



mesval
Càtedra Model Econòmic
Sostenible València i Entorn

VALENCIA EN LA ÚLTIMA MILLA: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE SUS PRINCIPALES INDICADORES

CÀTEDRA MODEL ECONÒMIC SOSTENIBLE
VALÈNCIA I ENTORN
DOCUMENTO DE TRABAJO
DT2/2023



València en la última milla: identificación y análisis de sus principales indicadores

Pedro Cantos Sánchez
Elvira Cerver Romero
Antonio Marín García
Universitat de València

CÀTEDRA MODEL ECONÒMIC SOSTENIBLE VALÈNCIA I ENTORN
DOCUMENTO DE TRABAJO
DT 02/2023

Campus Tarongers
Edificio Departamental. Facultat d'Economia
Avda. Tarongers, s/n, 46022 València

Email: catedramesval@uv.es

Twitter: @catedramesval

DOI: https://doi.org/10.12842/MESVAL_DT2023_02

ÍNDICE

Resumen ejecutivo	5
1. Introducción	8
1.1. <i>Justificación del estudio</i>	9
1.2. <i>Descripción de los objetivos y estructura del trabajo</i>	12
2. Aproximación al concepto de la última milla.....	15
Impulsores, actores y desafíos de la última milla	20
Logística de última milla y oportunidades de mejora en la sostenibilidad	24
Modelos de entrega.....	27
3. Comportamiento del consumidor en la última milla.....	31
Evolución del comportamiento de compra del consumidor en logística de última milla ...	31
Etapas del proceso de compra del consumidor	33
Principales decisiones del consumidor: Compras online y última milla	37
4. Los nuevos modelos de logística aplicados a las ciudades	40
Algunos estudios para ciudades internacionales	41
La ciudad de Madrid	48
1.1.1 <i>Los hubs urbanos</i>	48
1.1.2 <i>Red de puntos de entrega.....</i>	50
1.1.3 <i>Electrificación de la flota</i>	51
1.1.4 <i>Zonas de carga/descarga</i>	52
1.1.5 <i>Distribución nocturna</i>	56
1.1.6 <i>Centros de consolidación urbana</i>	57
1.1.7 <i>Load pooling</i>	58
1.1.8 <i>Proveedor logístico externo</i>	58
La ciudad de València	59
5. Conclusiones y recomendaciones	62
Referencias bibliográficas	66

Resumen ejecutivo

La «última milla» hace referencia al último tramo del proceso de entrega de un producto, desde un almacén o centro de distribución, hasta el destino final del cliente. En el contexto de la distribución comercial, la última milla se refiere a la entrega del producto desde el centro de distribución hasta el lugar de destino, generalmente, seleccionado por el cliente.

En los últimos años, el progreso tecnológico ha sido uno de los principales causantes del aumento de los canales de distribución a través de los cuales los consumidores pueden recibir sus productos, lo que ha motivado un interés creciente por su estudio. Hoy en día el consumidor final puede decir cuándo, cómo y dónde quiere recoger sus pedidos, lo que está causando una verdadera revolución en la distribución comercial, especialmente en el sector minorista, por ser quienes tienen un contacto más directo con el cliente final.

La última milla es un término importante en la logística puesto que, en muchas ocasiones, puede ser el tramo más costoso y complicado del proceso de entrega. En este sentido, la última milla requiere la coordinación de varios proveedores de servicios y la resolución de problemas logísticos y de transporte. Asimismo, la última milla también es crítica en términos de satisfacción del cliente, ya que es el punto de contacto final entre la empresa y el cliente y puede influir en la percepción general del servicio.

Por otra parte, la última milla es un proceso complejo que implica varios factores que influyen en la entrega final del producto al cliente. Algunos de los factores más relevantes que intervienen en este fenómeno incluyen:

- **Distancia:** La separación entre el centro de distribución y el destino final del cliente puede afectar el tiempo y el coste de la entrega.
- **Volumen:** La cantidad de productos que se deben entregar en la última milla también es un factor importante que puede afectar la logística y el coste de la entrega.
- **Accesibilidad:** La accesibilidad del destino final puede ser un factor crítico en la última milla. Por ejemplo, si el destino final está en una zona remota o difícil de acceder, puede requerir vehículos especializados o costes adicionales.
- **Infraestructuras:** La calidad de las infraestructuras, como las carreteras, los puentes y las señales de tráfico, también puede influir en la última milla.
- **Condiciones climáticas:** Las condiciones climáticas, como la lluvia, la nieve o el hielo, pueden afectar la entrega final y el tiempo de entrega.
- **Tecnología:** La tecnología, como los sistemas de seguimiento y las aplicaciones móviles, puede mejorar la eficiencia y la transparencia de la entrega en la última milla.
- **Recursos humanos:** El personal involucrado en la última milla, como los conductores y los repartidores, también es crítico para el éxito de la entrega final.

Estos son solo algunos de los factores que pueden afectar la última milla, y es importante considerarlos todos para garantizar una entrega exitosa y satisfacer las expectativas del cliente.

Por todo ello, a través de este trabajo, utilizando una metodología basada en la observación y en el análisis de diferentes fuentes de información secundaria, se pretende llevar a cabo una aproximación al concepto de la última milla que permita arrojar mayor luz de los principales indicadores sobre los que se sostiene este concepto. Además, la elaboración de este estudio pretende sentar las bases que permita a la ciudad de València conocer y progresar en su adaptación a este nuevo escenario, que afecta tanto a comercios y consumidores como a instituciones públicas con poder de decisión. Para el logro del objetivo principal de este trabajo, se actuó sobre tres ejes fundamentales:

1. La delimitación del marco conceptual de la última milla.
2. El análisis del comportamiento del consumidor en relación con la última milla.
3. La identificación de los nuevos modelos logísticos llevados a cabo por otras ciudades con características similares a València.

Cada uno de estos ejes, conformaron los tres capítulos que configuran el marco teórico del estudio. Su desarrollo ha permitido la identificación de un conjunto de conclusiones, que se resumen a continuación:

1. Mientras que la optimización operativa permite acortar los plazos de entrega y satisfacer las necesidades de los clientes, las mediciones del rendimiento pueden ayudarnos a comprender mejor a las diversas partes involucradas y el impacto de su actividad en las tres dimensiones de la sostenibilidad (*Planet, People, Profits*).
2. Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los operadores logísticos son las devoluciones. Este factor está vinculado a un elemento cultural de los países europeos donde existe la falsa creencia de que las devoluciones no generan costes y que consecuentemente tienen que ser gratis. Una de las soluciones que se plantean para reducir el número de devoluciones es la entrega localizada a través de puntos de conveniencia. Estos pueden ser en algunos casos máquinas inteligentes (como es el caso de los lockers de Amazon o los Citipaq de correos) o, acuerdos con terceros (Quioscos, farmacias u otras tiendas).
3. Respecto a la eficiencia del tiempo, muchas de las soluciones que se plantean están más vinculadas a la necesidad de las empresas de reducir sus costes que por temas de sostenibilidad. En este sentido, la idea es concienciar al cliente que el envío en 24h no es una necesidad del mercado, sino algo que se ha impuesto en el mismo. Bajo la premisa de que «lo urgente no es necesario», se está apostando por transmitir a todos los usuarios que el paquete urgente (24h) es un envío caro y no sostenible y que lo eficiente es la entrega en 48h. Esta solución permitiría aglutinar la carga en un *hub* y lograr una mayor eficiencia en el transporte de los paquetes.
4. Otro aspecto que considerar es el impacto en la distribución comercial causado por la explosión del *e-commerce*, fenómeno que ha provocado el aumento del número de repartidores y el incremento de la congestión del tráfico.
5. La modificación de la estructura de las ciudades es algo que afecta a todos los segmentos, ya sean particulares o distribuidores. No cabe duda de que los cambios producidos en el centro de València han supuesto un problema para la distribución de la paquetería, pero también es cierto de que hay mucha permisibilidad para que los operadores logísticos distribuyan carga.

6. La transformación digital y la automatización de funciones es algo que las organizaciones que lideran el sector están implementando; un ejemplo de ello es la participación del usuario en la gestión del propio proceso cuando, a través de una aplicación, puede elegir y/o modificar la banda horaria y/o el punto de entrega. Sin embargo, los pequeños operadores suelen tener dificultades para acceder e implementar esta tecnología en sus procesos, haciendo necesarias políticas que les faciliten la comprensión y el acceso a las mismas y, consecuentemente, competir en igualdad de condiciones.
7. La volatilidad de los costes energéticos ha provocado la aplicación de la denominada «Tasa de combustible», tasa que acorta directamente los márgenes de los operadores logísticos. Consecuencia de lo anterior es que solo aquellas empresas con una gran capacidad de respuesta serán las que permanecerán en el mercado, es decir, se producirá una concentración del sector.
8. Se ha llevado a cabo una descripción de los efectos que las diferentes tecnologías aplicables al transporte de última milla en los próximos años pueden provocar en tres niveles distintos: el impacto en términos medioambientales, el impacto sobre el nivel de tráfico o congestión y el impacto en términos de la reducción en los costes logísticos que favorecería la eficiencia empresarial de las empresas de distribución.
9. Los resultados de los trabajos consultados han estimado que los beneficios en términos de reducción de emisiones de CO₂ pueden situarse en torno a un 60% si en el año 2030 se consiguiera sustituir todos los vehículos de reparto de combustible fósil por vehículos eléctricos o de hidrógeno. Los sistemas de reparto nocturno conseguirían reducir los niveles de congestión en un intervalo del 10-32%, mientras que los nuevos sistemas de taquillas o puntos de entrega también reducirían la congestión entre un 7-22%. Los nuevos sistemas de *hubs* urbanos y los algoritmos de diseño dinámico de rutas también conseguirían reducir el tráfico en un intervalo del 5-18%. La mayoría de estas medidas acabaría produciendo reducciones importantes en los costes logísticos. En concreto, los nuevos sistemas de *hubs* urbanos reducirían los costes de distribución en un rango del 4-12%, el *load pooling* en torno al 4-10%, o los sistemas de taquillas o puntos de entrega entre el 2 y el 9%.
10. En el caso de la ciudad de Madrid, los impactos sobre la sostenibilidad medioambiental son, por lo general y salvo el caso de los coches eléctricos, de mayor importancia que los obtenidos para las ciudades internacionales. En cambio, los impactos en términos de congestión y eficiencia logística son más similares, si bien también suelen ser de mayor magnitud para el caso de Madrid.
11. Para el caso de la ciudad de València, se observa que los principales indicadores en cuanto a densidad de población, la demanda de paquetes por persona y por km² no son muy diferentes a los indicadores de Madrid, salvo que el tamaño de la ciudad es significativamente mayor en el caso de Madrid. Por tanto, es de esperar que la eficacia de las medidas tendentes a mejorar y potenciar el transporte de última milla en la ciudad de València provocará efectos no muy diferentes a los que se pueden obtener en la ciudad de Madrid.

En definitiva, la respuesta a la problemática detectada en este sector implica la colaboración y comunicación directa entre las partes implicadas, esto es, agentes políticos, proveedores, operadores logísticos y ciudadanos. La elaboración de una legislación común será un primer paso en el desarrollo de una industria que favorezca la sostenibilidad medioambiental, la movilidad y la propia eficiencia de las empresas.

1. Introducción

1.1. Justificación del estudio

El estudio e investigación desde el punto de vista académico de la logística de la última milla comenzó con el milenio, y su evolución y crecimiento es constante y notable. El desarrollo de las ciudades y de los modelos de transporte urbano de mercancías, la preocupación por la sostenibilidad en todas sus dimensiones, el desarrollo en la gestión de las cadenas de suministro, las innovaciones, los cambios en el comercio minorista y en el comportamiento, la satisfacción y la experiencia del consumidor, etc. han ido poniendo el foco de manera dispersa en el análisis de los componentes clave de la logística de la última milla y las interrelaciones entre ellos.

A pesar de que la literatura se centra en las organizaciones cuando se habla de la última milla, este concepto es posible analizarlo desde una triple óptica: empresas, consumidores e instituciones.

Desde el punto de vista de las organizaciones, estas se tienen que adaptar a las nuevas formas de consumo desarrolladas por los consumidores. En ese sentido, los negocios actuales tienen que replantearse en muchas ocasiones su actividad logística y buscar y adaptarse a las nuevas circunstancias, pasando de los tradicionales modelos de negocio a otros nuevos modelos. En estos nuevos modelos de negocio, uno de los elementos que prima es la creación de valor al consumidor. Es decir, ya no importa únicamente satisfacer las necesidades de los consumidores con la oferta desarrollada, sino que ahora es vital la diferenciación con respecto a los competidores. En este sentido, una forma específica de diferenciarse de la competencia está vinculada con el denominado transporte de última milla. En la medida en que las empresas sean capaces de hacer llegar de forma eficiente y eficaz los productos adquiridos por los consumidores, estos modificarán la forma en que perciben a los comercios.

Por otra parte, comprender el comportamiento del consumidor también es un tema clave en la última milla. Los cambios en la forma en que los consumidores toman sus decisiones de compra se han visto modificadas por diferentes factores, de los cuales, dos de ellos afectan de forma directa con la última milla: la sostenibilidad y el comercio electrónico. En la actualidad, nos encontramos ante un consumidor mucho más exigente y concienciado con los temas de sostenibilidad. Hoy en día, el consumidor, más concienciado con los temas vinculados con la sostenibilidad, es mucho más exigente a la hora de adquirir un determinado producto y/o servicio. En este sentido, cuando un consumidor decide comprar un determinado producto, valora temas como el impacto medioambiental generado por parte de las empresas, la participación de las organizaciones con instituciones sin ánimo de lucro o el bienestar comunitario. Por otra parte, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), trajo consigo el incremento del comercio electrónico. En la actualidad, existen grupos de consumidores que hacen una parte importante de sus compras a través de aplicaciones web. En este sentido, son diferentes los factores que el consumidor valora en el uso de los canales *online* a la hora de adquirir los productos, siendo, la seguridad, la disponibilidad y la inmediatez, algunos de los más valorados. Así, la vinculación entre la última milla y la sostenibilidad y el comercio electrónico parece evidente. El crecimiento de las compras *online* se traduce en un aumento exponencial de los volúmenes de paquetes, que a su vez se traduce en un incremento en el número de vehículos que reparten estos productos. Todo ello, genera una intensificación de la congestión de tráfico en las ciudades,

un aumento de los niveles de contaminación y, como consecuencia de ello, un empeoramiento del medioambiente y de la salud de los ciudadanos, afectando así, a su calidad de vida.

Como consecuencia de lo descrito en estas líneas, cobra protagonismo el tercer agente importante vinculado con la última milla: las instituciones públicas. En este sentido, el papel fundamental de éstas se sustenta en el diseño de políticas y regulaciones que sean capaces de dar respuesta a la problemática derivada del transporte de última milla. Sin embargo, la actualidad del tema y los rápidos cambios que se producen sobre este fenómeno tiene como consecuencia la falta de protocolos que aborden esta situación, por lo que se considera básico profundizar de forma urgente en esta dirección.

Respecto a la situación del sector, la facturación de la paquetería y el comercio electrónico ha aumentado de manera muy importante en los últimos años. En el primer trimestre de 2022 la facturación creció un 25,3% interanual hasta situarse en los 15 627 millones de euros, según los últimos datos publicados por la CNMC. Los sectores que más han crecido han sido las prendas de vestir con el 7,3% de la facturación total, las agencias de viajes y los operadores turísticos con el 7,0%. Si bien algunas de estas actividades no generan paquetería, sí evitan desplazamientos físicos que en muchas ocasiones tiene implicaciones sobre el tráfico.

En cuanto al número de transacciones, según la CNMC, en el primer trimestre de 2022 se registraron más de 122 millones de transacciones que suponen un 8,2% más que en el mismo trimestre del año anterior. Son los restaurantes los que suponen un mayor volumen de transacciones con un 7,3%.

Este incremento de la demanda se debe a la recuperación de la actividad económica tras la pandemia, así como al dinamismo del comercio electrónico y su impulso tras el periodo de pandemia. Así, por ejemplo, el mercado de la paquetería empresarial experimentó un fuerte crecimiento que llegó a ser del 8,2% durante 2021. Según el ámbito geográfico, las operaciones de comercio electrónico desarrolladas íntegramente en España representan 6.210 millones en 2021, mientras que las operaciones con origen o destino internacional suponen 2.100 millones.

En cuanto a la rentabilidad empresarial, la mayor demanda experimentada en 2021 supuso una mejora en los márgenes y beneficios empresariales, mejora que se ha visto claramente perjudicada por el incremento del precio del combustible y del coste de otras materias primas.

En cuanto a la estructura de la oferta, el número de empresas logísticas dedicadas a las operaciones de comercio electrónico ha crecido de manera muy importante en los tres últimos años. De nuevo la pandemia de la COVID-19 fue un elemento que favoreció no sólo la demanda sino la aparición de nuevas empresas y operadores en el sector. Los nuevos entrantes son principalmente compañías de paquetería empresarial. Muchas de las nuevas empresas son de pequeño tamaño y nueva creación, orientadas sobre todo a los servicios de la última milla.

No obstante, a pesar de la entrada de nuevas empresas, se observa que sigue existiendo un alto grado de concentración en el sector. En particular los cinco primeros grupos de paquetería empresarial suponían en 2021 el 52% del mercado de la paquetería empresarial. Estos son Grupo Seur, Grupo Correos, Nacex, GLS y UPS. Algo más del 30% de las empresas tiene su sede en Madrid, situándose a continuación Cataluña y Andalucía, que representan dos terceras partes del total nacional. Sin embargo, las principales compañías cuentan con

una amplia red de franquicias, delegaciones o empresas colaboradoras. En particular, la **tabla 1.1** muestra los niveles de facturación y cuota de mercado de los principales operadores en el mercado de paquetería empresarial.

Junto a estas grandes empresas opera cada vez más un amplio grupo de empresas, de pequeño y medio tamaño, cuya actividad se limita al ámbito geográfico de origen. Así, el 97,6% de las empresas de actividades postales y de correos empleaban en 2021 a menos de 10 trabajadores. Dicho porcentaje ha incrementado punto medio en dos años. En cambio, menos de un centenar de empresas (sólo el 0,3% del total) contaban con plantillas de 50 o más empleados.

Tabla 1.1 Facturación y cuota de mercado de los principales operadores

Operador logístico	Facturación 2020 (en mill)	Facturación 2021 (en mill)	%Cuota 2020	%Cuota 2021
Amazon	n.a.	1461,7		22,6%
SEUR	833,0	875,0	18%	13,5%
MRW	732,8	736,7	15,8%	11,4%
GLS	440,4	481,7	9,5%	7,5%
Zeleris	353,6	451,9	7,6%	7,0%
DHL Express	361,8	448,6	7,8%	6,9%
Correos	427,0	438,0	9,2%	6,8%
DHL Parcel	513,6	387,7	11,1%	6,0%
UPS	352,8	384,4	7,6%	5,9%
Correos Express	369,0	373,0	8,0%	5,8%
NACEX	328,0	350,7	7,1%	5,4%
Fedex	150,6	182,7	3,3%	2,8%
TNT	158,3	158,0	3,4%	2,4%

Fuente: CNMC (2022).

La perspectiva para los próximos años es que se produzca una cierta desaceleración en la evolución del mercado, debido al deterioro de la recuperación económica. La incertidumbre respecto a la evolución del empleo, el actual contexto geopolítico con origen en el este de Europa, las tensiones inflacionistas, así como los posibles rebrotes de coronavirus son factores que frenarán el consumo y por tanto la evolución del sector.

Aún así, se espera que siga aumentando el número de operadores logísticos con la entrada de compañías de nueva creación, así como de grupos internacionales especializados sobre todo en el transporte de la última milla. La mejora tecnológica, la ampliación de las redes de plataforma, especialmente en entornos urbanos, así como los puntos de recogida y taquillas inteligentes van a ser factores que van a facilitar la evolución positiva del sector.

En esta línea, y gracias al auge de los servicios a domicilio, como se ha indicado, numerosas empresas están entrando en este sector del transporte de última milla y operan mayoritariamente a través de la *Gig Economy*. En este modelo la relación laboral se define a través de un contrato donde el trabajador realiza la actividad de forma esporádica, donde además suele aportar todo lo que necesita para la actividad. Este modelo permite establecer unas actividades muy flexibles e innovadoras, si bien tiene repercusiones negativas en la media que puede generar competencia desleal o precarización del empleo.

Todo este nuevo entorno ha favorecido el fenómeno conocido como «entregas ultrarrápidas». La entrega en 24 horas con gastos de envío gratuitos se ha convertido en factores comunes para las tiendas de comercio electrónico. Las grandes plataformas de comercio electrónico ofrecen a sus clientes la entrega en dos horas o incluso en menor tiempo. Además, permiten un servicio disponible 24 horas, debido a la cantidad de repartidores que cubren todas las franjas horarias. Así, los clientes de Glovo pueden hacer pedidos los siete días de la semana en cualquiera de las franjas horarias.

En resumen, nos encontramos ante un sector caracterizado por un incremento en la demanda del comercio electrónico que ha provocado el desarrollo de un sector empresarial que ha pretendido satisfacer dicha demanda. Esto a su vez ha generado un fuerte impacto en el conocido como transporte de última milla, que se encarga de satisfacer el comercio electrónico en la última etapa de la cadena logística dentro del ámbito urbano. Este fenómeno está provocando importantes efectos en la medida que se está generando un transporte adicional en el ámbito urbano con consecuencias sobre los niveles de tráfico y congestión, así como en los niveles de contaminación atmosférica. En la medida que estos efectos puedan ser previstos y evaluados las ciudades habrán de tomar medidas para que estos efectos negativos y colaterales del transporte de última milla puedan ser limitados y minimizados.

1.2. Descripción de los objetivos y estructura del trabajo

Así, una vez justificado el interés que sostiene y apoya la elaboración de este estudio, enunciamos como **objetivo general** de este trabajo el siguiente:

O.G: Realizar una aproximación a la situación de la última milla en la ciudad de Valencia, identificando los principales indicadores y su impacto.

Para lograr el propósito final del estudio, se proponen los siguientes objetivos específicos, que servirán como hilo conductor del trabajo.

O.E.1: Delimitar el marco conceptual acerca de la última milla.

Teniendo en cuenta el punto de vista de las empresas, este objetivo abordará los siguientes elementos:

- Los impulsores, actores y desafíos de la última milla.
- Las oportunidades de mejora en la sostenibilidad de la última milla.
- Los diferentes modelos de entrega identificados por la literatura relacionados con la última milla.

O.E.2: Examinar el comportamiento del consumidor en la última milla.

A pesar de que una parte extensa de la literatura analiza el concepto de la última milla desde la óptica de las organizaciones, el conocimiento de las percepciones del consumidor en esta materia resulta capital. Por ello, este objetivo específico se centrará, principalmente, en los siguientes subobjetivos:

- Conocer la evolución del comportamiento de compra del consumidor en logística en la última milla.
- Identificar las principales decisiones que el consumidor toma respecto a las compras *online-offline*.

O.E.3: Describir los nuevos modelos de logística desarrollados en las ciudades.

