



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

**TRABAJO FIN DE MÁSTER DE INGENIERÍA AVANZADA  
DE PRODUCCIÓN, LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO**

**MODOS DE TRANSPORTE ELÉCTRICOS Y  
LOGÍSTICA URBANA. APLICACIÓN AL CASO DE  
VALENCIA**

AUTOR: Santiago Peláez Noguera

TUTOR: Vicente Dómine Redondo

Curso Académico: 2018-19



## **RESUMEN**

El incremento de la densidad demográfica en las ciudades, así como del comercio electrónico, contribuyen a una creciente complejidad de la logística de distribución urbana de mercancías. Ello conlleva una serie de externalidades negativas entre las cuales destaca el aumento de emisiones de gases contaminantes; por ello, la presente investigación trata de estudiar la implementación de modos de transporte eléctricos en la logística urbana de la ciudad de Valencia.

## **ABSTRACT**

The increase in population density in cities, as well as electronic commerce, contributes to an increasing complexity of urban freight distribution logistics. This entails a series of negative effects, among which the increase in emissions of polluting gases stands out; for this reason, the present investigation tries to study the implementation of electric transport modes in the urban logistics of the city of Valencia.

## **PALABRAS CLAVE**

Logística urbana, vehículos eléctricos, Distribución Urbana de Mercancías (DUM), transporte, cadena de suministro, sostenibilidad medioambiental



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objeto del Trabajo .....	1
1.2 Justificación y Alcance del Trabajo .....	1
1.3 Objetivos .....	3
1.4 Metodología.....	3
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	4
2.1 La Implantación Progresiva del Vehículo Eléctrico Según la Ordenanza de Movilidad .....	5
2.2 Ayudas Económicas por Parte de Entidades Públicas para la Implantación de la Electromovilidad .....	7
2.2.1 Plan MOVES.....	7
2.2.2 Plan MOVES Comunitat Valenciana .....	9
2.3 Implementación de la Electromovilidad con la Co-financiación de Fondos FEDER .....	10
2.3.1 Proyecto SMILE (Smart green Innovative urban Logistics for Energy Efficient Mediterranean cities).....	10
2.3.2 Proyecto Cool Routing.....	10
2.4 Implementación de la Electromovilidad en Distribución de Correo .....	10
2.4.1 Responsabilidad medioambiental del grupo Correos .....	10
2.4.2 Proyecto Evomobile .....	11
3 DIAGNÓSTICO DEL ACTUAL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS (DUM) EN CIUTAT VELLA (VALENCIA).....	13
3.1 Características Básicas del Actual Sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) en Ciutat Vella (Valencia) .....	13
3.1.1 Obligaciones de los distribuidores de mercancías .....	14
3.1.2 Estructura comercial en Ciutat Vella .....	15
3.1.3 Demanda de carga y descarga .....	17
3.1.3 Ajuste oferta/demanda de zonas de C/D.....	18
3.2 Externalidades del actual sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM).....	19
3.2.1 Externalidades Positivas .....	19
3.2.2 Externalidades Negativas .....	19
3.3 Ineficiencias de los Procesos C/D y sus causas.....	23

3.4 Posibles Soluciones del Actual Sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) .....	25
4 BENCHMARKING .....	27
4.1 Planificación: Proyectos de Referencia .....	27
4.1.1 Proyectos que usan vehículos convencionales .....	27
4.1.2 Proyectos que usan vehículos no convencionales .....	29
4.1.3 Hacia la conducción autónoma .....	31
4.2 Recopilación de Datos .....	34
4.2.1 Londres – Logística eléctrica: superación de las restricciones de la red de puntos de carga de vehículos eléctricos y plan para el despliegue de flotas de vehículos eléctricos .....	34
4.2.2 Madrid - Logística eléctrica en un centro de consolidación urbana .....	35
4.2.3 Madrid – DUM de última milla con triciclos.....	39
4.2.4 Estocolmo - Mejores prácticas para la logística de vehículos eléctricos en nuevas áreas de desarrollo .....	40
4.2.5 Ámsterdam - Uso de camiones eléctricos en distribución de bebidas .....	42
4.2.6 Rotterdam - Servicios de vehículos eléctricos para el centro de consolidación "Binnenstadservice" en Rotterdam.....	43
4.2.7 Lisboa – Logística eléctrica en el centro histórico: servicios postales.....	45
4.2.8 Distribución Urbana de Mercancías con drones .....	46
4.2.9 Toyoya e-Palette .....	48
4.2.10 Renault EZ-PRO .....	49
4.2.11 Distribución Urbana de Mercancías con AGV urbanos autónomos.....	50
4.3 Análisis Estratégico.....	51
4.3.1 Consideraciones previas.....	51
4.3.3 Aspectos observados en el Benchmarking con posibilidad de aplicación al caso de Valencia .....	54
5 DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DEL VEHÍCULO COMERCIAL ELÉCTRICO .....	57
5.1 Aproximación a la Oferta de Vehículos Comerciales Eléctricos en España .....	57
5.2 Comparativa del Rendimiento de un Vehículo Comercial Eléctrico Frente al de Combustión	62
5.3 Impacto del Vehículo Eléctrico en la DUM de Ciutat Vella .....	70
6 ACCIONES PARA IMPLEMENTAR MODOS DE TRANSPORTE ELÉCTRICOS EN LA DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS EN VALENCIA .....	79
6.1 Fase de Planificación .....	79

6.2 Fase de Implementación o Desarrollo .....	80
6.2.1 Acciones orientadas a la demanda.....	80
6.2.2 Acciones orientadas a la infraestructura.....	82
6.2.3 Acciones orientadas a la promoción económica.....	84
6.3 Fase de Control y Evaluación.....	86
7 CONCLUSIONES .....	87
8 REFERENCIAS.....	89
ANEXOS .....	97
Anexo I: Observatorio de Costes de Transporte de Mercancías por Carretera (Enero 2019) ....	97
Anexo II: Tipos de Vehículo Eléctrico .....	100
Anexo III: Distintivos Ambientales.....	102
Anexo IV: Tipos de Recarga .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Delimitación geográfica del alcance del trabajo: distrito 1 (Ciutat Vella) de Valencia .....	2
FIGURA 2: Esquema resumen de la metodología empleada .....	4
FIGURA 3: puntos de recarga en Ciutat Vella según Electromaps.....	6
FIGURA 4: remodelación de las vías de circulación en el entorno del Mercado Central ....	7
FIGURA 5: fotografía de la presentación del proyecto en el Parc Científic (2013).....	11
FIGURA 6: poligonal que limita la circulación de camiones con MMA>12 t de 7 a 22 h. ...	14
FIGURA 7: provisión de zonas de C/D en Valencia, por m <sup>2</sup> de superficie de venta. ....	18
FIGURA 8: descarga de mercancías en zonas peatonales (Paseo de Ruzafa). ....	19
FIGURA 9: Mapa de ruido en Ciutat Vella.....	20
FIGURA 10: valores IMD en Ciutat Vella.....	22
FIGURA 11: Zona de emisiones ultra bajas de Londres actual y en 2021 .....	34
FIGURA 12: delimitación de Madrid central, incluyendo los barrios circundantes y APR. ....	38
FIGURA 13: fotografía de la furgoneta Mercedes eVito, cofinanciada por FREVUE, en la estación de carga .....	39
FIGURA 14: espacio de carga del triciclo eléctrico BKL BOX.....	39
FIGURA 15: fotografía de prueba del Scoobic en Madrid .....	40
FIGURA 16: delimitación de la zona de bajas emisiones de Estocolmo.....	41
FIGURA 17: el camión que usa Heineken es una muestra de la operación logística que puede dar un vehículo pesado (12 t) eléctrico.....	42
FIGURA 18: Zona de bajas emisiones de Rotterdam, con la localización del centro de consolidación Binnenstadservice (verde) .....	44
FIGURA 19: fotografías del centro de consolidación Binnenstadservice.....	44
FIGURA 20: el cuadriciclo eléctrico es uno de los vehículos que más unidades CTT ha incorporado a su flota de reparto .....	46
FIGURA 21: dron que Amazon ha usado en sus pruebas del servicio Prime Air.....	48
FIGURA 22: concept del e-palette presentado en el CES 2018.....	49
FIGURA 23: recreación virtual del Renault EZ-PRO .....	49
FIGURA 24: fotografía de un AGV en funcionamiento en EE.UU.....	50
FIGURA 25: zonas de escasez de disponibilidad de zonas de C/D .....	55
FIGURA 26: Nissan eNV200 (izquierda) y Renault ZE (derecha) .....	59
FIGURA 27: Smith Newton EV de 10 t .....	60
FIGURA 28: scooter eléctrico Silence S02 con baúl de 200 L, orientado a mensajería....	61
FIGURA 29: Renault Kangoo ZE 2019 .....	62

FIGURA 30: esquema de la relación entre la implantación del vehículo eléctrico y sus stakeholders.....	80
FIGURA 31: posibles localizaciones de un nuevo centro de consolidación de mercancías urbano, que además serviría como centro de intercambio modal.....	83
FIGURA 32: aparcamiento exclusivo para el uso de puntos de recarga de vehículos eléctricos en Denia.....	84
FIGURA 33: esquema del vehículo eléctrico híbrido enchufable .....	100
FIGURA 34: esquema del vehículo eléctrico de batería .....	101
FIGURA 35: esquema del vehículo eléctrico de autonomía extendida .....	101
FIGURA 36: resumen de conectores habituales desde el tipo 1 hasta el tipo 4.....	105
FIGURA 37: estación de carga ultrarápida en Bilbao, operado por IBIL e Iberdrola, los 2 principales gestores de carga a nivel nacional .....	105



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Comercios/km <sup>2</sup> , según distrito, en la ciudad de Valencia .....	1
TABLA 2: cuantía a percibir (antes de impuestos) por la compra de un vehículo de energía alternativa .....	8
TABLA 3: mediciones de emisiones contaminantes en distintos puntos de la ciudad. ....	21
TABLA 4: resumen de los casos considerados en el Benchmarking con origen en la iniciativa FREVUE .....	29
TABLA 5: restricciones a la circulación según escenarios de contaminación en Madrid. ....	36
TABLA 6: características operativas básicas de los vehículos de 4 ruedas con MMMA hasta 3,5 t más representativos del mercado español usados en la DUM .....	57
TABLA 7: ventas acumuladas hasta marzo de 2019 de vehículos comerciales eléctricos en España .....	58
TABLA 8: ventas de las furgonetas Nissan eNV200 y Renault ZE, acumuladas, del año 2018 en España.....	59
TABLA 9: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico. ....	64
TABLA 10: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico más instalación de punto de recarga.....	65
TABLA 11: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico (sujeto a la ayuda económica del plan MOVES). ....	66
TABLA 12: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico (sujeto a la ayuda económica del plan MOVES) más instalación de punto de recarga .....	66
TABLA 13: punto de partida de comparación, con 14.999 km anuales, lo que arroja un ahorro negativo de 6,14 % de costes.....	67
TABLA 14: descenso del ahorro negativo del vehículo eléctrico respecto al de combustión según el kilometraje anual. ....	68
TABLA 15: estimación de las entregas diarias que tienen lugar en Ciutat Vella.....	70
TABLA 16: estimación de la cantidad de vehículos comerciales y su tipología que circulan diariamente en Ciutat Vella.....	72
TABLA 17: consumo y emisiones de 3 vehículos tipo con motor de combustión .....	73
TABLA 18: cálculo de las emisiones y crecimiento de flota de vehículos eléctricos en la DUM de Ciutat Vella según un escenario realista. ....	74
TABLA 19: estimación de la reducción del consumo de combustible debido al aumento de la flota de vehículos eléctricos en un escenario realista.....	74
TABLA 20: cálculo de las emisiones y crecimiento de flota de vehículos eléctricos en la DUM de Ciutat Vella según un escenario optimista .....	75

TABLA 21: estimación de la reducción del consumo de combustible debido al aumento de la flota de vehículos eléctricos en un escenario optimista .....	75
TABLA 22: cálculo de las emisiones y crecimiento de flota de vehículos eléctricos en la DUM de Ciutat Vella según un escenario pesimista.....	76
TABLA 23: estimación de la reducción del consumo de combustible debido al aumento de la flota de vehículos eléctricos en un escenario pesimista .....	76
TABLA 24: resumen de los escenarios de implantación del vehículo eléctricos en la DUM de Ciutat Vella. ....	77
TABLA 25: requisitos que han de cumplir los vehículos para poseer etiqueta ambiental. ....	102

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objeto del Trabajo

El presente Trabajo Final de Máster tiene por objeto avanzar hacia modelos de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) más eficientes y respetuosos con el entorno urbano y medioambiental, en la medida en que dichos procesos van a ser la base de un futuro modelo urbano sostenible. Se ha particularizado en el peso que tiene la movilidad eléctrica en la DUM, ya que potencia unas interrelaciones socioeconómicas sostenibles en el entorno urbano; por ello se aportan diversas soluciones para implementar la movilidad eléctrica en el caso concreto de la logística comercial del centro histórico de Valencia.

