en construcción en Jalisco (enero de 2021), seguido de transporte y urbanización.

Todos estos datos indican que el Área Metropolitana de Guadalajara tiene una movilidad importante de bienes y que las rutas de movilidad van, en su mayoría, de los municipios que conforman el AMG al resto del estado. El traslado de bienes finales a los consumidores fuera de esta zona requerirá de infraestructura y esquemas para satisfacer la demanda creciente. Al mismo tiempo, al ser un punto importante de producción en varios sectores, el transporte de materia prima, así

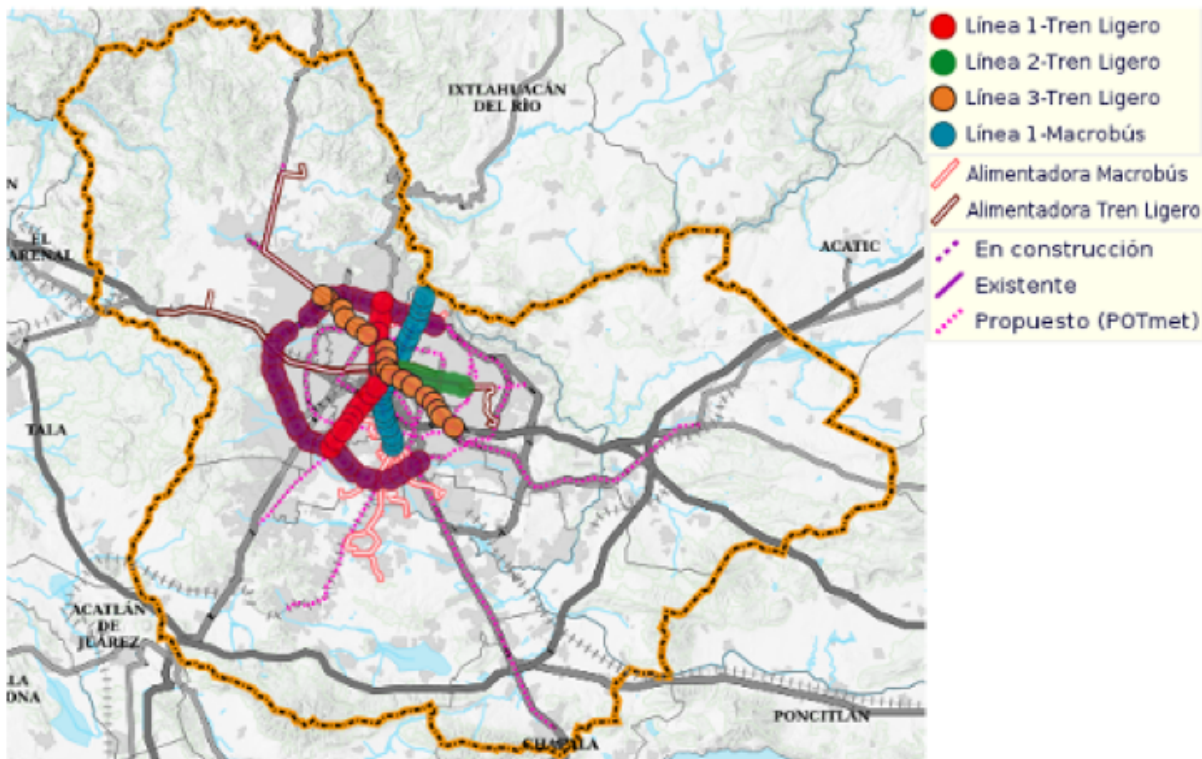


como la exportación de los bienes intermedios y finales, a otros estados e incluso a otros países, también implica la construcción de puntos de reparto y la mejora de las vías de comunicación para hacer eficiente la logística. Si bien, el tema de la movilidad de materiales de importación y exportación requiere de la intervención de actores no sólo locales, sino federales, el AMG tiene una oportunidad importante para instrumentar esquemas sustentables de reparto de mercancías al interior de los municipios.

TRANSPORTE

La AMG cuenta con una red de transporte público que incluye un tren ligero, una red de autobuses y un sistema BRT. El tren ligero tiene tres líneas diferentes y 30 estaciones, con más en construcción, las líneas de autobús y trolebús cubren la mayor parte de la ciudad, y el BRT llamado MiMacro cubre más de 16 kilómetros con 27 estaciones, otra línea está actualmente en construcción. Esto permite que el 89% de la población tenga acceso al transporte público a través de más de 5.000 vehículos. Los tres modos pueden utilizarse con una sola tarjeta “Mi movilidad”. La red de transporte de pasajeros, que incluye el tren ligero, BRT y red de autobuses, puede ser utilizada para esquemas de distribución de última milla en lugar de camionetas de distribución. Para estos esquemas se pueden utilizar carritos (tipo diablito) o para distribución de paquetería ligera. Existe una red de infraestructura de ciclovías, que cuenta con 82 ciclovías, que equivalen a más de 123 km, que podría ser utilizada para soluciones de bicicletas de carga. Guadalajara y Zapopan destacan por sus inversiones de fondos locales para proyectos de infraestructura ciclista. También, el AMG cuenta con un sistema de bicicletas compartidas llamado “Mi Bici”.

Figura 11. Infraestructura de transporte público del AMG.



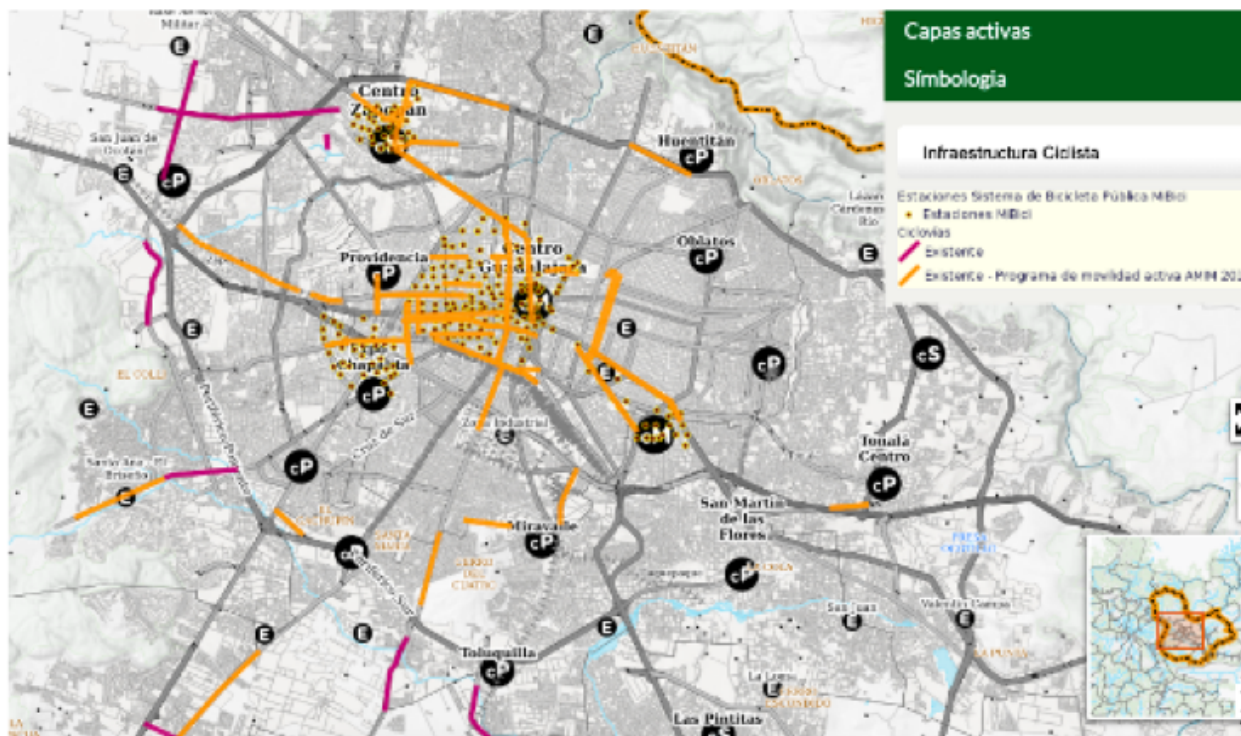
Fuente: POTMET (IMEPLAN).



La infraestructura vial del AMG es crucial para la ciudad. Por sus carreteras principales circulan diariamente más de 10.000 vehículos, de los cuales el 80% son remolques. Es un importante punto de acceso hacia Manzanillo, uno de los puertos más importantes y de entrada de carga al país.

En Jalisco, de 2000 a 2019, el parque vehicular ha registrado un incremento de 200.1%, el tercero más grande del país, al pasar de 1 millón 303 mil vehículos en 2000 a 3 millones 910 mil en 2019. Esto representa una tasa de crecimiento promedio anual del 6,0%. El incremento del año 2018 al 2019 fue de 4.8%, el crecimiento para el transporte de carga en el mismo año fue de 2.6% en Jalisco. El crecimiento de la flota de transporte de carga, de 2.6% de 2018 a 2019, demuestra que se requieren soluciones hacia una última milla sustentable, porque el mercado sigue creciendo y la infraestructura puede llegar a ser insuficiente, provocar tránsito más intenso y, por lo tanto, mayores emisiones contaminantes.

Figura 12. Infraestructura ciclista del AMG.



Fuente: POTMET (IMEPLAN).

El Área Metropolitana de Guadalajara cuenta con el 64.3% del total del parque vehicular del estado de Jalisco con 2 millones 514 mil 679 vehículos circulando. Zapotlanejo es el municipio con más vehículos por cada 100 habitantes, con 64.8, seguido de Guadalajara y Juanacatlán (IIEG, 2020). La ciudad también cuenta con una red de infraestructura ciclista de más de 120 kilómetros.

El ferrocarril tiene 1,472 km de infraestructura y recorre 6 municipios. Tlajomulco y Zapopan son los que tienen más kilómetros de ferrocarril con 38.8 kms y 27.1 kms. El ferrocarril no se utiliza habitualmente para la distribución de mercancías y no está disponible para el transporte de pasa-



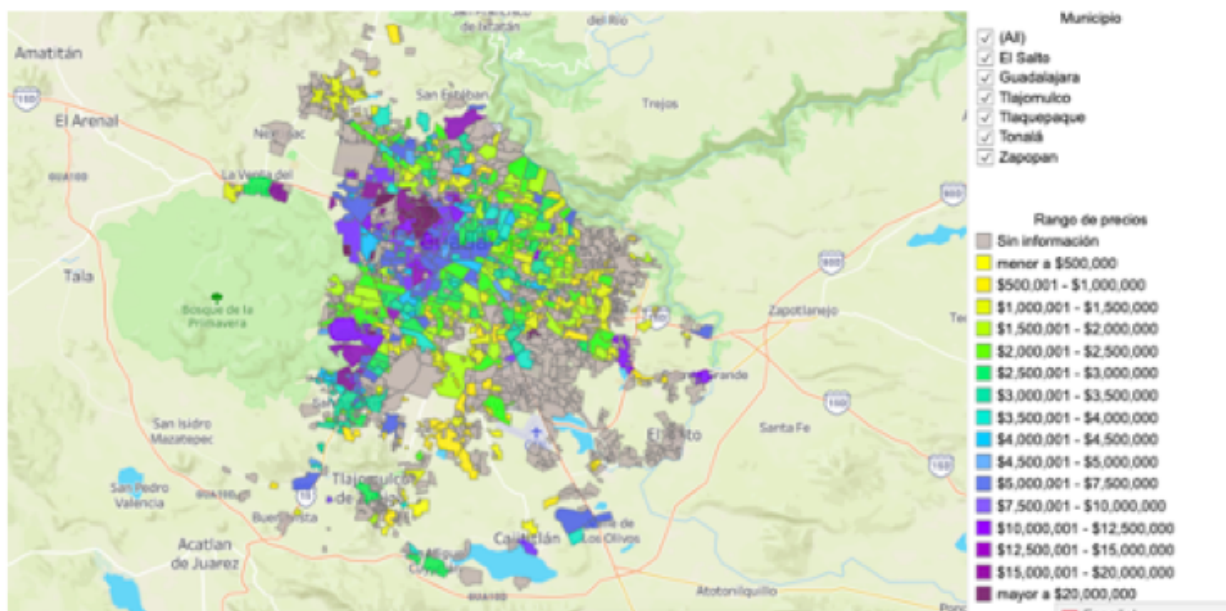
jeros. El aeropuerto de Guadalajara se encuentra a 17 km al sur de la ciudad, y sirve a 48 destinos: 26 destinos nacionales y 22 internacionales, y es el aeropuerto con más vuelos de carga en el país, moviendo 166 mil toneladas cada año (Romo, 2019).

EDIFICACIONES

Los intereses del mercado inmobiliario para actividades logísticas y de distribución sigue creciendo en Jalisco desde 2014, representa el 57% de las edificaciones, frente al 38% destinado a la manufactura. El año 2017 representó el mayor crecimiento en superficie dedicada a espacios logísticos, con 200,000 m² absorbidos, seguido del 2019 con 190,000 m², influenciado por negocios como Amazon, Mercado Libre, Kavak y Walmart, relacionados con el comercio electrónico y el retail. La tendencia de crecimiento de las operaciones de comercio electrónico continuará, y serán necesarias más instalaciones logísticas para mantener la demanda (RealEstate Market, 2020).

El costo promedio de la compra de vivienda es más alto en Zapopan y Guadalajara, se muestra en la figura 13, mientras más lejos de estos municipios es generalmente más asequible.

Figura 13. Costo promedio de vivienda.



Fuente: POTMET (IMEPLAN).

TECNOLOGÍA

Jalisco cuenta con su propia Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología, que tiene como objetivo crear las condiciones favorables para promover, coordinar y contribuir al desarrollo regional a través de la innovación y el desarrollo educativo, científico y tecnológico. Su visión para el año 2024 es consolidar a Jalisco como un referente nacional en innovación, ciencia, tecnología y educación superior (Sicyt, 2020). La secretaría también tiene como objetivo establecer una cultura de innovación y emprendimiento para generar soluciones innovadoras que aceleren el desarrollo económico y social; fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas; y aumentar



la cobertura en educación superior (Sicyt, 2020). Jalisco es un estado altamente enfocado en la tecnología, por cinco años consecutivos ha ocupado el segundo lugar en número de registros de patentes e invenciones a nivel nacional (Sicyt, 2020b).

Algunas actividades que demuestran el interés del estado por la ciencia son los programas estatales, por ejemplo, el Premio Estatal Jalisco de Ciencia, Tecnología e Innovación, que anualmente reconoce y otorga una compensación monetaria a académicos, investigadores o estudiantes por su trabajo que impacta a su comunidad y contribuye a resolver los principales problemas del estado (info Jalisco, 2020).

Eventos y programas como Talent Land Jalisco acercan a miles de estudiantes y jóvenes profesionales a la innovación, las empresas, la tecnología y otras redes, a través de conferencias, talleres y hackatones. Talent Network, encargada de organizar el evento Talent Land, también organiza otras iniciativas que involucran a la ciencia y la innovación en el estado de Jalisco.

POLÍTICA Y REGULACIÓN EN MATERIA DE TRANSPORTE

La Área Metropolitana de Guadalajara tiene nueve municipios, ocho de ellos, Guadalajara, Zapopan, Zapotlanejo, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá, Juanacatlán, San Pedro Tlaquepaque y el Salto son gobernados por presidentes municipales bajo el partido Movimiento Ciudadano. Sólo Ixtlahuacán de los Membrillos es gobernado por un presidente municipal del PRI. Las elecciones se celebrarán a mediados de 2021. El estado también es gobernado por un gobernador del partido Movimiento Ciudadano.