Para lograr este tercer objetivo del trabajo, se examinarán como otras ciudades analizado la problemática de la última milla, identificando que propuestas han implementado y que impacto desencadenan en esas regiones. En este sentido, este objetivo abordará los siguientes puntos:

- Conocer los nuevos modelos de logística en ciudades internacionales.
- Analizar el caso de la última milla en Madrid y en València.

En cuanto a la aplicación de ciudades se hará un repaso a los informes a nivel internacional que han evaluado el impacto de las medidas y tecnologías que afectan al transporte de la milla. Primeramente, es importante hacer una breve descripción de todas estas medidas y estimar como éstas afectan a la reducción de emisiones de CO₂, al nivel de vehículos en las vías urbanas y a la reducción de los costes de distribución de los paquetes y mercancías para la empresa. Asimismo, conviene tipificar también estas nuevas medidas en términos de su mayor o menor aplicabilidad temporal o funcional.

Los pocos estudios a nivel internacional estiman que los efectos de las nuevas medidas y tecnologías aplicables al transporte de última milla pueden provocar beneficios muy importantes a todos los actores implicados. Las medidas a evaluar son numerosas: la sustitución de vehículos de reparto tradicionales por modelos eléctricos o de hidrógeno, los nuevos sistemas de distribución de *hubs* urbanos, los sistemas de gestión de las zonas de carga y descarga, las taquillas inteligentes y otros sistemas alternativos de distribución, el reparto nocturno o basado en el transporte público, los algoritmos de diseño dinámico y eficiente de las rutas de reparto, etc.

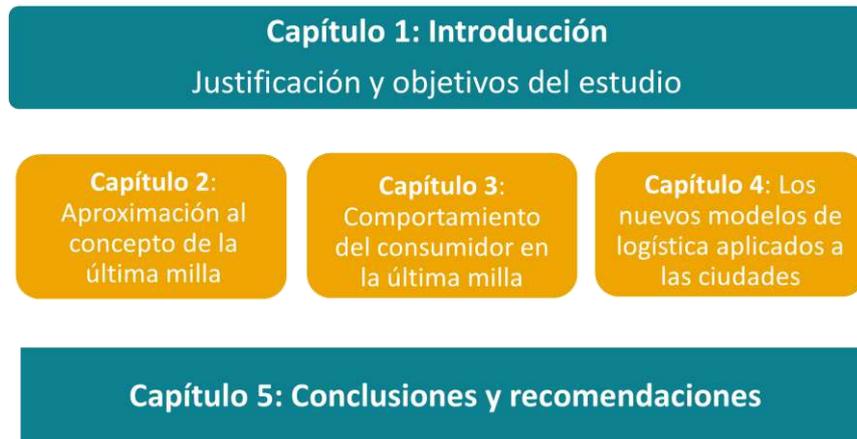
En el caso de las ciudades españolas, un estudio aplicado a la ciudad de Madrid cuantifica el impacto que muchas de las medidas antes mencionadas tendrían sobre la sostenibilidad medioambiental, la congestión o los costes de las empresas logísticas. Estos resultados se pueden entender como un límite máximo al impacto que podría conseguirse en otras ciudades españolas, dado que el mayor tamaño de la ciudad de Madrid hace que los beneficios a conseguir sean superiores en esta ciudad. En todo caso introduciendo algunos indicadores y datos de la ciudad de València, y comparados con los de Madrid, podríamos concluir que los beneficios esperados, aunque menores, también serían significativos para un entorno como la ciudad de València.

O.E.4: Recomendar un conjunto de acciones para la administración municipal y las organizaciones vinculadas con la última milla con el propósito de arrojar más información que ayude a paliar los efectos derivados de la problemática identificada en la última milla.

La finalidad de este último objetivo específico es apoyar a los responsables del Ayuntamiento de València a tomar decisiones que permitan gestionar de forma eficiente algunos de los elementos vinculados con la última milla. Así, este trabajo pretende ser una guía útil para la identificación de los indicadores sobre los que se debería profundizar y orientar los esfuerzos con el objetivo de hacer de València una ciudad más sostenible.

Por último, la **figura 1.1** describe la estructura que se llevará a cabo en este trabajo y que, además, tratará de dar respuesta a los objetivos planteados.

Figura 1.1. Estructura del trabajo



Fuente: Elaboración propia.

Tras la justificación del interés del estudio y presentados el objetivo general y los objetivos específicos que aparecen en la introducción, en el capítulo 2 se presenta el marco teórico, centrado en los fundamentos que configuran su marco conceptual. En él, se presentan los principales conceptos sobre los que se orquesta este trabajo.

La elaboración del marco teórico permitirá aproximarnos al concepto de la última milla. En ese sentido, la revisión de la literatura llevada a cabo tendrá una triple línea argumental: por una parte, profundizar en el concepto de la última milla a través de la problemática asociada a este factor y la identificación de las principales decisiones tomadas en este sentido (Capítulo 2); por otra parte, la identificación del comportamiento del consumidor en relación a las decisiones que toma vinculadas con el momento de la entrega del producto también será una fuente de información que puede nutrir las decisiones que tanto empresas como administraciones deberían impulsar para reducir los efectos originados por esta actividad (Capítulo 3). Además, a través de Capítulo 4 de este estudio se examinarán con profundidad las principales características de las ciudades que ya están aplicando nuevos modelos de logísticas en base a los cambios producidos por la última milla.

Por último, el informe concluirá con un capítulo final (Capítulo 5) donde se presentarán las principales conclusiones derivadas del desarrollo del trabajo. Estas conclusiones mostrarán las principales implicaciones teóricas y prácticas que permitirán continuar avanzando en el conocimiento sobre la última milla.

2. Aproximación al concepto de la última milla

Dada la multitud de disciplinas y perspectivas que contribuyen a la investigación de la logística de la última milla, nuestro propósito inicial es definirla e identificar la terminología y los aspectos que pueden ayudarnos a su comprensión y a tomar decisiones capaces de mejorar la calidad de vida en las ciudades.

Las compras en línea tienen beneficios para los consumidores, beneficios que pueden sintetizarse en la posibilidad de una mayor elección de productos, sin barrera espacial y una mejor comparación de precios. Sin embargo, desde el punto de vista logístico, pese a que la distribución de bienes en las ciudades es vital para la vida urbana y el desarrollo económico, se trata de un proceso complejo con intereses contrapuestos para las diferentes partes interesadas.

El aumento de la venta minorista en línea ha cambiado los patrones de transporte de mercancías y ha aumentado los niveles de tráfico urbano, debido a que, en la última milla, la distribución de la carga se realiza en pequeñas cantidades, con los consecuentes impactos medioambientales. Pero, concretamente, ¿a qué nos referimos?

El término «última milla» se tomó prestado de las redes de telecomunicaciones refiriéndose a la última etapa de una red de telecomunicaciones y, en el caso de la cadena de suministro de bienes, es la última etapa de la cadena de suministro, el último transporte de un envío en una cadena de suministro desde el último punto de envío hasta el punto de entrega donde el destinatario recibe el envío. Con el objetivo de distribuir costes y beneficios entre las empresas y la sociedad, su importancia radica en el hecho de que, a medida que la red avanza hacia el cliente final, aumenta la probabilidad de que existan ineficiencias (Bosona 2020; Cárdenas, Beckers y Vanellander 2017). Es más, la entrega de la última milla se considera a nivel mundial el componente más contaminante, ineficiente y costoso de la cadena de suministro.

Bajo el paraguas de la logística de la última milla, la literatura identifica cinco componentes clave interrelacionados entre sí y relacionados con el entorno, capaces de explicar tanto cuestiones estratégicas y de planificación a largo plazo, como decisiones de carácter más táctico con un horizonte de planificación a medio plazo. Además, *el back-end* es la parte del sistema que hace referencia al emisor o remitente, mientras que *el front-end* se centra en el receptor (Olsson, Hellström y Pålsson 2019).

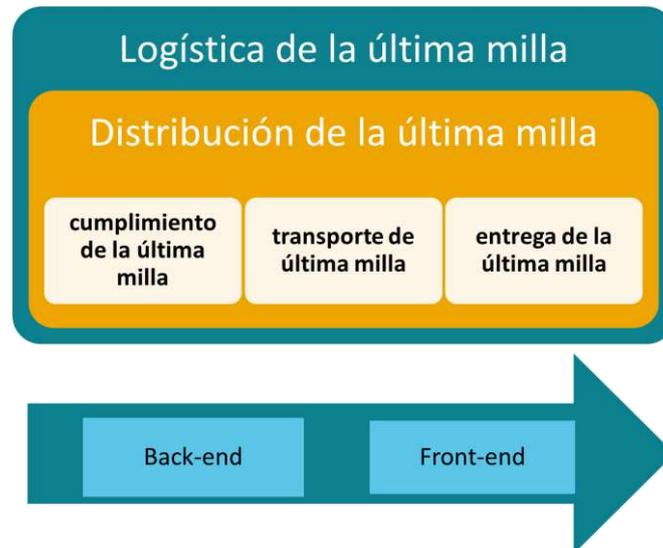
La **logística de la última milla** es un componente estratégico que aborda las preocupaciones de planificación a largo plazo y analiza la interacción entre la red logística y su entorno; se puede describir como el proceso de planificación, implementación y control del transporte y almacenamiento de mercancías, eficiente y eficaz desde el punto de penetración del pedido hasta el cliente final, esto es, desde el último punto de envío hasta el punto de entrega (Ha, Akbari y Au 2022; Olsson, Hellström y Pålsson 2019). Grandes temas de estudio en este sentido han sido:

- (a) las tecnologías e innovaciones emergentes en referencia las nuevas perspectivas de colaboraciones horizontales y/o verticales, o los nuevos modelos de negocio e integración de modelos de negocio tradicionales y verdes;
- (b) las nuevas estructuras de la cadena de suministro, en relación con el diseño de redes y de modelos logísticos de última milla, sus desafíos y estrategias, la urbanización, el aparcamiento, los modelos de carga urbana y la gestión urbana de mercancías;
- (c) la medición del desempeño centrado en el cliente, a partir del análisis de las estrategias de entrega, los requisitos del cliente en las entregas de alimentos, los criterios de éxito en el comercio electrónico o la satisfacción del cliente con el cumplimiento del pedido;
- (d) la medición del desempeño en relación con el medioambiente, las emisiones de carbono y los costes de las externalidades;
- (e) la rentabilidad económica;
- (f) las políticas vinculadas con la reducción de las emisiones de carbono en el comercio minorista y con la evaluación de la flota más adecuada para la consolidación de carga.

La **distribución de la última milla**, de carácter táctico y con horizonte de planificación en el medio plazo, está asociada con la manipulación, el movimiento y el almacenamiento de mercancías desde el último punto de envío hasta el punto de entrega o punto de consumo, a través de diferentes canales (Melkonyan *et al.* 2020; Olsson, Hellström y Pålsson 2019). La literatura en este caso se ha centrado en estudiar:

- (a) las tecnologías e innovaciones emergentes en referencia a las nuevas formas de recepción de mercancías y al impacto en el transporte de los puntos de recogida y entrega, a las innovaciones en los vehículos y al impacto de los drones en los niveles de tráfico urbano de mercancías, así como al uso de drones para transporte y entrega de última milla;
- (b) la optimización de las operaciones, centrándose en la planificación de las rutas y del transporte, los problemas y decisiones de embalaje, la eficiencia energética durante el transporte y la entrega/recogida, y la ubicación de las instalaciones y sus impactos en el sistema de distribución;
- (c) las estructuras de la cadena de suministro, en relación con el diseño de la logística, los sistemas de distribución centrales o radiales, alternativas para volúmenes pequeños y fragmentados, sistemas eco, etc., las terminales urbanas de mercancías, los centros de consolidación urbana y los depósitos móviles, el diseño y configuración de la red de suministro.

Ahora bien, como se observa en la **figura 2.1**, las actividades u operaciones en la última etapa de la cadena de suministro, constituyen el núcleo del sistema logístico de la última milla y constan de tres componentes que conviene acotar: el cumplimiento, el transporte y la entrega.

Figura 2.1. Conceptos relevantes de la última milla

Fuente: Olsson, Hellström y Pålsson (2019).

El **cumplimiento de la última milla** hace referencia al proceso de ejecución de un pedido, preparándolo para su entrega. El tema central que le ocupa es el diseño de la logística y la cadena de suministro, desde el punto de vista de la ejecución y cumplimiento de los pedidos en los centros de distribución, los centros de distribución y consolidación urbana, los muelles y plataformas de carga y el rendimiento de las terminales urbanas de mercancías.

El **transporte de última milla** es el componente más estudiado y se centra en el movimiento de mercancías en la última milla hasta el destino final, que se puede llevar a cabo mediante medios de transporte diferentes, como vehículos ligeros, pesados, eléctricos, bicicletas, triciclos o drones, por citar algunos. Su interés radica tanto en aspectos como las tecnologías e innovaciones emergentes con relación a los vehículos, como en la planificación y consolidación del transporte y la optimización de las operaciones con vehículos eléctricos, drones, vehículos automatizados, entrega multimodal, etc. No se descuidan aspectos de la estructura de la cadena de suministro con relación a la planificación urbana y la disponibilidad de estacionamiento. Hay que destacar que, en cuanto a la medición del rendimiento, el transporte de última milla pone el foco en el cliente y la rentabilidad de las entregas, a la vez que se plantean opciones de entrega más sostenibles medioambientalmente tanto en términos de emisiones como de costes de las externalidades.

El transporte de última milla es la interfaz entre el cumplimiento de la última milla y la entrega de la última milla y como tal, su papel es fundamental en el sistema logístico de la última milla. Además, el transporte y la entrega de la última milla están fuertemente interrelacionados, por lo cual con frecuencia se abordan e investigan conjuntamente.

Lo cierto es que en plena era digital, con el auge del *e-commerce* y la aparición de nuevos agentes en el sector retail, se ha producido la revitalización de una industria que estaba condenada a la desaparición: la de mensajería y paquetería. La aparición de gigantes como Alibaba o Amazon, ha provocado que esta industria esté más viva y boyante que nunca, viéndose impulsada a innovar y evolucionar. Los gigantes del *retail*, además, han mejorado enormemente la experiencia del cliente en el *e-commerce*, surgiendo con ello la innovación

que ha puesto en jaque a la mensajería y la está obligando a reinventarse hacia la **entrega de la última milla**.

La **entrega de la última milla** se trata de un componente de planificación operativa y a corto plazo (Melkonyan *et al.* 2020) que hace referencia a las actividades necesarias para la entrega física de los bienes o servicios adquiridos por el consumidor en el destino final elegido; se trata del *front-end* del proceso, donde la última milla se encuentra con el receptor. Esta parte del proceso de entrega es la más cara e ineficiente, y por ello supone un reto que obliga a repensar como se planteará el futuro de la entrega de la última milla, que la literatura la aborda desde diferentes puntos de vista. Concretamente, trata de identificar en las tecnologías e innovaciones emergentes nuevas soluciones para la recepción de mercancías, considerando las entregas desatendidas y comparando entre diferentes alternativas de entrega y/o recogida. La investigación en optimización de las operaciones pone el foco en la planificación y programación de las entregas, mientras que el interés desde el análisis de la cadena de suministro se centra en la accesibilidad de la planificación urbanística y las terminales urbanas de mercancías. La preocupación por el desempeño en esta fase se centra en el cliente y la calidad del servicio, sin olvidar la preocupación ambiental en términos de emisiones.

Conviene puntualizar tres aspectos relacionados con la logística de la última milla, que en ocasiones resultan confusos en la literatura respecto del **alcance** de la transacción comercial, los canales y el tipo de entrega (Olsson, Hellström y Pålsson 2019). Concretamente la logística de la última milla debe incluir:

- las transacciones B2C, dirigidas al consumidor final, como las B2B, cuyos destinatarios son otras empresas, por ejemplo, el suministro a tiendas minoristas, hoteles, restaurantes, cafeterías y hospitales, etc.,
- todo tipo de canales, tanto el comercio electrónico como el comercio minorista físico, en cuyo caso los consumidores realizan el viaje de compra, esto es, realizan por sí mismos una parte de la logística de la última milla,
- y todo tipo de entregas, como paquetes, comestibles, piezas de repuesto y entregas de logística inversa.

Si bien la comunidad investigadora necesita llegar a un acuerdo sobre lo que se denomina «entrega y recogida en la última milla», nos referiremos al tramo final del transporte en el que las mercancías llegan a su punto de consumo, o como el primer tramo del transporte en el que las mercancías se envían desde su origen en la ciudad hacia un lugar donde se agrupan con otros bienes fuera de la ciudad.

Para avanzar en nuestro trabajo es importante precisar la relación que existe entre los conceptos de logística de la última milla y **logística urbana**, porque aunque en ambos casos se ocupan del transporte eficiente y efectivo de mercancías, coincidiendo los principales impulsores, actores y desafíos involucrados, mientras que la logística de la última milla enfatiza la perspectiva de los actores privados en las redes de la cadena de suministro y se centra en las organizaciones, la logística de la ciudad se lleva a cabo desde la perspectiva de los actores públicos y se centra en aumentar su eficacia para reducir las externalidades y aumentar la sostenibilidad social, especialmente en términos de habitabilidad y mejora de la calidad de vida (Cárdenas, Beckers y Vanelander 2017; Olsson, Hellström y Pålsson 2019).

La eficacia de la distribución de la última milla normalmente se ve comprometida por sus propias **características y tendencias**, y su comprensión permitirá el diseño de un sistema logístico de última milla más sostenible para una ciudad determinada o un área urbana.

Podemos señalar como principales características (Bosona 2020):

- la participación de muchos actores (transportistas, proveedores, etc.),
- rutas cortas,
- conducción a baja velocidad, y corto tiempo de conducción efectiva,
- largos tiempos de inactividad de los vehículos,
- mano de obra intensiva,
- dependencia de las condiciones locales y las limitaciones de las infraestructuras (por ejemplo, los espacios de descarga),
- aumento de la demanda de servicios asociados, complejidad e ineficiencia
- alto grado de fragmentación del flujo de carga, uso de vehículos pequeños y bajo uso de la capacidad del vehículo.

Y como principales tendencias:

- integración de nuevas tecnologías a lo largo de todo el proceso de envío y entrega, desde drones a vehículos autónomos, pasando por la automatización robótica, para aumentar su eficiencia y reducir los costes que pueden producir, por ejemplo, por eventualidades como los paquetes dañados,
- la entrega de la última milla se caracteriza por permitir escoger al cliente el lugar de entrega. En el futuro, se espera un incremento en la variedad u opciones a escoger por el cliente para la entrega, abracando así, muchos más puntos de contacto con las empresas y marcas,
- el *Address Intelligence* es tendencia en entregas, de manera que las compañías de paquetería desarrollarán medios y rutas alternativas para llevar a cabo sus entregas, introduciendo modelos colaborativos e incluso precios dinámicos para sus entregas,
- la creciente aparición de zonas libres de emisiones de carbono en las ciudades hace que las empresas de mensajería deban reconfigurar su flota, invirtiendo en vehículos que no produzcan emisiones, o replanteándose sus métodos de entrega para hacerlas más respetuosas con el medio ambiente.
- planificación inteligente de rutas y entregas para incrementar la eficiencia del proceso,
- nuevos agentes en la industria de paquetería, que vienen impulsados principalmente por la entrada de empresas sociales de entregas o de transporte colectivo. Estos nuevos agentes son capaces de optimizar las rutas, al compartir capacidades y cargas (pasajeros y paquetes),
- con la aparición de nuevos modelos de entrega en el mismo día, existe un creciente número de compañías que construyen micro almacenes en el centro de las ciudades, permitiéndoles acortar los tiempos de ejecución de sus operaciones diarias.

Figura 2.2. Tendencias derivadas de la última milla

Nueva tecnología	<ul style="list-style-type: none"> • Drones • Vehículos autónomos • Automatización robótica
Nuevas formas de entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los puntos de contacto con las empresas
Address Intelligence	<ul style="list-style-type: none"> • Precios dinámicos • Rutas alternativas
Respeto al medioambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Vehículos menos contaminantes
Planificación entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación de rutas que localicen puntos de descarga óptimos y rutas más eficientes
Nuevos agentes	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de rutas al compartir información
Micro almacenes	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenes dentro de la ciudad

Fuente: Elaboración propia.

Impulsores, actores y desafíos de la última milla

Consecuencia del desarrollo económico y la globalización, los lugares de producción de bienes se localizan y distribuyen en grandes regiones o países, aumentando las distancias del transporte de mercancías.

El crecimiento de la carga en la logística de la ciudad, impulsado principalmente por el crecimiento de la población urbana, el desarrollo del comercio electrónico, el deseo de los consumidores de aumentar la velocidad de entrega, el auge de la economía colaborativa y una mayor atención a la sostenibilidad, reconoce que el transporte de mercancías tiene un impacto positivo en la vida de las personas que habitan en las áreas urbanas, pero también negativo en términos de congestión urbana, seguridad y medio ambiente (Savelsbergh y van Woensel 2016; Bosona 2020).

Los **impulsores** que afectan a la logística de la ciudad se concretan en:

- la población mundial tiende a vivir en áreas urbanas, fenómeno que se observa tanto en los países desarrollados como en las economías en desarrollo; por tanto, el crecimiento de las ciudades y la densidad de población da lugar a numerosos desafíos logísticos,
- el crecimiento de dos dígitos del comercio electrónico, impulsado por el aumento de las infraestructuras de internet, los teléfonos inteligentes, aplicaciones para compras en línea y otras tecnologías, ha aumentado el transporte y las entregas directas al consumidor en vez de a las tiendas minoristas; además, dado que el tamaño de las entregas es menor, el aumento relativo del flujo de carga urbana, tanto en el volumen como en el tráfico de carga, es aún mayor (Sheth *et al.* 2019),

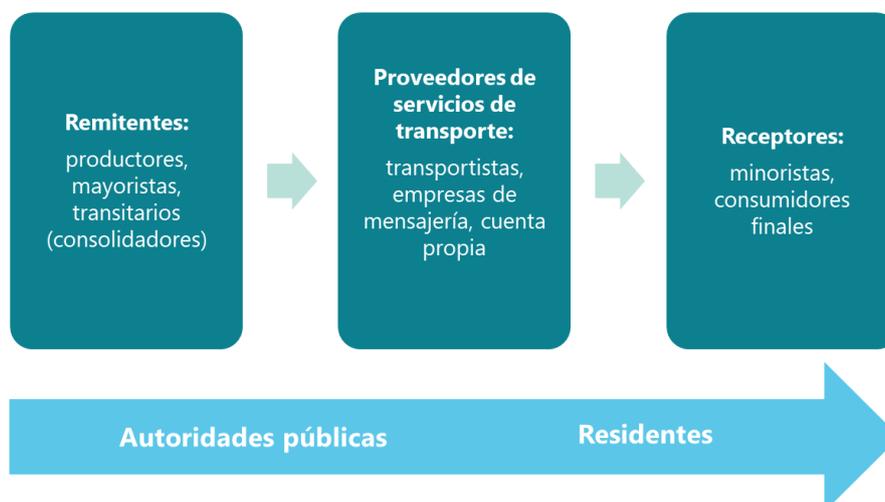
- el deseo de los consumidores de aumentar la velocidad de entrega ha desencadenado que los minoristas electrónicos ofrezcan a sus clientes entregas cada vez más rápidas para competir con los minoristas tradicionales que pueden ofrecer entregas instantáneas de sus productos, lo cual, desde la perspectiva de logística de la ciudad, también aumenta la cantidad de movimientos de carga,
- el auge de la economía y los negocios colaborativos ha permitido compartir activos o infraestructuras y capacidades de servicio con los competidores, permitiendo a los proveedores de servicios de logística colaboradores reducir la cantidad de movimientos de carga, el tamaño de la flota y los viajes vacíos,
- el aumento del transporte urbano de carga genera congestión del tráfico, contaminación del aire y acústica, accidentes de tráfico y emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que la mayor atención pública a la sostenibilidad conlleva decisiones sobre posibles soluciones logísticas para la ciudad, que deben considerar a la vez objetivos para el planeta, para las personas y los estilos de vida urbanos, y/o para la retención de las actividades industriales y comerciales, objetivos que claramente compiten entre sí.