### 1.2 Justificación y Alcance del Trabajo

La proliferación de nuevos modelos de negocio, así como una mayor concienciación ambiental de la población, han motivado el estudio de la implementación de la movilidad eléctrica aplicada a la Distribución Urbana de Mercancías de la ciudad de Valencia, en la medida en que la logística urbana causa un gran impacto en el entorno urbano y medioambiental y al mismo tiempo es un pilar fundamental del desarrollo de un modelo de comercio urbano sostenible. En la TABLA 1 se han sintetizado la densidad de comercios a partir de datos oficiales, lo que va a delimitar el alcance del trabajo a un área concreta de la ciudad de Valencia:

*TABLA 1: Comercios/km<sup>2</sup>, según distrito, en la ciudad de Valencia. Fuente: elaboración propia a partir de (Ajuntament de València: àrea de Govern Interior, Oficina d'Estadística, 2018)*

<b>Distrito</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Comercios/km<sup>2</sup></b>	<b>Distr.</b>	<b>Sup. (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Com./km<sup>2</sup></b>
<b>València</b>	96.627	311.0	<b>Quatre Carreres</b>	11.326	212.7
<b>Ciutat Vella</b>	1.690	2381.7	<b>Poblats Marítims</b>	3.968	482.9
<b>L'Eixample</b>	1.733	2103.3	<b>Camins al Grau</b>	2.367	911.3
<b>Extramurs</b>	1.972	1353.4	<b>Algirós</b>	2.978	453.0
<b>Campanar</b>	5.320	308.6	<b>Benimaclet</b>	1.640	617.1
<b>la Saïdia</b>	1.944	696.5	<b>Rascanya</b>	2.627	486.1
<b>el Pla del Real</b>	1.692	769.5	<b>Benicalap</b>	2.221	539.8
<b>l'Olivereta</b>	2.009	590.3	<b>Pobles del Nord</b>	13.000	12.4
<b>Patraix</b>	2.891	69.5	<b>Pobles de l'Oest</b>	2.004	229.5
<b>Jesús</b>	2.985	476.0	<b>Pobles del Sud</b>	32.260	20.6

El alcance del trabajo se limita espacialmente al distrito nº 1 (Ciutat Vella) de Valencia, coincidente con el centro histórico de la ciudad, ya que es el distrito que presenta el mayor número de comercios por km<sup>2</sup> de la ciudad de Valencia, restaurantes, hostelería y reparaciones. Por tanto en esta zona van a tener mayor peso las externalidades negativas como la congestión del tráfico y aumento de emisiones contaminantes, debido a los procesos logísticos asociados a dichos comercios. En cuanto a la tipología de negocio, el transporte en el que se centra el trabajo es el generado por comercios minoristas y supermercados, además de servicios de distribución postal.

Además cabe destacar que el centro histórico de Valencia, con un área de 1,69 km<sup>2</sup>, mantiene la trama urbana del período medieval y en algunos casos incluso la trama urbana del período islámico. De hecho, el casco histórico de Valencia destaca en el ámbito nacional por su complejidad: espacio heterogéneo, discontinuidades, dinámicas divergentes, fragmentaciones (desde el gueto hasta la gentrificación, terciarización (Fernández, 2007). En este sentido, y en consonancia con la nueva Ordenanza de Movilidad (Ajuntament de València, 2019) es necesario integrar todas las formas de movilidad favoreciendo, entre otros, los vehículos de movilidad sostenible, así como la eficiencia de la distribución comercial. Se considera que un paso fundamental a dicha integración es la implementación del vehículo eléctrico en la distribución comercial, por lo que conviene aportar medidas de actuación y razones de adopción de la electromovilidad por parte de los distintos actores que intervienen en la DUM.

Así pues, el área objeto de estudio, con 4025 comercios según datos de 2018, está delimitada por la Calle Colón, Calle Xàtiva, Calle Guillem de Castro, Calle de las Blanquerías, Calle del Conde de Trénor, Calle Pintor López, Plaza Tetuán, Paseo Ciudadela, Calle el Justicia, Plaza de la Puerta del Mar. El distrito se subdivide a su vez en los barrios La Seu, La Xerea, El Carme, El Pilar, El Mercat y Sant Francesc:

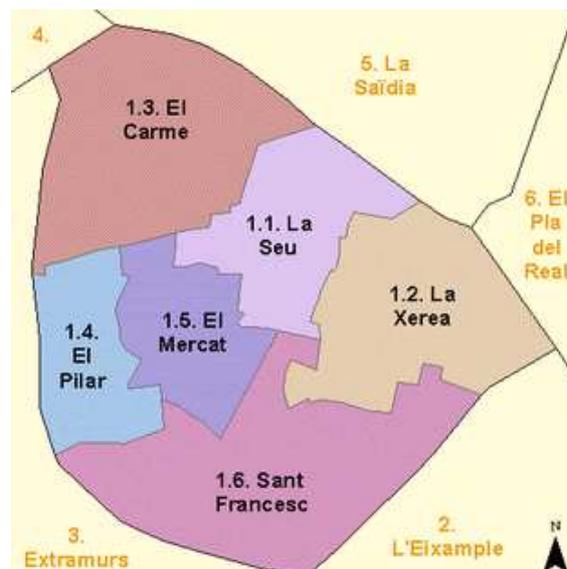


FIGURA 1: Delimitación geográfica del alcance del trabajo: distrito 1 (Ciutat Vella) de Valencia. Fuente: (Ajuntament de València, 2019).

### 1.3 Objetivos

Una vez establecido el objeto del trabajo, los objetivos se concretan así:

Avanzar hacia modelos de DUM más respetuosos con el medioambiente y con el entorno urbano, que limiten la dependencia energética del petróleo y que impliquen una minimización de las externalidades negativas y mejora de las ineficiencias existentes en la medida de lo posible.

- Determinar qué factores condicionan la implementación de modos de transporte eléctricos en la distribución urbana de mercancías en Valencia.
- Averiguar en qué medida la oferta actual de electromovilidad puede satisfacer las nuevas necesidades de la Distribución Urbana de Mercancías (DUM), aportando razones para la adopción de vehículos eléctricos convencionales o no convencionales.
- Establecer acciones a llevar a cabo por los distintos agentes que intervienen en la Distribución Urbana de Mercancías (DUM), para implementar la electromovilidad en la en el centro histórico de la ciudad de Valencia.

### 1.4 Metodología

En la consecución de los objetivos expuestos, interviene un marco metodológico por el cual las fuentes consultadas aportan evidencias, que sustentan la hipótesis de trabajo de que efectivamente la electromovilidad supone un avance hacia una DUM sostenible en los aspectos social y ambiental. Por tanto, parte de la metodología está enfocada a dar razones para que los agentes que intervienen en la distribución comercial opten por el vehículo eléctrico; ello supone el paso previo a la aportación de medidas para implementar la electromovilidad en la DUM. Además, la parte clave de la metodología es el Benchmarking, que trata de estudiar otros casos de aplicación similares al caso de estudio con el objeto de aprender de técnicas ya puestas en práctica, conociendo de antemano posibles resultados. La metodología se estructura de la siguiente manera:

Estado de la cuestión: determinar qué acciones se han llevado a cabo hasta el momento en relación con el uso de vehículos eléctricos en la DUM en Valencia, y en particular en su centro histórico.

Diagnóstico de la DUM en el distrito Ciutat Vella. Averiguar cuáles son los problemas del actual sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) a través del análisis de sus externalidades e ineficiencias. Revisión en la bibliografía de posibles soluciones a dichos problemas.

Evaluar y establecer como referencia la implementación de electromovilidad en la DUM en otras ciudades (Benchmarking). Identificar, comprender y comparar estrategias exitosas recientemente implementadas. Ello facilitará la toma de decisiones, ya que permite conocer de antemano la eficacia y eficiencia de distintas estrategias. Se distinguen 4 fases de

Benchmarking (Federación Valenciana de Empresarios del Transporte y la Logística, 2018):

-Planificación: identificar los aspectos que se van a someter al análisis comparativo, así como las ciudades a estudiar. Delimitar otros ámbitos de estudio como el tipo de vehículos implicados en la electromovilidad.

-Recopilación de datos: recolección de información en los distintos ámbitos de estudio y sobre los aspectos establecidos, procedente de fuentes tales como informes, publicaciones, bases de datos, estudios previos, bases de datos, memorias de proyectos, entre otros.

-Análisis estratégico: identificar las mejores prácticas en la implementación de la electromovilidad en la DUM, estableciendo un punto de referencia a partir del cual la situación actual en el centro histórico de Valencia es positiva o negativa con respecto a los distintos ámbitos analizados.

Potencialidades de la oferta tecnológica actual de vehículos eléctricos. Realizar un breve estudio comparativo de los aspectos técnicos relevantes de una selección de vehículos eléctricos con las necesidades de la Distribución Urbana de Mercancías (DUM) en el ámbito de actuación. Asimismo comparar dichos aspectos técnicos con los del parque de vehículos no eléctricos usado habitualmente. Extraer conclusiones que justifiquen en qué medida la oferta actual de electromovilidad puede satisfacer las nuevas necesidades de la (DUM).

- Plantear distintos escenarios de actuación para implementar la electromovilidad en la DUM del centro histórico de Valencia y asignar responsabilidades a los agentes implicados en la misma.

La metodología queda resumida en el siguiente esquema:

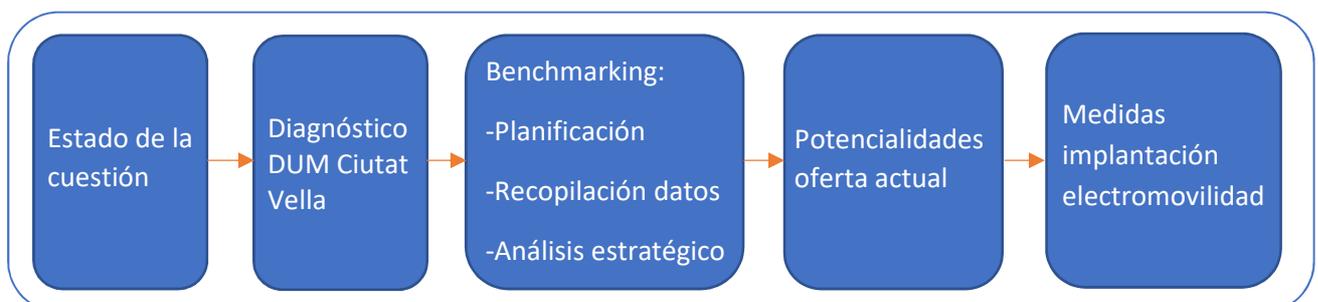


FIGURA 2: Esquema resumen de la metodología empleada. Fuente: elaboración propia.