Las políticas de transporte y movilidad en 1989 se enfocaron hacia el transporte masivo de pasajeros con la infraestructura del tren ligero. El primer plan para el tren ligero debía continuar hasta 2025, pero la alternancia en el gobierno del partido PAN cambió el plan de 1995 a 2006.

Actualmente, los municipios de Guadalajara y Zapopan son los que más se han enfocado en movilidad sustentable, han implementado esquemas de bahías de carga y descarga, aumentado la infraestructura ciclista, y convertido avenidas en zonas 30, priorizando la movilidad peatonal y de bicicletas, con un enfoque de seguridad vial. Estos proyectos han sido impulsados por el IMEPLAN, que tiene por objeto reforzar en la gestión de proyectos estratégicos y recursos económicos para mejorar la provisión de los servicios públicos a escala metropolitana.

Proyectos como C40, que colaboró con el IMEPLAN en la creación del Plan de Acción Climática de Guadalajara; y Bloomberg Philanthropies Initiative for Global Road Safety, que busca mejorar la situación de seguridad de la movilidad peatonal y ciclista en la ciudad, están en constante colaboración con el gobierno local y metropolitano.



5.5. ANÁLISIS DE LA ÚLTIMA MILLA EN EL CONTEXTO DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

5.5.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS SERVICIOS DE ENTREGA EN MÉXICO Y EL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA. PERIODO 1980 – 2019

Landscape

Para analizar la evolución histórica del sector bajo estudio, se consideró el periodo de 1980 a la actualidad. Es importante mencionar que, durante este periodo de tiempo, se dieron cambios importantes en el país con respecto a la política económica que han seguido los distintos gobiernos de la federación. A partir de la crisis de la deuda de 1982, la política económica del país se ha enfocado a reducir las barreras al comercio para lograr una mayor integración de México en el mundo. Asimismo, el gobierno Federal se ha enfocado a alentar la inversión privada reduciendo la participación del Estado en actividades productivas. Además, los gobiernos se han ocupado en mantener la estabilidad macroeconómica del país. En este contexto, el país también se ha visto influenciado por tendencias a nivel internacional, que han llevado al país a establecer compromisos con el medio ambiente, principalmente orientados a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Recientemente, el sistema se ha visto impactado por un cambio repentino debido a la pandemia global ocasionada por el virus SARS-CoV-2.

Con respecto a la mensajería, el inicio de este segmento se inició en 1981 con la creación del Servicio Acelerado de Mensajería Internacional (SAMI), el cual pasó a ser en ese mismo año el Servicio de Correspondencia Agrupada (SERCA). Sin embargo, el sistema de mensajería correspondía a una extensión del sistema de correo mexicano. Asimismo, a partir de esta década aparecieron empresas privadas tanto nacionales como internacionales entre las que se encuentran Estafeta, Multipack, DHL, UPS y FEDEX, por mencionar algunos ejemplos. Estas empresas comenzaron un proceso de competencia con el sistema de correo público. Como respuesta el Servicio Postal Mexicano (SEPOMEX) creó MEXPOST como una de las divisiones de negocios enfocada a mensajería acelerada. Con la creación de la nueva Ley del Servicio Postal Mexicano y el Reglamento de Operación del Organismo Público de 1988, reconoció el carácter mercantil del servicio de correos, pero ratificaba el monopolio del organismo estatal. Asimismo, también reconoció la mayor presencia del sector privado, en donde los mercados regularían estas actividades. Sin embargo, la ley no se aplicó y el mercado de correos, mensajería y paquetería es uno de los más abiertos y desregulados del mundo. Es importante recalcar, que, Estafeta comenzó operaciones en 1979, mientras que Multipack fortaleció su participación a mediados de los ochenta. En el caso de las empresas internacionales, éstas iniciaron operaciones en México a principios de los años ochenta (Brito-Rojas, 2000). En el caso de SEPOMEX, este organismo pasó a ser Correos de México en el año 2008. Como señala Navarro-Campos (2020), Correos de México se ha quedado rezagado con respecto a la incorporación de tecnología a sus operaciones y un ejemplo de ello es el limitado uso de medios electrónicos para el rastreo de paquetes, lo que ha hecho que la empresa sea ineficaz principalmente en el contexto del aumento del comercio electrónico. Esto ha hecho que empresas privadas vayan desplazando a Correos de México al ofrecer un servicio más eficiente e integral (Navarro-Campos, 2020).



Como se mencionó al principio de este documento, el desarrollo de la tecnología y del comercio electrónico ha modificado los patrones tradicionales de venta, los cuales se vieron reforzados por la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2. Es importante señalar que el internet en México comenzó en 1987 con una conexión de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a un servidor de San Antonio, a través del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Sin embargo, las conexiones públicas y privadas comenzaron a partir de la década de 1990. No es hasta después del año 2000, cuando se da un auge importante en la adopción de estas tecnologías. Entre 2009 y 2019, el número de usuarios de internet se triplicó. Asimismo, el comercio electrónico pasó de representar el 3% del Producto Interno Bruto (PIB) a nivel nacional a 5% de este valor (González-García, 2020). Es importante señalar, que el Estado de Jalisco representó el 27.5% de las ventas al por mayor electrónicas registradas en el año 2018 (INEGI, 2019). Recientemente, y con la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2, el comercio electrónico ha tenido un auge significativo, y algunos comercios experimentaron hasta un crecimiento del 300% (AMVO, 2020).

Así, como los avances tecnológicos en las herramientas computacionales han tenido un impacto importante en el desarrollo de esquemas de entrega de productos, los sistemas de transporte que se han adoptado, han tenido un impacto en el régimen socio-tecnológico. En el caso de la flota vehicular existente en los municipios del AMG, también un impacto importante en los medios de transporte utilizados para realizar el reparto de mercancías. En el caso del AMG, la tendencia observada en el parque vehicular presenta un aumento considerable de motocicletas en el periodo 1980 a 2019, en el que se pasó de 21,541 unidades a 307,208 unidades. Lo anterior representa un aumento de casi 15 veces. Es importante señalar, que, en 2019, el municipio de Guadalajara concentraba el 40% del parque total de motocicletas. Asimismo, en el caso de camiones y camionetas de carga, el aumento fue de poco más de 6 veces. Con respecto a este tipo de transporte, es importante señalar que, en 2010, el 1% del parque total correspondió a unidades tipo van de carga (INEGI, 2021). A pesar de la existencia de información histórica por municipio, no existe información sobre el uso de bicicletas. Sin embargo, es posible que, en los últimos años, y gracias a programas como Mi Bici, la participación de este medio de transporte haya aumentado de manera significativa. (Mi Bici, 2021).

Con respecto al marco institucional, como se mencionó en la sección anterior, durante el periodo 1980 – 2019, la legislación se ha enfocado a regular la circulación de vehículos de carga, al controlar la clasificación de carga, y los horarios de tránsito, entre otros aspectos. Asimismo, la legislación principal del Estado corresponde a la Ley de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco, que se enfoca a regular el transporte y la movilidad en el Estado de Jalisco, como se mencionó anteriormente. Es importante señalar, que esta legislación no incluye nuevas formas de transporte como las bicicletas. Tampoco se hace referencia a esquemas novedosos como la última milla ni las innovaciones tecnológicas derivadas de estos esquemas. Sin embargo, la regulación considera los servicios a la demanda vía aplicaciones móviles. A nivel Federal, la Ley de Inversión Extranjera, ha limitado la reducción en la eficiencia del transporte de carga.

Finalmente, existen presiones externas al sistema relacionadas con metas ambientales más ambiciosas especialmente con respecto al cambio climático. Si bien, la legislación a nivel nacional está definida en la Ley General de Cambio Climático, el Estado de Jalisco también ha establecido un marco normativo con respecto a este tema. La Ley para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco publicada en 2015 está orientada a establecer los principios, criterios, ins-



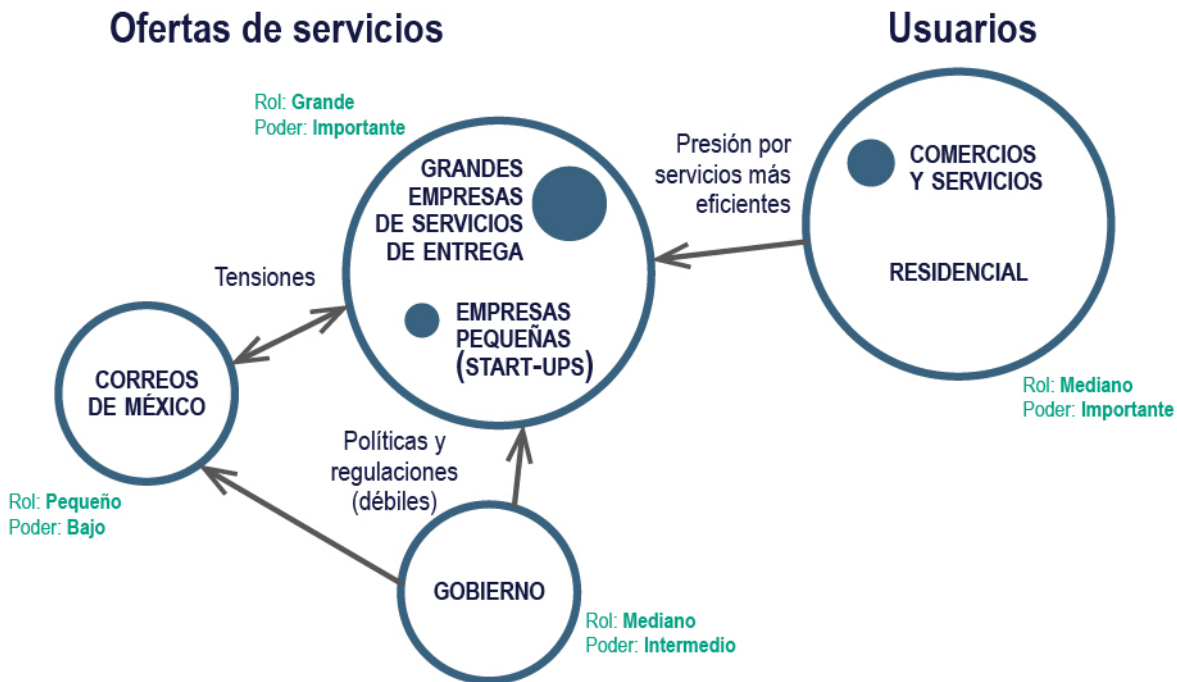
trumentos y órganos para la aplicación de la Política Estatal en términos de cambio climático. Asimismo, busca definir las bases para el desarrollo de políticas públicas tanto a nivel estatal como municipal, con respecto a la adaptación y mitigación al cambio climático, de manera que contribuyan al cumplimiento de metas nacionales e internacionales en el mediano y largo plazo (Gobierno de Jalisco, 2015). Como parte de estos esfuerzos, el Gobierno de Jalisco, establece Programa Estatal para la Acción ante el Cambio Climático (PEACC), el cual se basa en la guía de elaboración de programas de cambio climático estatales de SEMARNAT y el INECC, la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, el Acuerdo de París y las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés). Estos factores, han llevado al Estado a buscar de manera local mecanismos y acciones que puedan reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero.

5.5.2. LAS COMPAÑÍAS PRIVADAS Y LAS PRESIONES EXTERNAS AL SISTEMA (RÉGIMEN)

Sin duda, el periodo analizado anteriormente, presenta distintas presiones tanto internas como externas que han modificado el desarrollo de los sistemas logísticos de reparto. Desde el punto de vista de las transiciones socio-tecnológicas, puede decirse que el sistema se ha encontrado sin una organización clara, en donde las empresas privadas han tomado un mayor poder para dominar los sistemas de mensajería y reparto. Si bien, esta tendencia se observa a nivel nacional, esto se replica en el AMG. Asimismo, el sistema se ha encontrado en una fase de reproducción, en la que las empresas privadas se han introducido y guiado al sector de mensajería y paquetería siguiendo las tendencias internacionales que se basan en nuevos esquemas de entrega y de compras en línea. Recientemente, el sistema ha estado bajo presión particularmente por dos agentes externos del landscape que han introducido cambios significativos. En primer lugar, se tiene la presión por buscar mejores medios de entrega de productos que puedan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; mientras que en segundo lugar la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 ha cambiado patrones de comportamiento que han promovido las entregas a domicilio y el comercio en línea. Junto con estas presiones, el desarrollo tecnológico de los sistemas de transporte hacia sistemas eléctricos y el desarrollo de la inteligencia artificial y la popularización del uso de drones, han ejercido presiones tecnológicas al sistema. A pesar de ello, los sistemas de última milla innovadores se encuentran todavía en desarrollo, por lo que si bien, estos shocks han sacudido de manera importante al sistema, no se observa todavía una transición de desalineación y reordenación, sino una transición transformacional. Con respecto a cada uno de los actores del sector, el papel del sector privado ha sido importante en la conducción de su desarrollo, teniendo un papel central en las últimas décadas. Es posible observar además que el papel del Estado, y principalmente de Correos de México ha ido disminuyendo debido a su rezago tecnológico, además de que el Estado no ha desarrollado la regulación necesaria para poder guiar al sector hacia nuevas innovaciones. El poder del Estado se ha visto disminuido con respecto al sector privado, lo que también es un reflejo del enfoque en la política social y económica de todo el país. En el caso de la sociedad civil, es posible observar que, a medida que las tecnologías de la comunicación conectan a las personas directamente con los productores, su participación ha aumentado de manera considerable desde la década de 1980. En la siguiente figura se muestra la relación entre los agentes existentes en este sistema socio-tecnológico, señalándose el tamaño del papel que han jugado, así como su poder en el moldeado del sistema actual. Es importante señalar, que en el caso del tamaño del rol se consideraron tres niveles subjetivos, (grande>mediana>pequeña), al igual que en el caso de su poder (importante>intermedio>bajo).



Figura 14. Relaciones entre los actores 1980–2019.



Fuente: Elaboración propia basado en Jano-Ito y Crawford-Brown (2016).

En esta sección se presentó la evolución del sector de última milla para el periodo de 1980 a 2019. Como se observó distintas presiones tanto externas como internas han colocado al sistema en un punto en el que podría ser posible transitar hacia esquemas novedosos que puedan por un lado contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero como lograr una recuperación económica verde a partir de la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2. Si bien, se identificaron algunas dificultades, el sistema también se encuentra en el punto en el que sería posible apoyar esquemas tecnológicos que cambien el régimen existente a través de una transición de desalineación y reordenación, que se requiere para alcanzar las metas climáticas tanto a nivel nacional como a nivel internacional. En lo que resta del trabajo, se analizará a partir del marco metodológico explicado con anterioridad, la visión de los distintos actores para lograr esta transición, además de los puntos críticos necesarios para alcanzarla. Inicialmente, se realizará un análisis de las presiones internas y externas que existen en el sistema, y que de seguir como se encuentran llevarían al sistema a una ruta inercial sin posibilidad de lograr una transición hacia un esquema sustentable. Posteriormente se analizarán los factores necesarios para lograr una transición socio-tecnológica del sistema.