Resulta por tanto necesario reducir el impacto negativo de la entrega y recogida en la última milla en las condiciones de vida de las áreas urbanas, sin penalizar las actividades clave de la ciudad (Browne *et al.* 2012), tarea complicada teniendo en cuenta la propia naturaleza dinámica del entorno urbano (Bosona 2020).

En cuanto a los principales **actores** que participan en la logística de última milla de la ciudad, podemos identificar cinco grupos con intereses diferentes: remitentes, transportistas, receptores, autoridades públicas y residentes. Pero lo cierto es que se caracteriza por condiciones inciertas y dinámicas, en las que la coordinación entre los actores de la cadena de suministro es difícil y compleja especialmente cuando hay una falta de interacción entre las partes interesadas (Gómez, Arango y Serna 2018).

Una estructura simplificada de los principales actores que participan en la cadena logística de distribución de mercancías urbanas puede observarse en la **figura 2.3**:

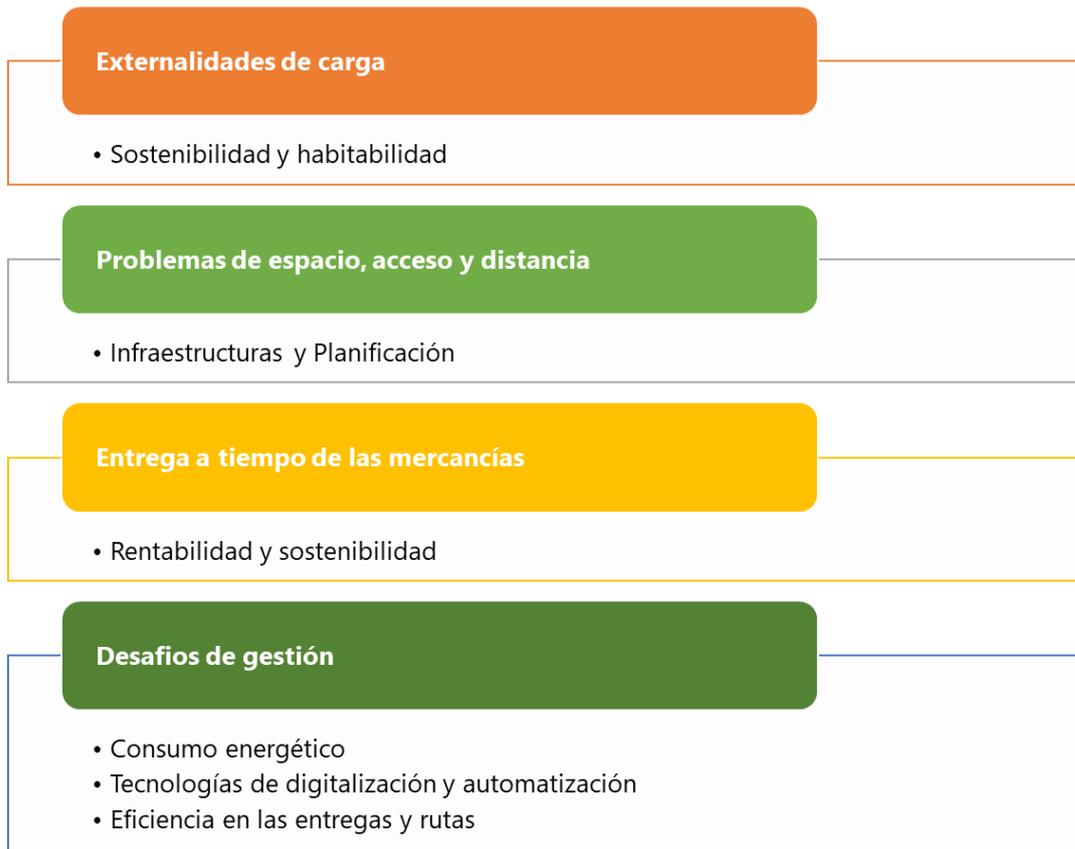
Figura 2.3. Actores participantes en la logística urbana



Fuente: Elaboración propia a partir de Nuzzolo, Persia y Polimeni (2018) y Bosona (2020).

En este contexto, vamos a analizar el extenso conjunto de **desafíos** a los que se enfrentan los agentes logísticos, las autoridades públicas, y los ciudadanos como receptores y residentes, de la última milla en contextos urbanos (**figura 2.4**). Considerada la parte más cara y contaminante de toda la cadena de suministro (Visser, Nemoto y Browne 2014), aumentar su sostenibilidad no es fácil debido a la naturaleza dinámica del entorno urbano y al desarrollo de las actividades económicas.

Figura 2.4. Desafíos en la última milla



Fuente: Elaboración propia.

El aumento de los vehículos de carga en el sistema de logística de última milla genera, en primer lugar, costes e impactos sociales como accidentes de tráfico, congestión y estrés, y barreras de movilidad ante la posibilidad de ausencia de automóvil o de no poder conducir (Bosona 2020); es decir, aparecen **externalidades de carga** que las autoridades y los ciudadanos quisieran prevenir. Es común ver en la literatura de logística urbana el interés de los ciudadanos en medidas públicas para abordar las externalidades del transporte de mercancías con el objetivo de promover la sostenibilidad y la habitabilidad (Muñuzuri *et al.* 2012; Buldeo *et al.* 2017).

Por otra parte, la estructura y la ubicación geográfica de las ciudades afectan a las actividades de la última milla en la medida en que existen **problemas de espacio, acceso y distancia** en las zonas urbanas, a los que se enfrentan regularmente las empresas logísticas y las autoridades: centros históricos, densidad de población, calles estrechas, regulaciones estrictas, limitación de las instalaciones para carga y descarga, restricciones en el movimiento

de camiones. Gran parte de la literatura sobre distribución de bienes urbanos se enfoca en resolver estos desafíos con un mejor diseño de la red de reparto en las áreas urbanas. Esto depende en gran medida de la disponibilidad y el desarrollo de sistemas de control de transporte (límites de velocidad, semáforos, carriles de autobuses, etc.), de la planificación de infraestructuras viales (de estacionamiento, carga y descarga), de la disponibilidad de flotas eficientes, mejores formas de transporte, políticas de sostenibilidad de las empresas, etc. (Anderson, Allen y Browne 2005; Filippi *et al.* 2010). Especialmente en países en desarrollo, la deficiencia de las infraestructuras significa viajes más largos, rutas y transportes ineficientes y, en definitiva, aumento de costes y retrasos.

Los consumidores actuales necesitan una logística ágil, ajustada y justo a tiempo, lo que supone otro desafío clave en la última milla, esto es, **la entrega a tiempo** de las mercancías. Aquí, las organizaciones logísticas tienden a tener dificultades, especialmente porque el objetivo es entregar de una manera rentable y sostenible; para ser rentables, los minoristas en línea podrían verse obligados a rechazar algunos pedidos de entrega dependiendo de la capacidad de transporte disponible, el plazo de entrega, el volumen de pedidos y el valor del pedido; y por otro lado, la conciencia de los consumidores sobre los impactos ambientales ha aumentado y exigen una reducción de las emisiones. La literatura sobre entrega y recogida en la última milla aborda el uso eficiente de los recursos, las operaciones, las distancias y el tiempo (Falsini, Fumarola y Schiraldi 2009; Gevaers, van de Voorde y Vanellander 2011; Golinska y Hajdul 2012; González, Peris y Rakotonarivo 2010). Por ejemplo, cuando se realizan entregas B2B de gran volumen, los costes adicionales pueden ser amortiguados y vale la pena; pero para las entregas B2C o C2C los costes extras recaen en un solo paquete de coste variable y muchas veces de precio reducido. En algunas ocasiones, incluso el tipo de bienes puede contribuir a ser un desafío para la entrega; es el caso de bienes especiales como artículos tóxicos, frágiles, perecederos o inflamables, los cuales requieren de más planificación.

Otro desafío importante asociado a la logística de última milla en las ciudades está relacionado con las **dificultades en la gestión**. En este sentido cabe citar varias cuestiones:

- es complicado asignar los consumos de energía y las emisiones o impactos ambientales entre los diferentes canales, y más aún, entre diferentes envíos durante la entrega basada en vehículos,
- es necesario integrar las tecnologías de digitalización y automatización en las estrategias de diseño y operaciones de logística de última milla que mejoren las decisiones en tiempo real basadas en el aprovechamiento de datos y el análisis dinámico.
- las tasas de fracaso en las entregas a domicilio es una realidad que afecta a la eficiencia en las rutas (costes adicionales por entregas repetidas tras entregas fallidas). Fenómenos como direcciones incorrectas, ausencia del cliente para recibir el paquete, cancelaciones caprichosas, pedidos devueltos, etc. afectan a que los costes potenciales no puedan ser calculados con precisión.

Estos desafíos no serán más fáciles en el futuro. Hoy en día, el espacio urbano alcanza al 73% de la población en Europa (Naciones Unidas 2015a). En este sentido, más personas viviendo en las ciudades implican una mayor demanda de bienes y, por lo tanto, de transporte para suministrar esos bienes. Los paradigmas *just in time* y *leagile*, que apuntan a reducir los

niveles de inventario y lograr la personalización y flexibilidad en las cadenas de suministro, conducen a una mayor frecuencia de envíos (Crainic, Ricciardi y Storchi 2004; Heydari 2011; Garrido y Regan 2001), y el aumento de la cantidad de movimientos de carga, plantea el desafío de la coordinación y consolidación de las entregas al consumidor.

Si bien la **logística** se está convirtiendo en una importante fuente de empleo y generadora de riqueza en las ciudades (Diziain, Ripert y Dablanc 2012), las externalidades negativas de la última milla se han vuelto más problemáticas en la medida en que aumentan a través de la contaminación, la congestión y el uso ineficiente de los recursos (Patella *et al.* 2020). Por tanto, vale la pena señalar que, si bien el transporte de mercancías puede generar ganancias, sus externalidades asociadas conducen a una serie de ineficiencias en el contexto urbano que pueden anular los beneficios a largo plazo.

A medida que crece la conciencia de las autoridades públicas en la logística urbana, también aumenta el nivel de regulación pública, a través de, por ejemplo, restricciones de estacionamiento, acceso limitado a ciertas áreas, ventanas de tiempo y restricciones de tamaño de camiones en las ciudades (Crainic, Ricciardi y Storchi 2004; Verlinde, Macharis y Witlox 2012). Sin embargo, cuando la regulación es a corto plazo, las medidas pueden acarrear otros costes (Arvidsson 2013) o trasladar costes a otras áreas geográficas (Dablanc y Rakotonarivo 2010; Holguín-Veras *et al.* 2014). Al mismo tiempo, si bien una medida puede tener éxito en un contexto particular, en otros puede ser un fracaso (Ambrosini y Routhier 2004). En definitiva, es necesaria la colaboración entre las diferentes partes interesadas, es decir, fabricantes, proveedores de servicios logísticos, ciudadanos y sectores públicos (Aljohani y Thompson 2019; Viu-Roig y Álvarez-Palau 2020).

En la última década, el creciente interés por la logística urbana ha acentuado la necesidad de mejorar la eficiencia del transporte de mercancías y, al mismo tiempo, mitigar las externalidades negativas. Esto es, la logística urbana de última milla requiere soluciones innovadoras que mejoren el rendimiento sostenible desde el punto de vista económico, ambiental y social.

Logística de última milla y oportunidades de mejora en la sostenibilidad

Se observa un desequilibrio en la investigación de la entrega de la última milla, pues de mayor a menor interés, se ha centrado en aspectos relacionados con la sostenibilidad económica, la ambiental y por último en la social (Ha, Akbari y Au 2022) (**figura 2.5**); el interés de las empresas por la obtención de beneficios y la sostenibilidad económica explica que las dimensiones ambiental y social se hayan incluso considerado complementarias de la económica. Sin embargo, el crecimiento en los últimos tiempos de la demanda en la entrega de la última milla por los clientes, que esperan comodidad, velocidad y sostenibilidad de sus entregas al precio correcto, hace que las organizaciones no se puedan concentrar únicamente en el rendimiento económico de la cadena de suministro (Tseng *et al.* 2019).

Por otro lado, Ha, Akbari y Au (2022) señalan que es escasa la investigación sobre cómo la dimensión política afecta a la entrega sostenible de la última milla, a lo que Viu-Roig y Álvarez-Palau (2020) añaden que las políticas públicas no siempre están alineadas con los sistemas de entrega de la última milla. Por tanto, es necesario que las perspectivas del cliente y del gobierno en la entrega de la última milla encuentren puntos de intersección claros.

Figura 2.5. Sostenibilidad en la logística de última milla

Fuente: Elaboración propia.

Logística de última milla y oportunidades de mejora en la sostenibilidad económica

Es razonable pensar que la sostenibilidad económica de la última milla se ocupa principalmente de las opciones de entrega, los costes y la velocidad. Pese a que el aumento en los volúmenes de entrega y al hecho de que los clientes esperen entregas cada vez más rápidas y frecuentes afecte negativamente a la rentabilidad de las empresas, una investigación reciente de Ignat y Chankov (2020) reveló que los clientes están dispuestos a esperar más tiempo, pagar más o seleccionar una ubicación menos conveniente, a cambio de una entrega más sostenible en términos ambientales y/o sociales; y además, una vez que los beneficios de la sostenibilidad se han dejado claros a los clientes, están más dispuestos a hacer sacrificios económicos a favor del planeta y la sociedad .

Las empresas deben evaluar su rendimiento teniendo en cuenta las características de la ciudad y los atributos del receptor final, en tanto que inciden directamente en la rentabilidad y en la sostenibilidad. Podemos identificar las siguientes variables que inciden en la rentabilidad y sostenibilidad económica (**figura 2.6**).

Figura 2.6. Variables relacionadas con la última milla y la sostenibilidad económica

Características de la ciudad	Receptores finales	Costes logísticos
<ul style="list-style-type: none"> • tamaño de la ciudad • área de entrega • densidad de población • infraestructura disponible • niveles de congestión • salario local • precio del combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • volumen total de la demanda • número de receptores en un área de distribución • tamaño del producto, peso y valor 	<ul style="list-style-type: none"> • tiempo de parada • distancia desde el depósito • distancia entre paradas • velocidades de viaje • costes de vehículo y mantenimiento • costes de depósito

Fuente: Elaboración propia.

Logística de última milla y mejoras en la sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental de la última milla generalmente se ocupa básicamente de la contaminación del aire, la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación acústica y el embalaje de productos (desecho plástico no retornable). Dado que los servicios de entrega de bienes urbanos son actividades repetidas, pequeñas mejoras pueden tener un alto impacto tanto en el medio y largo plazo, como si se aplican geográficamente en áreas mayores (Bosona 2020; Ignat y Chankov 2020).

Para mejorarla son necesarias políticas innovadoras y regulaciones adecuadas, que permitan implementar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) y la Industria 4.0 en las ciudades. Pero la tecnología por sí sola no puede resolver los complejos desafíos de la LML. Las empresas deben adoptar también enfoques de gestión innovadores para optimizar la eficiencia del sistema de logística de última milla.

Integrar la digitalización y la automatización en todas las industrias de logística, permitiría desarrollar soluciones de cadena de suministro más eficientes, flexibles y centradas en el cliente. Estas cadenas de suministro digitales pueden proporcionar sistemas logísticos interconectados, almacenamiento inteligente y herramientas avanzadas de análisis de información, para gestionar de manera eficiente cadenas de suministro completas, de manera que, por ejemplo, tanto las áreas de logística de primera milla como las de logística de última milla de la cadena de suministro podrían optimizarse de manera integrada (Bányal et al., 2018). Se trata de optimizar a la vez el consumo de energía, el tiempo de cumplimiento de los pedidos y las capacidades de carga de los vehículos (Machado *et al.* 2017).

Una revisión de la literatura permite concretar estos retos y tendencias en (Bosona 2020; Ranieri *et al.* 2018):

- Programación inteligente y optimización en tiempo real de los servicios de logística de última milla: algoritmos dinámicos de planificación de rutas, soluciones de gestión de flotas, dispositivos de seguimiento, dispositivos de identificación, etc.
- Uso de modelos de simulación de las soluciones de carga urbanas, para desarrollar y analizar sistemas de carga alternativos.
- Uso de vehículos no tripulados, robots y vehículos aéreos no tripulados.
- Uso de vehículos más respetuosos con el medio ambiente por tamaño y uso de energías alternativas: vehículos ligeros, vehículos eléctricos e híbridos y bicicletas.
- Uso compartido de vehículos.
- Uso de la tecnología de impresión 3D.
- Recogida y entrega de mercancías por la noche.
- Localización adecuada de las infraestructuras de logística de última milla: centros de consolidación de carga en la ciudad, casilleros de paquetería, centros de distribución, introducción de depósitos móviles, etc.

Logística de última milla y mejoras en la sostenibilidad social

Como consecuencia de las actividades de logística de última milla, la habitabilidad y la salud social se ven directamente comprometidas en términos de accidentes, daños a la propiedad, desperdicio de tiempo por retrasos en las entregas y por congestión del tráfico, problemas

de salud debido a los contaminantes, satisfacción de los empleados y clientes con los servicios, etc. (Bosona 2020; Ranieri *et al.* 2018).

La literatura pone de manifiesto como las medidas y tendencias que permiten mejorar la sostenibilidad medioambiental, puede tener consecuencias positivas en términos sociales. En resumen, el uso de vehículos autónomos, más ligeros y/o eléctricos, así como el uso de bicicletas o el uso compartido de vehículos, mejora en términos sociales la calidad de vida y evita los problemas de salud al reducir las emisiones de contaminantes, a la vez que aumenta los puestos de trabajo -trabajos de conducción- (Machado *et al.* 2017).

Modelos de entrega

Las opciones de entrega que ofrece un minorista son uno de los factores determinantes en la decisión de compra de un artículo (Joerss, Neuhaus y Schröder 2016), razón que justifica su desarrollo y variedad de opciones: entrega flexible, precios reducidos, entregas urgentes y la creación de redes de puntos de recogida, estos son, puntos de recogida que pueden ser las tiendas físicas del minorista en cuestión u otras instalaciones, a veces no pertenecientes al minorista (Morganti *et al.* 2014).

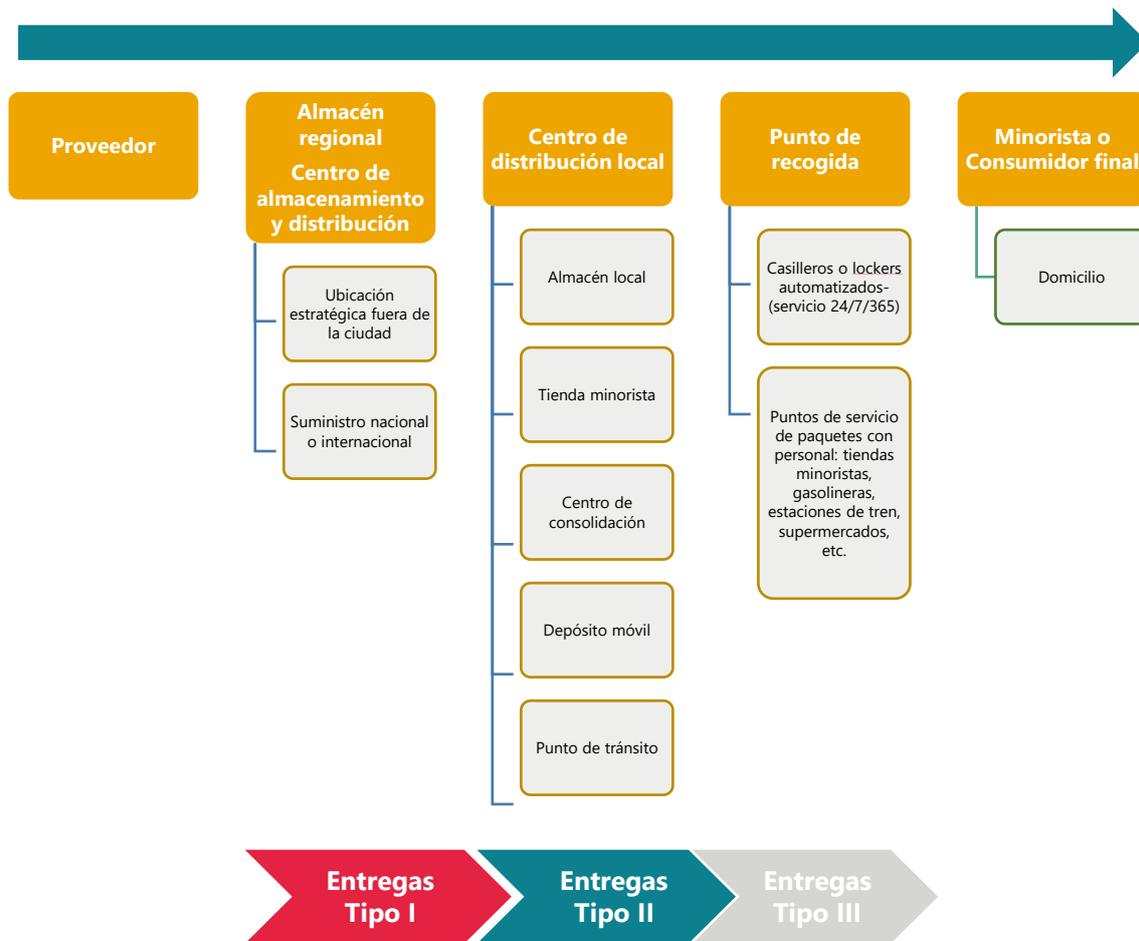
A nivel agregado, la cadena logística de distribución de carga urbana puede tener tres etapas en las que están implicados diferentes actores, como podemos observar en la **figura 2.7**.