En el presente apartado se expone una serie de hechos significativos en el ámbito de la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Valencia, 3ª ciudad más poblada de España con 798538 habitantes en 2018 según el Ayuntamiento de Valencia. Estos hechos se clasifican según actuaciones que han realizado diversos agentes: la Ordenanza de Movilidad de Valencia (2019) y otros eventos a nivel municipal, ayudas económicas por parte de entidades públicas para la implantación de la electromovilidad, programas co-financiados por fondos FEDER<sup>1</sup> y distribución de correo mediante vehículos eléctricos.

## 2.1 La Implantación Progresiva del Vehículo Eléctrico Según la Ordenanza de Movilidad

Según la Disposición Adicional Tercera, “Infraestructuras para vehículos Eléctricos”, el Ayuntamiento “asegurará que las personas con vehículo eléctrico dispongan de una red de puntos de carga completa”, preferentemente de carga rápida, para garantizar su uso en toda la ciudad. Los puntos de recarga serían señalizados y dispuestos en un plano de red permanentemente actualizado. Las autoridades competentes velarán por el mantenimiento y mejora de las infraestructuras para vehículos eléctricos a fin de evitar su progresivo deterioro.

Por otra parte, según la Disposición Adicional Cuarta, “Progresiva implantación de tecnologías con bajas o cero emisiones” el Ayuntamiento “orientará su política hacia el objetivo de disponer de un transporte colectivo público de personas viajeras en la ciudad acorde con la implantación progresiva de tecnologías con bajas o cero emisiones”, adaptando la flota pública de autobuses convenientemente. Asimismo “adoptará las medidas que proceda para favorecer la progresiva implantación de dichas tecnologías en el sector del taxi, así como en el ámbito de los automóviles y motocicletas que circulen por la ciudad”.

Además, en el Artículo 67, “Zonas reservadas para operaciones de carga/descarga y horarios”, queda dispuesto que en las Áreas de Prioridad Residencial (APR),<sup>2</sup> “se podrán establecer limitaciones especiales” en los horarios de acceso, en los tiempos de C/D y especificaciones de los vehículos utilizados, priorizando la utilización de aquellos “que generen menor impacto para el medio ambiente (emisiones y ruido) y que ocupen menos espacio en la vía pública”.

---

<sup>1</sup> El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) es uno de los principales instrumentos financieros de la política de cohesión europea. Su objetivo es contribuir a reducir las diferencias entre los niveles de desarrollo de las regiones menos favorecidas. Fuente: (Parlamento Europeo, 2019).

<sup>2</sup> Las Áreas de Prioridad Residencial son espacios en los que se limita el acceso de vehículos con el objetivo de reservar el uso de algunas calles y disminuir los niveles de contaminación atmosférica y acústica (Corzo, 2019).

De estas disposiciones se deduce que el Ayuntamiento de Valencia tiene una política orientada a priorizar el uso de vehículos que generen un menor impacto en el medio ambiente (básicamente eléctricos o con energías alternativas); haciendo referencia al vehículo privado (puntos de carga), transporte colectivo, taxi, y distribución urbana de mercancías. Sin embargo, no se dan datos concretos sobre cuándo se llevarán a cabo esas medidas, qué presupuesto va a destinarse a este objeto, ni qué condiciones específicas van a tener estas medidas.

De hecho, según (Toledo, 2019) Valencia no cuenta con ningún punto de recarga público en noviembre de 2018, contando con unos 40 puntos de recarga (sólo 13 de carga rápida), aunque todos ellos están asociados a hoteles, aparcamientos o supermercados. En diciembre de 2018 abrió el parking de la plaza de Brujas, que cuenta con 40 puntos de recarga de vehículos eléctricos (Castelló, 2019). Por otra parte, el parking dispone en su primera planta de un centro logístico destinado a realizar la C/D del Mercado Central y de los comercios del entorno y a reparto de última milla mediante vehículos ecológicos como o 'cargobikes (bicicletas con remolque). Según la FIGURA 3, en Ciutat Vella los puntos de recarga se concentran en los aparcamientos de la Plaza de Brujas (40 puntos recarga) y de la C/Hospital (4 puntos).

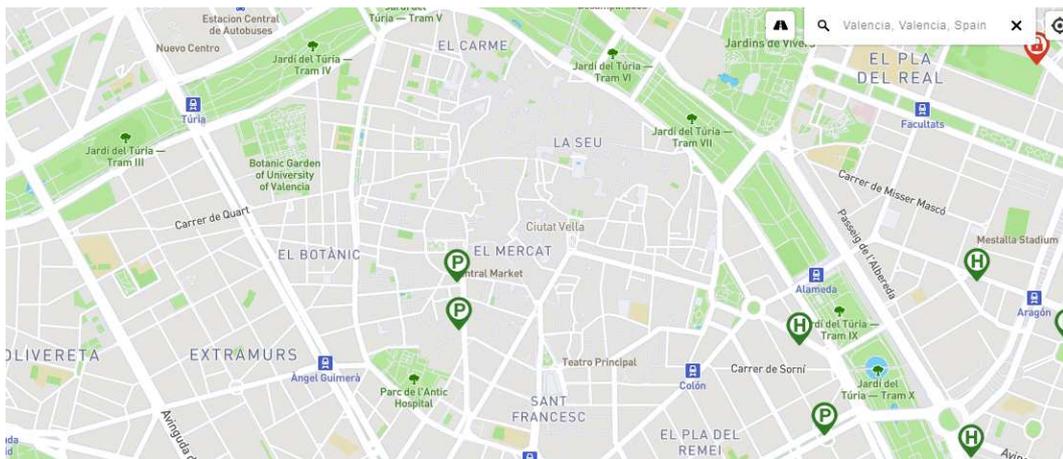


FIGURA 3: puntos de recarga en Ciutat Vella según Electromaps. Fuente: (Electromaps, 2019).

En el parking de la Plaza de Brujas, sólo 46 plazas están orientadas a residentes, comerciantes o trabajadores del área de influencia del aparcamiento, posibilitando la adquisición de un abono de larga duración (de 1 a 5 años). El resto de plazas son de uso general. La inauguración del parking a finales de 2018 ha sido acompañada por la reordenación del entorno urbano inmediato al Mercado Central, cerrando al tráfico la principal vía (C/ Pie de la cruz) y desviándolo por calles de escasa circulación.



FIGURA 4: remodelación de las vías de circulación en el entorno del Mercado Central. Fuente: Ayuntamiento de Valencia.

En junio de 2019 tuvo lugar la III edición de Electric Movements, la gran feria del vehículo eléctrico y la movilidad sostenible en Valencia. El concejal Giuseppe Grezzi presentó un estudio desarrollado por la consultora Edenway, que sirve de punto de partida para la instalación de 12 puntos de recarga para coches eléctricos cuya instalación tendría lugar “en los próximos meses” (LugEnerGy, 2019). La propuesta de ubicación de los puntos de recarga para vehículos eléctricos sería en los siguientes puntos: passeig de Neptú, estació La Cadena, Mercat Municipal del Cabanyal, Hospital La Fe, Carrer de Ricardo Muñoz Suay, Estació Joaquim Sorolla, Avinguda de Pius XII, Hospital General Universitari, Palau de Congressos, Palau de la Música, Estació del Nord y Carrer de Santa Genova Torres (sólo 1 punto de carga en las inmediaciones de Ciutat Vella).

## 2.2 Ayudas Económicas por Parte de Entidades Públicas para la Implantación de la Electromovilidad

### 2.2.1 Plan MOVES<sup>3</sup>

Plan estatal de ayudas e incentivos a la compra de vehículos eléctricos dotado de un presupuesto total de 45 millones de euros: 5.000 euros (compra de automóviles y furgonetas ligeras) y 700 euros (motos eléctricas). Además del incentivo a la compra de un

<sup>3</sup> Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regula el programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa MOVES). Fuente: (Agencia Estatal Boletín del Estado, 2019).

vehículo, la convocatoria también subvenciona la implantación de infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos, la puesta en marcha de sistemas de alquiler de bicicletas eléctricas y la implementación de medidas relacionadas con planes de transporte sostenible al trabajo en las empresas. Corresponde a las comunidades autónomas gestionar la subvención y realizar las convocatorias. Los beneficiarios son particulares, empresas y entidades públicas.

*TABLA 2: cuantía a percibir (antes de impuestos) por la compra de un vehículo de energía alternativa. Fuente: (RODE, 2019).*

Motorización	Categoría	Autonomía (km)	Límite precio venta (€)	Ayuda PYMES (€)	Ayuda gran empresa (€)
<b>Pila de combustible</b>	M1	-	-	5500	
<b>PHEV, EREV, BEV</b>	M1	12-32	40000 (45000 para personas con discapacidad, mov. reducida y fam. núm.)	1100	1000
		32-72		2300	2200
		>=72		4000	3000
	N1	>=32	-	5000	4000
	M2, N2	-	-	6000	5000
	M3, N3	-	-	15000	
<b>BEV</b>	L6e	-	-	600	
	L7e	-	-	800	
	L3e, L4e, L5e	>=70	10000	750	700
	P>=3 kW	-	-	-	-

Los vehículos cuya compra es susceptible de ser subvencionada con la ayuda del Plan MOVES, tendrán que pertenecer a cualquiera de estas categorías (hacen referencia a la TABLA 2) (RODE, 2019):

- Turismos M1: Vehículos destinados al transporte de pasajeros, que tengan, además del asiento del conductor, ocho plazas como máximo.
- Autobuses o autocares M2: Vehículos destinados al transporte de personas y su equipaje que tengan más de ocho plazas de asiento además de la del conductor, y cuya masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA) no sea superior a 5 toneladas.
- Autobuses o autocares M3: Vehículos destinados al transporte de personas y su equipaje que tengan más de ocho plazas de asiento además de la del conductor y

cuya masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA) sea superior a 5 toneladas.

- Furgonetas o camiones ligeros N1: Vehículos destinados al transporte de mercancías y cuya masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA) no supere las 3,5 toneladas.
- Furgones o camiones ligeros N2: Vehículos destinados al transporte de mercancías y cuya masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA) sea superior a 3,5 e inferior a 12 toneladas.
- Furgones o camiones N3: Vehículos destinados al transporte de mercancías y cuya masa máxima en carga técnicamente admisible (MMTA) sea superior a 12 toneladas.
- Cuadriciclos ligeros L6e: Cuadriciclos ligeros cuya masa en vacío sea inferior o igual a 350 kg., no incluida la masa de las baterías, cuya velocidad máxima por construcción sea inferior o igual a 45 km/h, y potencia máxima inferior o igual a 4 kW.
- Cuadriciclos pesados L7e: Cuadriciclos cuya masa en vacío sea inferior o igual a 400 kg. (550 kg. para vehículos destinados al transporte de mercancías), no incluida la masa de las baterías, y potencia máxima inferior o igual a 15 kW.
- Motocicletas L3e, L4e, L5e: Vehículos con dos ruedas, o con tres ruedas simétricas o asimétricas con respecto al eje medio longitudinal del vehículo, con una velocidad de diseño superior a los 45 Km/h.

En el Anexo II se definen las siglas correspondientes al tipo de propulsión (BEV, PHEV, etc.).

### 2.2.2 Plan MOVES Comunitat Valenciana<sup>4</sup>

Proyecto promovido por La Generalitat Valenciana, a través del Instituto valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y con fondos procedentes del Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE). El Plan tiene como objetivo impulsar una movilidad más sostenible, contemplando ayudas económicas para adquisición de vehículos que usan energías alternativas a las convencionales. Los beneficiarios son particulares, empresas y entidades públicas. Para acceder a las ayudas, los beneficiarios interesados deben ponerse en contacto con un punto de venta adherido al programa, donde se tramitará la ayuda telemáticamente.

Además, el Plan Moves Comunitat Valenciana apoya económicamente la implantación de puntos de recarga para los vehículos eléctricos que sean de acceso público siendo el promotor entidad pública o empresa privada (AVVE, 2019).

---

<sup>4</sup> DOGV nº 8.542 de 07/05/2019. Fuente: (Generalitat Valenciana, 2019).