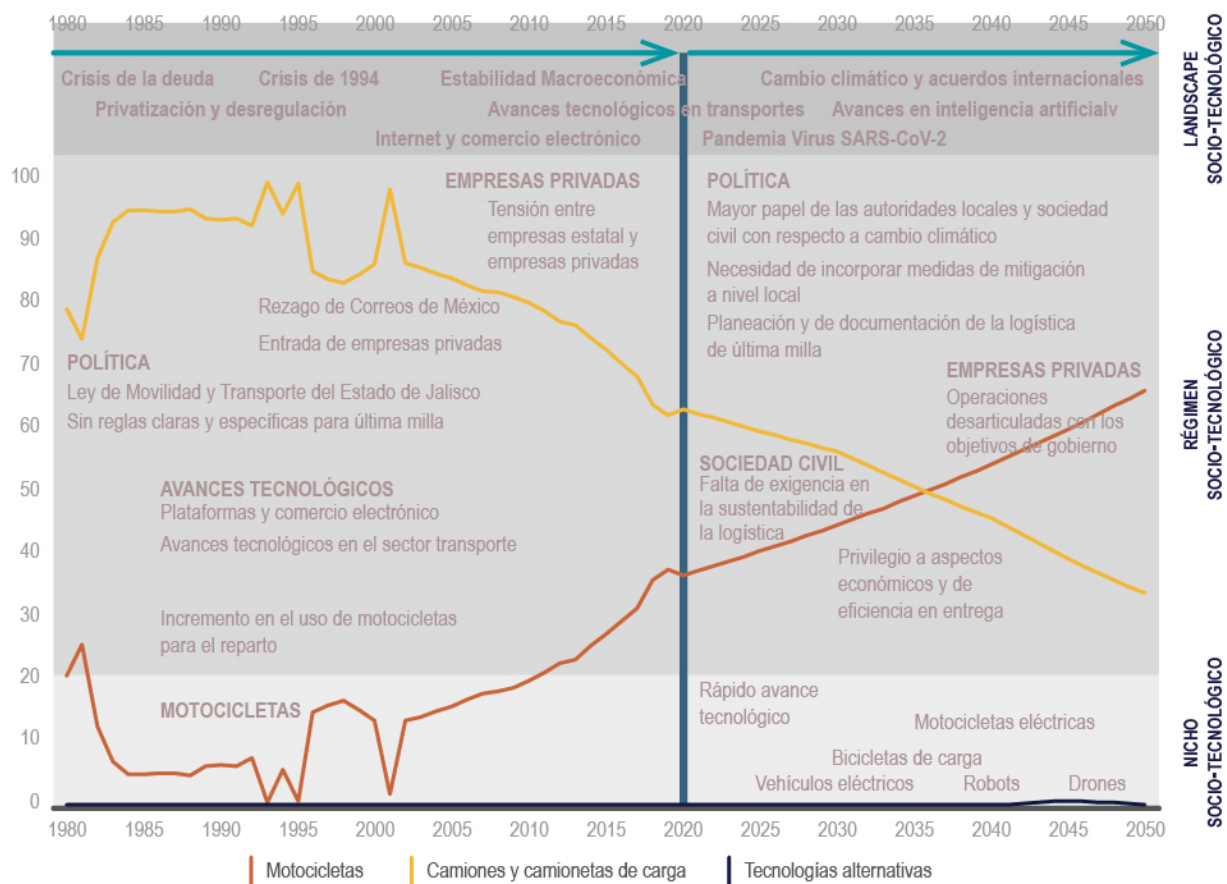
5.5.3. DESARROLLO INERCIAL DE LA LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA EN EL AMG

El siguiente diagrama muestra la evolución del sector de última milla desde el contexto del MLP, así como los posibles impactos de continuar con el régimen actual (el cual se describe en las siguientes secciones). Es importante señalar, que la figura presenta el porcentaje de participación de las tecnologías en la matriz de transporte de última milla para el AMG y su posible evolución



de mantenerse la situación actual de este sistema socio-tecnológico. Debido a las limitaciones en la información existente, para el caso de camiones y camionetas de carga no se hace una distinción entre los vehículos de reparto y los vehículos que se utilizan para actividades como construcción, transporte de combustibles y otros productos químicos entre otros, los cuales si se incluyen dentro de esta categoría de clasificación definida por el INEGI. En el caso de las motocicletas, se asumió que un gran porcentaje de este medio de transporte se utiliza para fines de reparto de mercancías.

Figura 15. Evolución socio-tecnológica inercial.



Fuente: Elaboración propia basado en Jano-Ito y Crawford-Brown (2016).

5.5.4. PRESIONES TECNOLÓGICAS Y POLÍTICAS (LANDSCAPE)

Como se mencionó anteriormente, el sistema socio-tecnológico analizado está sujeto a distintas presiones. Asimismo, se identificó a partir de las entrevistas, la importancia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que implican además un nuevo paradigma social y económico (Freeman y Pérez 1988, Müller 2019). Debido al creciente mercado del comercio electrónico, tanto las expectativas de los consumidores como los modelos de negocio están cambiando. Así, la creciente demanda del comercio electrónico puede caracterizarse como un cambio regular



a nivel de landscape en lo que respecta a la distribución de la última milla, lo que, por ejemplo, se ha traducido en una disminución del tamaño de los envíos y, en consecuencia, en un mayor número de entregas de paquetes y recorridos de recogida (Müller 2019).

El sector del transporte mundial está experimentando una transformación hacia la sostenibilidad, debido a la creciente concienciación pública sobre el cambio climático y, por tanto, los impactos negativos asociados a las operaciones de entrega de última milla, como la congestión, la contaminación, las emisiones de gases de efecto invernadero, el ruido, etc., son percibidos como la principal presión por los entrevistados. Por ello, se han introducido estrategias de mitigación de emisiones en todo el mundo. En Europa, la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, entró en vigor el 11 de junio de 2008. Esta directiva estipula la autorización de la concentración de emisiones del tubo de escape, por ejemplo, de partículas (PM), ozono y CO (CE 2008).

Además, el Libro Blanco de la Comisión Europea de 2011 sobre el transporte establece el objetivo de eliminar los coches de combustible convencional en las ciudades para 2050 con el fin de reducir las emisiones de carbono en el transporte en un 60% (CE 2011). La presión se ha trasladado a las autoridades regionales y locales, quienes comienzan a integrar estos objetivos a nivel local. Además, la presión sobre las ciudades ha aumentado desde que las ONG comenzaron a demandar a las autoridades municipales cuando se han superado los límites permitidos de emisiones en las zonas urbanas (Müller 2019).

Como se presentó en la sección anterior, México estableció una política de cambio climático desde el periodo de análisis anterior, con la Ley General de Cambio Climático, la cual reconoce el papel del sector público y de la sociedad para actuar frente a este problema, y también reconoce el derecho a un medio ambiente sano dentro de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México es parte de la Convención Macro de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Acuerdo de París, así, incluyó un componente de su Contribución Nacional Determinada (NDC) para proponer compromisos de mitigación y adaptación. En 2020, México asumió un compromiso de reducir 22% de GEI y 51% de Carbono Negro (CN) de manera no condicionada (Gobierno de México, 2021). Estados Unidos, por otro lado, ha desarrollado planes ambiciosos de electromovilidad, en 2030 tienen como objetivo que la mitad de las ventas de autos sea de vehículos eléctricos. La cercanía de México y Estados Unidos crea una presión adicional de migrar a sistemas de transporte más sustentables.

La presión sociopolítica está aumentando en términos de logística verde de última milla y menos congestión. Sin embargo, para hacer frente a estos desafíos, los cambios en el estado de la práctica en el AMG son obligatorios porque el uso actual de los vehículos de entrega que tienen más de 15 años equipados con motor de combustión sigue aumentando la presión. La presión sociopolítica, que se hizo evidente a partir de las entrevistas, se produce sistemáticamente, según Müller (2019), a partir del concepto central de la movilidad basada en automóviles y camiones.



5.5.5. LA ÚLTIMA MILLA EN EL AMG (RÉGIMEN)

Como se presentó para el periodo 1980 – 2019, los servicios de entrega están principalmente dominados por agentes privados, los cuales proporcionan un servicio con mayor eficiencia que en el caso de la empresa estatal. Esta tendencia se ha mantenido a lo largo del tiempo. Asimismo, las plataformas electrónicas de comercio electrónico y los servicios de entrega de los productos vendidos a través de estas plataformas están dominados por agentes privados (tanto nacionales como extranjeros).

Con respecto a las tecnologías de transporte utilizados, si bien, se realizan entregas de última milla con transporte de carga pesados, el segmento de entregas a domicilio (B2C) ha crecido significativamente. Como se muestra en la figura anterior, la participación de las motocicletas, que principalmente se utilizan para fines de reparto, ha crecido de manera importante y con las restricciones generadas por la pandemia de 2020, esta tendencia es probable que pueda continuar. Empresas como DHL Express poseen una flota que contiene vehículos ligeros, vanes comerciales pequeñas, medianas y grandes y camiones medianos (Magazine del Transporte, 2020). Asimismo, la flota de vehículos de reparto de distintas empresas está dominada por vehículos de combustión interna, que utilizan combustibles fósiles. Recientemente, es posible observar que empresas como Uber, comienzan a utilizar bicicletas para realizar sus operaciones de reparto; o el surgimiento de empresas pequeñas como Mission Espacios y Logística, que utiliza bicicletas para realizar servicios de mensajería.

En este contexto, las operaciones de las empresas de mensajería y paquetería llevan a cabo operaciones en las que optimizan las rutas de entrega. Sin embargo, el aumento en el número de envíos ha requerido que las entregas se realicen en ventanas de tiempo más pequeñas, lo que ha llevado a que se necesite un mayor número de personal de entrega, y así la ampliación de la flota de vehículos de reparto (Müller 2019). Dado que las entregas instantáneas deben entregarse en los 60 minutos siguientes a la finalización del pedido en línea, son necesarios cambios en la organización de los recorridos o el despliegue de vehículos dedicados a los recorridos instantáneos (Müller 2019).

Si bien, los servicios de última milla se han incrementado con el tiempo, todavía existe una falta de información con respecto a la forma en la que operan estos sistemas. Los entrevistados coincidieron en que no existe información completa, o un diagnóstico técnico y datos sobre las operaciones de entrega de última milla, debido a un mayor enfoque en el transporte de pasajeros en lugar de desarrollar formas más eficientes de manejar las entregas de última milla en Guadalajara -sector privado tiene información que no se hace pública sobre distribución de última milla. Además, los entrevistados del sector gubernamental declararon que hay una falta de experiencia interna en la logística de última milla y, por lo tanto, se tiene poco conocimiento de las operaciones con estadísticas confiables disponibles y accesibles al público. En consecuencia, el único medio de obtener información sobre la logística de última milla es a través de las redes sociales y los artículos de los periódicos, generalmente de fuentes internacionales.

Además de la falta de reconocimiento general de las entregas de última milla en los procesos de política y planificación en Guadalajara, los entrevistados del sector gubernamental confían en los proveedores de servicios de entrega para manejar las operaciones de transporte de la manera más eficiente posible en lugar de seguir un enfoque proactivo. Así, los operadores de reparto en Guadalajara se centran en una entrega rápida de empresa a cliente sin tener en cuenta los posi-



bles impactos negativos, como la congestión, la disminución del tiempo de viaje, la fiabilidad y la puntualidad de la entrega.

En el plano de las políticas públicas y a nivel gubernamental, como se observó, la legislación no contempla a la última milla. Las políticas de transporte urbano de mercancías, como las restricciones de peso, tiempo e infraestructura existen únicamente en algunas zonas de centros históricos en el AMG. Asimismo, se llevan a cabo reuniones periódicas a diferentes niveles políticos, en las que los diferentes departamentos internos participan en los debates sobre el desarrollo actual y el estado de aplicación de las medidas, que están diseñadas para lograr ciertos objetivos sustentables en el transporte urbano. Sin embargo, la logística de última milla no forma parte de la agenda de estas reuniones.

De las entrevistas se desprende que las operaciones de entrega de última milla son generalmente dadas por sentado por el gobierno y el público en general (residentes) y por lo tanto no se coloca en la parte superior de la agenda política. Incluso se criticó que los políticos fingen considerarlo como un tema importante que debe abordarse en los documentos de planificación y para el que hay que emprender planteamientos de solución, sin embargo, muchos políticos no le prestan la atención que merece. Esto se ve reflejado en la percepción de mayor tráfico vehicular, ruido, contaminación del aire, y baja percepción de la seguridad vial.

Un punto relacionado a considerar es que el gobierno de Guadalajara no ha publicado formalmente ninguna estadística sobre los volúmenes o la intensidad del transporte de mercancías. La ausencia de este documento obstaculiza la oportunidad de que la logística de última milla avance en la agenda política, según los entrevistados.

Esquemas de última milla novedosos en el AMG (Nicho)

En el contexto del MLP, las aplicaciones digitales y tecnológicas en las operaciones de entrega de última milla pueden contextualizarse como nichos (por ejemplo, el uso de bicicletas de carga asistidas eléctricamente, el uso de taquillas para paquetes a través de teléfonos inteligentes, etc.). Estos sistemas se describieron de manera general al principio del documento. En el caso del AMG, el uso de esquemas novedosos de última milla se ha limitado a empresas pequeñas como Mission Espacios y Logística. Como comentaron los entrevistados, el número de empresas como la antes mencionada es limitado. Los esquemas que dominan en el sector corresponden a entregas realizadas por plataformas de comercio en línea. De seguir con esta tendencia, se tendrá un acceso limitado a alternativas novedosas de última milla.

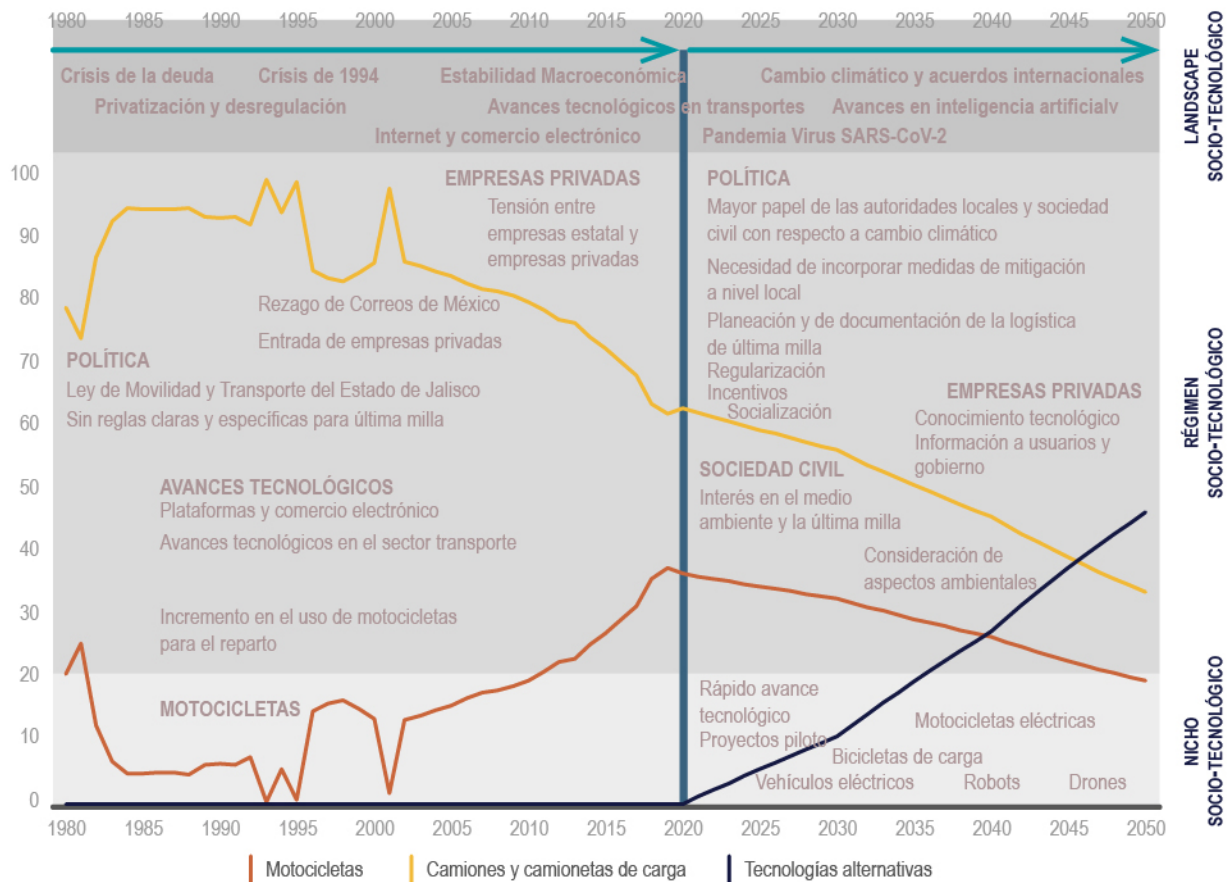
5.5.6. DESARROLLO DE ESQUEMAS NOVEDOSOS DE ÚLTIMA MILLA PARA LOGRAR UNA RECUPERACIÓN ECONÓMICA SUSTENTABLE

A partir de los distintos elementos del régimen identificados anteriormente, además de la información generada a partir de las entrevistas, es posible señalar aquellos elementos que se necesitarían para que se diera una transición hacia un sector de última milla sustentable y que pueda además contribuir a la recuperación económica. Una transición hacia un esquema sustentable podría aprovechar las grietas que se dieron recientemente en el régimen y para ello tendría que incorporar una mayor cantidad de tecnologías novedosas (motocicletas eléctricas,



bicicletas de carga, drones, y robots por mencionar algunos ejemplos) con una disminución en la participación de tecnologías basadas en combustibles fósiles como camionetas o motocicletas. El siguiente esquema, muestra la transición tecnológica que se requeriría. Asimismo, resume los elementos identificados que se discuten en las siguientes secciones.