Figura 2.7. Actores y etapas relacionadas con la última milla



Fuente: Elaboración propia a partir de Nuzzolo, Persia y Polimeni (2018) y Bosona (2020)

Un esquema simplificado de la cadena de suministro en la última milla identifica cinco etapas que a su vez pueden apoyarse en diferentes soportes, y desde las que podemos identificar tres modelos de entrega, tal y como recoge la (**figura 2.8**):

Figura 2.8. Cadena de suministro en la última milla

Fuente: Elaboración propia a partir de Bosona (2020)

A su vez, en función de que nos centremos en los almacenes regionales, en los centros de distribución local o en los puntos de recogida, podemos identificar fundamentalmente tres modelos de entrega de última milla:

- **Tipo I:** entrega desde los almacenes regionales y centros de almacenamiento y distribución, planteando dos opciones de distribución de los paquetes,
 - a los puntos de recogida (donde los clientes recogen sus artículos)
 - o directamente a los consumidores en casa, normalmente utilizando vehículos de entrega ligeros
- **Tipo II:** entrega desde el centro de distribución local, que a su vez puede contemplar dos opciones,
 - los clientes recogen su envío del centro de distribución local utilizando sus propios vehículos,
 - o realizar el servicio de entrega a domicilio utilizando vehículos pequeños y/o bicicletas de carga.
- **Tipo III:** entrega basada en puntos de recogida, donde los recogen los clientes normalmente caminando dada la cercanía

Por tanto, centrándonos en los servicios de **entrega a domicilio**, estos pueden ser:

- entrega directa a domicilio (por ejemplo, Tipo-I y Tipo-II (opción-2))
- o puntos de recogida (Tipo-I (opción-1) y Tipo-III) que pueden ser atendidos con o sin personal.

El método de entrega más utilizado por ser un método conveniente para el cliente y más solicitado para sus compras *online* es la **entrega directa a domicilio**, aunque no es la única opción, ya que son muchos los comercios que tienen tiendas físicas que permiten la entrega en tienda y están surgiendo otras soluciones innovadoras (Morganti *et al.* 2014). La **entrega a domicilio**, desde el punto de vista del minorista u operador logístico, es un método ineficiente y complejo que conlleva costes elevados e incluso la insatisfacción de los clientes; de hecho, generan diversas dificultades para consumidores, minoristas y operadores logísticos, entre las que podemos destacar (Visser y Lanzendorf 2014):

- entregas perdidas,
- entregas no cumplidas, que crean la necesidad de reprogramarlas, lo que se reflejará en los costes
- entregas fuera del tiempo establecido por el cliente,
- tiempos de entrega muy largos,
- clientes obligados a estar en casa para recibir su pedido

Un modelo que cada vez se ha vuelto más común son los llamados **puntos de recogida** o de entrega de artículos comprados *online*. Puede tratarse de tiendas minoristas, tiendas de conveniencia, empresas asociadas, gasolineras, etc. (Visser y Lanzendorf 2014; Wang *et al.* 2014). Cuando la ubicación es la adecuada, al tratarse de lugares donde los consumidores suelen desplazarse por otros motivos, la eficiencia operativa de este tipo de solución mejora significativamente, ya que su alcance es mayor que el de una entrega a domicilio, sirviendo a diferentes entregas al mismo tiempo (Wang *et al.* 2014). Esta solución es cada vez más relevante ya que tiene un costo menor en comparación con las entregas a domicilio, a la vez que reduce el riesgo de entregas perdidas (Morganti *et al.* 2014), permite la consolidación de la carga y la consecuente optimización del transporte utilizado y la reducción del tráfico (Iwan, Kijewska y Lemke 2016; Morganti *et al.* 2014). Los puntos de recogida se pueden dividir en dos familias: los que requieren un recurso humano y los que no, y por lo tanto están automatizados (Moroz y Polkowski 2016).

Los **puntos de recogida tradicionales** son lugares donde los consumidores pueden recoger o dejar sus productos y por lo general se encuentran en tiendas de conveniencia o gasolineras. Una variación de los puntos de recogida tradicionales son los **click and collect**, o puntos de recogida dentro de las tiendas físicas de los minoristas, que podría aumentar la certeza de la disponibilidad de productos para los clientes y la competitividad de los minoristas tradicionales para competir con las tiendas basadas en la web, siendo a la vez una solución ventajosa en términos de eficiencia y costes al permitir la consolidación de cargas; sin embargo este sistema requiere que el cliente se desplace a la tienda para recoger los artículos adquiridos, viajes que pueden aumentar el impacto ambiental (Punakivi, Yrjölä y Holmström 2001; Visser y Lanzendorf 2014).

Los **casilleros de paquetería o lockers automatizados** son dispositivos flexibles porque permiten la recogida de artículos en cualquier momento del día o de la noche, generalmente

requiriendo un código de acceso o el número de teléfono del usuario (Visser y Lanzendorf 2014). Están, por regla general, en lugares accesibles al consumidor donde existe una gran circulación de personas, tales como: estaciones de tren, centros comerciales, gasolineras... Aunque estos sistemas de entrega obligan al consumidor a realizar la última etapa de la entrega, su principal ventaja competitiva radica en que en general reducen el tráfico en áreas urbanas, se pueden utilizar para la logística inversa y sus horarios son extendidos; de hecho, un estudio de *InPost*, empresa que creó este servicio en 2009, el 58% de los usuarios se benefician de este servicio en horario nocturno, de 18:00 a 08:00 (Moroz y Polkowski 2016).

3. Comportamiento del consumidor en la última milla

Evolución del comportamiento de compra del consumidor en logística de última milla

En los últimos años, los mercados han sufrido las consecuencias derivadas de factores que han afectado directamente a la forma en que los consumidores adquieren y consumen los productos. Entre estos factores, destacan la crisis sanitaria originada por la COVID-19, el avance de las nuevas tecnologías y los cambios en el comportamiento del consumidor. Sobre este último elemento, esta sección tratará de arrojar luz al conjunto de decisiones que los usuarios tienen que considerar antes y después de comprar los productos y que afecta a la última milla.

Para entender mejor la toma de decisiones del consumidor a la hora de adquirir los productos, la consultora internacional PwC ha elaborado en este último año, 2022, el informe «Global Consumer Insights Pulse». En este estudio, en el que participaron 9069 consumidores de 25 países diferentes, se abordan tres cuestiones principales:

- 1- Cuáles son los principales problemas a los que se enfrentan los usuarios a la hora de comprar.
- 2- Qué acciones son las más consideradas por parte de los consumidores para hacer frente a los problemas derivados del canal de distribución elegido a la hora de comprar.
- 3- En qué medida las acciones medioambientales, sociales y organizacionales influyen en su decisión de comprar un producto o servicio.

En relación a la primera de las cuestiones, haciendo una comparativa entre la compra en establecimientos físicos u *online*, se observa que, en ambos casos, el aumento de los precios es el factor que influye en mayor medida a la hora de adquirir un producto. Como se observa en la **tabla 3.1**, este elemento también es el más relevante para los consumidores de países como Francia, Canadá, Alemania y EE. UU. Analizando los datos de la tabla 3.1., se observa que la principal diferencia entre adquirir los productos en tienda física y *online* radica en la propia adquisición del producto. En este sentido, los consumidores parecen coincidir en el hecho de que la tardanza en la entrega de los productos adquiridos de forma *online* es un factor importante a tener en cuenta a la hora de decidir a través de qué canal de distribución realizar las compras.

Tabla 3.1. Principales problemas a los que se enfrentan los usuarios a la hora de comprar: tienda *online* vs. tienda física

	TIENDA FÍSICA						TIENDA ONLINE					
	ESPAÑA	FRANCIA	CANADA	ALEMANIA	EEUU	GLOBAL	ESPAÑA	FRANCIA	CANADA	ALEMANIA	EEUU	GLOBAL
Aumento de los precios	69	61	76	68	73	65	57	54	59	58	60	56
No se puede comprar un producto debido a que está agotado	34	34	46	40	56	37	35	47	47	40	58	43
Un producto que tarda más en ser entregado de lo que le dijeron al momento de la compra	16	25	16	15	20	20	39	40	44	38	40	42

Fuente: Elaboración propia a partir de PwC (2022).

Para hacer frente a los problemas derivados del canal elegidos para realizar las compras, los consumidores españoles plantean como principales soluciones las siguientes: elegir establecimientos físicos para la adquisición de productos y seleccionar diferentes sitios de comparación para ver posibles diferencias en cuanto a la disponibilidad. Comparando estos resultados con el resto de los países que aparecen en la **tabla 3.2**, se observa que, para el resto de los consumidores, cambiar a un establecimiento físico no sería una de las principales prioridades.

Tabla 3.2. Acciones consideradas por los consumidores para hacer frente a los problemas derivados del canal de distribución elegido a la hora de comprar

	ESPAÑA	FRANCIA	CANADA	ALEMANIA	EEUU	GLOBAL
Use más sitios de comparación para buscar disponibilidad	35	32	29	33	31	40
Cambiar a comprar productos <i>ONLINE</i>	33	31	25	28	31	37
Compre en múltiples minoristas diferentes para satisfacer sus necesidades	28	23	35	33	41	37
Cambiar a comprar productos <i>OFFLINE</i>	38	27	27	21	32	29
Cambiar la tienda minorista/punto de venta en el que suele comprar (para obtener el producto que desea)	25	23	24	21	26	29

Fuente: Elaboración propia a partir de PwC (2022).

Finalmente, respecto a las dimensiones de la sostenibilidad que son consideradas por los consumidores a la hora de comprar sus productos en un determinado establecimiento (**tabla 3.3**), la transparencia, la ética y la privacidad de los clientes, parecen elementos fundamentales para los usuarios españoles. Sin embargo, desde una perspectiva global, los factores sociales, como el apoyo a los derechos humanos, la diversidad o la inclusión de los trabajadores, parece situarse como el principal factor de la sostenibilidad que los consumidores consideran para elegir el comercio en el que realizar sus compras.

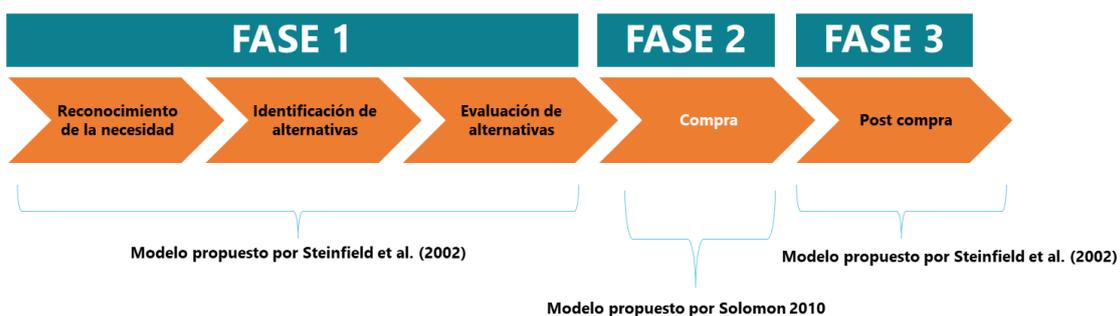
Tabla 3.3. Análisis de las acciones medioambientales, sociales y organizacionales que influyen en la decisión de compra un producto

	ESPAÑA	FRANCIA	CANADA	ALEMANIA	EEUU	GLOBAL
Factores medioambientales por ejemplo, compromiso con la reducción de emisiones de carbono, el uso de materiales reciclados o la reducción de residuos plásticos en sus productos	27	16	28	20	29	30
Factores sociales por ejemplo, apoyando los derechos humanos, apoyando la diversidad y la inclusión de los trabajadores y el personal, o apoyando a las comunidades locales	42	28	35	32	39	41
Factores organizativos por ejemplo, ser transparente y ético, cumplir con las regulaciones o administrar los datos y la privacidad de los clientes de manera adecuada	43	26	34	28	35	40

Fuente: Elaboración propia a partir de PwC (2022).

Continuando con el análisis del consumidor y la última milla, la literatura trata de examinar las decisiones que este tiene que tomar en cada una de las etapas del proceso de compra del consumidor (Gevaers, van de Voorde y Vanellander 2011). Según el modelo propuesto por Steinfield, Bouwman y Adelaar (2002), la última milla tiene un protagonismo especial en dos etapas del proceso de compra: una etapa previa a la compra y otra etapa posterior a la adquisición del producto. Por otra parte, el modelo promulgado por Solomon *et al.* (2010) sitúa a la última milla en la etapa intermedia del proceso de decisión de compra, esto es, en la etapa de adquisición del producto. La **figura 3.1** muestra en qué etapa del proceso de compra de los consumidores adquiere un mayor protagonismo la última milla.

Figura 3.1. Modelos explicativos de la última milla en el proceso de compra del consumidor



Fuente: Elaboración propia.

Etapas del proceso de compra del consumidor

Tradicionalmente, la literatura que examina el proceso de compra del consumidor ha identificado tres fases principales (figura 3.1). La primera de las fases, denominada como pre compra, está configurada por tres etapas: reconocimiento de la necesidad, identificación de las alternativas y evaluación de las opciones. La segunda fase del proceso de compra coincide con el momento en el que los usuarios toman la decisión de adquirir el producto deseado.

Finalmente, la última fase de esta secuencia finaliza con la evaluación final que el consumidor hace del producto adquirido, esto es, la poscompra.

Respecto a la **primera fase**, pre compra, el reconocimiento del problema supone el momento en el que el consumidor manifiesta un sentimiento de necesidad o deseo. Este sentimiento, puede desencadenarse como consecuencia de un conjunto de factores, identificados como internos y/o externos. Respecto a los factores internos, estos se caracterizan por un sentimiento intrínseco del propio usuario, es decir, un sentimiento de vacío o necesidad propia del individuo. Por el contrario, los factores externos, son aquellos en los que el individuo desarrolla la necesidad como consecuencia de estímulos externos a él, ya sea por influencia de la familia, amigos o por las acciones publicitarias de las empresas. En relación con la fase de identificación de alternativas, es el momento en que los usuarios realizan la búsqueda de información sobre las distintas marcas, tipos de productos y empresas que pueden satisfacer la necesidad desarrollada. Finalmente, en la etapa de evaluación de alternativas, el consumidor examina cada opción de compra en función de indicadores como el precio, la calidad, la facilidad de uso o la durabilidad.

La **segunda fase** del proceso de compra es el momento en que el consumidor decide adquirir el producto. El tiempo de decisión de compra del producto dependerá si esta decisión es de alta o baja implicación, siendo posible hablar de bienes de alta implicación cuando el riesgo asumido por el consumidor (generalmente, económico) es muy elevado, mientras que es posible hablar de bienes de baja implicación, cuando la adquisición del producto no supone un gran riesgo para el usuario. En el momento de la compra del producto, el consumidor tiene que atender a tres cuestiones principales: ¿dónde y cuándo he de hacer la transacción?, ¿cómo voy a recibir el producto? y, ¿qué método de pago utilizaré?

Finalmente, una vez el consumidor ha adquirido el producto y lo ha probado, se produce la evaluación de este, siendo esta la **tercera fase** del proceso de compra del consumidor. En esta etapa, post compra, atendiendo a la teoría de la confirmación/desconfirmación de las expectativas, es posible encontrarse ante tres escenarios diferentes: confirmación de las expectativas, desconfirmación positiva y desconfirmación negativa. En el primero de los casos, la confirmación de las expectativas se produce cuando la realidad es igual a las expectativas, es decir, el producto adquirido es tal y como el usuario había imaginado. En segundo lugar, la desconfirmación positiva, supone que, tras usar el producto comprado, la satisfacción que le produce al consumidor es mucho más intensa que lo que éste había imaginado. Por el contrario, la desconfirmación negativa supone que el producto adquirido no es como el consumidor había imaginado y, por tanto, se produce una insatisfacción en el individuo.

Presentadas cada una de las etapas del proceso de compra del consumidor, a continuación, se exponen las principales decisiones que los usuarios tienen que tomar en cada una de sus fases.

Comportamiento de compra del consumidor en la fase de entrega

Generalmente, cuando los consumidores compran un producto en una tienda física, lo adquieren de forma inmediata, excepto productos especiales (p.e mobiliario), donde los clientes necesitan un servicio adicional que les permita la entrega del producto en sus hogares (Hsiao 2009). Esta situación cambia cuando los consumidores hacen sus compras a

través de plataformas de venta *online*. En este caso, generalmente los clientes tienen que esperar un tiempo determinado hasta que el producto es entregado. En este sentido, dependiendo de la tipología del producto adquirido y del canal de compra utilizado, es posible coexistir con diferentes formas de recibir el producto en su destino final. Es por ese motivo por el que una gran parte de los comercios trata de implementar una estrategia omnicanal en sus negocios que permita poner los productos a disposición del consumidor a través de diferentes canales de comercialización. Ante este nuevo entorno, los consumidores se encuentran con un abanico de posibilidades de logística vinculados con la última milla. Gevaers, van de Voorde y Vanelander (2011) definieron la logística de última milla Omnicanal en un entorno B2C como «*el tramo final en un servicio de entrega de empresa a consumidor mediante el cual el envío se entrega al destinatario ya sea en el hogar del destinatario, en un punto de recogida o en otro lugar seleccionado*».

Modos de entrega

La revisión de la literatura identifica como principales opciones de entrega de la última milla, tres: entregas directas al consumidor (D2C); entregas en puntos de recogida de la propia empresa (B2C); o, una combinación de estos dos tipos de entrega (CDP), también conocidos como puntos de recogida/entrega.

Cuando se habla de **entregas directas al consumidor** (D2C), el envío de los artículos se produce en la localización que el consumidor selecciona, pudiendo ser su domicilio, su lugar de trabajo, una ubicación preferida o un lugar conocido por el cliente (Minguela-Rata y de Leeuw 2013). No obstante, algunos estudios tratan de diferenciar entre la entrega a domicilio y la entrega en el puesto de trabajo como dos formas diferentes de D2C (Madlberger y Sester 2005). A pesar de esta distinción, en la mayoría de los estudios se utiliza la entrega a domicilio como ubicación general de las entregas D2C. Además, las entregas directas al consumidor ofrecen dos tipos de entrega: un modelo atendido y desatendido (Gevaers, van de Voorde y Vanelander 2011; Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016).

- La entrega a domicilio asistida (AHD, por sus siglas en inglés) se refiere a la entrega de bienes comprados en la ubicación del consumidor al recibir la firma del consumidor (Wang *et al.* 2014). El concepto ofrece a los compradores en línea el único lugar para conocer a los minoristas cara a cara. Sin embargo, esto crea complicaciones para los consumidores, ya que siempre están limitados por el tiempo que deben esperar para recibir sus artículos (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016).
- La entrega a domicilio desatendida (UHD) significa que las entregas se realizan independientemente de que los consumidores se encuentran en su ubicación (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016). Los pedidos generalmente se entregan a un vecino en una caja segura o se depositan en su lugar de trabajo (Gevaers, van de Voorde y Vanelander 2011), donde el consumidor puede recoger el pedido más tarde. Desde una perspectiva logística, este tipo de entrega puede parecerse a una combinación de entrega a domicilio y punto de recogida, conocida como CDP. La ventaja de la entrega a domicilio desatendida es que elimina los tiempos de espera ineficaces y las restricciones en la recogida, aunque la principal preocupación es si el pedido llega de forma segura (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016).

La segunda opción de entrega principal es el **punto de recogida** de su empresa, conocido como entrega de empresa a consumidor (B2C). En esta opción, los consumidores tienen que viajar a un lugar seleccionado y recoger sus compras a través de un centro logístico de última milla o una tienda minorista (Minguela-Rata y de Leeuw 2013). Similar a la entrega D2C, Hübner, Kuhn y Wollenburg (2016) agregaron otro tipo de entrega llamado punto de entrega adicional. La diferencia entre esta opción de entrega y la recogida en tienda es la ubicación del punto de recogida. Los puntos de recogida adjuntos no están ubicados en la tienda, sino adjuntos a la tienda (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016).

Finalmente, en términos de las principales opciones de entrega, consideramos una combinación de las dos opciones principales anteriores, conocidas como **puntos de recolección/entrega (CDP)**. Los puntos de recogida/entrega se refieren a «tiendas de conveniencia, terrenos y otras instituciones que pertenecen o cooperan con empresas de mensajería como lugares donde los consumidores vienen a recoger mercancías» (Wang *et al.* 2014). Estos puntos de recogida son puntos de entrega y puntos de encuentro donde los consumidores no tienen contacto personal con los minoristas (Gevaers, van de Voorde y Vanellander 2011). Además, Weltevreden (2008) clasificó los CDP en dos opciones de entrega: puntos de casilleros (desatendidos) y puntos de servicio (atendidos).

- El **punto de servicio** o servido se basa en el concepto de tienda a tienda, en el que los minoristas entregan los pedidos de los consumidores en tiendas de conveniencia designadas, oficinas de correos o gasolineras donde los consumidores pueden pagar, recoger y devolver (Xu, Hong y Li 2011). En el punto de servicio, el personal de la tienda es responsable del procedimiento de recogida (Weltevreden 2008). Hübner, Kuhn y Wollenburg (2016) agregaron que los puntos de servicio son autónomos y se abastecen por separado de los almacenes.
- Los **casilleros o puntos desatendidos** son otro tipo de CDP, a menudo denominados cajas de recepción compartida (RB), ubicadas en áreas comunes donde los consumidores pueden pagar, retirar y, si es necesario, devolver sus productos (Weltevreden 2008). Este tipo de CDP utiliza una contraseña privada compartida entre el operador y el consumidor (Xu, Hong y Li 2011). Aunque Wang *et al.* (2014) han dividido los tipos de RB de los de CDP, parece que este tipo de distribución es una mezcla de tipos de entrega similares como la entrega a domicilio desatendida (UHD) y CDP desatendida.

Comportamiento de compra del consumidor en retorno

Finalmente, el servicio posventa es un tema importante que supone una excelente utilidad al resolver los problemas de los consumidores y apoyarlos después del proceso de compra. Las actividades de posventa incluyen devoluciones de productos, reclamaciones y servicios de reparación o mantenimiento (Frasquet, Mollá y Ruiz 2015). En general, las devoluciones juegan un papel importante para los minoristas, no solo como una oportunidad para lograr la satisfacción y retención del consumidor (Cavaliere, Gaiardelli e Ierace 2007; Frasquet, Mollá y Ruiz 2015), sino también como un factor en la relación entre las empresas y los consumidores (Petersen y Kumar 2009). Los minoristas con buenas políticas de devolución pueden ganar la lealtad del consumidor (Pantano [ed.] 2015). Puede ser una fuente importante de ingresos, beneficios y competencia en las industrias modernas (Cohen, Agrawal y Agrawal 2006; Kurata y Nam 2010). Sin embargo, el coste de usar este tipo de

servicio es, en la mayoría de los casos, significativamente más alto que el precio de venta de los bienes.

En el contexto omnicanal, los investigadores y profesionales habrían ofrecido varias opciones para que los consumidores se comuniquen con las empresas y realicen un servicio posventa. Esto es similar a las opciones de entrega (fuera de línea y en línea). Los consumidores pueden elegir básicamente si regresar a la tienda, comunicarse con la tienda a través del sitio web/aplicación en su dispositivo móvil, enviar mensajes a la tienda a través de las redes sociales del establecimiento, llamar a la empresa y enviar un correo electrónico para su servicio postventa.