## 2.3 Implementación de la Electromovilidad con la Co-financiación de Fondos FEDER

### 2.3.1 Proyecto SMILE (Smart green Innovative urban Logistics for Energy Efficient Mediterranean cities)

Proyecto co-financiado por los fondos FEDER de la Unión Europea a través del programa MED (Europe in the Mediterranean) que busca “contribuir al desarrollo de ciudades inteligentes y eficientes en el uso de la energía, mejorando la eficiencia energética de la distribución urbana de mercancías en ciudades mediterráneas”. Colaboran la Fundación Valenciaport (Fundación ValenciaPort, 2019) y la Fundación InnDEA (entidad promovida por el Ayuntamiento de Valencia).

Mediante esta financiación DHL realiza reparto urgente de documentos y paquetes pequeños a través de couriers que usan triciclo eléctrico. El servicio en Valencia abarca los códigos postales del 46001 al 46006, cubriendo completamente el distrito de Ciutat Vella así como parte de L'Eixample y Cuatre Carreres.

### 2.3.2 Proyecto Cool Routing

Proyecto para el reparto de la compra a domicilio que la cooperativa Consum ha puesto en marcha junto con el Instituto Tecnológico de la Energía (ITE), el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE) y Cade Logistics. Recibe apoyo económico de la Generalitat Valenciana a través del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Se trata de un sistema que permite planificar, organizar y optimizar las rutas de reparto para vehículos eléctricos con carga refrigerada en zonas urbanas. Así, en el momento de planificar el viaje y durante el mismo, proporciona información precisa sobre la energía que se va a consumir en función de la ruta a realizar y el régimen de frío con el que se transporta la carga (Consum, 2019).

## 2.4 Implementación de la Electromovilidad en Distribución de Correo

### 2.4.1 Responsabilidad medioambiental del grupo Correos

Correos muestra una responsabilidad social corporativa de reducción del impacto del transporte, y por ello cuenta, a fecha de mayo de 2019, con 639 vehículos eléctricos (destacan la Renault Kangoo ZE y las motocicletas eléctricas Scutum) adquiridos en los últimos años. Además, próximamente Correos va a poner en marcha un proyecto en el marco del Plan 100-300-1.500 de la OPT (Oficinas de Proyectos de Transformación) para la mejora en la gestión del vehículo eléctrico en relación a las infraestructuras, el montaje

de las estaciones de carga, comprobaciones de potencias necesarias y de las tarifas eléctricas en los edificios a los que se van a destinar estos vehículos (Correos, 2019).

#### 2.4.2 Proyecto Evomobile

El Parc Científic La Universitat de València ha incorporado, con el apoyo de la Agencia Valenciana de la Energía (AVEN), el vehículo eléctrico para la distribución interna de mercancías y correo, en consonancia con su política de sostenibilidad.

Se trata de una experiencia piloto con el fin de investigar el impacto económico y medioambiental de la electromovilidad, conocer los perfiles de usuarios potenciales y estudiar las oportunidades que ofrece en nuevos modelos de negocio. Con 5 vehículos eléctricos se recorren los tres campus de la Universitat de València (València, Burjassot y Paterna), para repartir cerca de 1.000 kilos de correo por jornada (Universitat de València, 2019).



FIGURA 5: fotografía de la presentación del proyecto en el Parc Científic (2013). Fuente: (Científic, 2019).



### 3 DIAGNÓSTICO DEL ACTUAL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS (DUM) EN CIUTAT VELLA (VALENCIA)

En el presente apartado se va a exponer el punto de partida del problema logístico del distrito Ciutat Vella de Valencia. En primer lugar se va a exponer las características básicas de la distribución comercial. Después se van a analizar las externalidades positivas y negativas así como las ineficiencias del sistema logístico para finalmente proponer posibles soluciones a las mismas a través de una revisión de literatura.

#### 3.1 Características Básicas del Actual Sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM) en Ciutat Vella (Valencia)

Según (Fernández, 2007), Valencia viene trabajando desde 1995 en la consecución de un equilibrio entre las actividades de mañana, tarde y noche en su centro histórico con el fin de evitar los desequilibrios temporales de actividad comercial. Destaca la política de convivencia de las actividades tradicionales con otras nuevas, así como de establecer Zonas Comerciales Abiertas, que compiten con grandes superficies periféricas y reducen demanda de movilidad hacia grandes superficies comerciales. Estas actuaciones son llevadas a cabo en un contexto en el que coexisten intervenciones que promueven el negocio y la mercadotecnia, y otras que promueven un desarrollo sostenible en los aspectos social y ambiental.

Según la Ordenanza de Movilidad (Ajuntament de València, 2019) se considera carga y descarga en la vía pública, “la acción de trasladar una mercancía desde un vehículo estacionado a un local comercial o vivienda particular (y viceversa), así como traslado entre vehículos, siempre que dichos vehículos no sean turismos, estén autorizados al transporte de mercancías, estén clasificados como tales en el Permiso de Circulación, o posean la Tarjeta de Transportes o acreditación o comprobación de la inscripción en el Registro de Empresas y Actividades de Transporte del Ministerio de Fomento correspondiente”.

Los vehículos industriales son los definidos en el Reglamento General de Vehículos como bicicletas, vehículos de movilidad urbana, ciclomotores, motocicletas, motocarros, automóviles de tres ruedas, vehículos mixtos adaptables, camión MMA  $\leq 3.500$  kg, camión, furgón/furgoneta, camión  $3.500 \text{ kg} < \text{MMA} \leq 12.000$  kg, camión MMA  $> 12.000$  kg, furgón/furgoneta MMA  $\leq 3.500$  kg, furgón  $3.500 \text{ kg} < \text{MMA} \leq 12.000$  kg, furgón MMA  $> 12.000$  kg. En todos los casos, el titular o arrendatario del vehículo industrial homologado para el transporte de mercancías, debe poseer la autorización de transporte o si estuviera exento, estar dado de alta en el Impuesto de Actividades Económicas. Además, los automóviles utilizados para el traslado de mercancías perecederas han de contar con una unidad isoterma, frigorífica o refrigerante, y tener registrada la matrícula en la autorización de transportes de mercancías perecederas.

### 3.1.1 Obligaciones de los distribuidores de mercancías

- Circulación

Régimen general: prohibida de 7 a 22 horas, la circulación de camiones con MMA > 12 t por el interior de la siguiente poligonal:



FIGURA 6: poligonal que limita la circulación de camiones con MMA > 12 t de 7 a 22 h. Fuente: (Ajuntament de València, 2019).

Asimismo está prohibida la circulación de vehículos que transporten mercancías peligrosas por todas las vías del término municipal de Valencia, salvo autorización expresa. El Ayuntamiento puede limitar el tipo de vehículos industriales que transportan mercancías y su horario de circulación por motivos medioambientales, de seguridad vial u otras razones de interés público, así como determinar las vías afectadas por la mencionada limitación.

El acceso de camiones a las Áreas de Prioridad Residencial (APR) se regirá por la normativa reguladora específica de cada una de ellas. Se podrán limitar los horarios de acceso, tiempos de C/D, así como especificaciones de los vehículos usados, priorizando la utilización de aquellos que generen menor impacto para el medio ambiente (emisiones y ruido) y que ocupen menos espacio en la vía pública.

- La carga y descarga de mercancías

Régimen general: horario de 8 a 20 horas, con un tiempo máximo de 30 minutos. Se realizará prioritariamente, en el interior de los locales comerciales e industriales, siempre que reúnan las condiciones adecuadas. En su defecto, se efectuará en la vía pública, en las horas y zonas reservadas para este fin y convenientemente señalizadas.

- Operaciones de C/D en calles peatonales

Régimen general: de lunes a sábado no festivos, de 8 a 11 horas. Los vehículos deberán circular a la velocidad peatonal y respetando siempre la prioridad de viandantes, ciclistas y VMP. Los vehículos que distribuyan medicamentos a farmacias u otras instalaciones de carácter sanitario ubicadas en calles peatonales podrán realizar las operaciones de carga y descarga en otras franjas horarias bajo autorización expresa.

- Operaciones puntuales de carga y descarga con turismos

Régimen general: turismo están excluidos del uso de las zonas de carga y descarga. No obstante, el personal del pequeño comercio que necesite efectuar operaciones puntuales de carga y descarga con sus vehículos particulares tipo turismo están autorizados a utilizar por 10 minutos los espacios de aparcamiento reservados para la distribución comercial próximos a su local, siempre que estén dados de alta en el Impuesto de Actividades Económicas.

### 3.1.2 Estructura comercial en Ciutat Vella

Con la finalidad de disponer de datos específicos sobre los comercios de Ciutat Vella, se han tomado del informe (Ajuntament de València: àrea de Govern Interior, Oficina d'Estadística, 2018) algunas cifras básicas sobre la estructura comercial:

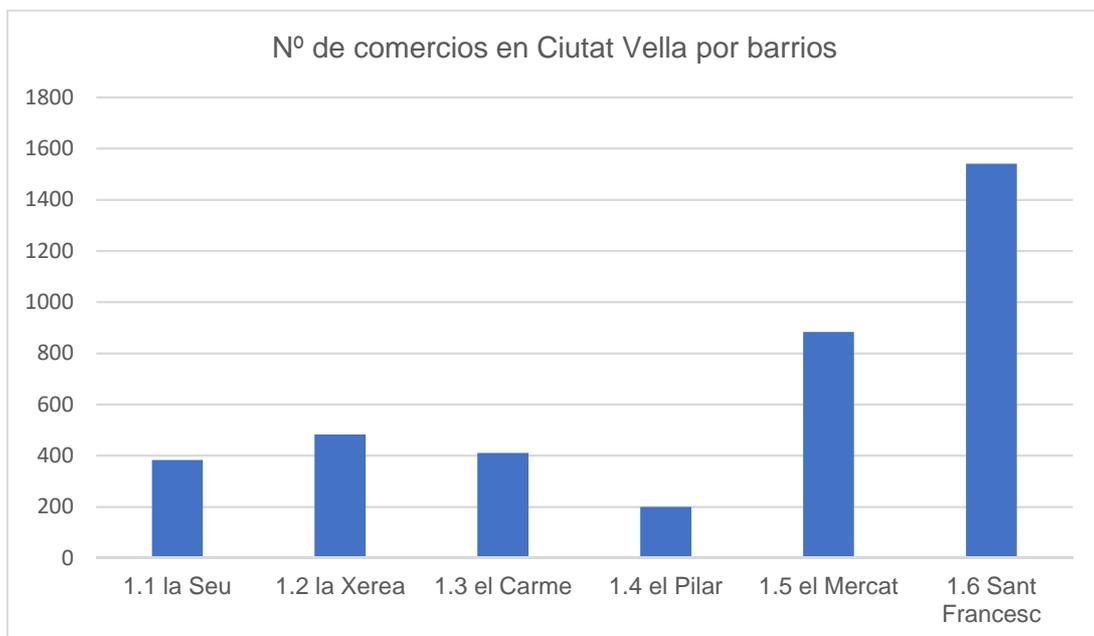


GRÁFICO 1: nº de comercios en Ciutat Vella por barrios. Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Ajuntament de València: àrea de Govern Interior, Oficina d'Estadística, 2018).