Figura 16. Evolución socio-tecnológica hacia un sistema sustentable.



Fuente: Elaboración propia basado en Jano-Ito y Crawford-Brown (2016).

Tecnologías de última milla para un desarrollo sustentable (nicho)

El nicho de este sistema complejo está enmarcado por la presión sociopolítica y tecno económica, que no es suficientemente considerada por el nivel de régimen (Müller 2019). Además, un mercado de nicho se caracteriza por la oferta y la demanda más allá del mercado de masas que requiere tecnologías y funcionalidades alternativas. La mayoría de los entrevistados consideran que el nicho de mercado en las operaciones de entrega de última milla, en particular en el segmento de la mensajería, el correo urgente y la paquetería (CEP), en la AMG son los servicios de entrega de paquetes bajo demanda, mientras que el mercado de masas corresponde a los servicios de entrega ya establecidos que requieren enfoques nuevos y más eficientes (Müller 2019). Dado que el mercado en línea se define por la intensa competencia entre los minoristas en línea que luchan por los clientes y las cuotas de mercado, no solo el precio y la calidad del producto desempeñan un papel importante, sino también la opción de seleccionar entre múltiples opcio-



nes de entrega, que son la entrega a tiempo, la elección de los lugares de entrega y la persona en el día de la entrega, la entrega en el mismo día, así como las entregas instantáneas en 60 minutos (Allen et al. 2017, Müller 2019). Para hacer frente a las presiones identificadas del landscape, la dinámica actual a nivel de régimen y los requisitos del mercado en línea descritos, los proveedores de servicios de entrega tienen la posibilidad de encontrar soluciones innovadoras y enfoques viables en el AMG. Por lo tanto, los entrevistados coinciden en que son necesarias las nuevas aplicaciones tecnológicas y la experimentación con nuevas oportunidades de mercado. Los entrevistados analizaron varias soluciones tecnológicas para lograr unas operaciones de reparto de última hora más sustentables que incluyen las siguientes alternativas.

- Bicicletas de carga en combinación con (micro) centros de consolidación urbanos y/o taquillas para paquetes.
- La aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), por ejemplo, para el trazado de rutas y la reserva de bahías de carga o descarga.
- El uso de vehículos de reparto asistidos eléctricamente (por ejemplo, bicicletas de carga, furgonetas) para las entregas de última milla.

Si bien, comienzan a llevarse a cabo proyectos con el uso de drones y robots a nivel internacional, en el caso del AMG, estas tres alternativas se consideraron como punto de inicio para la adopción de proyectos piloto a corto plazo. En el caso de las bicicletas de carga, éstas presentan, de acuerdo con las entrevistas, la mayor posibilidad de implementación debido a que existen las condiciones tanto de infraestructura como de experiencia en su uso, que ha mostrado que pueden ofrecer servicios de mensajería competitivos. Asimismo, tienen un importante potencial para reparto de mercancías de comercio electrónico a los consumidores a partir de centros de consolidación. Sin embargo, se requiere de una expansión de la infraestructura ya existente, así como de la socialización de su uso, mayor reglamentación vial e incentivos que promuevan su uso. Un aspecto importante que se señaló fue la alternativa de la adopción de motocicletas eléctricas, que si bien, tienen todavía un alto costo, ya se encuentran disponibles a nivel comercial. Otra de las alternativas que ya se han probado corresponde a las bahías de carga y descarga. Recientemente, se llevó a cabo un proyecto piloto en el que con el uso de dispositivos móviles era posible gestionar el uso de bahías de carga y descarga. El ejercicio se llevó a cabo en el municipio de Zapopan y realizar una estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero por el movimiento de carga en el centro del municipio. Se estimó además que el beneficio por esta tecnología fue una reducción de 4% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Si bien, esta alternativa tuvo beneficios tanto ambientales como en la mejora de las operaciones de logística, existen algunas barreras que necesitan ser eliminadas para mejorar su desempeño. Entre las barreras se encuentran la falta de espacio, el aseguramiento de que los espacios se respeten, una mayor socialización para su uso y de incentivos que apoyen la verificación del funcionamiento correcto de bahías de carga y descarga. Finalmente, en el caso de vehículos eléctricos, a pesar de que representan una de las medidas más importantes de descarbonización se espera que tenga un mayor impacto en el futuro. Sin embargo, la tendencia internacional en la aceleración de la tecnología podría abrir una oportunidad a esta tecnología para su adopción más temprana. En el caso de última milla, se espera que se pueda aumentar la participación de motocicletas eléctricas. Sin embargo, la infraestructura de carga todavía es insuficiente ni existe una estrategia de electromovilidad; los costos siguen siendo altos y no existen incentivos para su adopción; y sus bajas emisiones de carbono dependen significativamente de la matriz eléctrica, que sigue dependiendo de combustibles fósiles. A continuación, se presenta un cuadro que contiene la información recabada de las entrevistas con respecto a las opciones tecnológicas que se encuentran en el nicho tecnológico del sistema.



Tabla 2. Resumen de la opinión de los entrevistados con respecto a opciones tecnológicas.

Alternativas tecnológicas	Opiniones generales	Barreras	Beneficios	Oportunidades	Potencial	Actores involucrados
Bicicletas de carga y centros de consolidación	- Buena medida que ya se ha implementado. - El AMG es de las ciudades con mejor infraestructura ciclista. - Gran potencial de reducción de emisiones.	- Infraestructura insuficiente. - Falta de espacio urbano. - Rechazo de la sociedad. - Necesidad de socialización. - Falta de oferta de bicicletas eléctricas. - Costos de mantenimiento. - Incentivos para evitar que los repartos en bicicleta se muevan a motocicletas. - Inseguridad vial y de carga.	- Reducción de emisiones. - Mejora en la movilidad. - Reducción de número de vehículos en circulación.	- Reparto de mercancía de la central de abastos a centros históricos. - Entregas de e-commerce desde centro de consolidación o cross-docks a domicilios particulares.	- Potencial de entregas de proveedores a comercios con consumo pequeño. - Capacidad de la infraestructura ciclista, restricciones de medidas y áreas de oportunidad de implementación de infraestructura.	- Direcciones de movilidad en municipios del AMG. - IMEPLAN. - AMIM. - Comerciantes. - Usuarios de infraestructura.
Bahías de carga y descarga	- Ya se han implementado en Guadalajara y Zapopan. - Buenos resultados. - Indispensable en lugares transitados como centro histórico.	- Falta de espacio. - Se necesita un gran proceso de socialización. - Asegurar que se respete el espacio. - Falta de recurso para más personal de verificación.	- Agilizar operaciones de maniobras. - Evitar doble fila. - Disminuir tiempos de traslado. - Reducción de emisiones.	- Implementación de tecnología para sistema de apartado, revisar su ocupación. - Implementar bahías en polígonos donde exista demanda. - Compartir la información de los programas.	- Implementación en centros históricos de otros municipios. - Implementación en otros polígonos comerciales. - Revisar plataformas tecnológicas y IoT.	- Direcciones de movilidad en municipios del AMG. - Negocios. - Vecinos de la zona. - Autoridades para asegurar el cumplimiento de espacios reservados.



Alternativas tecnológicas	Opiniones generales	Barreras	Beneficios	Oportunidades	Potencial	Actores involucrados
Vehículos eléctricos	- No se ve implementada a corto plazo. - Ya existen algunos ejemplos de uso de vehículos eléctricos. - Es una buena medida. - Es el futuro de la movilidad y de la última milla.	- Implementación de incentivos económicos. - Falta de infraestructura de carga. - Costo de adquisición de vehículos eléctricos. - Competencia entre empresas no permite subir el costo, lo cual es necesario al utilizar vehículos eléctricos. - No existe agenda u hoja de ruta de electromovilidad. - Generación de energía eléctrica también debe ser verde.	- Reducción de emisiones y contaminación auditiva. - Vehículos más pequeños y ligeros.	- Las flotillas de autoridades municipales, metropolitanas y estatales podrían ser eléctricos. - Ya forma parte de la estrategia PACMetro. - Hacer un clúster industrial de armadoras y proveedores de vehículos eléctricos.	- Revisión de potencial de universidades y autoridades que podrían implementar V.E. - Estimar el potencial de incentivos para adquisición de flota eléctrica. - Posibilidad de utilizar la infraestructura de camiones de pasajeros eléctricos.	- Empresas. - Gobiernos estatales y federal. - IMEPLAN.

Fuente: Elaboración propia.



Elementos de la estructura social de la última milla (nicho)

A partir de las entrevistas y con base en la sección anterior, se desprende que existe una dinámica incipiente a nivel de nicho en la AMG, con nuevas tecnologías aplicadas por nuevos actores del mercado que buscan nuevas configuraciones tecno-organizativas para poder cubrir el creciente nicho del comercio electrónico, sin emisiones y con servicios de entrega instantánea. Mientras que el régimen establecido está experimentando una fase de reordenación en el mercado que, según los entrevistados, se está orientando hacia la movilidad eléctrica, se observa una fase de experimentación en el nivel de nicho que busca nuevas tecnologías que permitan operaciones de entrega de última milla más eficientes. Sin embargo, este nuevo requisito de eficiencia difícilmente puede cumplirse en un espacio terrestre congestionado con vehículos de reparto asistidos eléctricamente (Müller 2019). Por ello, se está trabajando en nuevos conceptos para elaborar y atender la creciente demanda de nichos en la AMG. A continuación, se presentan los principales elementos identificados durante las entrevistas con respecto a los elementos sociales que necesitan ser atendidos para lograr una transición hacia un sistema de última milla sustentable.

Las operaciones de entrega de última milla se reconocen como un componente importante para el flujo de tráfico eficiente de la ciudad y como una cuestión esencial que debe abordarse en el futuro. Por lo tanto, es necesario formular metas y objetivos sustentables, como la minimización de las externalidades a la hora de desarrollar planes de transporte urbano, que varían entre las zonas de Guadalajara que se enfrentan a diferentes problemas y desafíos. Es importante destacar que las prioridades también son distintas entre municipios, por ejemplo, Guadalajara y Zapopan están más enfocados en temas de movilidad y última milla. Sin embargo, según los encuestados, aunque las operaciones logísticas de última milla se incluyan en los documentos de planificación, pueden quedar excluidas de las tareas del proceso de aplicación de las medidas. Los entrevistados admitieron comúnmente que las operaciones logísticas de última milla también se tienen poco en cuenta en la planificación territorial, especialmente en los planes de uso del suelo y, como ya se ha mencionado, en los planes de urbanismo y transporte, faltando un enfoque integrado. Principalmente para la planeación de centros de distribución y logística. Así, se reconoció que debe prestarse más atención a la relación entre las operaciones logísticas de última milla y el uso del suelo, ya que la preocupación por el desarrollo sustentable de Guadalajara plantea la cuestión de la organización espacial. Asimismo, se observó que la flexibilidad temporal y espacial sigue siendo un reto para las autoridades locales y los proveedores de servicios de entrega en la AMG, por lo que los entrevistados señalaron que, se necesitaban nuevos conceptos de entrega y tecnologías de la información y la comunicación que permitan una logística de última milla más sustentable. Al mismo tiempo, los entrevistados perciben las operaciones de entrega de última milla como una fuente potencial de perturbación para el transporte de pasajeros que debe abordarse en el futuro con un enfoque de planificación más coherente e integrado. Para garantizar una logística de última milla más eficiente y respetuosa con el medio ambiente, es necesario seguir objetivos y principios sustentables en el proceso de planificación.

Desde el punto de vista empresarial, la principal desventaja de las restricciones de peso es que ciertos vehículos comerciales se ven obligados a tomar rutas más largas para llegar a su cliente, lo que contribuye a un mayor consumo de combustible y emisiones. Desde el punto de vista medioambiental, estas restricciones deben ser investigadas en función de la sensibilidad medioambiental de la zona urbana en la que se pretenden aplicar dichas medidas. Estas restricciones, sin embargo, también se perciben como oportunidades para fomentar el uso de vehículos más ligeros, eléctricos y bicicletas de carga. Otro obstáculo para la eficiencia de las operaciones



de entrega de última milla que se manifestó en las entrevistas es la provisión de posibilidades de estacionamiento para las actividades de descarga, lo que va unido a una mayor vigilancia de los muelles de descarga para reducir el número de infracciones de estacionamiento que también esperan los entrevistados. Aunque las operaciones de reparto de última milla no están totalmente reconocidas en el proceso de planificación urbana y de transporte en la AMG, existe una clara percepción de que se ha convertido en un área de creciente interés y ya no se considera un problema comercial de los proveedores de servicios de reparto. Según la información recibida de los entrevistados, los resultados de la investigación pueden influir positivamente en la participación de las partes interesadas, pero el apoyo financiero del gobierno, así como la aceptación de los usuarios, podrían ser un impedimento para emprender una prueba o incluso para la aplicación de soluciones innovadoras.

Se ha identificado un tema importante a considerar en las entrevistas acerca de los procesos de socialización, la aceptación de proyectos depende en gran medida de comunicar correctamente los beneficios de las intervenciones, regulaciones o implementación de infraestructura. Existe un interés cada vez mayor de los consumidores hacia estrategias sustentables, sin embargo, la percepción de los entrevistados es que aún no existe disposición de pagar un costo adicional o aceptar tiempos de entrega más amplios.