Modo de retorno

En un entorno omnicanal, donde las empresas utilizan diferentes canales de comunicación para permanecer en contacto con los consumidores, el sistema de logística de última milla consiste no solo en entregar los pedidos a su destino final (p. ej., tiendas, consumidores), sino también en apoyar los conceptos de logística de última milla. Esta logística regresiva de última milla del producto fluye desde el consumidor hasta su propio minorista o hacia algunos lugares en los que se gestiona el proceso de devoluciones. A menudo se les conoce como «devoluciones» o «logística inversa» (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016). Banker y Cooke (2013) afirmaron que los consumidores podrían tener opciones similares a las entregas para la devolución de productos. Por lo tanto, al igual que el modo de entrega, hemos clasificado el modo de devolución en tres lugares principales de opciones de devolución (en la tienda, envíos postales y la combinación de estos dos). Asimismo, en la estrategia multicanal básica, los consumidores solo pueden devolver sus pedidos a través del mismo canal donde compraron (por ejemplo, compra en línea devuelta por envío postal). Pero, en un concepto omnicanal avanzado, los consumidores pueden devolver sus pedidos a través de los diferentes canales disponibles (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016).

En el entorno omnicanal, los consumidores pueden devolver sus pedidos a través de empresas de servicios de mensajería, urgentes o de devolución, que se conocen como la solución común entre los minoristas y pueden considerarse la opción de devolución estándar (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016). Además, para los minoristas omnicanal, es obligatorio tener opciones de devolución en la tienda (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016). Por otro lado, los consumidores pueden utilizar la combinación de envío en tienda y envío postal, conocidos como CDP, como puntos de servicio y puntos de consigna para devolver sus pedidos (Weltevreden 2008); estos CDP gestionan el proceso de devolución y, en su mayoría, los minoristas de moda con altas tasas de devolución lo utilizan (Hübner, Kuhn y Wollenburg 2016).

Principales decisiones del consumidor: Compras *online* y última milla

Las compras *online* y el comercio electrónico B2C tienen un impacto en las cadenas de suministro, así como en los patrones de desplazamiento de los consumidores (Comi y Nuzzolo 2016). Aunque las llamadas a la investigación por parte de la literatura indican que las compras *online* actúan como un sustituto de los viajes de compras personales, otros estudios empíricos indican un impacto limitado o nulo en la cantidad de viajes y la distancia de viaje relacionada con las compras. Además, la posibilidad de entrega urgente

directamente al consumidor final o entrega en el punto de recogida cambia las preferencias de los consumidores con respecto a la accesibilidad de las compras y la demanda de carga urbana (Wang *et al.* 2014).

Las compras *online* han aumentado la demanda de servicios de entrega de la última milla (Henriksson *et al.* 2018). En este sentido, es probable que el aumento de las entregas de compras *online* afecte a la estructura y el desempeño de la cadena de carga urbana (Goodchild e Ivanov 2017) al producir sistemas de entrega adicionales y fragmentados (Henriksson *et al.* 2018), frecuencias de entrega más altas de pedidos y envíos más pequeños (Visser y Lanzendorf 2014) y cadenas de suministro que incluyen consumidores (Goodchild *et al.* 2018; Hesse, 2016; Wygonik y Goodchild 2018). Como tal, las respuestas del transporte de carga a las compras *online*, que a menudo implican entregas directamente desde la terminal al consumidor final, son particularmente evidentes en la última milla. Visser y Lanzendorf (2004) argumentan que las entregas a domicilio tienen el mayor impacto en el transporte de carga, ya que conducen a una penetración más profunda de las actividades de carga en las áreas residenciales, y además producen grandes flujos de retorno como resultado de intentos fallidos de entrega y devoluciones del receptor. Las entregas perdidas y fragmentadas son desafíos particularmente abrumadores (Henriksson *et al.* 2018), y los puntos de recogida pueden contribuir a consolidar las operaciones de última milla y reducir los riesgos de entregas fallidas (Morganti *et al.* 2014; Taniguchi y Kakimoto 2004). Ventanas de tiempo en la entrega a domicilio asistida (Allen *et al.* 2018; Lin, Zhou y Du 2018; Manerba, Mansini y Zanotti 2018) y la capacidad de cooperación de la industria del transporte (Taniguchi y Kakimoto 2004; Zisis, Aktas y Bourlakis 2018) son otros temas apremiantes.

Hay poco conocimiento empírico sobre cómo las compras *online* afectan al transporte de mercancías, presumiblemente porque los datos necesarios para realizar tales estudios son privados. Sin embargo, es evidente que las tendencias en el comercio electrónico modifican los patrones de carga urbana (Cárdenas, Beckers y Vanelslander 2017) y los movimientos de vehículos en las ciudades, lo que complica aún más los desafíos que enfrentan las ciudades (Bjørngen *et al.* 2019). Un mayor número de entregas en la última milla desafía los flujos de tráfico, el medio ambiente, la seguridad vial y el factor de carga de los operadores (Cherrett *et al.* 2012; Hesse 2016). Además, ejercen una presión aún mayor sobre el uso del suelo urbano en áreas con poblaciones en crecimiento (Cárdenas, Beckers y Vanelslander 2017; Gatta, Marcucci y Le Pira 2017; Visser y Lanzendorf 2014).

En contraste con la investigación sobre el comercio electrónico y el transporte de mercancías, la investigación empírica sobre los impactos en la movilidad personal ha crecido rápidamente. La investigación existente sobre el comercio electrónico y el transporte personal es muy diversa e inconsistente, pero existe un reconocimiento general de que el comercio electrónico es una característica creciente de una era cada vez más digital y que el comercio electrónico continuará aumentando y extendiéndose a nuevos mercados e industrias. (Allen *et al.* 2018). Aun así, la investigación existente no permite ninguna conclusión definitiva sobre la relación entre el comercio electrónico y el transporte.

El impacto ambiental del comercio electrónico depende de las opciones de modo de viaje y el comportamiento del consumidor (Hischier 2018). Numerosos estudios señalan que el comercio electrónico tiene el potencial de aumentar la sostenibilidad de los viajes personales al reemplazar los viajes a las tiendas físicas. Otros estudios no muestran impacto o un impacto

complementario del comercio electrónico en el comportamiento de viaje personal (Rosqvist e Hiselius 2016; Suel y Polak 2017; Weltevreden y van Rietbergen 2007), y la mayoría de los estudios encuentran un efecto neutral. Una razón es que la correlación entre el comercio electrónico y el comportamiento de viaje personal está influenciada por factores intermediarios, como las características del consumidor y del hogar, los viajes encadenados (Rotem-Mindali y Weltevreden 2013) y la ubicación (Frag et al. 2006). Varios trabajos también manifiestan la disposición del consumidor a reducir el consumo (Rotem-Mindali 2010), combinando propósitos de viaje y utilizando modos de viaje menos contaminantes (Seebauer et al. 2016). Los impactos también se relacionan con factores geográficos, como las distancias a las tiendas físicas (Cárdenas, Beckers y Vanellander 2017; Rosqvist e Hiselius 2016). Los impactos del comercio electrónico varían aún más entre los segmentos (Maat y Konings 2018) y las prácticas de última milla (Bjerkkan, Bjørgen y Hjelkrem 2020); un mayor uso de los puntos de recogida podría, por ejemplo, producir más viajes en automóvil privado (Morganti et al. 2014).

La falta de conocimiento empírico sobre la conexión entre la logística urbana y el comportamiento del consumidor dificulta la planificación y las políticas públicas. La movilidad de pasajeros y carga es un tema clave para facilitar la planificación integrada en áreas urbanas y en el desarrollo de ciudades sostenibles que atraigan personas, actividades y negocios (Marcucci et al. 2017). De acuerdo con Ducret, Lemarié y Roset (2016), el transporte y la logística urbanos están influenciados por las características de la ciudad, y argumentan que la búsqueda de la eficiencia ambiental en la logística debe abarcar enfoques tanto espaciales como técnicos y económicos. Un enfoque holístico que considere el comportamiento de viaje del consumidor y el transporte urbano de mercancías (Visser y Lanzendorf 2014) podría permitir a las autoridades locales identificar y evaluar los impactos potenciales de las prácticas de entrega a domicilio en la sostenibilidad de las ciudades.

Por lo tanto, las autoridades locales necesitan conocer las tendencias del transporte de mercancías y el comercio electrónico para integrar los cambios en el transporte de mercancías y la logística urbana en la planificación de la ciudad (Bjørgen et al. 2019; Lindholm 2012) y, para facilitar la movilidad personal y los movimientos de mercancías (Marcucci et al. 2017). Las políticas y la planificación locales contribuyen a dar forma y promover soluciones para la entrega en la última milla.

4. Los nuevos modelos de logística aplicados a las ciudades

Algunos estudios para ciudades internacionales

A continuación, se hará un repaso de las distintas experiencias internacionales sobre el impacto de los nuevos sistemas logísticos de última milla. Haremos una descripción de diferentes fuentes, y tomaremos como referencia fundamental el informe elaborado por el *World Economic Forum* (2020). Mediante simulaciones del tráfico y una modelización cuantitativa, se evaluó el impacto de las nuevas tecnologías aplicadas a la última milla en varias dimensiones.

Para obtener información significativa, se usaron datos de tráfico y datos de infraestructura de ciudades como Los Ángeles, Chicago, Singapur, Ámsterdam, París y Londres. También se generó información para los distintos segmentos de paquetería y mercancía, ya que cada uno de ellos suele seguir su propia logística y utiliza distintas redes de entrega. Se evaluaron tres tipos de estrategias:

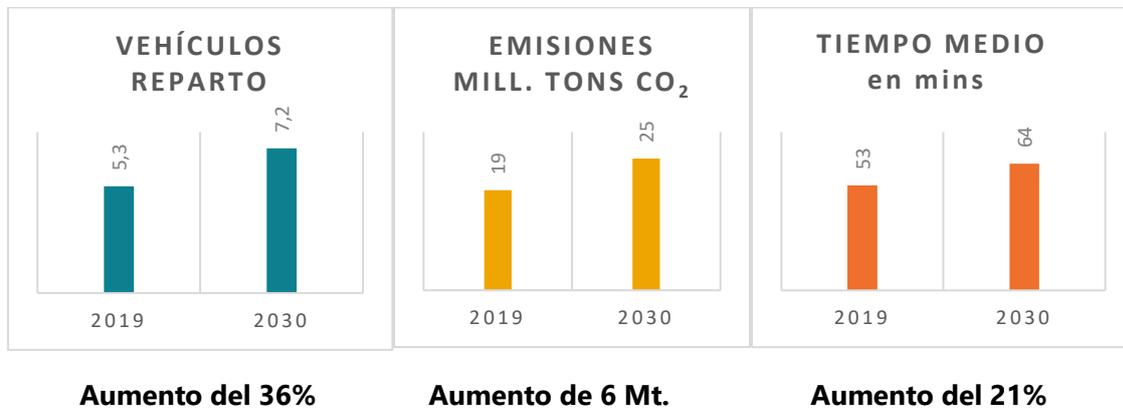
- «No hacer nada»: mantener los actuales sistemas de reparto sin ninguna presión por las autoridades públicas en el desarrollo de las nuevas tecnologías.
- «Escenario máximo»: donde se supone que habrá un gran impulso por parte de las autoridades públicas, por ejemplo, en forma de fomentar al máximo las cuotas de vehículos eléctricos y regular el tráfico en el centro de las ciudades.
- «Escenario intermedio»: basado en un cierto grado de regulación, en el que se supone principalmente un cambio voluntario del comportamiento por parte de los agentes privados y los individuos.

Así, por ejemplo, se supone que, bajo el escenario máximo, en 2030 la tasa de penetración del vehículo eléctrico sería del 100% del vehículo eléctrico en 2030, mientras que en el escenario intermedio la tasa de penetración sería del 40%, en ausencia de una regulación estricta favorecedora de este proceso de cambio. Asimismo, una regulación estricta a favor de las nuevas tecnologías de reparto de la paquetería en el escenario máximo podría alcanzar una penetración del 95%, mientras que el escenario intermedio esta tasa sería del 30%.

En el escenario de «no hacer nada», las ciudades se verán principalmente afectadas en tres dimensiones principales (**figura 4.1**). En primer lugar, el número de vehículos de reparto en la carretera aumentará un 36% entre 2019 y 2030. En segundo lugar, estos vehículos emitirán 6 millones de toneladas adicionales de CO₂, lo que supondrá una presión adicional para los objetivos de descarbonización de las ciudades y de los fabricantes de automóviles. En tercer lugar, las ciudades se verán afectadas por una mayor y creciente congestión. Se ha demostrado que el tiempo medio de viaje al trabajo podría aumentar un 21% (inducido exclusivamente por la entrega de la última milla), lo que equivale a 11 minutos adicionales de tiempo adicional de viaje para cada pasajero por día en 2030. Este resultado de la

modelización coincide con lo que se ha visto en la vida real en los últimos años, con un aumento de los tiempos de entre el 20% y el 35% desde 2010 en ciudades como Los Ángeles, Chicago, Pekín y Nueva York.

Figura 4.1 Evolución hasta 2030



Fuente: World Economic Forum (2020).

En muchas ciudades de todo el mundo ya se han puesto en marcha, o lo harán pronto, los primeros proyectos piloto e iniciativas. Por ejemplo, en Ámsterdam, el plan de acción llamado *Actieplan Schone Lucht*, donde el objetivo final es ofrecer un sistema libre de emisiones en todo el centro de la ciudad para 2030, se planea prohibir los motores diésel y otros motores de combustión en 2025 para fines comerciales. Uno de los instrumentos de este proceso será la recopilación y uso de *big data* a través de un sistema de almacenamiento y recogida central de datos.

Singapur también está impulsando iniciativas innovadoras de última milla. Recientemente, se ha creado el primer espacio de drones de la ciudad, que abarca un área de 200 hectáreas, donde se están llevando a cabo ensayos y diferentes pruebas de uso de esta tecnología. Esto también permite un notable impulso para desarrollar áreas de investigación y desarrollo, fomentando la promoción de un conjunto de empresas emergentes, institutos de investigación y proveedores de tecnología. Asimismo, se están probando nuevos vehículos autónomos en diferentes distritos de la ciudad para cubrir la entrega a domicilio.

Lo que se pretende es examinar las intervenciones tecnológicas y de la cadena de suministro que no sólo ayudan a mejorar la congestión, las emisiones y los costes de entrega, sino que también contribuyen positivamente a las denominadas 3 Ps (*people*, *planet* y *profit*). En particular, las empresas y las ciudades han explorado muchas soluciones, que generalmente se pueden dividir en seis grandes categorías (ver **tabla 4.1**): cambio de vehículos, entrega segura, nuevos sistemas de entrega, nuevos sistemas de *hubs* urbanos, cambio en la última etapa de reparto y cambio en el contexto de reparto. La tabla 4.1 muestra un resumen de 21 intervenciones prioritarias y su nivel de madurez. Evidentemente, este conjunto de intervenciones no es exhaustivo, pero refleja un conjunto de las medidas e intervenciones que se consideran más representativas.

Se ha comprobado que cada una de las 21 intervenciones mencionadas podría tener un gran impacto en términos de las tres dimensiones de *people* (congestión), *planet* (medioambiente) y *profit* (eficiencia empresarial). Sin embargo, no hay ninguna medida con el potencial de

abordar todos los resultados a la vez de una forma significativa o notable. La **tabla 4.2** muestra los efectos esperados de cada una de las medidas.

Nótese que algunas intervenciones son eficaces para abordar una sola dimensión. Por ejemplo, incluso en el escenario intermedio los vehículos eléctricos y los vehículos de hidrógeno pueden reducir las emisiones de CO₂ en un 16% y un 24%, respectivamente. En el escenario máximo, el establecimiento de sistemas eficaces de control del estacionamiento podría ayudar a evitar el estacionamiento en doble fila, reduciendo así la congestión hasta en un 29%.

Tabla 4.1. Medidas y tecnologías aplicables en la última milla

Cambio vehículo	Seguridad reparto	Desplazam. cliente	Consolidac. (sistemas de hubs)	Cambio última etapa	Contexto
Vehículo eléctrico 	Cajas individuales 	Taquillas inteligentes 	Consolidac. UCC 	Reparto en transporte público 	Reparto nocturno 
Veh. eficiente gasol./diesel 	Reparto en maletero de coches 	Reparto en oficinas y otros puntos 	Load pooling 	Micro hubs, bicis, etc 	Diseño dinámico de rutas 
Vehíc. hidrógeno 	Otros sistemas reparto seguro 	Tienda paquetería multi marca 		Zonas carga y descarga 	Vigilancia parking doble fila 
Vehíc. autónomos 					Uso carriles express 
Drones 					

-  Tecnología ya en uso a gran escala
-  Tecnología a implementar a gran escala en uno a tres años
-  Tecnología a implementar a gran escala dentro de al menos tres años

Fuente: World Economic Forum (2020).

Tabla 4.2. Impacto de las medidas y nuevas tecnologías aplicadas al transporte de última milla

Escenario máximo											
	Veh. eléctrico	Veh. eficiente gasol./diesel	Vehíc. hidrógeno	Vehíc. autónon	Drones	Cajas individuales	Reparto maletero de coches	Otros sistemas reparto seguro	Taquillas intelig.	Reparto oficinas y otros	Tiendas multimarca
Impacto CO₂	-60%	-28%	-40%	0%	-1%	0%	0%	0%	-1%	-2%	-2%
Impacto congestión	0%	0%	0%	-4%	0%	0%	+3%	0%	-18%	-6%	-20%
Costes logísticos	-2%	+2%	+5%	-4%	-1%	-1%	+1%	-6%	-12%	-1%	-17%
Escenario intermedio											
Impacto CO₂	-24%	-11%	-16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Impacto congestión	0%	0%	0%	-2%	0%	0%	+1%	0%	-5%	-2%	-8%
Costes logísticos	-1%	+1%	+2%	-2%	0%	0%	0%	-3%	-2%	0%	-5%

Tabla 4.2 (sigue)

Escenario máximo									
	Consolid. UCC	Load pooling	Transp. público	Micro hubs, bicis...	Carga y descarga	Reparto nocturno	Diseño dinámico rutas	Vigilancia parking doble fila	Uso carriles exprés
Impacto CO₂	-2%	-5%	-2%	-1%	0%	-4%	-5%	+2%	-1%
Impacto congestión	-5%	0%	-6%	-10%	0%	-15%	-2%	-29%	-18%
Costes logísticos	-3%	-8%	-1%	-1%	-29%	-26%	-4%	+13%	-5%
Escenario intermedio									
Impacto CO₂	0%	-2%	-1%	-1%	0%	0%	-1%	0%	0%
Impacto congestión	0%	0%	-2%	-5%	-3%	-10%	0%	-3%	-2%
Costes logísticos	0%	-4%	-1%	0%	+1%	0%	0%	+1%	0%

Fuente: World Economic Forum (2020).

Otras intervenciones pueden producir mejores resultados en varias dimensiones. Por ejemplo, los sistemas de taquillas inteligentes podrían reducir los costes de entrega entre un 2% y un 12% y, al mismo tiempo, aliviar la congestión entre un 5% y un 18% dependiendo del escenario considerado. Asimismo, el establecimiento de oficinas de paquetería multimarca mejoraría considerablemente la comodidad de los clientes y reduciría la congestión y las emisiones. No obstante, ello requeriría que los agentes logísticos cooperen en el espacio de venta y construyan cadenas de suministro fusionadas. La primera prueba piloto se realizó en Hamburgo en 2018, permitiendo a los clientes recoger paquetes de DPD, GLS, Hermes y UPS. Otra intervención con resultados en varias dimensiones es la entrega nocturna. En el escenario máximo, es posible una reducción del 15% de la congestión a la vez que los niveles de CO₂ descienden un 4% y los costes de entrega se reducen un 28%. Estas reducciones pueden lograrse con vehículos más grandes, que se desplazarían con una velocidad media más alta durante la noche.

A primera vista, es evidente que los actores privados y públicos pueden tener objetivos distintos que requieran diferentes medidas o intervenciones. Por ejemplo, reducir las emisiones y la congestión del tráfico son las principales prioridades de las ciudades y los municipios, mientras que las intervenciones que reduzcan los costes de entrega y minimicen las interrupciones en los modelos de negocio actuales son más atractivas para los actores privados de la logística. El escenario óptimo de transición debería conjuntar los objetivos de los profesionales de la empresa con las prioridades ecológicas y sociales, e instar a todos los interesados a actuar con rapidez. En esta línea se proponen tres estrategias diferentes de acción que aglutinen varias de las medidas propuesta (ver **figura 4.2**):

La primera estrategia se basa en la premisa de que las prioridades de las ciudades se centran en temas relacionados con la sostenibilidad, como la consecución de los objetivos de descarbonización, la descongestión del tráfico urbano, el aumento de la seguridad vial y la calidad de vida de los ciudadanos. Esta estrategia podría incluir la puesta en marcha de vehículos eléctricos, entregas nocturnas y otros horarios marginales, fijación de zonas de aparcamiento explícitas para los vehículos de reparto, así como mecanismos de control más exigentes en relación con el estacionamiento en segunda línea. Esta estrategia podría reducir las emisiones de CO₂ en un 35%, los costes unitarios en un 15% y la congestión en un 25%, suponiendo que habría un cierto grado de superposición entre las diversas medidas y que el impacto de las mismas no sería puramente aditivo.

La segunda estrategia aborda la perspectiva económica de los agentes logísticos. Esencialmente, los actores de la logística están interesados en reducir los costes de entrega y, al mismo tiempo, promover entregas sostenibles y evitar las excesivas interrupciones de la cadena de suministro, que suelen venir acompañadas de intervenciones como las producidas gracias a los centros de consolidación urbana (CCU). Desde el punto de vista logístico, las vías exprés serían deseables para reducir los plazos de entrega y, por tanto, los costes. Además, los buzones y las taquillas inteligentes también tienen efectos beneficiosos sobre la logística al eliminar las entregas fallidas, y permitir una distribución más eficiente.

Por último, podría incluirse una medida que favoreciera la colaboración entre empresas o marcas, de modo que los consumidores puedan recoger y devolver paquetes de diferentes compañías, como UPS y DHL. Aunque las soluciones multimarca conllevan la necesidad de acuerdos con los competidores y de renunciar a ciertos privilegios, las ventajas en costes de

la colaboración son evidentes. Además, programas informáticos avanzados que permitan el diseño dinámico y *online* de las rutas de distribución, así como el *load-pooling*, podrían contribuir a un escenario global que reduzca las emisiones en un 10%, el coste unitario en un 30% y la congestión en un 30%.

La tercera estrategia tiene el potencial de beneficiar a los actores privados y públicos por igual. Sin embargo, para ello, todos los actores, empresas, reguladores, automovilistas y ciudadanos, deben contribuir en esta estrategia y cambiar su comportamiento en cierta medida. El aumento de la penetración de los vehículos eléctricos se hará efectivo tanto por la regulación administrativa, como por los propios fabricantes de automóviles que trabajen para reducir los costes de las baterías y permitir un coste total de uso positivo. Del mismo modo, las entregas nocturnas deben llevarse a cabo, además de por medidas administrativas que lo faciliten, también de forma voluntaria, ya que ayuda a los agentes logísticos a reducir los costes de forma significativa. Las taquillas inteligentes multimarca podrían implantarse en cooperación con los gestores de las ciudades que inviertan en infraestructuras preparadas para el futuro. Por último, las soluciones de conectividad deben seguir siendo la prioridad para los actores de la logística, así como para los gestores informáticos que utilicen *big data* o nuevos sistemas que ayuden a optimizar las rutas de entrega, independientemente de las normas de tráfico o el tipo de vehículos utilizados.