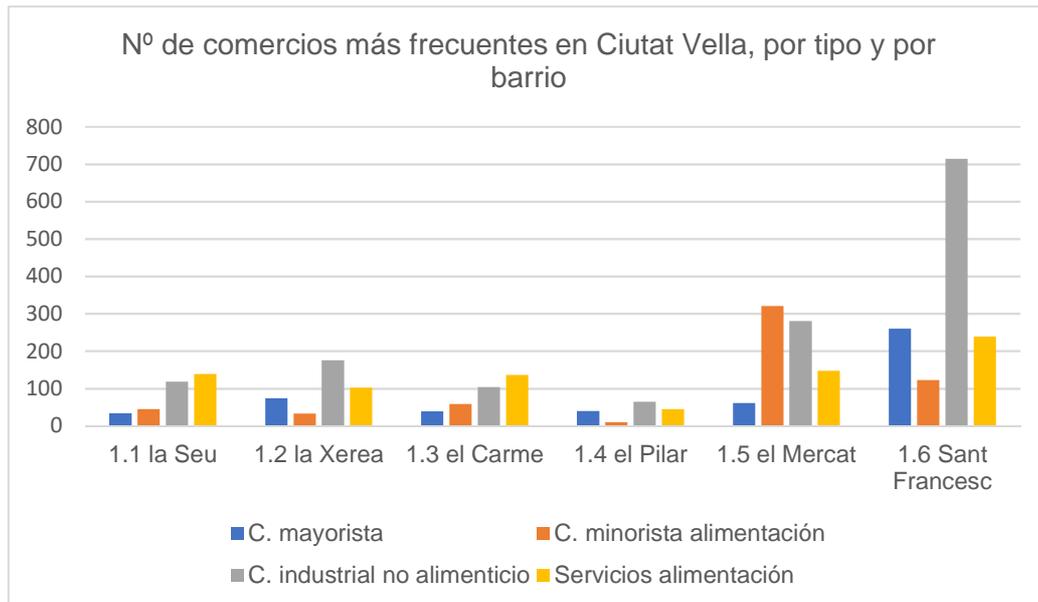


GRÁFICO 2: nº de comercios en Ciutat Vella, por tipo y por barrio. Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Ajuntament de València: àrea de Govern Interior, Oficina d'Estadística, 2018).

El gráfico anterior ha considerado los 3 grandes grupos de comercios existentes en Ciutat Vella, distribuidos así:

-Comercio mayorista: 34 en La Seu, 74 en la Xerea, 39 en el Carme, 40 en el Pilar, 61 en el Mercat y 260 en Sant Francesc. Total 508.

-Comercio al por menor de productos alimentarios, bebidas y tabaco realizado en establecimientos permanentes: 45 en La Seu, 33 en la Xerea, 59 en el Carme, 10 en el Pilar, 321 en el Mercat y 123 en Sant Francesc. Total 591.

-Comercio al por menor de productos industriales no alimentarios realizado en establecimientos permanentes: 118 en La Seu, 176 en la Xerea, 104 en el Carme, 65 en el Pilar, 281 en el Mercat y 714 en Sant Francesc. Total 1458.

Los comercios referidos suman 3365. Hasta los 4025 comercios en total de Ciutat Vella, hay 660 que por sus perfiles más próximos al sector servicios requieren de operaciones de C/D menos significativas. Según (Ajuntament de València, 2013), los comercios demandan el 75% de las operaciones de C/D, el sector de servicios un 10% y las entregas B2C 15% (sin embargo cabe esperar que hasta día de hoy hayan aumentado las entregas B2C debido al auge del comercio electrónico). Según (solocamió, 2019) las entregas del última milla asociadas al e-commerce en núcleos urbanos pueden suponer, como cifra meramente orientativa, un 30 % de las entregas.

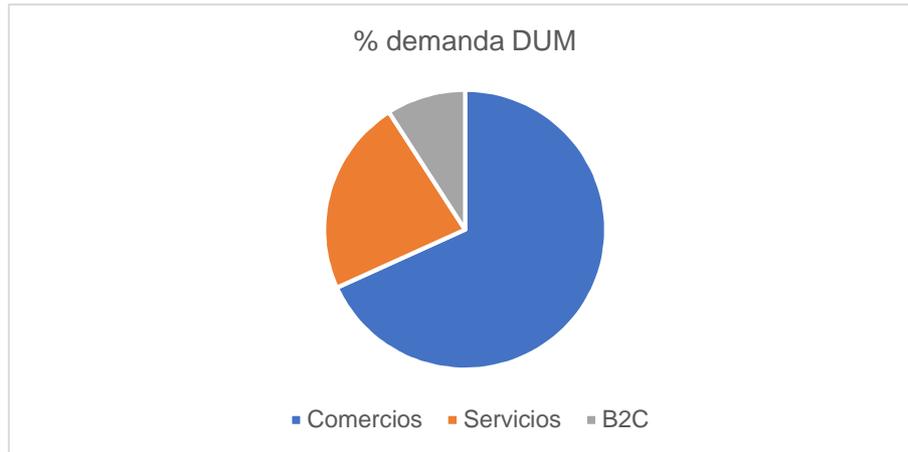


GRÁFICO 3: % de demanda de DUM según tipo de cliente. Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Ajuntament de València, 2013)

### 3.1.3 Demanda de carga y descarga

Las características de la demanda del pequeño comercio y del comercio medio-grande siguen las siguientes pautas (Consejo de cámaras oficiales de comercio para el observatorio de comercio valenciano, 2008):

- Pequeño comercio

-Requiere entre 5 y 25 recepciones semanales de mercancías, variando según las particularidades del negocio.

-Más del 80% de las entregas se realiza en furgonetas o camionetas (carga útil de 500 a 1500 kg) o en camiones pequeños (carga útil entre 1500 y 6000 kg).

-Más del 70% de las entregas se realizan por la mañana, siendo la hora punta entre las 9 y las 12 horas.

-En más del 70% de los casos se emplea un tiempo de C/D inferior a 15 minutos. El tiempo medio de parada de los vehículos de reparto es de 13 minutos, siendo 17 para comercios de alimentación).

-La actividad es algo superior en jueves y viernes, con objeto de que el establecimiento quede abastecido el sábado, el día de mayor actividad.

- Comercio medio-grande

La demanda de entregas se correspondería con las siguientes magnitudes:

-Supermercados pequeños (entre 300-500 m<sup>2</sup> de superficie de venta): 5-6 entregas diarias.

-Supermercados medianos (entre 500-1.500 m<sup>2</sup> s.v.): 13-15 entregas diarias.

-Supermercados grandes (> 1.500 m<sup>2</sup> s.v.): 35-40 entregas diarias.

Conviene tener en consideración que los supermercados urbanos tienden a disminuir el número de entregas mediante la concentración de envíos desde plataformas de distribución.

### 3.1.3 Ajuste oferta/demanda de zonas de C/D

Como puede observarse en el plano siguiente, los barrios mejor provistos de zonas de carga y descarga en el distrito Ciutat Vella son el Carme y la Xerea:

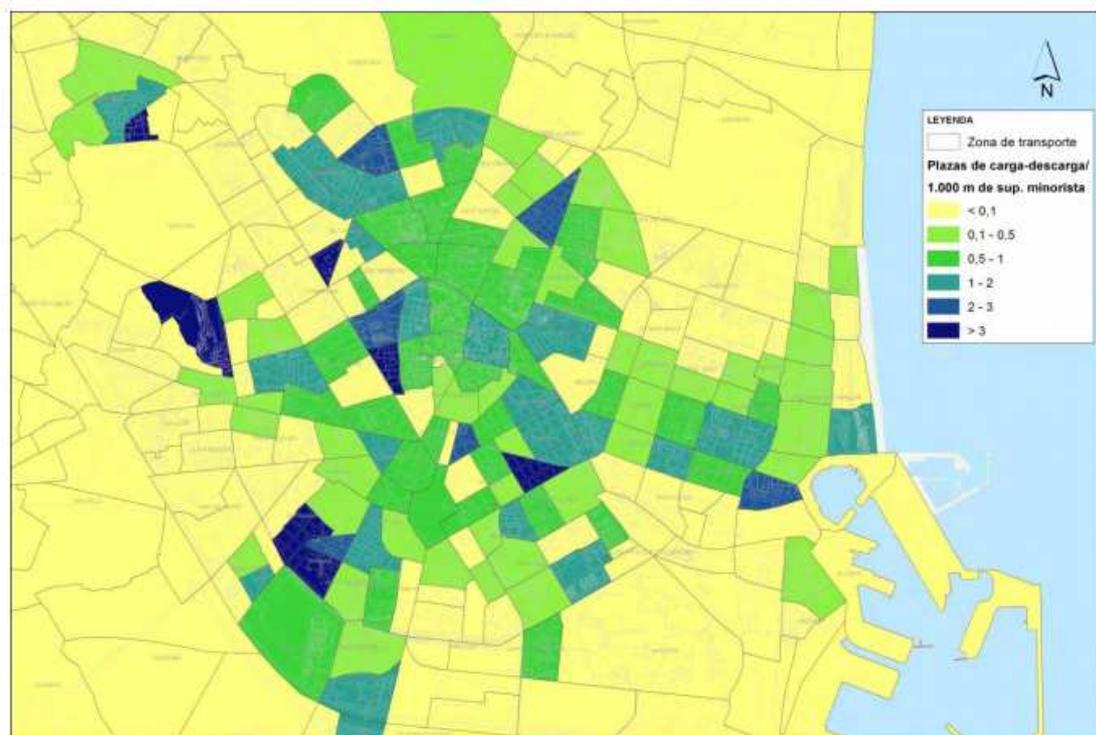


FIGURA 7: provisión de zonas de C/D en Valencia, por m<sup>2</sup> de superficie de venta. Fuente: (Ajuntament de València, 2013)

## 3.2 Externalidades del actual sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM)

### 3.2.1 Externalidades Positivas

Las facilidades que proporciona la Distribución Urbana de Mercancías con la tecnología actual disponible son, básicamente (onTRUCK, 2019):

-En primera instancia la DUM soluciona el problema de la poca capacidad de almacenamiento en los negocios situados en pequeños locales, optimizando la disponibilidad de espacio en el centro urbano.

-Servicio puerta a puerta: la DUM permite la recogida, transporte y entrega de mercancías a un destino específico, según unas condiciones previamente pactadas.

-Flexibilidad y rapidez: servicios con un amplio margen de negociación (horarios, precios, condiciones) que ofrecen una solución adaptada a las necesidades del cliente.

-Seguridad de la mercancía: la especialización logística de las empresas dedicadas a la Distribución Urbana de Mercancías, las cuales disponen de medios adaptados a todo tipo de carga, ofrece garantías al cliente sobre el buen estado y manipulación de la mercancía, adquiriendo responsabilidades sobre la misma.

-Trazabilidad: la localización GPS permite conocer con certeza cuándo se efectuará una entrega, así como conocer posibles retrasos o solucionar con rapidez posibles averías.

### 3.2.2 Externalidades Negativas

Según (Consejo de cámaras oficiales de comercio para el observatorio de comercio valenciano, 2008) las externalidades negativas de la DUM son esencialmente las siguientes:

- Conflictos con otros usuarios de vías durante las operaciones de carga y descarga. Acceso de los vehículos de reparto a zonas peatonales y centros históricos.



FIGURA 8: descarga de mercancías en zonas peatonales (Paseo de Ruzafa). Fuente: (Ajuntament de València, 2013).

- Contaminación acústica. A continuación, en la FIGURA 7, se muestra el mapa de ruido Lden (media de los periodos día-tarde-noche con mayor peso de tarde y noche), elaborado según la directiva europea Directiva 2002/49/CE, particularizado en el centro histórico. Como puede observarse en el mapa de ruido las zonas de mayor intensidad sonora coinciden con los grandes viales interiores en los que se realizan los procesos de C/D, que se suman a la circulación de turismos. Cabe mencionar que el barrio de el Carme ha sido declarada recientemente como ZAS<sup>5</sup>.



FIGURA 9: Mapa de ruido en Ciutat Vella. Fuente: (Ajuntament de València, 2019).

- Repercusiones sobre el medio ambiente: contaminación atmosférica (incremento de emisiones contaminantes, y nocivas para la salud, destacando los óxidos de nitrógeno).

De acuerdo con la Agencia Europea del Medio Ambiente, en 2013 aproximadamente 436.000 muertes prematuras en la EU28 se debieron a la exposición a largo plazo a concentraciones de PM<sub>2.5</sub> (partículas en suspensión) y 68.000 muertes prematuras debido a la exposición a NO<sub>2</sub>. Los contaminantes de mayor importancia provenientes de la combustión son (Hernández, 2018):

-Hidrocarburos sin quemar o parcialmente quemados provenientes del escape (C<sub>m</sub>H<sub>m</sub>). Su combustión produce vapor de agua y CO<sub>2</sub>, que si bien no supone un peligro para la salud humana, contribuye al efecto invernadero.