Además del hecho de que los entrevistados estaban de acuerdo en que existe un potencial para un compromiso más activo con el sector privado en lo que respecta a las actividades de última milla en la AMG, se señaló que los proveedores de servicios de entrega pueden cooperar entre sí en forma de compartir infraestructura (por ejemplo, depósitos compartidos) e información (por ejemplo, capacidad de transporte). Gracias a este enfoque de oscilaciones colaborativas, se espera que las entregas de última milla sean más flexibles y eficientes. Sin embargo, los entrevistados coinciden en que, debido a la naturaleza no cooperativa de los proveedores de servicios de entrega, no es probable que este enfoque de solución colaborativa se aplique en la AMG. Para permitir la colaboración entre los proveedores de servicios de entrega, es necesario garantizar el intercambio de información y la comunicación entre organizaciones. Por ello, los entrevistados expresaron dudas sobre la posibilidad de que dicha práctica se produzca a corto plazo.

Finalmente, con respecto a la percepción de la última milla por parte de la sociedad civil, se realizó una entrevista a 29 personas (independiente a la metodología antes presentada y de los resultados presentados en la sección 5) para conocer de manera general la opinión de los consumidores. Es necesario recalcar, que estos resultados no son estadísticamente significativos, pero proveen información importante. Con respecto a los sistemas de reparto de última milla, se preguntó a estas personas sobre la importancia que tiene para ellos el uso de medios sustentables para realizar este servicio. El 39.3% de los encuestados respondió que este aspecto era muy importante, el 35.7% respondió que era algo importante, y el 25.0% que no era importante. Como se observa, la importancia del reparto de última milla es alto, debido a que las personas consultadas utilizan estos servicios. Sin embargo, es importante observar que las personas que respondieron de manera negativa lo hicieron debido a que consideran como un elemento esencial los costos por este servicio o simplemente no es algo que les parezca relevante.



Trayectoria de transición hacia un sistema sustentable (nicho)

Los elementos identificados anteriormente, así como las alternativas tecnológicas que surgieron a partir de las entrevistas, sirvieron para establecer la factibilidad de la infraestructura de distribución, los incentivos fiscales, los vehículos amigables con el medio ambiente y la regulación de última milla. Asimismo, se pudo establecer la importancia del sector privado en ser los actores principales de la transición y el impacto de las medidas mencionadas anteriormente en la transición hacia un sistema sustentable. En la siguiente tabla se presentan los resultados de las entrevistas. Se muestra el promedio de las calificaciones dadas por los entrevistados a los puntos antes mencionados. Como se observa, los actores gubernamentales creen que la factibilidad del establecimiento de regulaciones de última milla es altamente posible, además de que los actores privados señalan esta posibilidad para la infraestructura de distribución y el desarrollo de vehículos amigables con el medio ambiente. Tanto el sector académico como el social consideraron que, el desarrollo de vehículos era una alternativa altamente factible. Es importante señalar, que el desarrollo de incentivos fiscales es la alternativa menos factible considerada por los encuestados. Con respecto a la percepción sobre la disposición del sector privado para llevar a cabo las soluciones, los actores gubernamentales y los actores privados consideraron que el desarrollo de la infraestructura e instalaciones de distribución tiene la más alta posibilidad, mientras que los sectores académico y social consideraron al desarrollo de vehículos amigables con el medio ambiente como la alternativa con mayores posibilidades. Finalmente, con respecto a los impactos que tendrían las soluciones, los actores consideraron que, tanto las regulaciones como el desarrollo de vehículos amigables con el medio ambiente tendrían el mayor impacto, seguidos por el desarrollo de infraestructura e instalaciones de distribución.

Tabla 3. Resultados de ponderación de soluciones para la última milla.

	Gobierno			Sector Privado		
	FACTIBILIDAD	DISPOSICIÓN	IMPACTO	FACTIBILIDAD	DISPOSICIÓN	IMPACTO
Infraestructura e instalaciones de distribución	3.7	4.0	4.1	4.8	4.5	3.8
Incentivos fiscales	2.9	3.3	2.9	3.3	3.5	3.9
Vehículos de distribución amigables con el ambiente	3.2	3.5	3.8	4.8	4.3	4.8
Regulaciones para última milla	4.1	3.7	4.2	3.8	3.0	4.5
	Investigación			ONG		
	FACTIBILIDAD	DISPOSICIÓN	IMPACTO	FACTIBILIDAD	DISPOSICIÓN	IMPACTO
Infraestructura e instalaciones de distribución	4.75	4.5	4.5	3.25	3.5	4.75
Incentivos fiscales	1	3.5	4	3.25	4	4.25
Vehículos de distribución amigables con el ambiente	5	5	5	4.5	4.25	4.5
Regulaciones para última milla	4.5	4.5	5	3.75	4	4.5

Fuente: Elaboración propia.⁵

5 En el cuadro se presenta la factibilidad de implementar la solución, la disposición del sector privado para desarrollar la solución y el impacto de la solución en términos de la reducción de emisiones. Para cada caso la escala de definición de 1 a 5, en donde 1 corresponde a que no es factible, no están dispuestos o no tiene impacto, según corresponda; mientras que 5 corresponde a muy factible, muy dispuesto y con mucho impacto. En el Anexo se presenta una descripción más detallada.



An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, and a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

6. Discusión de los hallazgos e implicaciones políticas

El propósito de este estudio fue explorar el régimen logístico de última milla y su dinámica de transición hacia operaciones de entrega de última milla más sustentables en el Área Metropolitana de Guadalajara. Para ello se examinaron las fuerzas que podrían moldear la transición de la logística de última milla en el Área Metropolitana de Guadalajara mediante el análisis de la literatura y 22 entrevistas semiestructuradas a expertos. Así, el estudio presenta una visión cualitativa del estado actual de la práctica de la logística de última milla en el Área Metropolitana de Guadalajara, aplicando la teoría de la transición y su concepto principal, la perspectiva multinivel (MLP), a través de la cual se pueden identificar los retos y oportunidades para diseñar acciones que lleven al sistema a un esquema de última milla sustentable.

A pesar de que el régimen se encuentra dominado por esquemas tradicionales de entrega de mercancías, con un dominio del transporte utilizando combustibles fósiles, las medidas de confinamiento debidas a la pandemia actual; la creciente presión conciencia pública sobre el cambio climático; los impactos negativos asociados a las operaciones de entrega de última milla (es decir, la congestión, las emisiones de gases de efecto invernadero, el ruido, etc.) y los adelantos tecnológicos tanto en el transporte como en las tecnologías de la información, han abierto una brecha por la que sistemas innovadores de última milla podrían establecerse en el régimen y dominarlo en el futuro. Sin embargo, el contexto urbano actual representa un obstáculo importante para promover las operaciones de entrega de última milla sustentables. Además, el creciente mercado del comercio electrónico y la tendencia mundial hacia los servicios de entrega que privilegian la eficiencia en la entrega para satisfacer a los consumidores, sin consideraciones ambientales o sociales, siguen siendo retos en el AMG, que podrían dejar el sistema en su estado actual.

En la actualidad, a pesar de que en el nicho comienzan a existir actores que buscan ofrecer servicios alternativos novedosos, su poder es bajo y el mismo sistema existente impide que puedan tomar un papel protagónico para lograr una transición. Los factores externos han podido crear una ruptura temporal al régimen existente, pero se necesita que diversos aspectos del régimen se modifiquen para dar paso a estos nichos. En el caso del AMG, y en particular con base en el ejercicio presentado anteriormente, es posible afirmar que, tecnologías como los drones o los robots no formarán parte de un esquema de última milla en el corto plazo debido a que se encuentran en una fase temprana de desarrollo. Sin embargo, existen alternativas actuales como las bicicletas de reparto o los vehículos eléctricos, que, de aumentarse su participación, podrían servir de ejemplo para introducir tecnologías innovadoras en el futuro. Los actores señalaron algunas soluciones que podrían cambiar el mercado futuro de la logística de última milla. Asimismo, se identificaron elementos generales tanto en la planeación como en la operación de la logística de última milla, que podrían impedir el desarrollo de nichos. Dentro de esos aspectos se identificó lo siguiente.

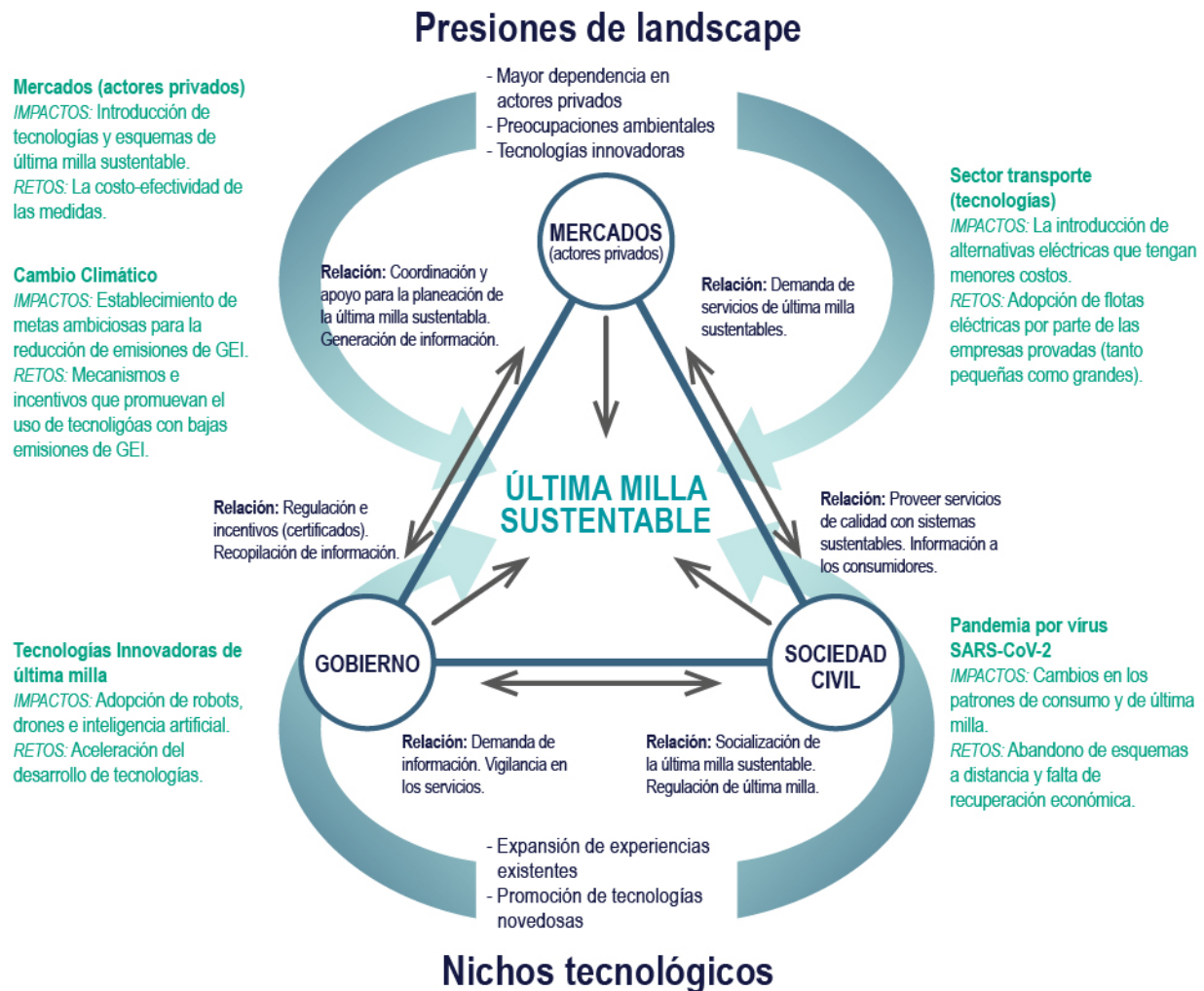


- El bajo nivel de conocimiento del público sobre el transporte urbano sustentable y las operaciones de entrega de última milla ineficientes.
- El bajo nivel de conocimiento sobre las estadísticas disponibles públicamente sobre las operaciones de entrega de última milla y los posibles impactos de las posibles medidas políticas relativas a la logística de última milla.
- El bajo nivel de voluntad política y presión para actuar con el fin de permitir operaciones de entrega de última milla más sustentables.
- El bajo nivel de colaboración entre los proveedores de servicios de entrega.
- El bajo nivel de participación del sector privado en los procesos de planificación.

Aunque las operaciones de reparto de última milla no se reconocen plenamente en el proceso general de planificación urbana y de transporte en la AMG, existe una creciente conciencia de que se ha convertido en un área de creciente interés y ya no se considera un problema comercial de los proveedores de servicios de reparto. Dada la situación en la que se encuentra el sector, y considerando las oportunidades y barreras identificadas, a continuación, se presentan distintas acciones que podrían llevarse a cabo para llevar el sistema hacia una transición sustentable, desde el punto de vista de los actores principales del sector. Es importante señalar, que, con base en el análisis realizado, se observan actores aislados cuya interacción ha mostrado poca colaboración o interés en el tema. Es por ello, por lo que las recomendaciones planteadas buscan la colaboración de cada uno de los actores. Las recomendaciones presentadas van orientadas hacia lograr una integración de los actores como la que se muestra en el siguiente figura.



Figura 17. Relaciones de actores para la última milla sustentable.



Fuente: Elaboración propia.



6.1. GOBIERNO

A partir de las entrevistas realizadas, la mayoría de los actores encuestados señaló la importancia de la existencia de la consideración de la última milla en la planeación estatal, así como en la regulación vigente y de incentivos a esquemas novedosos de última milla. Con respecto a estos puntos, los primeros pasos que debe de llevar a cabo el gobierno corresponden a lo siguiente.

6.1.1. PLANEACIÓN

- Incorporación de la última milla sustentable como una solución para la planeación de la movilidad en el AMG, así como la consideración de estudios más detallados. Uno de los enfoques en los que se puede considerar a la última milla consiste en establecer un planteamiento global e integrado de la planificación del transporte que aborde todas las necesidades de los distintos tipos de transporte, como los Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP), que son planes estratégicos diseñados para satisfacer las necesidades de movilidad de las personas y las empresas en las ciudades y sus alrededores para una mejor calidad de vida. Se basa en las prácticas de planificación existentes y tiene en cuenta los principios de integración, participación y evaluación. El SUMP, conocido como PIMUS en español: Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable, se encuentra en proceso de actualización en el Área Metropolitana de Guadalajara, bajo el liderazgo del IMEPLAN. Otro ejemplo son los planes de Sustainable Urban Logistics Plans (SULP) o Plan Sustentable de Logística Urbana.
- Iniciar con el registro de bicicletas, al menos para las empresas que proveen servicios de mensajería y paquetería, así como de entrega de productos de plataformas electrónicas. Lo anterior, para contar con un padrón vehicular.
- Entablar un diálogo y crear alianzas con empresas que recaban información del comportamiento de movilidad de vehículos. Asimismo, es necesario crear colaboraciones con las empresas y encontrar maneras de que puedan compartir información que sirva para realizar un análisis del impacto y opciones para llevar a cabo un proyecto de última milla sin comprometer la confidencialidad de la información. Además, la colaboración con instituciones de investigación no sólo ayuda a los gobiernos locales a aumentar la sostenibilidad y la eficiencia de las operaciones logísticas de última milla probando soluciones innovadoras, sino que también refuerza la cooperación entre gobiernos de diferentes países (por ejemplo, la red C40, de la que Guadalajara forma parte) mediante el intercambio de conocimientos y experiencias.