Figura 4.2. Implantación simultánea de medidas

				Reducción CO ₂	Reducción congestión	Reducción costes
Escenario de sostenibilidad						
Reparto Nocturno	Vigilancia parking doble fila	Vehículos eléctricos		-35%	-25%	-15%
Escenario económico						
Taquillas y otros puntos reparto	Carriles exprés	Diseño dinámico rutas y load pooling		-10%	-30%	-30%
Multi Escenario						
Reparto nocturno	Taquillas intelig. y tiendas multimarca	Diseño dinámico rutas y load pooling	Vehíc. eléct.	-30%	-30%	-25%

Fuente: World Economic Forum (2020).

Ha de reconocerse que todo este cambio requerirá de una inversión considerable. Por ejemplo, la plena aplicación de esta tercera estrategia necesitaría de una inversión de aproximadamente 11.500 millones de euros hasta el año 2030 para un tipo de ciudad de unos dos millones de habitantes. Estas inversiones incluyen una transición de la flota a los vehículos eléctricos, los costes de mano de obra adicionales para las entregas nocturnas, los costes de instalación y mantenimiento de taquillas y cajas inteligentes, así como tiendas u oficinas de paquetería multimarca, y los costes de desarrollo y licencia de las soluciones y programas de conectividad.

La ciudad de Madrid

Comenzaremos por el análisis de un número de propuestas de nuevos modelos logísticos y su previsible impacto para la ciudad de Madrid en tres ámbitos distintos: la sostenibilidad medioambiental (medida en kgCO₂ emitidos por paquete entregado, la congestión urbana (medida en vehículos de reparto por km²) y la eficiencia logística (€ por paquete). Seguiremos en esta sección el trabajo realizado por Deloitte (Segura *et al.* 2020) en el que se centra en la evaluación de las diversas medidas o tecnologías aplicadas a la última milla.

1.1.1 Los hubs urbanos

Este nuevo modelo logístico permite la transformación total del modelo de reparto tradicional en las grandes ciudades. Tradicionalmente la distribución de los paquetes procedentes del *e-commerce* se realiza mediante vehículos de un tamaño importante (principalmente furgonetas) que transportan la mercancía desde los centros de distribución, situados en las afueras de la ciudad (*fulfillment center*) hasta los domicilios de los consumidores. Este reparto provoca la acumulación de un enorme número de furgonetas en distintas zonas urbanas, incluso en las áreas restringidas del centro de la ciudad.

El modelo de *hubs* urbanos propone la instalación de diferentes tipos de almacenes en el interior de las ciudades donde se realice el denominado *cross-docking* (recopilación y clasificación) de la mercancía para enviarla, desde estos almacenes, hasta los puntos de entrega. Con ello se consigue aproximar la mercancía a su destinatario, agilizando el proceso de suministro e incrementando la calidad del servicio de reparto. Además, ello permite la posibilidad de utilizar vehículos de reparto más ecológicos y de menor tamaño (motocicletas, bicicletas eléctricas, ...) que permiten mejorar los niveles de sostenibilidad medioambiental y congestión urbana.

Para afrontar los retos de esta nueva logística se identifican en este nuevo modelo cuatro tipos de *hubs* con características diferentes:

Hub fijo: se trata de almacenes situados en puntos estratégicos de la ciudad, aproximadamente a 2 km del centro urbano. Este tipo de almacenes son necesarios en ciudades de un tamaño importante donde exista un alto volumen de mercancía que almacenar y transportar. Debido a la cercanía a los puntos de entrega final, este modelo permite el uso de motocicletas para complementar la flota tradicional de furgonetas. Normalmente el tamaño de este tipo de *hubs* se sitúa entre 200-1500 m², y su cobertura de distribución puede oscilar entre 6,4 a 11 km².

Hub móvil: Se trata de un camión de gran volumen que sirve de almacén móvil. La mercancía se transporta a través de las vías de acceso a la ciudad. El camión *hub* descarga los pedidos en puntos estratégicos y son motocicletas las encargadas de realizar el reparto de los mismos en las zonas más estrechas y congestionadas.

Hub nocturno: los parkings cercanos al centro de la ciudad pueden ser utilizados como almacenes. En ellos se realiza el *cross-docking* durante el horario nocturno para poder repartir la mercancía en las primeras horas de la mañana, aprovechando la menor congestión urbana. La gran cercanía de estos parkings a los puntos de entrega final permite compatibilizar el reparto en furgoneta con el uso de motocicletas y bicicletas/patinetes eléctricos.

Micro hubs: Son almacenes de pequeño tamaño situados en el interior de los centros urbanos, que aproximan al máximo la mercancía a los clientes finales de estas zonas en las que pueden darse restricciones medioambientales de acceso y gran congestión urbana. Con el objetivo de evitar la entrada de vehículos de gran tamaño en estos centros urbanos, los repartos de paquetes desde este tipo de *hubs* se realizan mediante repartidores a pie o con el uso de bicicletas/patinetes eléctricos o motocicletas.

El modelo de *hubs* urbanos pretende dotar de la infraestructura adecuada a cada zona de Madrid o cualquier otro entorno urbano para conseguir un reparto de proximidad. De esta forma las soluciones son distintas dependiendo de la zona considerada. En particular en el caso de Madrid se diseñaron tres áreas geográficas distintas:

Tabla 4.2.1. Áreas de Madrid e intensidad de reparto

	Madrid Central	Interior M-30	Área metropol. (exterior M-30)
Área	516 km ²	74 km ²	5 km ²
Paquetes/Km ²	170	353	966

Fuente: Deloitte (Segura *et al.* 2020).

Se trata de encontrar soluciones personalizadas para cada área ajustándose a las condiciones de demanda asignando el tipo de *hub* en función de su capacidad, alcance y cobertura de distribución. Así, Madrid Central que es el área más densamente poblada requiere de una solución basada en *microhubs*. Éstos requieren menos espacio y trabajan con vehículos sostenibles, con repartos a pie, bicicletas o motocicletas. Por el contrario, la zona interior de la M-30, con una densidad alta de población, pero inferior a la de Madrid Central, permite combinar *microhubs* con *hubs* nocturnos *hubs* fijos ubicados en barrios o zonas estratégicas. Por último, el área metropolitana (exterior a la M-30) dispondría de *hubs* de tipo fijo del modo que hemos descrito anteriormente. En el caso de Madrid la solución a plantear sería la definida en la **tabla 4.2.2.**

Tabla 4.2.2. Nuevo sistema de distribución de *hubs* urbanos

	Madrid Central	Interior M-30	Área metropol. (exterior M-30)	Total
Hubs fijos	-	4	74	78
Hubs nocturnos	-	6	-	6
Micro hubs	5	50	-	55
Total				139

Fuente: Deloitte (Segura *et al.* 2020).

Nótese que la implantación de esta estrategia requiere una inversión inicial considerable puesto que se ha de comprar (o alquilar) una elevada cantidad de espacio urbano. A su vez este modelo conseguiría un evidente ahorro en costes debido a la menor distancia recorrida, que se traduce en menores coste de combustible, mantenimiento, etc. En particular los costes desglosados de un paquete promedio serían los siguientes:

Tabla 4.2.3 Costes unitarios del modelo de *hubs* urbanos para Madrid

Costes unitarios del modelo de <i>hubs</i> (€)	
Personal de reparto	1,21
Costes indirectos	0,41
Combustible	0,22
Infraestructura	0,13
Amortización flota	0,02
Mantenimiento	0,04
IT e I+D	0,02
Total	2,08

Fuente: Deloitte (Segura *et al.* 2020).

Este valor de 2,08 euros por paquete es claramente inferior a los 2,4 euros que se estiman según el reparto tradicional, lo cual implicaría un incremento en la eficiencia del 13%. Si estimamos que el volumen diario de paquetes es de 124.500, esto supondrían en torno a 45.000 euros diarios de ahorro.

El impacto que tendría la sustitución del antiguo modo de distribución por este modelo de *hubs* urbanos es el siguiente:

- Una reducción del 24% en la emisión de KgCO₂ por paquete, debido al uso de vehículos sostenibles adaptados al tipo de *hub*.
- Una reducción del 27% en los vehículos por km² y por tanto un impacto notable en la congestión urbana.
- Una reducción del 13% en los costes por paquete mejorando la eficiencia logística debido sobre todo al menor tiempo de distribución.

1.1.2 Red de puntos de entrega

La red de puntos de entrega hace referencia a dos tipos de PUDOs (*pick up, drop-off points*): los puntos de conveniencia (utilización de establecimientos y locales como tiendas o gasolineras para entregar y recoger los pedidos realizados) y las denominadas taquillas inteligentes. La ventaja de los puntos de conveniencia consiste en que permite la entrega de productos de mayores dimensiones que no caben en las taquillas inteligentes.

La tradicional entrega en casa de los paquetes supone un mayor coste para los distribuidores además de que un 10-15% de las entregas son fallidas lo cual, como ya se ha dicho, eleva los costes de manera importante. Este modelo de red de puntos de entrega es muy poco usado en España, y sólo muy recientemente el sistema de taquillas inteligentes ha comenzado a desarrollarse, si bien su implantación se encuentra limitada debido a que la mayoría de las taquillas son propiedad de un reducido grupo de distribuidores. Sería importante que se lleven a cabo inversiones e incentivar el uso de esta red de entrega (a través de promociones o ahorros en los precios de envío) para fomentar el uso de esta nueva modalidad logística.

El impacto de esta nueva modalidad sería el siguiente si se consigue trasvasar un 35% de los paquetes del sistema tradicional de recogida en casa al destino basado en este nuevo sistema:

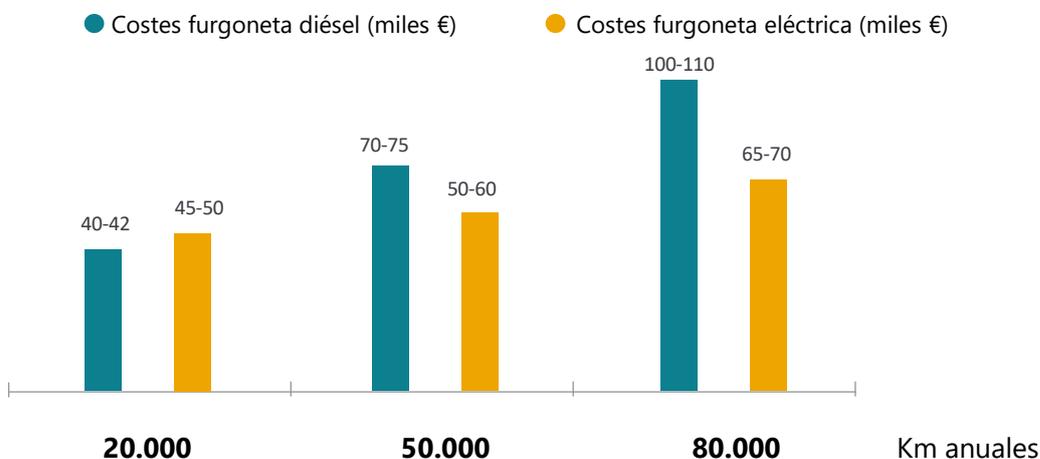
- Una reducción del 20% en la emisión de KgCO₂ por paquete, debido a la reducción en el número de km recorridos en los repartos.
- Una reducción del 22% en los vehículos por km² debido al menor tráfico y a la existencia de rutas estandarizadas, lo que conlleva un impacto notable en la congestión urbana.
- Una reducción del 9% en los costes por paquete mejorando la eficiencia logística debido sobre todo al menor tiempo de distribución y la reducción de costes.

1.1.3 Electrificación de la flota

Es conocido que para combatir el cambio climático la UE se comprometió a partir del acuerdo climático de París, a reducir las emisiones de efecto invernadero (GEI) en un 40% para 2030, con respecto a los emitidos en 1990. En 2016, la cantidad de GEI emitidos ya había disminuido en un 23% y, es de esperar que, con la aplicación de medidas existentes, se consiga avanzar hacia ese objetivo en 2030.

Según la Agencia Europea del Medioambiente, el transporte supone el 10% de las emisiones de CO₂ globales y el 25% del total de emisiones en España. Este problema se agrava sobre todo en los espacios urbanos motivado por una elevada edad media de la flota de vehículos que en España es de 12,42 años. Además, el 61,6% de turismos y el 73,2% de camiones tienen más de 10 años de antigüedad. En concreto, en la ciudad de València la edad media de los turismos en 2019 era de 11,8 años. En particular, Deloitte (2019) estima que las emisiones GEI de estos vehículos por encima de los 10 años de antigüedad son 2-3 veces superiores a las de un vehículo nuevo y 6-7 veces superiores a las de los vehículos eléctricos.

Los datos de 2020, los últimos consolidados, ofrecidos por un estudio de Unespa indican que hay un total de 674.000 coches eléctricos e híbridos circulando en España. Este total representa un escaso 13,5% de los 5 millones de vehículos con este tipo de motorización que el Gobierno quiere que haya en el país de cara al próximo 2030 (Centro Zaragoza 2020). Por tanto, faltaría un total de 4.326.000 unidades para alcanzar el objetivo, de modo que se necesitarían vender en torno a 540.000 vehículos anuales para alcanzar dicho objetivo en los próximos ocho años. El año pasado se vendieron un total de 312.295 vehículos de diversas clases con motores eléctricos e híbridos, una cantidad lejos del total teórico que se debería haber acumulado para cumplir con los objetivos del plan de transición.



Fuente: Deloitte (Amores *et al.* 2019).

En el caso de las empresas de transporte y logísticas todavía es incipiente la compra de vehículos eléctricos. En este sentido es interesante señalar como en algunos estudios el coste económico de una furgoneta eléctrica depende del volumen de km anuales que vaya a realizar dicho vehículo. Así cuando el uso del vehículo se prevé bajo, el coste del vehículo eléctrico es notablemente superior al de un vehículo diésel, si bien cuando el uso es elevado, debido al ahorro de combustible, el vehículo eléctrico pasa a ser más económico.

En el caso de Madrid, una tasa de sustitución de la flota de vehículos en torno al 40% implicaría importantes beneficios medioambientales, pues se estima que la emisión de los KgCO₂ por paquete se reduciría un 29%. Los efectos que antes habíamos estimado de otras medidas sobre la congestión urbana y la eficiencia logística reducirían los costes de distribución apenas un 2%.

1.1.4 Zonas de carga/descarga

Las zonas de carga y descarga o de distribución urbana de mercancías (DUM) son las establecidas los días laborables con el fin de facilitar el aprovisionamiento y la entrega de mercancías, principalmente en el sector denominado HORECA (hoteles, restaurantes y cafeterías). Este sector realiza gran parte de sus paradas en zonas de alta densidad de población y necesita de zonas DUM para poder descargar los productos sin influir negativamente en la congestión de las ciudades.

Por lo general existe una evidente escasez de este tipo de zonas en la mayoría de ciudades españolas. Además, su gestión presenta también claras ineficiencias. Muchas de las paradas que se realizan en estas zonas (alrededor del 40%) son ilegales, pues se realizan en doble fila o superan el límite de tiempo establecido.

Dada la dificultad de aumentar el número de zonas de carga y descarga, existen diferentes experiencias piloto en las que se propone la optimización del uso de estas zonas mediante la creación de una plataforma digital que permita una gestión mucho más eficiente que la actual. Dicha plataforma, generalizada a través del diseño de una adecuada app para cualquier smartphone, debería estar dotada de sistemas de geolocalización que permita visualizar en tiempo real la localización de las áreas de carga y descarga. Además, estas áreas deben disponer de sensores adecuados que permitan determinar su disponibilidad. Todo ello permitiría que los distribuidores puedan planificar su ruta dependiendo de la disponibilidad de las zonas de carga y descarga, evitando así los estacionamientos ilegales y reduciendo la congestión urbana.

Por otro lado, la plataforma o aplicación permitirá a los distribuidores reservar los espacios de carga y descarga disponibles durante un tiempo limitado, de forma que puedan conocer el momento exacto en el que realizar la descarga de mercancía. Además de reducir el tiempo global de reparto, la calidad del servicio para los establecimientos aumentará de forma notable, pues sus gestores podrán conocer con fiabilidad el momento en el que tendrán que atender a sus distribuidores.

De nuevo el impacto de la puesta en marcha de este tipo de plataforma digital tendría importantes beneficios:

- Una reducción del 17% en los KgCO₂ por paquete aumentando así la sostenibilidad medioambiental.
- Una reducción en el 30% de los vehículos por km² mejorando así la congestión vial, debido a la reducción de las paradas en doble fila de los tiempos de ocupación de las zonas de carga y descarga.
- Una reducción en torno al 5% de los euros en la logística de cada paquete.

1.1.4.1 El caso de las DUM en València

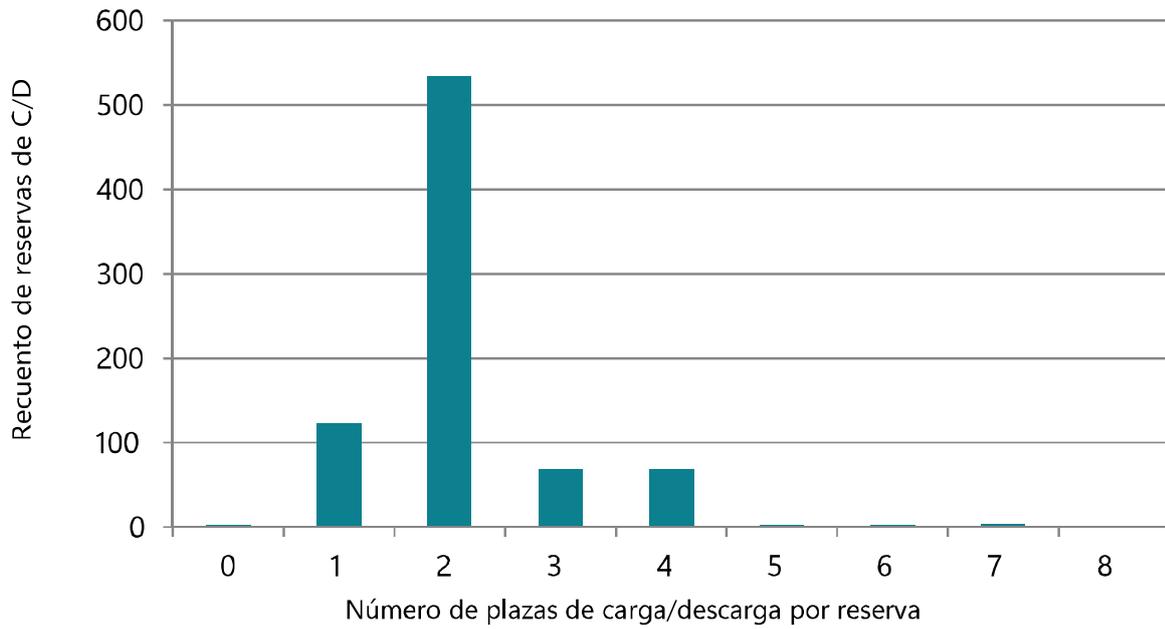
Ya en un trabajo previo (FVET 2018) se apunta una evidente falta de plazas de carga y descarga en la ciudad de València. En dicho informe se señala que la insuficiencia afecta fundamentalmente al centro de València, y es algo menor en la medida que nos vamos distanciando del centro (la zona de ensanche, de tránsitos o el anillo más exterior).

En todo caso, podemos proporcionar una foto de la situación justo antes de la pandemia, en la que se registra un total de 806 puntos de carga y descarga con un total de 1739 plazas en el término municipal de València.

La mayoría de los puntos de reserva de carga y descarga disponen de dos plazas. Sin embargo, existen quejas de que las dimensiones o el diseño de las reservas es insuficiente, destacando que las reservas de dos plazas no permiten en muchos casos las operaciones de dos vehículos de manera cómoda. Así si se analizan las reservas en cuanto a la longitud de las plazas, la mayoría de las reservas tienen una longitud de 10 o 12 metros. Es obvio que 10 metros podrían no ser suficientes para que dos vehículos de reparto medios (de 3.5 Toneladas de M.M.A) realicen operaciones de carga y descarga cómodamente.

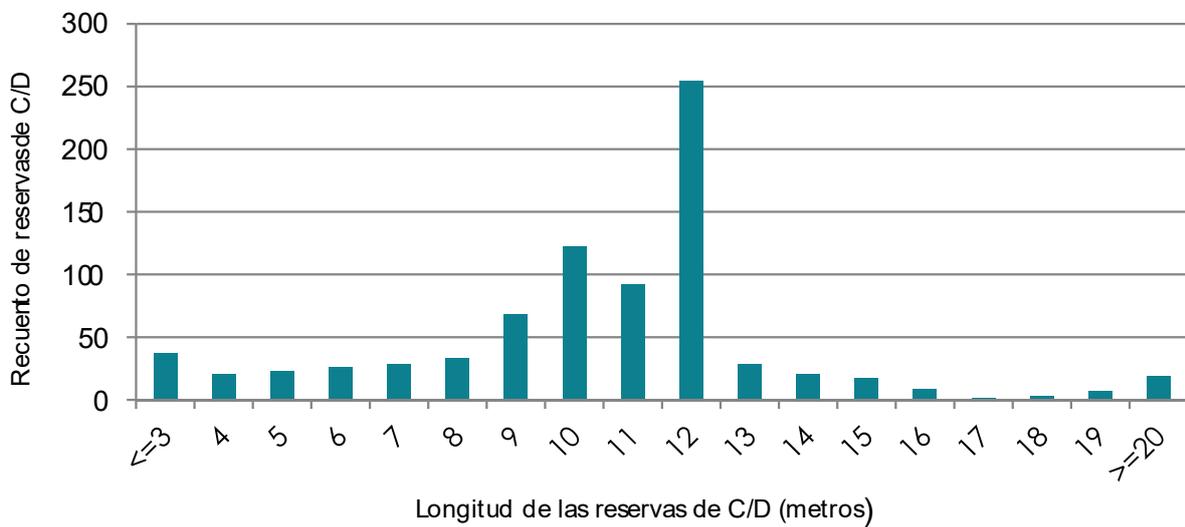
Además, al objeto de analizar la dotación de plazas de carga y descarga por zonas de la ciudad de València, se procede a calcular el ratio o relación entre el número de zonas de carga y descarga y la longitud lineal de vía en cada zona (agregando los kms de vía de cada anillo). Como puede observarse en la **tabla 3.2.4.1**, la dotación de plazas de carga y descarga en las zonas centrales de la ciudad (primer anillo y segundo anillo) es muy superior a la de los anillos más exteriores. Esta asimetría normalmente ha venido provocada porque la dotación de estos puntos de carga y descarga se realizaba en función de la demanda del comercio y hostelería, de las necesidades del sector denominado HORECA.