<sup>5</sup> ZAS (Zona Acústicamente Saturada) es aquella en la que se produce un elevado nivel sonoro causado por actividades recreativas, espectáculos o establecimientos públicos, a la actividad de las personas que los utilizan, al ruido del tráfico en dichas zonas, así como a cualquier otra actividad que incida en la saturación del nivel sonoro de la zona. La declaración de ZAS implica la propuesta de medidas correctoras para la reducción de los niveles sonoros en la zona (Ayuntamiento de Valencia, 2019).

-Monóxido de carbono (CO) más frecuentes en gasolina. Su respiración prolongada da lugar a una escasez de oxígeno en la sangre.

-Emisiones de partículas sólidas (más frecuentes en diésel): las de menor tamaño (PM<sub>2,5</sub>) son perjudiciales para la salud ya que se acumulan en los alveolos pulmonares ocasionando efectos cancerígenos e irritación.

-Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) más frecuentes en diésel. Relacionados con diferentes enfermedades respiratorias como bronquitis aguda y enfisema pulmonar.

-Otros: SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>.

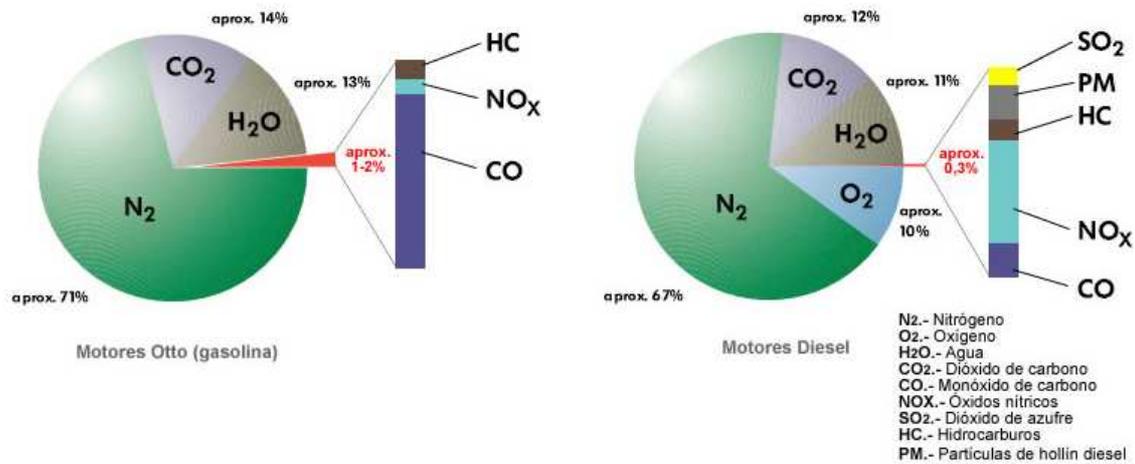


GRÁFICO 4: composición de los gases de escape en los 2 tipos de motores de combustión interna. Fuente: (Mecánica, 2019)

Considerando como especialmente relevantes los gases CO, PM<sub>2,5</sub> y NO<sub>x</sub> por sus efectos nocivos sobre la salud (Hernández, 2018), se ha consultado con fines ilustrativos los datos obtenidos a través de la Red de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica. Los datos corresponden a la medición diaria del 31 de mayo de 2019 (viernes), último día disponible en la base de datos históricos:

TABLA 3: mediciones de emisiones contaminantes en distintos puntos de la ciudad. Fuente: elaboración propia a partir de datos de (Generalitat Valenciana, 2019)

	CO mg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2,5</sub> µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>x</sub> µg/m <sup>3</sup>
<b>Av. de Francia</b>	5	77	17
<b>Bulevar sur</b>	-	-	-
<b>Centro</b>	-	66	28
<b>Molí del Sol</b>	4	49	19
<b>Pista de Silla</b>	7	58	22
<b>Politécnic</b>	-	58	22

De la TABLA 3 se desprende que el medidor del centro arroja los valores notablemente más altos en NO<sub>x</sub>, los 2<sup>os</sup> más altos en PM<sub>2,5</sub>, y no presenta medición de CO.

- Incremento de la congestión en la red viaria urbana, con el consecuente aumento de la inseguridad vial. A modo ilustrativo se muestra el mapa (enfocado en Ciutat Vella) de Intensidades de tráfico en los días laborables de mayo de 2019 (IMD mensual).

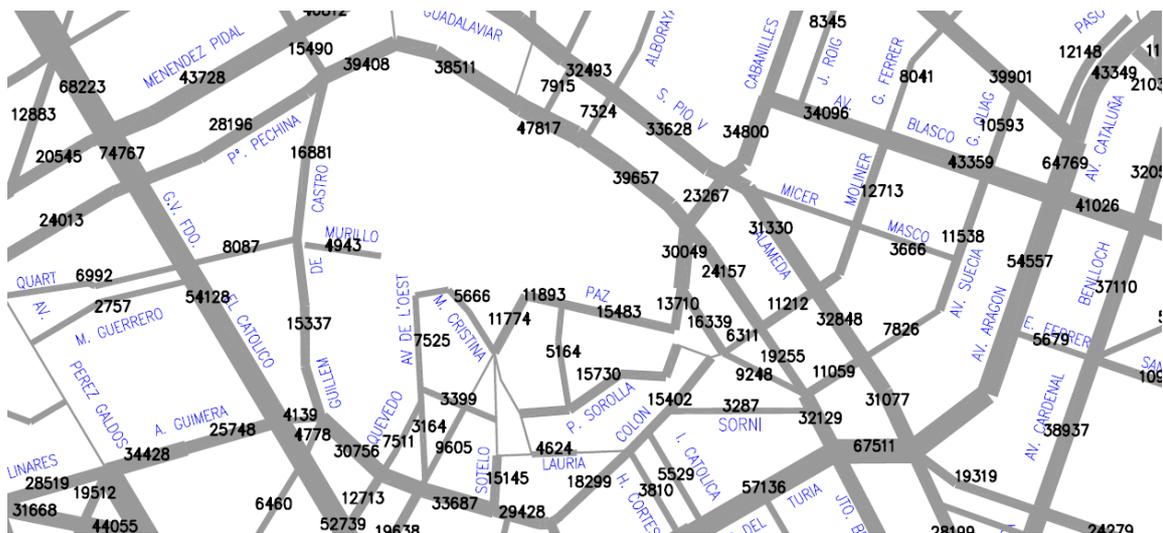


FIGURA 10: valores IMD en Ciutat Vella. Fuente: (Ajuntament de València, 2019)

Como puede observarse, los movimientos registrados en el interior del centro histórico mantienen un orden de magnitud considerable, teniendo en cuenta que los desplazamientos en el centro histórico no son debidos tanto al tránsito como a entrada/salida de residentes y a la Carga/Descarga de vehículos comerciales. Así queda declarado por el Ayuntamiento de Valencia (Ajuntament de València, 2019):

“La Concejalía de Movilidad Sostenible del Ayuntamiento de València ha establecido nuevas ‘zonas residenciales’ con uso preferente de residentes y logística acabando con el tráfico oportunista. Con esta intervención se dignifica y refuerza el carácter residencial del distrito de Ciutat Vella. (...) la operación consiste en el establecimiento de nuevos itinerarios de entrada y salida a las diferentes zonas de Ciutat Vella. Estos canalizarán el tráfico de entrada desde la Ronda Interior hacia los domicilios, estacionamientos, comercios y espacios reservados de carga y descarga y dirigirán su salida hacia un punto próximo de la misma ronda, evitando así el tráfico oportunista e innecesario.”

### 3.3 Ineficiencias de los Procesos C/D y sus causas

-Falta de infraestructura adecuada para la entrega como rampas, áreas de carga y descarga, zonas de aparcamiento reservadas (Galiana, 2019).

-Ineficiencia de los recorridos: falta de rentabilidad de las flotas debido a un descenso de la velocidad comercial provocado por la congestión vial, lo que dificulta la entrega y recogida en los tiempos pactados.

-Horarios de entrega limitados.

-Procesos de disuasión por parte de las autoridades locales sobre la entrada de vehículos de reparto en la zona urbana, como el incremento de zonas peatonales.

-La logística inversa, incluyendo las devoluciones, cubre todo el flujo de productos tras de la entrega del suministro primario (reutilización, reparación, restauración, productos semielaborados, reciclado, eliminación definitiva) lo que aumenta el número de flujos de mercancías considerablemente (Logistec, 2019).

-El incremento de las frecuencias de reparto a comercios urbanos como consecuencia del reducido espacio de almacenamiento.

-El incremento de flujos de entrega a cliente final debido al auge del e-commerce con distintas modalidades de entrega que añaden complejidad adicional (entrega en lockers con modalidad de retiro, entrega en 24 horas, entrega antes de las 10 o 12 pm). Estas entregas, conocidas como B2C, son personalizadas y tienen como especial problemática encontrar la ubicación del destinatario. Además pueden existir requerimientos del transporte de productos perecederos, con la aparición de la venta on-line de productos frescos.

-Requerimientos del cliente en comercio B2B: margen temporal de entrega, tiempos de espera, manejo de gran nº de bultos, condiciones de conservación y/o transporte, instalaciones adecuadas.

-Atomización de la estructura empresarial dedicada a la Distribución Urbana de Mercancías (DUM).



-Necesidad del apoyo económico y técnico de la administración pública, debido a la baja sostenibilidad económica de soluciones tecnológicas y falta de integración público-privada (Letón, 2019).

-Lejana ubicación de las zonas de C/D a los puntos de entrega (Federación Valenciana de Empresarios del Transporte y la Logística, 2018).

-Insuficiente oferta de zonas de carga y descarga (C/D).

-Ocupación de las zonas de C/D por vehículos realizando otras operaciones, con el consiguiente aumento de los estacionamientos anti-reglamentarios y de la congestión debido a la circulación en búsqueda de espacio para realizar la C/D.

-Ausencia de sistemas para la regulación y el control del uso de las zonas de C/D.

-Insuficiente horario de distribución en zonas peatonales; incompatibilidad con la instalación de mesas y sillas en las terrazas.

-Insuficiente tiempo de permanencia máximo para operaciones de C/D (20 min. sólo es adecuado para paquetería pequeñas dimensiones).

-Insuficientes dimensiones de las zonas de C/D para ciertas mercancías.

-Riesgo a la seguridad vial al realizar las operaciones de reparto.

-Interferencias con tránsito peatonal y ciclista.

Después de describir las ineficiencias detectadas conviene profundizar en el análisis de los factores que las causan. El sistema de distribución urbana en las zonas comerciales de las ciudades como Valencia se caracteriza por la gran cantidad y variedad de los puntos de destino de la mercancía e, igualmente, por el elevado número de operadores de transporte que se ven obligados a mantener redes prácticamente coincidentes. El resultado es un número sumamente elevado de kilómetros recorridos y de operaciones puntuales de descarga para facilitar la multiplicidad de envíos que, por lo general, sólo ocupan una pequeña porción de la capacidad de carga de los vehículos. Los costes de distribución tienden a crecer tanto por el número de kilómetros recorridos como por las bajas velocidades medias y los tiempos empleados en las operaciones de C/D. Los datos ofrecidos por el Observatorio de Costes del Ministerio (en el Anexo I puede consultarse un extracto correspondiente al documento oficial de 2019) ponen de manifiesto la influencia en los costes mano de obra y otros relacionados con el tiempo en la distribución en vehículos ligeros.

El incremento de kilómetros recorridos influye además de en el deterioro de la estructura de costes de los operadores logísticos en las externalidades antes referidas: congestión, ocupación de la vía pública, ruido y emisiones dañinas para la salud entre otras. Algunos de estos problemas se agravan seriamente por el hecho de que, salvo en casos excepcionales, todo el sistema de distribución urbana se apoya en el uso de vehículos convencionales de combustión interna con sus problemas adicionales de emisiones y ruido. Cabe señalar que la racionalización de recorridos dentro de un mismo operador logístico se optimiza mediante una adecuada gestión de flotas y que a partir de ahí la reducción de los  $\text{vh} \cdot \text{km}$  recorridos en relación a los volúmenes transportados sólo puede mejorarse por una concertación / agrupación de servicios por parte de los operadores logísticos, bien mediante explotaciones conjuntas bien mediante procesos de concentración empresarial.