6.1.2. POLÍTICA PÚBLICA E INCENTIVOS

- Consideración de las bicicletas dentro de la Ley de Transporte y Movilidad del Estado de Jalisco, así como la mención de posibles alternativas tecnológicas como drones.
- Incluir como documento normativo el Manual de ciclismo urbano del Gobierno de Jalisco.



- En el caso de sistemas eléctricos, es necesario que se establezca una normatividad con respecto a los centros de carga y vehículos eléctricos, que en el largo plazo debe de estar homologada con la normatividad a nivel Federal.
- Analizar esquemas de incentivos que puedan promover la adquisición de motocicletas eléctricas y bicicletas. En el caso de la sustitución de motocicletas convencionales por eléctricas, el incentivo podría estar enfocado a un esquema voluntario en el que las empresas puedan mostrar que están cumpliendo con metas y la adopción de bicicletas de carga o motocicletas eléctricas. A partir de las entrevistas, se hizo énfasis en el valor agregado que las empresas buscan al poder mostrar que cumplen con acciones encaminadas hacia la sustentabilidad. A largo plazo debería de crearse incentivos económicos como los planteados en California con el Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project (HVIP), en el cual se otorga un incentivo a la adquisición de medios de transporte sustentables. Otro tipo de esquemas podrían involucrar el cobro de cuotas especiales a los consumidores que sirvan como fondo para la inversión en sistemas eléctricos.

6.1.3. COLABORACIÓN CON OTROS ACTORES

- Si bien, Correos de México es una entidad que corresponde al Gobierno Federal, la infraestructura existente podría servir como base para probar esquemas novedosos. Por ejemplo, los centros de distribución podrían utilizarse como puntos de partida para el reparto de mercancías de última milla sustentable. Asimismo, la red existente de electrolineras de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) podría aprovecharse. Es por ello, por lo que se requiere de la colaboración entre los gobiernos local, estatal y Federal, así como con el organismo descentralizado. En el pasado, Correos de México ha realizado convenios con empresas privadas como DHL, por lo que podría plantearse un esquema en el que se pudieran probar tecnologías sustentables.
- Mayor colaboración con los agentes privados. Como se observó, el régimen está dominado por empresas privadas que, dominado por empresas particulares, que proveen servicios de manera eficiente. Sin embargo, la comunicación con el gobierno no es frecuente, por lo que se requiere mejorar la comunicación entre estos dos actores para lograr sinergias que puedan llevar a cabo proyectos novedosos. En este sentido, las empresas pequeñas también deben de ser consideradas por el gobierno.
- Para la implementación de los inventivos en la compra de unidades con bajas emisiones de CO₂, el gobierno podría establecer un diálogo con las empresas fabricantes de vehículos.
- Crear campañas de información a la sociedad civil sobre el impacto ambiental de las compras.



6.2. PRIVADAS

Como se mencionó anteriormente, las empresas privadas juegan un papel muy importante en el sistema, debido a su posición actual de dominio del régimen. Asimismo, los adelantos tecnológicos como drones o robots han sido probados por las empresas de mayor tamaño, además de que en países desarrollados se tienen planes de introducir flotas eléctricas en el corto plazo. En el contexto de México y particularmente del AMG, estas empresas podrían comenzar a introducir tecnologías principalmente de movilidad eléctrica. Por ello, dentro de los elementos que se proponen se encuentran aspectos tecnológicos, así como de colaboración con otros actores.

6.2.1. PAPEL DE LAS EMPRESAS PRIVADAS

- La puesta en marcha de proyectos piloto no sólo de tecnologías novedosas como drones o robots, sino de tecnologías probadas como vehículos eléctricos, requiere de inversiones significativas, pero también de experiencia en su uso. Las empresas de mayor tamaño podrían aprovechar estas ventajas en colaboración con el gobierno llevar a cabo proyectos. Se mencionó que el gobierno podría facilitar la infraestructura existente de oficinas de distribución. Las empresas podrían traer tecnología.
- Las empresas más pequeñas de bici mensajería, que han surgido recientemente podrían ser importantes actores en la transición. Su experiencia es de gran importancia y por ello deben establecer un mayor contacto con los actores gubernamentales que puedan utilizar esta experiencia. El Instituto Metropolitano de Planeación del Área Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN) podría ser un aliado importante.
- Las empresas tanto grandes como pequeñas podrían buscar maneras de colaborar para transitar a esquemas más sustentables, dado que no existe una coordinación entre ellas.
- Optimización de rutas de entrega considerando la última milla sustentable. Para ello se podría aprovechar la infraestructura existente de correos de México, así como de las estaciones de carga eléctrica de la CFE.

6.2.2. COLABORACIÓN CON OTROS ACTORES

- El contacto con las entidades gubernamental y la presentación de los esquemas que se utilizan puede ser de gran importancia para el conocimiento del gobierno. El desarrollo de regulaciones e incentivos requiere de este conocimiento.
- La información que pueden proveer las empresas de servicios de mensajería y paquetería a los consumidores podría ampliarse. Los servicios de entrega que se ofrecen en las plataformas electrónicas proveen la posibilidad de conocer el modo de transporte de la entrega. Esta función podría extenderse a los sistemas de mensajería y paquetería que no proveen esta información.

6.3. SOCIEDAD CIVIL

En general, la sociedad ha jugado un papel pasivo en la demanda de formas específicas de esquemas de transporte de última milla. El principal interés de los consumidores ha sido la recepción de mercancías con rapidez, sin importar el modo de transporte o su eficiencia. A pesar de ello, comienza a haber una mayor consciencia con respecto a la sustentabilidad de los productos que se consumen, pero esto no es suficiente. Se mencionó que la información que puedan proveer las empresas de servicios de última milla es de gran importancia debido a que podría ser una manera en la que los consumidores conozcan la manera en la que se transportan sus productos. Lo anterior puede dar lugar a que se pueda cobrar una cuota adicional a los consumidores que pueda destinarse a la inversión en sistemas de transporte sustentable que todavía tienen un alto costo como las motocicletas eléctricas, pero que ya se encuentran disponibles a nivel comercial.



An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, and a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

-
- An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

An illustration showing a network of various vehicles (cars, trucks, a motorcycle, and a drone) connected by orange lines, symbolizing a smart transportation system or a networked environment.

así promover el desarrollo de nichos existentes en el AMG. Asimismo, estos proyectos podrán recabar información que pueda comenzar a ayudar a entender la logística de última milla y su transición hacia esquemas sustentables.

Proyecto de última milla para la expansión de las operaciones de bicicletas de carga y un centro de consolidación.

A partir de la información del hub, se podría implementar un proyecto piloto que pueda servir como experimento para documentar los beneficios de la última milla sustentable. En este piloto, se podría invitar a empresas como Mission Espacios y Logística o CicloExpress GDL para utilizar centro de distribución en el que las mercancías puedan ser transportadas desde el centro de distribución al usuario final. Se necesitaría analizar (a partir de la información del hub diseñado anteriormente), el punto de distribución que pueda concentrar la recepción de la paquetería o mensajería y de ahí llevarse a los consumidores finales a través de bicicletas de carga. Asimismo, sería necesario definir un radio de operación que pueda ser factible para el uso de bicicletas. La información también podría unirse con el análisis de la infraestructura existente de puntos de distribución (oficinas de Correos de México o empresas privadas como local hub) que puedan servir de punto de partida para la entrega de mercancías por parte de distintas empresas. El proyecto mencionado podría servir de estudio de los beneficios de la última milla y analizar el comportamiento de la movilidad de estos sistemas, e identificar alternativas específicas para poder expandir las operaciones de bicicletas de carga o mensajería. Para ello, la experiencia del proyecto LogistiX-Lab en el Estado de Querétaro podría ser de utilidad para definir con mayor detalle el proyecto. La colaboración entre todos los actores (academia, sector privado y público) que pueda reunir la plataforma de información propuesta al inicio del documento es clave para poder llevar a cabo el proyecto.

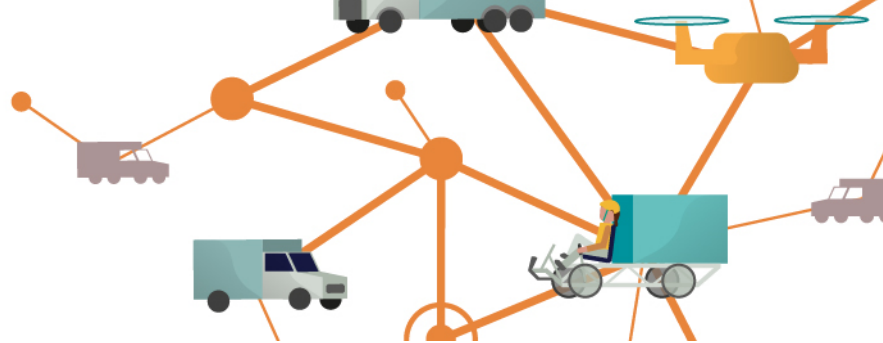
Proyecto piloto para el análisis de la introducción de motocicletas eléctricas

Con base en la información de los puntos de carga existentes de la CFE u otras compañías y de los puntos de distribución existentes (tanto privados como públicos) se podría analizar el diseño de un proyecto que pruebe estos sistemas. El diseño del esquema (teórico) podría ser similar al anterior, incluyendo un punto de distribución. A partir de esto, se puede realizar un análisis financiero detallado con base en la información de rutas, así como de las alternativas existentes de puntos de distribución y de carga eléctrica y realizar un análisis de factibilidad para posibles esquemas financieros que ayuden a la adopción de una mayor cantidad de motocicletas eléctricas. Con base en esta información, se podrían buscar esquemas financieros que sean factibles para implementar un proyecto de esta naturaleza siguiendo los pasos planteados en el proyecto piloto anterior. Es importante mencionar que el Gobierno del Estado de Jalisco ha comenzado a realizar esfuerzos hacia la electrificación del transporte, al introducir unidades eléctricas en el sistema público en una nueva ruta que llevará como nombre Mi Transporte Eléctrico (Gama, 2021). Esto es de gran importancia porque podría facilitar la adopción de sistemas de reparto eléctrico aprovechando la experiencia del Gobierno del Estado a partir de estas acciones.

Los proyectos piloto presentados anteriormente, podrían representar ejemplos novedosos de última milla sustentable en el AMG y así sentar las bases para la mayor penetración de estos esquemas, que podría replicarse en cualquier ciudad del país. Si bien, la adopción de motocicletas eléctricas podría ser más complejo, debido a los altos costos de los sistemas eléctricos, la tendencia internacional a promover ampliamente estos vehículos podría ayudar a que su adopción sea más rápida de lo pensado y es por ello que se planteó inicialmente realizar un análisis financiero de la alternativa e implementarla posteriormente.



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



8. Anexos

8.1. REPORTE DE ENTREVISTAS

El proyecto “Promoción de una agenda de innovación para atender la última milla en ciudades mexicanas” que se lleva a cabo con apoyo del Programa de Transporte Sustentable de la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ PTS), realizó entrevistas a expertos como parte de la metodología “Multi Level Perspective” (MLP). Este reporte tiene como objetivo informar acerca del proceso de entrevistas y la metodología para el análisis. La información acerca de los resultados se encuentra en el capítulo correspondiente del documento principal. Los expertos entrevistados pertenecen a las siguientes instituciones o empresas, y las entrevistas se llevaron a cabo entre el 1 de junio y el 20 de agosto.

Institución	Número de entrevistas
AMIM: Agencia Metropolitana de Servicios de Infraestructura para la Movilidad	1
Municipio de Zapopan	2
Municipio de Tlajomulco de Zúñiga	2
Municipio de Guadalajara	2
IMEPLAN	2
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial	1
Local Hub	1
SEMADET	1
DHL	1
Grupo Traxión	1
CIATEQ	1
Universidad Autónoma de Guadalajara	1
Instituto del Sur Urbano	1
ITDP	1
SEDECO	1



Institución	Número de entrevistas
WRI	1
Carbon Trust	1
Bloomberg Initiative for Global Road safety	1
Bicimensajería Misión	1
Total	23

Para contactar a los expertos se enviaron invitaciones formales firmadas por el Mtro. Daniel Chacón, en dónde se proporcionaba información adicional acerca del proyecto y la entrevista. A los actores confirmados se les proporcionó mayor detalle del proyecto y las preguntas principales de la guía de entrevistas.

8.2. PREGUNTAS SEMI-ESTRUCTURADAS

Información

En esta sección se preguntó a los actores cómo se mantienen informados acerca de las innovaciones en última milla.

Involucramiento

Se preguntó cómo se involucra a distintos actores interesados en el proceso de planeación urbano y de transporte. Las preguntas de seguimiento se enfocaron en el proceso de intercambio de información, principales arreras y posibles mejoras en el proceso.

Presiones, barreras y retos

Las preguntas de esta sección se enfocaron a las percepciones de los expertos entrevistados acerca de las barreras para alcanzar una última milla sustentable; y de las presiones económicas y sociales acerca de la sustentabilidad de la última milla.

Futuro de la última milla y metas

Se preguntó a los entrevistados, en su opinión, cuál era el futuro de la última milla en el corto y en el largo plazo para el Área Metropolitana de Guadalajara. Las preguntas de seguimiento se relacionaron con metas y objetivos de sustentabilidad en el tema que se tuvieran en la institución o empresa de entrevistado.

Acciones y medidas urgentes a implementar

Las preguntas se dirigieron a las medidas que se consideran urgentes de implementar para una última milla más sustentable en el Área Metropolitana de Guadalajara, ya sea por parte de las autoridades o de empresas en el área. También se preguntó acerca de otros pilotos, iniciativas o empresas que estuvieran relacionadas con la última milla en la ciudad.



8.2.1. PONDERACIÓN DE MEDIDAS

Dentro de la ponderación de las categorías de medidas de última milla se pidió a los participantes considerar 4 tipos de esquemas. El primero es infraestructura e instalaciones de distribución, que incluye medidas como centros de distribución urbana, micro-almacenes, bahías de carga y descarga e instalaciones para estacionamiento de vehículos, puntos de recolección de paquetes como lockers o bento-box, e infraestructura de ciclo pistas. La segunda es incentivos fiscales, como cargos por congestión y cobros, o facilidades para adquirir vehículos más limpios. La tercera medida es la implementación de vehículos amigables con el medio ambiente. Estos pueden ser vehículos eléctricos, bicicletas de carga, esquemas con transporte de pasajeros, y vehículos autónomos (como robots). Por último, regulaciones se refiere a zonas de cero emisiones, con restricciones de circulación en ciertas zonas, tipos de combustible y de vehículos menos contaminantes. Las respuestas a esta sección varían mucho dependiendo del sector al que se esté entrevistando. Los resultados de la ponderación se encuentran en el capítulo correspondiente al análisis de entrevistas.

8.2.2. PREGUNTAS DE MEDIDAS ESPECÍFICAS

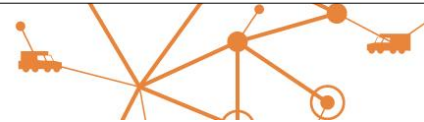
Durante la entrevista se les pidió a los entrevistados su opinión sobre tres medidas en las cuáles se ha identificado mucho interés para el AMG:

1. **bicicletas de carga y centros de distribución,**
2. **bahías de carga y descarga, y**
3. **vehículos eléctricos.**

Finalmente, se preguntó si había algún tema que consideraran relevante del cuál no se haya hablado en la entrevista. La guía de entrevistas se puede encontrar en el Anexo 4, y el cuadro de ponderación de medidas en el Anexo 5. Este último se modificó de acuerdo con el sector al que pertenece el entrevistado.