Figura 4.2.4.2 Puntos de C/D por número de plazas



Fuente: FVET (2018).

Figura 4.2.4.3 Puntos de C/D según longitud



Fuente: FVET (2018).

Tabla 4.2.4.1. Distribución de puntos de C/D

	Puntos CD	Plazas CD	Kms de vía	Plazas/km vía
Centro ciudad	72	161	53,92	2,986
Ensanche	329	645	169,62	3,803
Tránsitos	368	848	469,91	1,805
Exterior	37	85	374,13	0,227
Total	806	1739	1067,58	1,629

Fuente: FVET (2018).

A continuación, la **tabla 4.2.4.2** presenta una comparativa de la regulación de las zonas de carga y descarga en València en comparación con otras ciudades españolas:

Tabla 4.2.4.2 Regulación de C/D en distintas ciudades.

Ciudad	Restricción circul. veh.	Aparc. borde calle	Usos de zonas CD	Franjas horarias Peatonales No peaton.	Tiempo permanen c.	
València	>9 Tns (7-22 h.)	Sí	Según señaliz.	7-11	Dependiendo señalización	<20 m.
Madrid	>12Tns (7-23 h., interior M-30)	Sí	Vehíc. Industr.	7-11	Dependiendo señalización	<30 m. según señalización
Barcelona	-Zonas restriccc. especial: >7,5 Tn y 7 m. -Vías de un carril: >12 Tn y 10 m. Vías de 2 o más carriles: >18 Tn y 12 m.	Sí	Vehíc. Industr.	8-11 15-17	8-20 dependiendo señalización	<30 m.
Sevilla		Sí	Uso compart.	Dependien do señaliz.	Dependiendo señalización	<60 m.
Bilbao	>9,5 Tns, con excepciones	Sí	Vehíc. Industr. o mixtos	8-11	Dependiendo señalización	<30 m. por barrios
Alicante	>8 m. (interior zona B) >2 m. anchura o 6 m. longitud (zona A)	Sí	Uso compart.			<30 m.

Fuente: FVET (2018).

1.1.5 Distribución nocturna

El modelo de distribución nocturna está basado en la posibilidad de distribuir las mercancías en horarios nocturnos con el fin de aprovechar la disminución de congestión durante esa franja horaria y, por lo tanto, su coste asociado. Este modelo supone grandes mejoras en los niveles de sostenibilidad medioambiental, congestión urbana y eficiencia logística. En particular, este nuevo sistema de distribución permitiría un incremento de hasta un 35% en la velocidad media de los vehículos de reparto debido al aprovechamiento de la menor congestión en vías urbanas durante la franja horaria. A la vez se permitiría superar la masa máxima autorizada habitual en horario diurno, lo que aumenta la carga transportada por cada vehículo y reduce el número de trayectos realizados, pudiendo reducir las emisiones de

CO₂ en más de un 20%. También la disminución de los tiempos de reparto gracias a la inexistencia de pérdida de tiempo en atascos mejoraría notablemente la eficiencia logística de las empresas.

En algunos sectores como HORECA, la necesidad de implementar este modelo de distribución nocturna es imperiosa, ya que se debe reducir el impacto de la distribución y aprovisionamiento de los establecimientos en la congestión de las ciudades. Para ello, las Administraciones Públicas deben comenzar a regular esta actividad con el objetivo de garantizar que se realice de forma eficiente.

El impacto de la puesta en marcha de la distribución nocturna tendría importantes beneficios en términos cuantitativos:

- Una reducción del 21% en los KgCO₂ por paquete aumentando así la sostenibilidad medioambiental, debido al uso de un menor número de vehículos gracias al aumento de la velocidad de la flota y el incremento de la capacidad transportada.
- Una reducción en el 32% de los vehículos por km² mejorando así la congestión vial, debido a que el reparto durante franjas horarias con menor tráfico mejora los niveles de congestión urbana.
- Una reducción en torno al 8% de los euros en la logística de cada paquete, debido a la mayor rapidez en los repartos que ahorra costes y aumenta la eficiencia logística.

1.1.6 Centros de consolidación urbana

La digitalización de instalaciones logísticas en España, según Deloitte, se encuentra todavía en una fase muy incipiente. De hecho, alrededor del 80% de los almacenes se manejan de forma manual, solo el 15% están mecanizados y únicamente el 5% usan sistemas automatizados avanzados.

Los centros de consolidación urbana son almacenes multinivel de gran tamaño, con altos niveles de automatización y localizados en las afueras de las ciudades. En ellos los distribuidores y empresas de paquetería colaboran para centralizar la gran cantidad de paquetes que deben repartirse en las ciudades.

La combinación de estos centros con la existencia de *hubs*, antes explicados, en los núcleos urbanos supone el futuro lógico de las infraestructuras y será necesaria para conseguir una adecuada eficiencia y optimización de la logística de última milla, permitiendo aprovechar al máximo los espacios dentro del almacén. Para ello, es fundamental que las empresas realicen inversiones y colaboren en la implementación de estas nuevas plataformas logísticas.

El impacto de la implantación de este sistema podría reportar los siguientes beneficios:

- Una reducción del 20% en los KgCO₂ por paquete aumentando así la sostenibilidad medioambiental., debido al mejor diseño en las rutas de reparto hacia el interior de las ciudades.
- Una reducción en el 18% de los vehículos por km² mejorando así la congestión vial, debido al menor requerimiento de vehículos en este nuevo diseño en las rutas de distribución.

- Una reducción en torno al 12% de los euros en la logística de cada paquete, debido a la automatización de los centros logísticos que optimiza los espacios dentro del almacén, aumentando la eficiencia logística

1.1.7 Load pooling

El modelo de distribución *load pooling* se basa en la creación de una plataforma digital colaborativa entre empresas de paquetería (*couriers*), en la que puedan compartir las rutas de reparto existentes en las ciudades y las excedencias de capacidad de sus flotas. De esta manera, es posible acoger la carga de distintos competidores que deban llevar la mercancía hacia la misma zona.

Ya se han dado casos exitosos de uso de este tipo de plataformas en otros sectores. Un ejemplo claro se da en el sector de transporte de personas, en el que existen gran cantidad de plataformas colaborativas (Bla Bla Car, Uber *split fare* o la opción de Cabify de compartir el trayecto, ...) donde se comparten las rutas y se reducen los costes de cada usuario.

La entrada de plataformas colaborativas en la logística de última milla permitirá optimizar el uso de las rutas existentes, además de aumentar la capacidad de carga media de cada una de las flotas y reducir los costes y el tiempo de reparto hasta el cliente final.

Todo esto acabaría reportando los siguientes beneficios:

- Una reducción del 19% en los KgCO₂ por paquete aumentando así la sostenibilidad medioambiental., debido a la menor necesidad de vehículos.
- Una reducción en el 18% de los vehículos por km² mejorando así la congestión vial, debido a la mencionada menor necesidad de vehículos de reparto.
- Una reducción en torno al 10% de los euros en la logística de cada paquete, debido al aprovechamiento de las rutas de reparto de otros distribuidores y al aumento del volumen de carga transportada por cada vehículo.

1.1.8 Proveedor logístico externo

Se entiende por proveedor logístico externo un distribuidor de mercancías especializado en este tipo de servicios, que es independiente de la empresa, y que recibe las órdenes de compra y asume la gestión de la entrega del paquete. En los últimos años, el mercado ha experimentado un incremento de agentes que actúan como proveedores logísticos externos, mayoritariamente *start-ups* creadas entre 2015 y 2016

Estos *new couriers* están más digitalizados y cuentan con plataformas tecnológicas que conectan las tiendas con la terminal del repartidor más adecuado. Además, existen otras *start-ups* que surgen para optimizar la logística de transporte de última milla como, por ejemplo, Deliveria (plataforma que conecta *retailers* con empresas de transporte) o Nektria (que usa algoritmos predictivos para mejorar y optimizar las rutas de reparto).

En el caso del sector HORECA, la distribución tradicional podría provocar la necesidad de trabajar con más de ocho distribuidores distintos para un único establecimiento. Esto ocurre debido a la gran cantidad de productos y marcas que se deben aprovisionar a los establecimientos de este sector. Con el fin de reducir las altas frecuencias de reparto, se

propondría a los distintos fabricantes y distribuidores operar conjuntamente en el proceso de transporte, utilizando un distribuidor externo que realice las tareas de aprovisionamiento. En función de las marcas o tipo de mercancía que transporte (bebidas y refrescos, licores y vinos, alimentación, carne y pescado, pan y bollería, etc.), se le asignará a cada distribuidor una ruta concreta hacia cada zona de la ciudad para realizar el aprovisionamiento y distribución, con el objetivo de reducir el tiempo global y el coste de las rutas de reparto.

Las mejoras en términos de los tres ítems que evaluamos serían las siguientes:

- Una reducción del 14% en los KgCO₂ por paquete aumentando así la sostenibilidad medioambiental, debido al uso de flotas más modernizadas y ecológicas.
- Una reducción en el 18% de los vehículos por km² mejorando así la congestión vial, debido a la mejora en la optimización de las rutas.
- Una reducción en torno al 9% de los euros en la logística de cada paquete, debido al aprovechamiento de las tecnologías de los proveedores logísticos externos

La ciudad de València

Los resultados de la sección anterior se han obtenido para el caso de Madrid, y se podrían entender como un límite máximo de los beneficios potenciales a conseguir por estas nuevas medidas o tecnologías para entornos urbanos más reducidos como el de València. Con el objetivo de analizar si estos resultados son comparables con la ciudad de València hemos construido la **tabla 4.3.1** donde se establecen los principales indicadores que se usaron para obtener estos resultados en el caso de Madrid. A su vez, hemos definido los mismos indicadores de la tabla para el caso de València donde puedan compararse los mismos indicadores para ambas ciudades. Para algunos indicadores cuyos valores no estaban disponibles en el caso de València se ha llevado a cabo una estimación suponiendo diferentes ratios disponibles a nivel nacional o de Madrid. Por ejemplo, en el caso de la demanda de paquetes en la ciudad de València, se ha estimado que la demanda es proporcional a la población de la ciudad. De forma similar se ha calculado el número de furgonetas de reparto también de manera proporcional al tamaño de la población.

Tabla 4.3.1 Datos e indicadores relevantes para la última milla en Madrid y València

	Madrid	València
Datos socio-demográficos		
Superficie ciudad	600 km ²	138,35 km ²
Área metropolitana exterior	1139 km ²	502,14 km ²
Población ciudad	3.266.126 personas	800.215 personas
Población área metropol. exterior	1.658.981	748.640 personas
Densidad población ciudad	5443,54 personas km ²	5943 personas km ²
Datos oferta		
Número furgonetas reparto	1568	390 (estimadas)
Productividad de las furgonetas	80-125 paquetes/día	80-125 paquetes/día
Emisiones por furgonetas	180-250 KgCO ₂ /km	180-250 KgCO ₂ /km
Taquillas inteligentes	1150	na
Datos demanda		
Demanda total diaria	124500 paquetes	25527 paquetes (estim.)
Demanda por persona	13,9 paquetes al año	11,6 paquetes al año
Demanda total diaria por km ²	207,45 paq/km ²	184,5 paq/km ²

Fuente: Deloitte (Segura *et al.* 2020) y elaboración propia.

Según Deloitte, los costes derivados del reparto tradicional son los siguientes en términos de los ítems que analizamos nuestro trabajo:

- Sostenibilidad: 0,39 kgCO₂/paq
- Congestión: 2495,5 vehículos/km² (para la ciudad de Madrid)
- Eficiencia: costes/paquete: 2,40 €/paq

Se observa que los principales indicadores en cuanto a densidad de población, la demanda de paquetes por persona y por km² no son muy diferentes entre las ciudades de Madrid y València, por lo que los resultados en cuanto a la eficacia de las medidas antes presentadas en la ciudad de Madrid no deberían ser muy diferentes a los que se conseguirían en la ciudad de València.

En todo caso, en la **tabla 4.3.2** se ha integrado cual sería el impacto en términos de los tres ítems (medioambiente, congestión y eficiencia logística) de un conjunto de medidas tanto para los obtenidos en el informe de las ciudades internacionales como para el caso de Madrid. En el caso internacional, se han incluido los dos niveles de impacto dependiendo que el escenario evaluado sea el máximo o intermedio definidos en la sección 4.1.

Tabla 4.3.2 Impacto de las medidas de última milla

	Sostenib. medioamb.		Congestión		Eficiencia logística				
	Caso internac.	Madrid	Caso internac.	Madrid	Caso internac.	Madrid			
Vehículos eléctricos	-60%	-24%	-29%	0%	0%	-2%	-1%	-2%	
Puntos entrega	-3%	-1%	-20%	-23%	-7%	-22%	-13%	-2%	-9%
Load pooling	-5%	-2%	-19%	0%	0%	-18%	-8%	-4%	-10%
UCC+micro hubs	-3%	-1%	-20%	-15%	-5%	-18%	-4%	-1%	-12%
Diseño dinám. rutas	-5%	-1%	10%	-4%	0%	-18%	-2%	0%	-5%
Reparto nocturno	-4%	0%	-21%	-15%	-10%	-32%	-26%	0%	-8%
Distrib. transp público	-2%	-1%	-14%	-6%	-2%	-14%	-1%	-1%	-3%

Fuente: Elaboración propia.

Si se analiza la **tabla 4.3.2** con detalle se observa que el impacto sobre la sostenibilidad medioambiental es, salvo el caso de los vehículos eléctricos, mucho menor para las ciudades internacionales que en el estudio para Madrid. Los impactos en términos de congestión y eficiencia logística son más similares, si bien también suelen ser de mayor relevancia para el caso de Madrid. En todo caso, es obvio que habría que analizar las diferencias metodológicas para entender bien los motivos de estos diferentes resultados. Dado que en ambos informes no se explican las metodologías desarrolladas no se puede avanzar mucho más en el análisis.

En todo caso, la **tabla 4.3.2** permite un primer avance de lo que serían los beneficios de muchas de estas nuevas tecnologías o medidas. Por tanto, se trata de un primer paso de lo que debería constituir un ejercicio de coste beneficio donde además de estos beneficios, se deberían integrar todos los costes asociados a cada una de estas medidas. Existen algunas medidas cuya implantación no será muy costosa en términos económicos (como el desarrollo de programas para el diseño automático de rutas o la distribución por transporte público), mientras que otros sistemas implican una inversión relativamente costosa (renovación completa de la flota hacia vehículos eléctricos, inversiones en nuevos centros de distribución automatizados, etc.). Este tipo análisis será fundamental a la hora de determinar la distribución de los potenciales beneficios y costes entre los diferentes actores implicados (empresas de logística, consumidores y administraciones públicas).

5. Conclusiones y recomendaciones

El presente trabajo ha llevado a cabo un análisis del denominado transporte de última milla, razón por la que, en primer lugar, es importante hacer una aproximación al concepto y a todos los aspectos asociados a este tipo de transporte. En los últimos años, y más después de los dos años de pandemia, el transporte de última milla se está expandiendo de una forma muy notable y está provocando efectos nocivos importantes en los entornos urbanos. A la vez el transporte de última milla está ofreciendo oportunidades y retos que pueden ayudar a mitigar los efectos nocivos y favorecer un sistema de reparto y transporte urbano más eficiente y sostenible medioambientalmente.

El desarrollo del estudio ha permitido ofrecer una visión diferente de la situación de la última milla, que puede resumirse principalmente en cuatro ejes: los principales desafíos a los que se enfrentan los operadores logísticos, el equilibrio entre la logística y la sostenibilidad, la transformación digital en el sector logístico y la reestructuración organizativa del sector logístico.

En relación con el primero de los ejes, es posible destacar como principales problemas con los que se encuentran los operadores logísticos: los costes derivados de las devoluciones, los envíos urgentes (24h) y los cambios en la configuración urbanística de las ciudades.

Las devoluciones están vinculada a un elemento cultural de los países europeos, en los que existe la «falsa» creencia de que las devoluciones no generan costes y tienen que ser gratis; sin embargo, las devoluciones son un elemento que va en contra del margen del proveedor, que es quien realmente comercializa el producto. En este sentido a la pregunta ¿qué suponen las devoluciones de los productos para los operadores logísticos?, la respuesta es: un multiplicador de costes. Para paliar los efectos provocados por esta casuística, se espera que su recorrido pase por incluir una tasa adicional, tasa que posiblemente sea el cliente quien la deba asumir. Por otra parte, otra de las soluciones planteadas para dar respuesta a esta problemática, es la entrega localizada a través de puntos de conveniencia; estos pueden ser en algunos casos máquinas inteligentes (como es el caso de los lockers de Amazon o los Citipaq de correos) o acuerdos con terceros (quioscos, farmacias u otras tiendas). Para ello ya existen empresas especializadas, que aglutinan redes de forma normalizada y que integran estos procesos de entrega; además, desde un punto de vista sostenible, la entrega concentrada en un solo punto, permite reducir la huella de carbono, reducir el combustible y disminuir el número de devoluciones.

Respecto a los envíos urgentes, se debe intentar actuar en los hábitos del consumidor, con el objetivo de tratar de concienciar y modificar su comportamiento de compra. En este sentido, se deben posicionar los envíos de 48h como el tipo de envío más eficiente y sostenible para este mercado. Así, se está apostando por transmitir a todos los usuarios que el paquete urgente (en 24h) es un envío caro y no sostenible, a la vez que es importante hacer ver que lo eficiente es la entrega en 48h. Esta actuación puede permitir aglutinar la carga en un *hub* y lograr una mayor eficiencia en el transporte de los paquetes; es decir,

concentrar las cargas para hacer los envíos de los paquetes contribuye al logro de economías de escala y economías de alcance.

La modificación de la estructura de las ciudades es algo que afecta a todos los segmentos, ya sean particulares o distribuidores. No cabe duda de que los cambios producidos en el centro de València han supuesto un problema para la distribución de la paquetería, pero también es cierto que hay mucha permisibilidad para que los operadores logísticos distribuyan carga. Además, la explosión *del e-commerce* ha traído consigo el incremento del número de repartidores y operadores logísticos, causando que la congestión del tráfico en las ciudades sea uno de los problemas que generan una insatisfacción tanto para comerciantes como para consumidores y que, además, tiene un efecto perjudicial para el medioambiente. Como posible respuesta a esta cuestión, los puntos de conveniencia pueden erigirse como una solución que mitigue los efectos provocados, al reducir la huella de carbono y combustible.

La transformación digital y la automatización de funciones es algo que las organizaciones que lideran el sector están implementando; un ejemplo de ello es la participación del usuario en la gestión del propio proceso cuando, a través de una aplicación, puede elegir y/o modificar la banda horaria y/o el punto de entrega. Sin embargo, los pequeños operadores suelen tener dificultades para acceder e implementar esta tecnología en sus procesos, haciendo necesarias políticas que les faciliten la comprensión y el acceso a las mismas y, consecuentemente, competir en igualdad de condiciones. En este sentido, se considera que esta es la línea que habría que seguir, asentándose sobre procesos que aporten eficiencia y sostenibilidad.

Por último, en cuanto a las tendencias de futuro, dos son los principales retos a los que se va a enfrentar el mercado formado por empresas de naturaleza logística. Por un lado, la volatilidad de los costes energéticos que ha provocado la aplicación de lo que se denomina la «tasa de combustible». La aplicación de esta tasa ha provocado que entre en juego el poder de negociación, donde empresas con un poder alto de negociación han mostrado su descontento y su postura contraria a hacer frente a este incremento. En este sentido, los márgenes con los que operan los operadores logísticos son cada vez menores, lo que provocará, en el futuro, la concentración de este tipo de empresas, siendo este el segundo de los retos a los que se enfrentará el sector. Este factor, se verá acelerado cuando el efecto provocado en el comportamiento de compra tras la crisis sanitaria de la COVID-19 se deje atrás.

Las investigaciones futuras deberían seguir evolucionando en diferentes direcciones. Mientras que avances en la optimización operativa permite acortar los plazos de entrega y satisfacer las necesidades de los clientes, las mediciones del rendimiento pueden ayudarnos a comprender mejor a las diversas partes involucradas y el impacto de su actividad en las tres dimensiones de la sostenibilidad (*Planet, People, Profits*).

Asimismo, se debe hacer hincapié en las tecnologías e innovaciones emergentes para avanzar en cuestiones de fondo de la logística de la última milla. En este sentido, las estructuras de la cadena de suministro deben abordarse no solo para comprender mejor las terminales de carga urbanas, sino también para explorar su impacto en las redes y el sistema de distribución en su conjunto.

En cuanto a la implementación de las nuevas medidas y tecnologías aplicables al transporte de la última milla, podemos afirmar que se han estimado en tres niveles los efectos que pueden provocar: (a) el impacto en términos medioambientales, medido por el descenso en términos de la reducción de emisiones de CO₂; (b) el impacto sobre el nivel de tráfico o congestión en términos de los vehículos por km² que las medidas podrían conseguir reducir; y (c) el impacto en términos de la reducción en los costes logísticos que favorecería la eficiencia empresarial de las empresas de distribución.

Los beneficios en el caso de la sostenibilidad medioambiental pueden estimarse en torno a un 60%, si en el año 2030 se consiguieran sustituir todos los vehículos de reparto de combustible fósil por vehículos eléctricos o de hidrógeno; el resto de las medidas podría conseguir reducir las emisiones de CO₂, aunque a un nivel más reducido. Los sistemas de reparto nocturno conseguirían reducir los niveles de congestión en torno a un 10-32%, mientras que los sistemas de taquillas o puntos de entrega también conseguirían reducir la congestión entre un 7-22%. Los nuevos sistemas de *hubs* urbanos y los algoritmos de diseño dinámico de rutas también conseguirían reducir el tráfico en un entorno del 5-18%. Por último, algunas de estas medidas también producirían reducciones importantes en los costes logísticos; los nuevos sistemas de *hubs* urbanos reducirían los costes de distribución en un rango del 4-12%, el *load pooling* en torno al 4-10%, o los sistemas de taquillas o puntos de entrega entre el 2 y el 9%.

Si bien las horquillas de estimación de los efectos son amplias, debido a los diferentes trabajos que estiman dichos impactos, sí es evidente que los efectos son claramente positivos. No obstante, se trata de un primer análisis conjunto de estos efectos puesto que deberíamos realizar un análisis coste-beneficio completo de todas estas medidas. Muchas de estas medidas conllevan una serie de costes e inversiones, que en ocasiones abarcan también necesidades de inversión pública en determinadas áreas. Este análisis, que excede las dimensiones de este trabajo, podría estimar la ratio coste-beneficio de cada medida particular, determinando así la rentabilidad socioeconómica de cada una de las nuevas medidas o tecnologías aplicadas al transporte de la última milla.

Las exposiciones de estas conclusiones dan lugar a una reflexión final que dé respuesta a toda la problemática detectada en el sector y que, además, sea la base sobre la que se sustenten las tendencias de futuro. El principal *gap* detectado en el sector logístico está estrechamente vinculado con la falta de una legislación común que regule esta actividad y que asiente las bases de actuación en este sentido; para el logro de esta legislación es vital la colaboración y comunicación directa entre las partes implicadas, esto es, agentes políticos, proveedores, operadores logísticos y ciudadanos.