Si bien en algunos casos se ha propuesto que tales procesos sean impulsados u obligados por las administraciones, cabe señalar que tales medidas son de difícil puesta en marcha puesto que se oponen frontalmente al principio básico de la competencia y la libertad de mercado, base de la legislación europea y española que se ocupa de la materia. En este contexto no es de extrañar que una parte importante de los esfuerzos en la materia tiendan a concentrarse no en la disminución recorridos, sino en la utilización de vehículos que supongan menos emisiones y molestias bien por su adaptación a los volúmenes de carga que sirven, bien porque además tengan sistemas de tracción eléctricos o de tecnologías similares que reduzcan drásticamente las emisiones y los niveles de ruido generados.

### 3.4 Posibles Soluciones del Actual Sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM)

Tras revisar literatura sobre posibles mejoras en los sistemas DUM, se dan de manera provisional (como fase previa al Benchmarking) diversas soluciones a la compleja distribución comercial en torno a la problemática expuesta en los apartados anteriores:

- Establecer un canon en concepto del coste logístico de entrega de última milla, soportado por el comercio. Puede incluir aspectos medioambientales (Galiana, 2019).
- Responsabilizar al propio cliente de la recogida de última milla en pedidos B2C.
- Aplicar mejoras tecnológicas en torno a la trazabilidad (conectividad, perfeccionamiento de la organización de las rutas) puede derivar en un menor coste logístico y mayor calidad de servicio. Soluciones relacionadas con el Big Data y la interconexión entre usuarios.
- Evitar los horarios más concurridos: ofrecer descuentos por entregas en horas valle, de menor carga de tráfico. Realizar servicios nocturnos con vehículos y elementos de manutención eléctricos.



- Creación de centros logísticos urbanos de almacenaje y de gestión de la mercancía (consignas, microplataformas, CDUs) en los que se realice la ruptura de carga, aumentando la eficiencia intermodal.
  
- Usar líneas de metro en horas valle para cierto tipo de mercancías, así como oleoductos, contenedores especiales u otras unidades de carga compatibles con infraestructuras existentes (Letón, 2019).
  
- Complementar la regulación y ordenanzas municipales con la gestión (registro de vehículos que realicen operaciones de distribución urbana de mercancías en Valencia) y control específico de zonas de C/D (vigilancia y control de los vehículos particulares).
  
- Adquisición de vehículos más eficientes energéticamente en el momento de renovar la flota, para disminuir costes logísticos.
  
- Favorecer el equilibrio de diferentes medidas logísticas mediante la integración entre diferentes operadores de transporte (agrupar pedidos para disminuir el número de entregas totales) y organismos públicos, pudiendo establecer modelos de colaboración público-privada (Zubialde, 2019).
  
- Racionalización del servicio: programar los repartos de forma que se cumpla con los plazos de entrega establecidos, pero al mismo tiempo se realicen los mínimos desplazamientos posibles.

## 4 BENCHMARKING

Como ya se ha descrito en la metodología, el Benchmarking es la parte del proceso que va a permitir tomar como referencia otras experiencias relativas a la implantación de la electromovilidad para posteriormente analizar las estrategias que pueden funcionar en el caso concreto que trata el presente trabajo. En el apartado *Planificación*: proyectos de referencia se van a identificar los casos de los cuales posteriormente se recopilarán datos. En los primeros 2 subapartados se abarcan proyectos que usan vehículos de carga convencionales, otro grupo con proyectos que usan vehículos de carga no convencionales (como pueden ser triciclos o drones) y otro punto adicional dedicado a la conducción autónoma. Se ha tomado en consideración este último aspecto ya que es una tecnología que se desarrolla en paralelo al vehículo eléctrico e igualmente aporta ventajas a la DUM. Por último, en *Análisis estratégico* se evaluará en qué medida las experiencias descritas pueden tomarse como referencia de aplicación en Ciutat Vella.

### 4.1 Planificación: Proyectos de Referencia

#### 4.1.1 Proyectos que usan vehículos convencionales

El sistema de distribución urbana de mercancías se configura como confluencia de las acciones de 3 agentes básicos: los demandantes de transporte (ya sean remitentes o destinatarios de la mercancía), los operadores logísticos y las administraciones públicas que generan el marco regulatorio en el que se desarrollan tales servicios. Estamos pues ante una cuestión en la que las posibilidades de avance deben de surgir en un marco de concertación y acción público/privada en donde se atiendan tanto a objetivos de eficiencia (disminución de costes, garantía de entregas, atención inmediata a las demandas...) como los de carácter público (congestión, emisiones, ruido, siniestralidad...).

El avance en este tipo de cuestiones suele requerir Estrategias, implícitas o explícitas, debidamente concertadas, en las que se regulen las acciones públicas en la materia y se modifiquen los marcos de intervención pública para fomentar/disuadir/prohibir determinadas acciones en relación con los objetivos planteados. Parece muy conveniente que tales Estrategias se lideren desde las administraciones públicas, y especialmente desde las locales, siguiendo una metodología paralela a la de los planes de Movilidad, una herramienta cada vez más usada en las ciudades europeas y que desde la aprobación de la Ley 6/2011 de Movilidad también es obligatoria en la Comunidad Valenciana.

En el marco de la elaboración de tales estrategias es particularmente interesante el análisis de las buenas prácticas llevadas a cabo en otras ciudades y áreas metropolitanas. Entre los proyectos que se han tomado como referencia, tienen un especial interés los pilotados por la Unión Europea ya que trasladan los elementos básicos de las políticas de la Unión desde el punto de vista de logística, crecimiento sostenible e inteligente, calidad urbana y protección de los valores ambientales.



FReight Electric Vehicles in Urban Europe (FREVIEW) es una iniciativa financiada por el VII Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea (7PM) que pretende establecer un punto de partida de buenas prácticas, a nivel europeo, para la futura adopción de la electromovilidad en la Distribución Urbana de Mercancías (DUM) por parte de operadores logísticos y para justificar inversiones por parte de diferentes organismos públicos. Su duración se ha extendido desde principios de 2013 hasta finales de 2017. Las partes interesadas clave (stakeholders) son: autoridades públicas, operadores logísticos, operadores de redes energéticas, administradores de flotas, fabricantes de vehículos y proveedores de servicios y TIC. En los proyectos asociados a FREVIEW se usan vehículos eléctricos de última generación convencionales: desde furgonetas pequeñas de 3.5 t hasta grandes camiones eléctricos de 18 t. Los objetivos del proyecto se concretan así (FREVIEW, 2019):

-Proporcionar evidencias que sustenten la fiabilidad diaria de los vehículos eléctricos en distintos espacios urbanos, condiciones climáticas, cadenas logísticas, organizaciones y modelos, configuraciones de carga y redes eléctricas, y condiciones políticas y regulatorias.

-Difundir e intercambiar en el proyecto mejores prácticas, lecciones aprendidas y recomendaciones clave a partir de experiencias reales, promoviendo un mayor despliegue de soluciones logísticas innovadoras que usen la electromovilidad.

-Establecer una colaboración público-privada entre las autoridades públicas con competencias en transporte y el sector del transporte y la logística.

-Diseñar e implementar un marco de evaluación sólido y estructurado para garantizar que los resultados de cada proyecto se analicen de forma común y en un ámbito europeo.

En la tabla siguiente se resumen los casos a tomar como referencia en el uso de vehículos eléctricos convencionales con origen en el programa FREVIEW, ordenador por ciudades de mayor a menor población, incluyendo población, sector y flota de vehículos usada.

*TABLA 4: Características básicas de los casos considerados en la iniciativa FREVUE. Fuente: elaboración propia a partir de (FREVue, 2019).*

<b>Proyecto</b>	<b>Población en municipio (hab.)</b>	<b>Sector</b>	<b>Vehículos</b>
Londres - Logística eléctrica: superación de las restricciones de la red de puntos de carga de vehículos eléctricos y plan para el despliegue de flotas de vehículos eléctricos	8.539.000	Correo y paquetería	x16 P80E Mercedes T2 Retrofitted
Madrid - Logística eléctrica en un centro de consolidación urbana	3.141.991	Alimentación	1 Mercedes eVito 1 Iveco ecodaily 1 Nissan eNV200 4 Nissan Leaf
Estocolmo - Mejores prácticas para la logística de vehículos eléctricos en nuevas áreas de desarrollo	897.700	Construcción	x 1 Mercedes eVito x 2 DAF trucks
Ámsterdam - Uso de camiones eléctricos en distribución de bebidas	799.450	Alimentación	x 6 Ginaf trucks
Rotterdam - Servicios de vehículos eléctricos para el centro de consolidación "Binnenstadservice" en Rotterdam	610.386	Comercio minorista	x 1 Nissan eNV200
Lisboa – Logística eléctrica en el centro histórico: servicios postales	530.847	Correo y paquetería	x 5 Renault Kangoo ZE Maxi  x 5 Renault Kangoo  x 7 Nissan eNV200

#### 4.1.2 Proyectos que usan vehículos no convencionales

- DUM de última milla con triciclos eléctricos

Se tomará como referencia casos de usos del triciclo eléctrico para el reparto en el sector de la alimentación, en concreto en los supermercados Alcampo, Simply y Carrefour de Madrid. Se ha tomado el ejemplo de 2 tecnologías cuyas características se evaluarán posteriormente, con el objetivo de conocer las posibilidades de aplicación a Ciutat Vella.

Se obvian casos tan conocidos de implementación de esta tecnología como el Royal Mail (Reino Unido) o el Deutsche Post DHL (Alemania)

- DUM de última milla con drones<sup>6</sup>

El dron, definido como un vehículo aéreo no tripulado, conviene ser considerado como un posible transporte de mercancías en el ámbito urbano; de hecho el transporte aéreo de mercancías es el modo que más ha crecido en los últimos años según el Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE) del Ministerio de Fomento (Arévalo, 2017). Sin embargo, el uso del dron se limita a trayectos urbanos de última milla, y actualmente no es una alternativa real a los sistemas habituales de DUM de última milla ya que presenta las siguientes desventajas:

- Pocos modelos de dron autónomos en el mercado, en comparación con los teledirigidos.
- Tecnología emergente y cara: necesidad de personal especializado.
- Falta de infraestructura: las condiciones de entrega de la mercancía son muy variables y conviene estudiar distintas alternativas seguras para el entorno físico, humano y para la propia mercancía.
- Autonomía limitada, lo que se traduce en un radio de acción reducido en comparación con medios usados habitualmente en la DUM.
- Capacidad de carga reducida en comparación con medios usados habitualmente en la DUM.
- Falta de regulación favorable: este aspecto se desarrolla a continuación.
- Sensibilidad a las condiciones meteorológicas, especialmente al viento.

---

<sup>6</sup> La utilización de sistemas aéreos está ligada a la problemática de ciudades de densidades bajas o muy bajas en las que los costes (y especialmente los salariales) asociados de las distancias a recorrer son particularmente elevados. No es el caso de la ciudad de Valencia, con una densidad de población relativamente alta.

-Aumento de la congestión del espacio aéreo.

-Aumento de la contaminación acústica.

-Externalidades negativas: compromete la seguridad aérea; posible invasión de la intimidad.

Por otra parte, presenta las siguientes ventajas:

-Tiempos de entrega reducidos.

-Ahorro de costes de transporte y de distribución: por naturaleza, van a tener propulsión eléctrica (bajo consumo de energía) y no tienen tripulante, si bien pueden ser autónomos o teledirigidos.

-Necesidad de espacios de C/D en la calle escasa o nula.

-Gran accesibilidad: envío eficaz a zonas poco pobladas o de difícil acceso.

-El dron no se ve afectado por la congestión viaria: tiempos de entrega reducidos y precisión en la estimación del tiempo de entrega.