8.2.3. EJEMPLO DE CARTA INVITACIÓN



Carta invitación a entrevista

CDMX, a 19 de julio de 2021

Nombre de entrevistado
Puesto de entrevistado
Institución
P R E S E N T E

La Iniciativa Climática de México a través del apoyo del Programa de Transporte Sustentable de la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ PTS) está desarrollando el proyecto “Promoción de una agenda de innovación para atender la última milla en ciudades mexicanas”. El cual tiene por objetivo realizar un caso de estudio del Área Metropolitana de Guadalajara, a través de identificar las oportunidades y las barreras que actualmente existen o están en desarrollo para atender la última milla. Como resultado final, se propondrán acciones para impulsar una acelerada adopción, considerando factores tecnológicos, económicos y sociales.

Para lograrlo, es nuestro interés trabajar de manera conjunta con tomadores de decisiones y expertos de los sectores involucrados. En este esfuerzo es fundamental contar con la participación de especialistas a fin de conocer la visión sobre el tema, las principales acciones que se están desarrollando en la materia y la perspectiva de diseño e instrumentación de medidas en el corto y mediano plazos.

La colaboración con INSTITUCIÓN es fundamental para el desarrollo de este proyecto, por lo que le agradecería que nos concediera una entrevista. Para ello, el equipo a cargo de este proyecto propone como alternativas las fechas del 20 al 23 de julio, a la hora que considere conveniente. Si en estas fechas no tuviera disponibilidad, quedamos al pendiente del día y hora que nos indiquen.

En caso de poder contar con su participación, o de cualquier duda acerca del proyecto, le agradecería contactar a Aurora Tenorio al correo aurora.tenorio@iniciativaclimatica.org o bien, a Erika Ortiz al correo erika.ortiz@iniciativaclimatica.org.

De antemano, agradezco su apoyo y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Mtro. Daniel Chacón Anaya
Director de Energía
Iniciativa Climática de México



8.2.4. INFORMACIÓN ADICIONAL PARA ENTREVISTA

Contexto del proyecto

El proyecto “Promoción de una agenda de innovación para atender la última milla en ciudades mexicanas” es parte de una colaboración con el Programa de Transporte Sustentable de la Agencia Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ PTS). El objetivo es realizar un análisis sobre los esquemas de última milla a nivel internacional, tomando en cuenta el contexto en esos países, para analizar la posibilidad de trasladar esos esquemas a México considerando la situación tecnológica y social del país. También se busca identificar actores, barreras y oportunidades de desarrollo. Dentro de las actividades planteadas en esta investigación se realizará un caso de estudio en una ciudad mexicana. En el contexto de este proyecto, la última milla se define como el tramo logístico final en la distribución de mercancía, desde un centro de distribución hasta su destino final, que puede ser un comercio, supermercado, farmacia o domicilio particular.

Se eligió al Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) como caso de estudio por su tamaño y relevancia económica para el país, así como por la organización metropolitana existente; además de ser un centro de innovación, tener avances en temas de movilidad y transporte, y por su importancia para la industria. Como parte de la investigación para el caso de estudio se realizará una serie de entrevistas a expertos de distintos sectores, con el objetivo de obtener una visión más detallada de la situación actual del AMG, las tendencias tecnológicas de logística urbana y última milla, las barreras a las que se enfrenta la sustentabilidad de la última milla y los planes a futuro de los actores involucrados.

8.2.5. RESULTADOS ESPERADOS DE LA ENTREVISTA

La información obtenida en las entrevistas será utilizada como insumo para el análisis de perspectiva multi-nivel, metodología seleccionada, que visualiza las interacciones entre distintos niveles y actores, y así identificar las barreras existentes para transitar a esquemas de última milla sustentable. Como resultado se propondrán recomendaciones para acelerar la adopción de medidas más sustentables para la última milla.

Las entrevistas están estructuradas como una serie de preguntas abiertas, diseñadas para conocer la situación actual de la última milla, los planes, acciones y documentos existentes hacia la sustentabilidad, las colaboraciones con actores interesados, y las percepciones y opiniones de cómo será el futuro de la logística urbana.

Para el análisis de este proyecto, es importante conocer las percepciones que tienen los expertos del proceso de última milla, cuáles son las presiones a las que se enfrentan, su opinión de medidas de última milla y los obstáculos a los cuáles se enfrentan estos procesos hacia la sustentabilidad.



8.2.6. CUESTIONARIO

Las preguntas principales de la entrevista se presentan a continuación:

1. ¿Cuál es su puesto, y cómo se relaciona con la última milla?

En esta pregunta nos interesa conocer la relación de la última milla con su trabajo.

2. ¿Cómo se mantiene informado acerca de las tendencias e innovaciones de la última milla?

La pregunta va enfocada a saber de qué fuentes y qué recursos se utilizan para conocer novedades acerca de la última milla, y si se toman en cuenta para proyectos de movilidad.

3. ¿En qué medida los actores interesados son involucrados en el proceso de planeación de desarrollo urbano y transporte?

Se busca conocer el involucramiento de otros actores, las formas de comunicación y las barreras existentes para la cooperación con otros actores.

4. ¿Cuáles son los retos más urgentes para una última milla sustentable en el Área Metropolitana de Guadalajara?

Qué retos existen en términos de infraestructura, financiamiento y de regulación.

5. ¿Cuál es su percepción sobre las presiones sociales y económicas relacionadas con la sustentabilidad para la última milla en el Área Metropolitana de Guadalajara?

6. ¿Hacia dónde ve el futuro de la última milla en el corto y largo plazo en el Área Metropolitana de Guadalajara?

Queremos conocer cómo se imagina el futuro de la última milla en Guadalajara, y cuáles son los planes y metas para llegar a ese futuro.

7. ¿Qué medidas o acciones considera que son urgentes de implementar, por parte de las autoridades y empresas, para mejorar la sustentabilidad de la última milla en el área Metropolitana de Guadalajara?

Esta pregunta está enfocada en comprender qué se considera urgente para mejorar la sustentabilidad de la última milla, y si hay planes o proyectos que busquen implementar acciones hacia ello.

Después de este cuestionario, se harán preguntas de su opinión acerca de medidas de última milla: bicicletas de carga y centros de consolidación, vehículos eléctricos y bahías de carga y descarga. Agradecemos mucho su participación en esta entrevista, que es fundamental para el análisis dentro de este proyecto. Cualquier duda adicional por favor no dude en contactarnos.

Guía de entrevistas

1. ¿Cuál es su puesto y cómo está relacionado con la última milla?

2. ¿Cómo se mantiene informado acerca de las tendencias e innovaciones de la última milla?

3. ¿En qué medida otros actores interesados son involucrados en el proceso de planeación de transporte?

a. ¿Cómo intercambia información?

b. ¿Existe algún problema con el intercambio de información y cómo se supera?

c. ¿Cómo logra que otras partes interesadas se sumen?

d. ¿Hay otras formas de participación que deban probarse?

4. ¿Cuáles son los retos más urgentes que enfrenta la sustentabilidad de la última milla?
5. ¿Cuál es su percepción sobre las presiones sociales y económicas relacionadas con la sustentabilidad para la última?
6. ¿Hacia dónde ve el futuro de la última milla en el corto y largo plazo?
 - a. ¿Cuáles son los objetivos de su institución hacia una última milla más sostenible?
7. ¿Qué medidas o acciones considera que son urgentes de implementar por parte de las autoridades y empresas para mejorar la sustentabilidad de la última milla?
 - a. ¿Qué proyectos (de investigación) existen relacionados con la sustentabilidad de la logística de última milla en AGM?

Preguntas de cuadro de ponderación

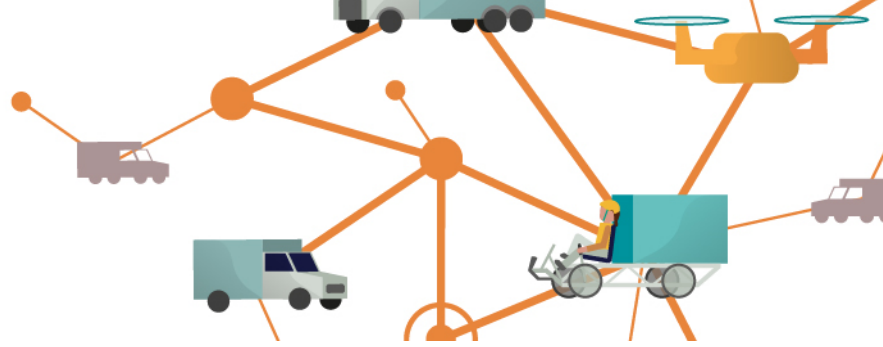
8. ¿Cuál es su opinión sobre la implementación de esquemas de última milla usando bicicletas de carga y centros de consolidación?
9. ¿Cuál es su opinión sobre la implementación de esquemas de última milla usando bahías de carga y descarga?
10. ¿Cuál es su opinión sobre la implementación de esquemas de última milla usando vehículos eléctricos?
11. ¿Hay algún tema que quiera mencionar que considere relevante, que no hayamos cubierto en la entrevista?

8.2.7. CUADRO DE PONDERACIÓN DE MEDIDAS

Medida	1 = No es factible 5 = Es muy factible	1 = No están dispuestos 5 = Está muy dispuesto	1 = No tiene impacto 5 = Tiene mucho impacto
	¿Qué tan factible crees que sea implementar esta medida?	¿Qué tan dispuesta crees que esté la industria a invertir en el desarrollo de esta solución?	¿Cuál es el impacto de esta medida en términos de reducción de emisiones?
Infraestructura e instalaciones de distribución			
Incentivos fiscales			
Vehículos de distribución amigables con el ambiente			
Regulaciones para última milla			



LA TRANSICIÓN DE LA ÚLTIMA MILLA, DE LO INTERNACIONAL A LO NACIONAL



Referencias

- Ahani, P., Arantes, A., & Melo, S. (2016). A portfolio approach for optimal fleet replacement toward sustainable urban freight transportation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 48, 357–368.
- AMVO (2020) Reporte 4.0 Impacto COVID-19 en venta online México. Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO).
- Arapostathis, S., Pearson, P.J.G. y Foxon, T.J. (2014) UK natural has system integration in the making, 1960 – 2010: Complexity, transitional uncertainties and uncertain transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 11, 87–102.
- Arapostathis, S., Carlsson-Hyslop, A., Pearson, P.J.G., Thornton, J., Gradillas, M., Laczay, S. y Wallis, S. (2013) Governing transitions: Cases and insights from two periods in the history of the UK gas industry. *Energy Policy*, 52, 24 – 44.
- Bennett, S.J. (2012) Using past transitions to inform scenarios for the future of renewable raw materials in the UK. *Energy Policy*, 50, 95 – 108.
- Bosona, T. (2020). Urban Freight Last Mile Logistics—Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. *Sustainability*, 12(21), 8769.
- Brito-Rojas, A.R. (2000) El correo en un marco de competencia (el caso de México). Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Browne, M., Allen, J., & Leonardi, J. (2011). Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. *IATSS Research*, 35(1), 1–6.
- Browne, M., Sweet, M., Woodburn, D.A., Allen, J., 2005. Urban Freight Consolidation Centres Final Report 190.
- Business Insider (2021) La logística de última milla representa un mercado de 2,100 millones de dólares en México y atrae a más empresas y soluciones, Disponible en: <https://businessinsider.mx/sector-logistica-ultima-milla-representa-mercado-2100-millones-de-dolares/>
- Chappin, E.J.L. (2011) Simulating energy transitions. Tesis de Doctorado. Technische Universiteit Delft (TU Delft).
- Chatterjee, R., Greulich, C., & Edelkamp, S. (2016). Optimizing Last Mile Delivery Using Public Transport with Multi-Agent Based Control. 2016 IEEE 41st Conference on Local Computer Networks Workshops (LCN Workshops), 205–212.
- CIPS (2020) What is a supply chain. Chartered institute of procurement and supply. <https://www.cips.org/knowledge/procurement-topics-and-skills/supply-chain-management/what-is-a-supply-chain/>
- Closs, & Bolumole (2015). Transportation's Role in Economic Development and Regional Supply Chain Hubs. *Transportation Journal*, 54(1), 33.
- Deutsche Post (2017) DHL expands green urban delivery with City Hub for cargo bicycles. Disponible en: <https://www.dpdhl.com/en/media-relations/press-releases/2017/dhl-expands-green-urban-delivery-city-hub-cargo-bicycles.html>.
- Devvari, A., Nikolaev, A. G., & He, Q. (2017). Crowdsourcing the last mile delivery of online orders by exploiting the social networks of retail store customers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 105, 105–122.
- Diario Oficial de la Federación (2015) NORMA Oficial Mexicana NOM-068-SCT-2-2014, Transporte terrestre-Servicio de autotransporte federal de pasaje, turismo, carga, sus servicios auxiliares y transporte privado-Condiciones físico-mecánica y de seguridad para la operación en vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
- Diario Oficial de la Federación (2017) NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
- Ehrler, V. C., Schöder, D., & Seidel, S. (2019). Challenges and perspectives for the use of electric vehicles for last mile logistics of grocery e-commerce – Findings from case studies in Germany. *Research in Transportation Economics*, 100757.
- Elbert, R., & Friedrich, C. (2020). Urban consolidation and cargo bikes: A simulation study. *Transportation Research Procedia*, 48, 439–451.
- Enthoven, D. L. J. U., Jargalsaikhan, B., Roodbergen, K. J., uit het Broek, M. A. J., & Schrotenboer, A. H. (2020). The two-echelon vehicle routing problem with covering options: City logistics with cargo bikes and parcel lockers. *Computers & Operations Research*, 118, 104919.
- Fatehi, S., & Wagner, M. (2019). Crowdsourcing Last-Mile Deliveries. *SSRN Electronic Journal*.
- Foxon, T. (2013) Transition pathways for a UK low carbon electricity future. *Energy Policy*. 52, 10-24.
- Foxon, T.J., Hammond, G.P. y Pearson, P.J.G. (2009) Developing transition pathways for a low carbon electricity system in the UK. *Technological Forecasting and Social Change*, 77 (8), 1203 – 1213.