Referencias bibliográficas

AJUNTAMENT DE VALÈNCIA. Oficina de estadística. València. Disponible en: <https://www.valencia.es/es/cas/estadistica/ultimos-datos> [consulta: marzo de 2023].

ALJOHANI, K. y R. G. THOMPSON (2019). «A stakeholder-based evaluation of the most suitable and sustainable delivery fleet for freight consolidation policies in the inner-city area». *Sustainability* 11, n.º 1: 124. <https://doi.org/10.3390/su11010124>

ALLEN, J., M. PIECYK, M. PIOTROWSKA, F. MCLEOD, T. CHERRETT, K. GHALI, T. NGUYEN, T. BEKTAS, O. BATES, A. FRIDAY, S. WISE y M. AUSTWICK (2018). «Understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: The case of London». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 61, part B: 325-338. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.020>

AMBROSINI, C. y J. L. ROUTHIER (2004). «Objectives, methods and results of surveys carried out in the field of urban freight transport: an international comparison». *Transport Reviews* 24, n.º 1: 57-77. <https://doi.org/10.1080/0144164032000122343>

AMORES, A., L. ÁLVAREZ, J. CHICO, G. RAMAJO, I. AZABAL y J. M. URGEL (2019). *Ciudades energéticamente sostenibles: la transición energética urbana a 2030*. Madrid: Deloitte. <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/strategy/articles/ciudades-energeticamente-sostenibles.html>

ANDERSON, S., J. ALLEN y M. BROWNE (2005). «Urban logistics—how can it meet policy makers' sustainability objectives?». *Journal of Transport Geography* 13, n.º 1: 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.002>

ARVIDSSON, N. (2013). «The milk run revisited: A load factor paradox with economic and environmental implications for urban freight transport». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 51 (mayo): 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.04.001>

BANKER, S. y J. A. COOKE (2013). *Stores: the weak link in omnichannel distribution*. DC Velocity. <http://www.dcvelocity.com/articles/201308> .

BÁNYAI, T., B. ILLÉS y Á. BÁNYAI, Á. (2018). «Smart scheduling: An integrated first mile and last mile supply approach». *Complexity* 2018: 180156. <https://doi.org/10.1155/2018/5180156>

BJERKAN, K. Y., A. BJØRGEN y O. A. HJELKREM (2020). «E-commerce and prevalence of last mile practices». *Transportation Research Procedia* 46: 293-300. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.193>

BJØRGEN, A., H. SETER, T. KRISTENSEN y K. PITERA (2019). «The potential for coordinated logistics planning at the local level: A Norwegian in-depth study of public and private stakeholders». *Journal of Transport Geography* 76 (abril): 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.02.010>

BOSONA, T. (2020). «Urban freight last mile logistics—challenges and opportunities to improve sustainability: a literature review». *Sustainability* 12, n.º 21: 8769. <https://doi.org/10.3390/su12218769>

BROWNE, M., J. ALLEN, T. NEMOTO, D. PATIER y J. VISSER (2012). «Reducing social and environmental impacts of urban freight transport: A review of some major cities». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 39: 19-33. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.088>

BULDEO RAI, H., S. VERLINDE, J. MERCKX y C. MACHARIS (2017). «Crowd logistics: an opportunity for more sustainable urban freight transport?». *European Transport Research Review* 9: 39. <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0256-6>

CAGLIANO, A. C., G. MANGANO y G. ZENEZINI (2020). «Technological Trends in Last-mile Contexts: a European Perspective». En. *International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain*. Austin (EE. UU.): 356-364. <https://core.ac.uk/download/pdf/327178135.pdf>

CÁRDENAS, I., J. BECKERS y T. VANELSLANDER (2017). «E-commerce last-mile in Belgium: Developing an external cost delivery index». *Research in Transportation Business & Management* 24 (septiembre): 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.07.006>

CAVALIERI, S., P. GAIARDELLI y S. IERACE (2007). «Aligning strategic profiles with operational metrics in after-sales service». *International Journal of Productivity and Performance Management* 56, n.º 5/6: 436-455. <https://doi.org/10.1108/17410400710757132>

CHERRETT, T., J. ALLEN, F. MCLEOD, S. MAYNARD, A. HICKFORD y M. BROWNE (2012). «Understanding urban freight activity—key issues for freight planning». *Journal of Transport Geography* 24 (septiembre): 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.05.008>

CENTRO ZARAGOZA (Instituto de investigación de vehículos) (2020). *El coche eléctrico e híbrido en España. El parque de turismos en España por tipo de motor*. Madrid: Unespa (Unión Española de Entidades Aseguradoras y Reaseguradoras). <https://www.unespa.es/main-files/uploads/2020/09/Los-coches-por-tipo-de-motor-ESA-2019-FINAL-1.pdf>

CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) (2022). *Análisis del sector postal y del sector de mensajería y paquetería 2021*. Madrid (INF/DTSP/008/22). <https://www.cnmc.es/sites/default/files/4276304.pdf>

COHEN, M. A., N. AGRAWAL y V. AGRAWAL (2006). «Winning in the aftermarket». *Harvard Business Review* 84, n.º 5: 129-138. https://faculty.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2012/04/HBR_May_06.pdf

COMI, A. y A. NUZZOLO (2016). «Exploring the relationships between e-shopping attitudes and urban freight transport». *Transportation Research Procedia* 12: 399-412. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.075>

CRAINIC, T. G., N. RICCIARDI y G. STORCHI (2004). «Advanced freight transportation systems for congested urban areas». *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 12, n.º 2: 119-137. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2004.07.002>

DABLANC, L. y D. RAKOTONARIVO (2010). «The impacts of logistics sprawl: How does the location of parcel transport terminals affect the energy efficiency of goods' movements in Paris and what can we do about it?». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2, n.º 3: 6087-6096. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.021>

DIZIAIN, D., C. RIPERT y L. DABLANC (2012). «How can we bring logistics back into cities? The case of Paris metropolitan area». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 39: 267-281. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.107>

DUCRET, R., B. LEMARIÉ y A. ROSET (2016). «Cluster analysis and spatial modeling for urban freight. Identifying homogeneous urban zones based on urban form and logistics characteristics». *Transportation Research Procedia* 12: 301-313. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.067>

ENGEL, J. F., R. D. BLACKWELL y P. W. MINIARD (1995). *Consumer Behaviour*. 6ª edición. Florida: Dryden Press.

FALSINI, D., A. FUMAROLA y M. M. SCHIRALDI (2009). «Sustainable transportation systems: dynamic routing optimization for a last-mile distribution fleet». En. Conference on sustainable development: the role of industrial engineering. Bari: DIMEG Università di Bari: 40-47. <https://hdl.handle.net/2108/40617>

FARAG, S., J. WELTEVREDEN, T. VAN RIETBERGEN, M. DIJST y F. VAN OORT (2006). «E-shopping in the Netherlands: Does geography matter?». *Environment and Planning B: Planning and Design* 33, n.º 1: 59-74. <https://doi.org/10.1068/b31083>

FILIPPI, F., A. NUZZOLO, A. COMI y P. A. DELLE SITE (2010). «Ex-ante assessment of urban freight transport policies». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 2, n.º 3: 6332-6342. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.04.042>

FRASQUET, M., A. MOLLÁ, y E. RUIZ (2015). «Identifying patterns in channel usage across the search, purchase and post-sales stages of shopping». *Electronic Commerce Research and Applications* 14, n.º 6: 654-665. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2015.10.002>

FVET (Federación Valenciana de Empresarios del Transporte y la Logística) (2018). *Estudio de la distribución urbana de mercancías en la ciudad de Valencia y propuestas de actuación*. València. <http://fvvet.es/wp-content/uploads/2018/12/ESTUDIO-DUM-VALENCIA-FVET.pdf>

GARRIDO, R. A. y A. C. REGAN (2001). «Modelling freight demand and shipper behaviour: state of the art, future directions». En D. Hensher, D. (ed.). *Travel behaviour research: the leading edge*. Amsterdam: Pergamon-Elsevier Science.

GATTA, V., E. MARCUCCI, E. y M. LE PIRA (2017). «Smart urban freight planning process: integrating desk, living lab and modelling approaches in decision-making». *European Transport Research Review* 9: 32. <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0245-9>

GEVAERS, R., E. VAN DE VOORDE y T. VANELSLANDER (2011). «Characteristics and typology of last-mile logistics from an innovation perspective in an urban context». En C. Macharis y S. Melo (eds.). *City distribution and urban freight transport*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing: capítulo 3. <https://doi.org/10.4337/9780857932754.00009>

GOLINSKA, P. y M. HAJDUL (2012). «European union policy for sustainable transport system: Challenges and limitations». En P. Golinska y M. Hajdul (eds.). *Sustainable Transport. EcoProduction. Environmental Issues in Logistics and Manufacturing*. Berlín: Springer: 3-19, https://doi.org/10.1007/978-3-642-23550-4_1

GÓMEZ-MARÍN, C. G., M. D. ARANGO-SERNA y C. A. SERNA-URÁN (2018). «Agent-based microsimulation conceptual model for urban freight distribution». *Transportation Research Procedia* 33: 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.088>

GONZÁLEZ, J., C. PERIS, C. y D. RAKOTONARIVO (2010). «Simulation and optimization methods for logistics pooling in the outbound supply chain». En. *Third International Conference on Value Chain Sustainability. Towards a Sustainable Development and Corporate Social Responsibility Strategies in the 21st Century Global Market*. 394-401. <https://shs.hal.science/halshs-00547946>

GOODCHILD, A. y B. IVANOV (2017). «The final 50 feet of the urban goods delivery system». *System* 54: 55.

GOODCHILD, A., B. Ivanov, E. McCormack, A. MOUDON, J. SCULLY, J. MACHADO y G. GIRON (2018). «Are cities' delivery spaces in the right places? Mapping truck load/unload locations». En E. Taniguchi y R. G. Thompson (eda.). *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives*. Nueva Jersey: Wiley 351-368. <https://doi.org/10.1002/9781119425526.ch21>

HA, N. T., M. AKBARI y B. AU (2022). «Last mile delivery in logistics and supply chain management: a bibliometric analysis and future directions». *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2021-0409>

HENRIKSSON, M., J. BERG, J. KARLSSON, S. ROGERSON y L. WINSLOTT HISELIUS (2018). «Köpa mat online?: effekter av ökad e-handel för person-och godstransporter i ett växande e-handelssamhälle». *VIT rapport* n.º 977. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1220039>

HESSE, M. (2016). *The city as a terminal: The urban context of logistics and freight transport*. Londres: Routledge.

HEYDARI, J. (2012). «Paradigms of supply chain management». En R. Z. Farahani, S. Rezapour y L. Kardar (eds.). *Supply chain sustainability and raw material management: Concepts and processes*. Hershey: IGI Global: 149-175. <https://doi.org/10.4018/978-1-61350-504-5.ch009>

HISCHIER, R. (2018). «Car vs. packaging—a first, simple (environmental) sustainability assessment of our changing shopping behaviour». *Sustainability* 10, n.º 9: 3061. <https://doi.org/10.3390/su10093061>

HOLGUÍN-VERAS, J., C. WANG, M. BROWNE, S. D. HODGE y J. WOJTOWICZ (2014). «The New York city off-hour delivery project: lessons for city logistics». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 125 (marzo): 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1454>

HSIAO, M. H. (2009). «Shopping mode choice: Physical store shopping versus e-shopping». *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 45, n.º 1 (enero): 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2008.06.002>

HÜBNER, A. H., H. KUHN y J. WOLLENBURG (2016). «Last mile fulfilment and distribution in omnichannel grocery retailing: a strategic planning framework». *International Journal of Retail & Distribution Management* 44, n.º 3. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-11-2014-0154>

IGNAT, B. y S. CHANKOV (2020). «Do e-commerce customers change their preferred last mile delivery based on its sustainability impact?». *The International Journal of Logistics Management* 31, n.º 3: 521-548. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2019-0305>

IWAN, S., K. KIJEWKA y J. LEMKE (2016). «Analysis of parcel lockers' efficiency as the last mile delivery solution—the results of the research in Poland». *Transportation Research Procedia* 12: 644-655. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.018>

JOERSS, M., F. NEUHAUS y J. SCHRÖDER (2016). «How customer demands are reshaping last-mile delivery». *The McKinsey Quarterly* 17: 1-5. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Travel%20Logistics%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/How%20customer%20demands%20are%20reshaping%20last%20mile%20delivery/How-customer-demands-are-reshaping-last-mile-delivery.pdf>

KURATA, H. y S. H. NAM (2010). «After-sales service competition in a supply chain: Optimization of customer satisfaction level or profit or both?». *International Journal of Production Economics* 127, n.º 1: 136-146. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.05.005>

LIN, J., W. ZHOU y L. DU (2018). «Is on-demand same day package delivery service green?». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 61, part A (junio): 118-139. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.06.016>

LINDHOLM, M. (2012). «How local authority decision makers address freight transport in the urban area». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 39: 134-145. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.096>

MAAT, K. y R. KONINGS (2018). «Accessibility or innovation? Store shopping trips versus online shopping». *Transportation Research Record* 2672, n.º 50: 1-10. <https://doi.org/10.1177/0361198118794044>

MACHADO, C., R. ALBERGARIA, G. VASCONCELOS, D. N. SCHMITZ y M. DE ALMEIDA (2017). «Sustainable vehicles-based alternatives in last mile distribution of urban freight transport: A systematic literature review». *Sustainability* 9, n.º 8: 1324. <https://doi.org/10.3390/su9081324>

MADLBERGER, M. y A. SESTER (2005). «The last mile in an electronic commerce business model—service expectations of Austrian online shoppers». En. *ECIS 2005 Proceedings*. AIS (Association for Information Systems): 99. <http://aisel.aisnet.org/ecis2005/99>

MANERBA, D., R. MANSINI y R. ZANOTTI (2018). «Attended home delivery: reducing last-mile environmental impact by changing customer habits». *IFAC-PapersOnLine* 51, n.º 5: 55-60. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.06.199>

MARCUCCI, E., V. GATTA, M. MARCIANI y P. COSSU (2017). «Measuring the effects of an urban freight policy package defined via a collaborative governance model». *Research in transportation economics* 65 (octubre): 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.09.001>

MELKONYAN, A., T. GRUCHMANN, F. LOHMAR, V. KAMATH y S. SPINLER (2020). «Sustainability assessment of last-mile logistics and distribution strategies: The case of local food networks». *International Journal of Production Economics* 228 (octubre): 107746. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107746>

MINGUELA-RATA, B. y S. L. J. M. DE LEEUW (2013). «Managing the last mile of the supply chain for spare parts». *Universia Business Review* 39, n.º 3: 104-117. <https://research.vu.nl/ws/files/823523/Minguela%20Rata%20&%20de%20Leeuw%20spare%20parts%20last%20mile%20design%20UBR2013.pdf>

MORGANTI, E., S. SEIDEL, C. BLANQUART, L. DABLANC y B. LENZ (2014). «The impact of e-commerce on final deliveries: alternative parcel delivery services in France and Germany». *Transportation Research Procedia* 4: 178-190. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.014>

MOROZ, M. y Z. POLKOWSKI (2016). «The last mile issue and urban logistics: choosing parcel machines in the context of the ecological attitudes of the Y generation consumers purchasing online». *Transportation Research Procedia* 16: 378-393. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.036>

MUÑUZURI, J., P. CORTÉS, J. GUADIX y L. ONIEVA (2012). «City logistics in Spain: Why it might never work». *Cities* 29, n.º 2: 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2011.03.004>

NACIONES UNIDAS (2015a). *World urbanization prospects: 2014 revision*. Nueva York. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>

__ (2015b). «World Urbanization Prospects». En. *World urbanization prospects: 2014 revision*. Nueva York: 28. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>

NUZZOLO, A., L. PERSIA y A. POLIMENI (2018). «Agent-based simulation of urban goods distribution: a literature review». *Transportation Research Procedia* 30: 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.09.005>

OLSSON, J., D. HELLSTRÖM y H. PÅLSSON (2019). «Framework of last mile logistics research: A systematic review of the literature». *Sustainability* 11, n.º 24: 7131. <https://doi.org/10.3390/su11247131>

PANTANO, E. (ed.) (2015) *Successful technological integration for competitive advantage in retail settings*. Hersey: Business Science Reference.

PATELLA, S. M., G. GRAZIESCHI, V. GATTA, E. MARCUCCI y S. CARRESE (2020). «The adoption of green vehicles in last mile logistics: A systematic review». *Sustainability* 13, n.º 1: 6. <https://doi.org/10.3390/su13010006>

PETERSEN, J. A. y V. KUMAR (2009). «Are product returns a necessary evil? Antecedents and consequences». *Journal of Marketing* 73, n.º 3: 35-51. <https://www.jstor.org/stable/20619021>

PUNAKIVI, M., H. YRJÖLÄ y J. HOLMSTRÖM (2001). «Solving the last mile issue: reception box or delivery box?». *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 31, n.º 6: 427-439. <https://doi.org/10.1108/09600030110399423>

PwC (2022). *Global Consumer Insights Pulse 2022*. Londres. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/consumer-markets/consumer-insights-survey/archive/consumer-insights-survey-june-2022.html>

RANIERI, L., S. DIGIESI, B. SILVESTRI y M. ROCCOTELLI (2018). «A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision». *Sustainability* 10, n.º 3: 782. <https://doi.org/10.3390/su10030782>

ROSQVIST, L. S. y L. W. HISELIUS (2016). «Online shopping habits and the potential for reductions in carbon dioxide emissions from passenger transport». *Journal of Cleaner Production* 131: 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.054>

ROTEM-MINDALI, O. (2010). «E-tail versus retail: The effects on shopping related travel empirical evidence from Israel». *Transport Policy* 17, n.º 5 (septiembre): 312-322. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.02.005>

ROTEM-MINDALI, O. y J. W. J. WELTEVREDEN (2013). «Transport effects of e-commerce: what can be learned after years of research?». *Transportation* 40: 867-885. <https://doi.org/10.1007/s11116-013-9457-6>

SAVELSBERGH, M. y T. VAN WOENSEL (2016). «50th anniversary invited article—city logistics: Challenges and opportunities». *Transportation Science* 50, n.º 2: 579-590. <https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0675>

SEEBAUER, S., V. KULMER, M. BRUCKNER y E. WINKLER (2016). «Carbon emissions of retail channels: the limits of available policy instruments to achieve absolute reductions». *Journal of Cleaner Production* 132 (septiembre): 192-203. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.028>

SEGURA, V., A. FUSTER, F. ANTOLÍN, C. CASELLAS, M. PAYNO, A. GRANDÍO, A. CAGIGÓS y M. MUELAS (2020). *Logística de última milla: retos y soluciones en España*. Madrid: Deloitte. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/operaciones/Deloitte-es-operaciones-last-mile.pdf>

SHETH, M., P. BUTRINA, A. GOODCHILD y E. MCCORMACK (2019). «Measuring delivery route cost trade-offs between electric-assist cargo bicycles and delivery trucks in dense urban areas». *European Transport Research Review* 11, n.º 1: 11. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0349-5>

SOLOMON, M. R., G. J. BAMOSSY, S. ASKEGAARD y M. K. HOGG (2010). *Consumer behaviour: A European perspective*. Harlow (Inglaterra): Pearson.

STEINFELD, C., H. BOUWMAN y T. ADELAAR (2002). «The dynamics of click-and-mortar electronic commerce: Opportunities and management strategies». *International Journal of Electronic Commerce* 7, n.º 1: 93-119. <http://www.jstor.org/stable/27751046>

SUEL, E. y J. W. POLAK (2017). «Development of joint models for channel, store, and travel mode choice: Grocery shopping in London». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 99 (marzo): 147-162. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.03.009>

SUOMINEN, J. (2005). «One experience: optimizing customer experience channel planning process». En. *Keynote presentation at the 3rd Interdisciplinary World Congress on Mass Customization and Personalization*. Hong Kong: 49.

TANIGUCHI, E. e Y. KAKIMOTO (2004). «Modelling effects of e-commerce on urban freight transport». En E. Taniguchi y R. G. Thompson (eds.). *Logistics Systems for Sustainable Cities*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited: 135-146. <https://doi.org/10.1108>

TSENG, M. L., M. S. ISLAM, N. KARIA, F. A. FAUZI y S. AFRIN (2019). «A literature review on green supply chain management: trends and future challenges». *Resources, Conservation and Recycling* 141 (febrero): 145-162. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.009>

VERLINDE, S., C. MACHARIS y F. WITLOX (2012). «How to consolidate urban flows of goods without setting up an urban consolidation centre?». *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 39: 687-701. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.140>

VISSER, E. J. y M. LANZENDORF (2004). «Mobility and accessibility effects of B2C e-commerce: a literature review». *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 95, n.º 2 (abril): 189-205. <https://doi.org/10.1111/j.0040-747X.2004.00300.x>

VISSER, J., T. NEMOTO y M. BROWNE (2014). «Home delivery and the impacts on urban freight transport: A review». *Procedia-social and behavioral sciences* 125 (marzo): 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1452>

VIU-ROIG, M. y E. J. ÁLVAREZ-PALAU (2020). «The impact of E-commerce-related last mile logistics on cities: a systematic literature review». *Sustainability* 12, n.º 16: 6492. <https://doi.org/10.3390/su12166492>

WANG, X., L. ZHAN, J. RUAN y J. ZHANG (2014). «How to choose "last mile" delivery modes for e-fulfillment». *Mathematical Problems in Engineering* 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/417129>

WELTEVREDEN, J. W. J. (2008). «B2c e-commerce logistics: the rise of collection-and-delivery points in The Netherlands». *International Journal of Retail & Distribution Management* 36, n.º 8: 638-660. <https://doi.org/10.1108/09590550810883487>

WELTEVREDEN, J. W. J. y T. VAN RIETBERGEN (2009). «The implications of e-shopping for in-store shopping at various shopping locations in the Netherlands». *Environment and Planning B: Planning and Design* 36, n.º 2: 279-299. <https://doi.org/10.1068/b34011t>

WORLD ECONOMIC FORUM (2020). *The future of the last-mile ecosystem. Transition Roadmaps for Public- and Private-Sector Players*. Colonia (Ginebra). <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-the-last-mile-ecosystem/>

WYGONIK, E. y A. V. GOODCHILD (2018). «Urban form and last-mile goods movement: Factors affecting vehicle miles travelled and emissions». *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 61, part A (junio): 217-229. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.09.015>

XU, J., L. HONG e Y. LI (2011). «Designing of collection and delivery point for E-commerce logistics». En. *2011 International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences*. IEEE (septiembre): 349-352. <https://doi.org/10.1109/ICM.2011.23>

ZISSIS, D., E. AKTAS y M. BOURLAKIS (2018). «Collaboration in urban distribution of online grocery orders». *The International Journal of Logistics Management* 29, n.º 4: 1196-1214. <https://doi.org/10.1108/IJLM-11-2017-0303>



mesval

Càtedra Model Econòmic
Sostenible València i Entorn