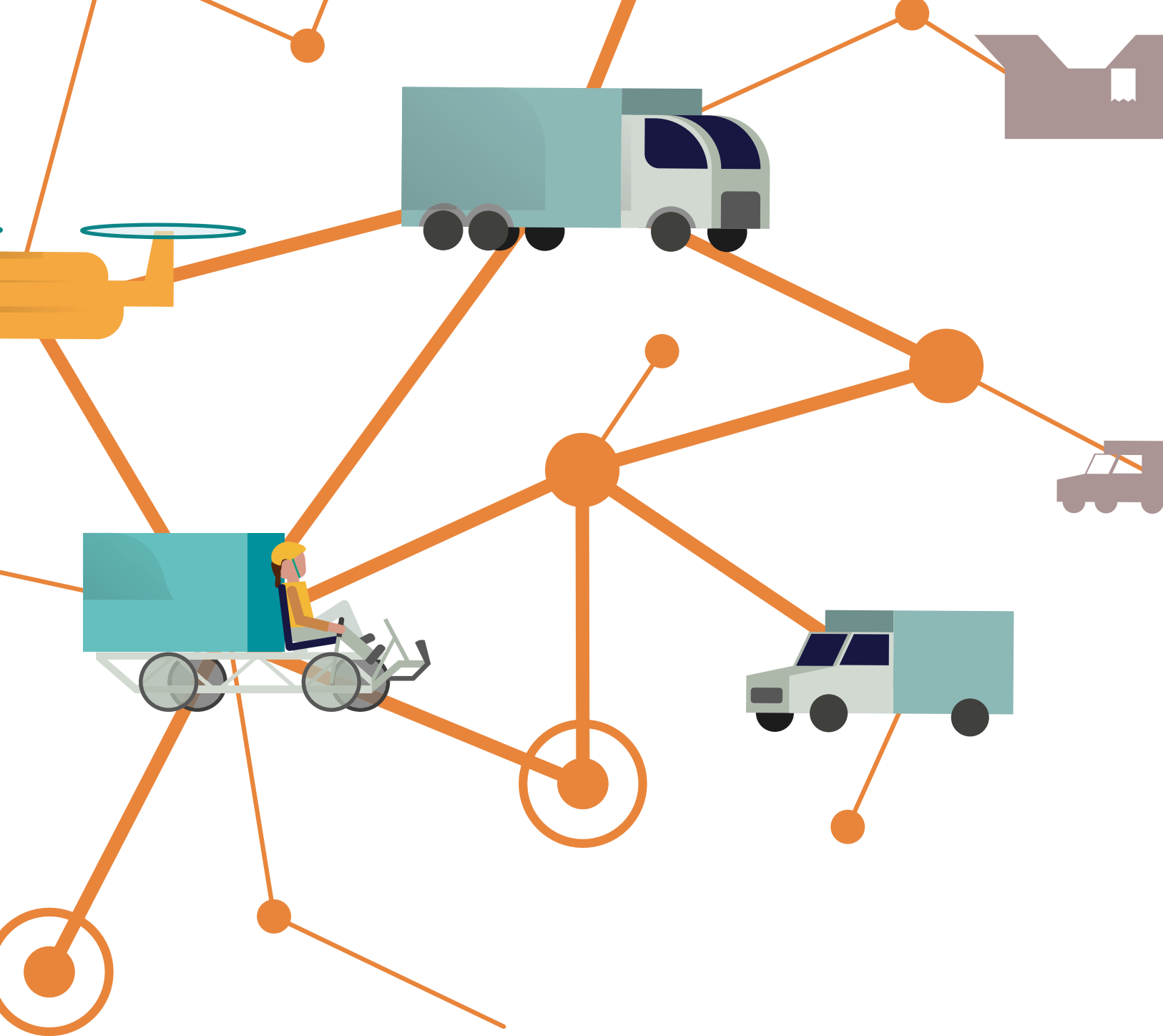
- Fraske, T. y Bienzeisler, B. (2020) Toward smart and sustainable traffic solutions: a case study of the geography of transitions in urban logistics. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 16 (1), 353 – 366.
- Gama, I. (2021) Presenta Gobierno de Jalisco la primera línea de transporte público totalmente eléctrica de México. Disponible en: <https://globalenergy.mx/noticias/alternativas/presenta-gobierno-de-jalisco-la-primera-linea-de-transporte-publico-totalmente-electrica-de-mexico/>.
- Geels, F.W. (2002) Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case-study. *Research Policy*, 31 (8-9), 1257 – 1274.
- Geels, F.W. (2004) From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33 (6-7), 897 – 920.
- Geels, F.W. (2005) Technological transitions and system innovations. A co-evolutionary and socio-technical analysis. Reino Unido, Edward Elgar Publishing Limited.
- Geels, F.W. y Schot, J. (2007) Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36 (3), 399 – 417.
- Geels, F.W. (2010) Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39 (4), 495 – 510.
- Geels (2012) A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography*, 24, 471 – 482.
- Geels (2018) Low-carbon transition via system reconfiguration? A socio-technical whole system analysis of passenger mobility in Great Britain (1990 – 2016). *Energy Research and Social Science*, 46, 86 – 102.
- Gobierno de Jalisco (2015) Ley para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco. Gobierno de Jalisco.
- Gobierno de Jalisco (2016) Manual de ciclismo urbano. Gobierno de Jalisco.
- Gobierno de Jalisco (2019) Aprueba JCM lineamientos técnicos para transporte de carga en el AMG. Disponible en: <https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/98196>
- Gobierno de Jalisco (2019) Mañana inician las restricciones para el transporte de carga pesada en el Área Metropolitana de Guadalajara. Disponible en: <https://jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/99889>.
- Gobierno de Jalisco (2021) Área Metropolitana de Guadalajara. Disponible en: <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/guadalajara>
- Gobierno de México (2021) México trabaja en la reducción de CO₂ y en fortalecer la adaptación al cambio climático. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-mundial-por-la-reduccion-de-las-emisiones-de-carbono-co2?idiom=es>
- González-García, J. (2020) Comercio electrónico en China y México: surgimiento, evolución y perspectivas. *México y la cuenca del pacífico*, 9 (27).
- Gruber, J., Kihm, A., & Lenz, B. (2014). A new vehicle for urban freight? An ex-ante evaluation of electric cargo bikes in courier services. *Research in Transportation Business & Management*, 11, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.03.004>
- Guo, X., Lujan-Jaramilla, Y. J., Bloemhof-Ruwaard, J. y Claassen, G. D. H. (2019) On integrating crowdsourced delivery in last-mile logistics: A simulation study to quantify its feasibility. *Journal of Cleaner Production*, 241, 1 – 13.
- Heinrich, L., Schulz, W. H., & Geis, I. (2016). The Impact of Product Failure on Innovation Diffusion: The Example of the Cargo Bike as Alternative Vehicle for Urban Transport. *Transportation Research Procedia*, 19, 269–271.
- Hirt, L.F., Schell, G., Sahaklan, M. y Trutnevte, E. (2020) A review of linking models and socio-technical transition theories for energy and climate solutions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 162 – 179.
- Huang, K., & Ardiansyah, M. N. (2019) A decision model for last-mile delivery planning with crowdsourcing integration. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 898–912. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.059>
- ICCT (2017) Mexico freight assessment. Global green freight. The International Council on Clean Transportation (ICCT).
- IIEG (2020) Ficha informativa 9 de diciembre de 2020. Instituto de información Estadística y Geográfica de Jalisco. Disponible en: <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2020/12/Ficha-informativa-Producto-Interno-Bruto-Estatal-2019-20201209.pdf>
- IIEG (2020) Crecimiento del parque vehicular en Jalisco y el AMG 2000-2019. Disponible en: https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2020/08/Ficha-Informativa_Parque-vehicular-2000-2019.pdf
- INEGI (2019) Censos Económicos 2019. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- INEGI (2021) Vehículos de motor registrados en circulación. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Info Jalisco (2020) Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Jalisco. Disponible en: <https://info.jalisco.gob.mx/gobierno/programas/10407>
- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2020) Información sociodemográfica por municipio, 2020. From https://iieg.gob.mx/ns/?page_id=882
- Instituto Metropolitano de Planeación (2019) Interactive Map of Guadalajara Metropolitan Area. Disponible en: <https://sigmetro.imeplan.mx/mapa>
- Jano-Ito, M.A. (2016) Socio-technical modelling of the electricity sector in Mexico: an analysis of the complex behaviour and interactions of its main actors and their influence on low-carbon energy investment. Tesis de Doctorado. University of Cambridge.



- Kemp, R. (1994) Technology and the transition to environmental sustainability: the problem of technological regime shifts. *Futures*, 26 (10), 1023-1046.
- Kemp, R., Schot, J. y Hoogma, R. (1998) Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. *Technology Analysis and Strategic Management*, 10 (2), 175 – 195.
- Kester, J., Sovacool, B.K., Noel, L. y de Rubens, G.Z. (2020) Between hope, hype, and hell: Electric mobility and the interplay of fear and desire in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 35, 88 – 102.
- Lachman, D.A. (2013) A survey review of approaches to study transitions. *Energy Policy*, 58, 269 – 276.
- Magazine del Transporte (2020) Crece flota de DHL Express México 22% respecto a 2019. Disponible en: <https://revistamagazine.com/proveedores/crece-flota-dhl-express-mexico/>
- McLeod, F. N., Cherrett, T. J., Bektas, T., Allen, J., Martinez-Sykora, A., Lamas-Fernandez, C., Bates, O., Cheliotis, K., Friday, A., Piecyk, M., & Wise, S. (2020) Quantifying environmental and financial benefits of using porters and cycle couriers for last-mile parcel delivery. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 82, 102311.
- Mepparambath, R.M., Cheah, L., Courcoubetis, C. (2021) A theoretical framework to evaluate the traffic impact of urban freight consolidation centres 15.
- MiBici (2021) Sistema de bicicletas públicas del AMG Disponible en: <https://mibici.net/>
- Moradi, A. y Vagnoni, E. (2018) A multi-level perspective analysis of urban mobility system dynamics: What are the future transition pathways? *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 231 – 243.
- Müller, S., Rudolph, C. y Janke, C. (2019) Drones for last mile logistics: Baloney or part of the solution? *Transportation Research Procedia*, 41, 73 – 87.
- Napoli, G., Micari, S., Dispenza, G., Andaloro, L., Antonucci, V., & Polimeni, A. (2021) Freight distribution with electric vehicles: A case study in Sicily. *RES, infrastructures and vehicle routing. Transportation Engineering*, 3, 100047.
- Navarro-Campos, L. B. (2020) Análisis de los servicios de mensajería de correos de México desde el diseño estratégico. Caso de PyMES en bazares urbanos de la Ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Iberoamericana.
- Niels, T., Hof, M. T., & Bogenberger, K. (2018) Design and Operation of an Urban Electric Courier Cargo Bike System. 2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2531–2537.
- Nürnberg, M. (2019) Analysis of using cargo bikes in urban logistics on the example of Stargard. *Transportation Research Procedia*, 39, 360–369.
- ONU Habitat (2017) Guadalajara Metropolitana Prosperidad urbana: oportunidades y propuestas. Disponible en: <https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/09/guadalajara-metropolitana.pdf>
- OECD (2017) Review of the regulation of freight transport in Mexico. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- ONU Habitat (2018) Tendencias del desarrollo urbano en México. Disponible en: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/tendencias-del-desarrollo-urbano-en-mexico>
- POTMet (2016) PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL METROPOLITANO DEL AMG. Disponible en: https://www.imeplan.mx/sites/default/files/IMEPLAN/POTmet_IIIFB-BajaRes.pdf
- Quak, H., van Duin, R., Hendriks, B. (2020) Running an urban consolidation centre: Binnenstadservice 10 years back and forth. *Transportation Research Procedia* 46, 45–52.
- Real Estate Market (2020) Mercado last mile impulsa a Guadalajara. Disponible en: <https://realestatemarket.com.mx/noticias/mercado-inmobiliario/30395-mercado-last-mile-impulsa-a-guadalajara>
- Rip, A. y Kemp, R. (1998) Technological change. In: Rayner, S. and Malone, E.J. (eds.) *Human Choice and Climate Change*, vol 2, Resources and Technology. Columbus, Ohio, Battelle Press, pp. 327 – 399.
- Rivas Uribe (2017) Descartan que circulación de patines eléctricos implique reformas a la ley. Disponible en: <https://www.informador.mx/jalisco/Descartan-que-circulacion-de-patines-electricos-implique-reformas-a-la-ley-20191014-0121.html>
- Roca-Riu, M., Estrada, M., Fernández, E. (2016) An Evaluation of Urban Consolidation Centers Through Continuous Analysis with Non-equal Market Share Companies. *Transportation Research Procedia* 12, 370–382.
- Romo, P. (2019) Aeropuerto de Guadalajara es el tercero con más pasajeros y el primero de carga en México. Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Aeropuerto-de-Guadalajara-es-el-tercero-con-mas-pasajeros-y-el-primero-de-carga-en-Mexico-20191211-0088.html>
- Rudolph, C., Gruber, J., & Liedtke, G. (2018) Simplified scenario based simulation of parcel deliveries in urban areas using electric cargo cycles and urban consolidation centers. 10.
- Samouh, F., Gluza, V., Djavadian, S., Meshkani, S., & Farooq, B. (2020) Multimodal Autonomous Last-Mile Delivery System Design and Application. 2020 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), 1–7.
- Schliwa, G., Armitage, R., Aziz, S., Evans, J., & Rhoades, J. (2015) Sustainable city logistics—Making cargo cycles viable for urban freight transport. *Research in Transportation Business & Management*, 15, 50–57.

- SCT (2019) Estadística Básica del Autotransporte Federal. Disponible en: https://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/EST_BASICA/EST_BASICA_2019/Estad%C3%ADstica_B%C3%A1sica_del_Autotransporte_Federal_2020.pdf
- SEMADET (2021) Culmina Jalisco participación en la COP 26. Disponible en: <https://semadet.jalisco.gob.mx/prensa/noticia/1407>
- Sicyt (2020) Innovación Ciencia y Tecnología. Disponible en: <https://sicyt.jalisco.gob.mx/acerca/que-hacemos>
- Sicyt (2020b) MANTIENE JALISCO SEGUNDO LUGAR EN SOLICITUDES DE PATENTES E INVENCIONES, IMPI 2020. Disponible en: <https://sicyt.jalisco.gob.mx/prensa/noticia/1036>
- Siragusa, C., Tumino, A., Mangiaracina, R., & Perego, A. (2020) Electric vehicles performing last-mile delivery in B2C e-commerce: An economic and environmental assessment. *International Journal of Sustainable Transportation*, 1–16.
- Sustainable Mobility for All (2017) Global Mobility Report 2017: Tracking Sector Performance. Washington DC, License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0
- Tilk, C., Olkis, K., & Irnich, S. (n.d.). The Last-mile Vehicle Routing Problem with Delivery Options. 29.
- Triantafyllou, M.K., Cherrett, T.J., Browne, M. (2014) Urban Freight Consolidation Centers: Case Study in the UK Retail Sector. *Transportation Research Record* 2411, 34–44.
- Tsakalidis, A., Krause, J., Julea, A., Peduzzi, E., Pisoni, E., & Thiel, C. (2020) Electric light commercial vehicles: Are they the sleeping giant of electromobility? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86, 102421.
- UN (2018) 68% of the world population projected to live in urban areas by 205. Disponible en: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- Verbong, G. y Geels, F.W. (2007) The ongoing energy transition: lessons from a socio-technical, multi-level analysis of the Dutch electricity system. *Energy Policy*, 35 (2), 1025 – 1037.
- Wu, Z., Shao, Q., Su, Y. y Zhang, D. (2021) A socio-technical transition path for new energy vehicles in China: A multi-level perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, 1 – 10.
- Yücel, G. (2010) Analyzing transition dynamics. The actor-option framework for modelling socio-technical systems. Tesis de Doctorado. Technische Universiteit Delft (TU Delft).
- Yücel, G. y Chiong-Meza, C.M. (2008) Studying transition dynamics via focusing on underlying feedback interactions: Modelling the Dutch waste management transition. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 14 (4), 320 – 349.
- Zeitler, M. (2019) Deliveries by tram – a viable solution for sustainable urban logistics? *Hermes World*. Disponible en: <https://newsroom.hermesworld.com/international/final-mile-deliveries-by-tram-a-viable-solution-for-sustainable-urban-logistics-1171/>
- Zhang, L., Matteis, T., Thaller, C., & Liedtke, G. (2018) Simulation-based Assessment of Cargo Bicycle and Pick-up Point in Urban Parcel Delivery. *Procedia Computer Science*, 130, 18–25.
- Zhang, Y., Sun, L., Hu, X., & Zhao, C. (2019) Order consolidation for the last-mile split delivery in online retailing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 122, 309–327.





**LA TRANSICIÓN HACIA
UNA ÚLTIMA MILLA SUSTENTABLE**
El caso del Área Metropolitana de Guadalajara

MÉXICO | MMXXI