-Descongestión del viario urbano, al captar tráfico que alternativamente se efectuaría con transporte terrestre.

#### 4.1.3 Hacia la conducción autónoma

La conducción autónoma es una tecnología que se desarrolla en paralelo a la electromovilidad; por ello se va a analizar en qué medida diversas propuestas de distintos fabricantes pueden ser beneficiosas en un futuro próximo para un modelo de DUM eléctrica. Un vehículo autónomo es aquel que dispone de un sistema guiado que le permite ir, de forma autónoma y sin la intervención de ningún tipo por parte de un conductor humano, de un punto de partida a un destino (González, 2019). No obstante esta definición, el estándar SAE J 3016, de "términos relacionados con los sistemas de automatización de

conducción para vehículos de motor en carretera" establece 6 niveles de conducción autónoma<sup>7</sup> (Ibáñez, 2019):

-Nivel 0: no hay automatización. Conducción realizada completamente por el conductor.

-Nivel 1: asistencia al conductor. El vehículo cuenta con algún sistema de automatización de la conducción (control del movimiento longitudinal ó del movimiento lateral, pero no ambos). No cuenta con detección y respuesta ante objetos y eventualidades de manera completa.

-Nivel 2: automatización parcial de la conducción. El vehículo cuenta con sistemas de automatización de la conducción tanto para el control del movimiento longitudinal, como para el control del movimiento lateral, ambos a la vez. No cuenta con detección y respuesta ante objetos y eventualidades de manera completa.

-Nivel 3: automatización condicionada de la conducción. El vehículo cuenta con sistemas de automatización de la conducción tanto para el control del movimiento longitudinal, como para el control del movimiento lateral, ambos a la vez. Cuenta con detección y respuesta ante objetos y eventualidades de manera completa, si bien el usuario ha de estar preparado para intervenir si se produce un error o pérdida de las condiciones de funcionamiento, o si el sistema lo solicita.

-Nivel 4: automatización elevada de la conducción. El vehículo cuenta con sistemas de automatización de la conducción tanto para el control del movimiento longitudinal, como para el control del movimiento lateral, ambos a la vez. Cuenta con detección y respuesta ante objetos y eventualidades de manera completa, disponiendo de un sistema de respaldo para actuar en caso de fallo del sistema principal y poder conducir hasta una situación de riesgo mínimo (el vehículo puede encontrarse en situaciones en las que no pueda seguir conduciendo).

-Nivel 5: automatización completa de la conducción. El vehículo cuenta con sistemas de automatización de la conducción tanto para el control del movimiento longitudinal, como para el control del movimiento lateral, ambos a la vez. Cuenta con detección y respuesta

---

<sup>7</sup> Hasta el nivel 3 de conducción autónoma incluido sigue existiendo la figura del conductor, aunque sólo se requiera su intervención parcialmente. Por tanto desde los niveles 4 y 5 desaparece la figura del conductor. En estos casos se podría prescindir de los elementos de control y manejo del vehículo, si bien el estándar contempla la posibilidad de que siga habiendo un conductor (a decisión del fabricante) que pueda activar o desactivar el sistema de conducción automatizada a voluntad.

ante objetos y eventualidades de manera completa. El vehículo dispone de un sistema de respaldo para actuar en caso de fallo del sistema y poder conducir hasta una situación de riesgo mínimo, no habiendo condiciones o circunstancias específicas que limiten el funcionamiento.

A efectos de la distribución urbana de mercancías, la conducción autónoma, como valor añadido, puede aportar las siguientes ventajas (Viso, 2019):

-Una conducción óptima conlleva una mayor eficiencia en el uso de combustible<sup>8</sup>, así como un menor desgaste mecánico para las suspensiones y partes móviles del motor.

-Mayor seguridad, ya que se evita la posibilidad de que se cometa un error humano en la conducción.

-Ahorro de costes globales (de salario del transportista, de mantenimiento).

No obstante, la seguridad de un vehículo autónomo se consolida y se concibe plenamente en una red de vehículos autónomos interconectados a través de un sistema de gestión integral, reduciendo la convivencia con los vehículos conducidos por personas. Sólo en este caso puede presentarse el vehículo autónomo como una alternativa eficiente y segura, teniendo en cuenta que conviene que exista un proceso de concienciación del ciudadano ante el cambio de concepción del transporte para asegurar la convivencia segura entre el ser humano y el vehículo autónomo (Arévalo, 2017).

Se estudiará la aplicabilidad de los conceptos presentados recientemente Toyota e-Palette y Renault EZ-PRO, soluciones de transporte autónomo, modular e inteligente, así como la Distribución Urbana de Mercancías con AGV urbanos autónomos. A efectos de estudiar la implementación de la electromovilidad en la DUM de Ciutat Vella, se ha considerado que esta tecnología supone una muestra de las posibilidades técnicas disponibles actualmente (o en un futuro próximo), y queda fuera del alcance de este trabajo elaborar un estudio exhaustivo de vehículos eléctricos autónomos.

---

<sup>8</sup> En el caso de vehículos de combustión, este aspecto es especialmente significativo ya que se reducen emisiones adicionales que pudieran estar derivadas de una técnica de conducción ineficiente.

## 4.2 Recopilación de Datos

### 4.2.1 Londres – Logística eléctrica: superación de las restricciones de la red de puntos de carga de vehículos eléctricos y plan para el despliegue de flotas de vehículos eléctricos

- Contexto urbano

El área metropolitana de Londres, la más extensa de Europa según datos de 2019 (Demographia, 2019), tiene problemas de contaminación del aire y altos niveles de congestión. La demanda logística se materializa en el movimiento diario de 280.000 vehículos de distribución, la mayoría de los cuales funcionan con motores diésel. El sistema posee ineficiencias: el 10% de los vehículos de carga están vacíos y su carga útil promedio es del 50%.

Londres consta de 2 zonas que limitan la circulación de vehículos: la Zona de bajas emisiones (Low Emission Zone, LEZ) y la Zona de ultra bajas emisiones (Ultra Low Emission Zone, ULEZ). Ésta última, que ha introducido una serie de restricciones de tiempo de operación, peso y emisiones, va a extender su área de afección en 2021 tal y como se muestra en el plano siguiente.



FIGURA 11: Zona de emisiones ultra bajas de Londres actual y en 2021. Fuente: (Froet, 2019).

En 2015 se lanzó un plan de entrega de vehículos de ultra bajas emisiones<sup>9</sup>, incluyendo 15 acciones entre las cuales destacan la implementación de puntos de recarga rápida, el despliegue de 1000 vehículos ULEV por parte de los organismos públicos (Greater London Authority y Transport for London) e incentivar económicamente a la adquisición de vehículos ULEV a particulares y especialmente a empresas de logística.

- Caso de implementación

La implementación del programa asociado a FREVUE en Londres comenzó con el despliegue por parte de UPS de 16 vehículos eléctricos (cofinanciado por FREVUE) desde su almacén central de Londres en Canden, adicionales a los 18 EFV<sup>10</sup> que ya disponían. En total UPS dispondría de 34 EFV de una flota total de 164. Las baterías de los EFV se cargan en el depósito en horario nocturno y realizan sus operaciones logísticas en horario diurno, si bien trabajan en rutas más cortas que los vehículos diésel y además ingresan con más frecuencia en las zonas restringidas (LEZ, ULEZ) para poner en valor su condición de vehículo de bajas emisiones y evitar tasas adicionales.

Sin embargo, la infraestructura de carga de baterías impedía la carga simultánea de todos los vehículos por lo que UPS en colaboración con UK Power Networks, instaló un cargador estándar por cada vehículo, teniendo la capacidad actual de cargar simultáneamente 68 EFV. Por condiciones de seguridad, estos cargadores no pueden ponerse a disposición del público, sino que necesariamente es una infraestructura dedicada exclusivamente al uso de UPS.

#### 4.2.2 Madrid - Logística eléctrica en un centro de consolidación urbana

- Contexto urbano

Madrid es la capital española y la 3ª área metropolitana más grande de la Unión Europea en términos de población (FREVIEW, 2019). La ciudad recibe un promedio de más de un millón de vehículos diarios; por tanto hay una alta congestión viaria, lo que genera altas emisiones de CO<sub>2</sub> y en consecuencia una mala calidad del aire. Todos los vehículos se han clasificado en función de su impacto en el medioambiente a raíz de las medidas para controlar el tráfico del centro de Madrid.

Al superar los niveles de NO<sub>2</sub> fijados en la Ley 34/2007 de Calidad del Aire, el Ayuntamiento de Madrid activa distintas restricciones de tráfico en la ciudad respecto a 5 posibles escenarios de contaminación, acabando con el criterio anterior que dividía al tráfico en

---

<sup>9</sup> Los Ultra Low Emission Vehicle (ULEV) se definen actualmente como aquellos que emiten menos de 75 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro, medido en el tubo de escape (Agency, 2019).

<sup>10</sup> Electric Freight Vehicle.

matrículas pares e impares a partir del escenario 3. Dichas restricciones, en vigor desde octubre de 2018, se refieren a la velocidad de circulación por la autopista de circunvalación M-30 y a la posibilidad de circular por todo el municipio o por el centro (interior de M-30) que comprende los distritos Centro, Retiro, Salamanca, Chamartín, Tetuán, Chamberí y Arganzuela (Parclick, 2019).

TABLA 5: restricciones a la circulación según escenarios de contaminación en Madrid. Fuente: elaboración propia a partir de (Parclick, 2019).

Escenario	1	2	3	4	5
<b>Límites de velocidad en M-30 y accesos</b>					
<b>Pueden circular en el municipio de Madrid</b>	Todos los vehículos	Todos los vehículos			
<b>Pueden circular en M-30 y su interior</b>	Todos los vehículos				
<b>Pueden aparcar en un parking dentro de la M-30</b>	Todos los vehículos				
<b>Pueden aparcar en zona S.E.R.<sup>11</sup></b>	Todos los vehículos				

Los vehículos sin etiqueta no podrán circular por el interior de la M-30 a partir del escenario 2. A partir del escenario 4, los vehículos sin etiqueta no pueden circular por todo el municipio. El centro de Madrid se caracteriza por calles estrechas y una gran densidad de tiendas, lo que dificulta las operaciones de C/D de los transportistas. Los vehículos comerciales ligeros de MMA inferior a 3500 kg representan el 82% de los vehículos

<sup>11</sup> Servicio de Estacionamiento Regulado.

destinados a la DUM. La duración media del estacionamiento para C/D es de 12 minutos. La distribución en el sector alimentación representa el 65% de las operaciones de C/D (FREVue, 2019). En este contexto, además de los protocolos anticontaminación, desde noviembre de 2018 está en marcha Madrid Central: un área de 472 hectáreas que contiene las 4 APR de Madrid (en 2019: Ópera, Cortes, Embajadores, Letras) en cuyo interior no hay calles de libre circulación, salvo algunos viales con objeto de permitir determinadas incorporaciones, por lo que se elimina el tráfico de paso por el centro de la ciudad.

Al área delimitada por Madrid Central pueden acceder con sus vehículos los residentes, las personas con movilidad reducida y los servicios de emergencias y seguridad<sup>12</sup>. Para los vehículos que no cuenten con excepciones o moratorias, podrán circular:

- Los vehículos con etiqueta ambiental 0 Emisiones, y estacionar en zona SER sin restricción horaria.
- Los vehículos con etiqueta ECO, y estacionar en la zona SER por un máximo de 2 horas.
- Los vehículos con etiqueta C o B exclusivamente para aparcar en un aparcamiento de uso público, garaje privado o reserva de estacionamiento no dotacional.

A estos efectos consultar el Anexo III en que se especifican los requisitos técnicos para obtener las etiquetas mencionadas. En sus 472 hectáreas, los beneficios medioambientales según (Ayuntamiento de Madrid, 2019) son la disminución de un 37% de los km recorridos en comparación con los datos anteriores a la implantación de Madrid Central y la disminución en un 40% de las emisiones de NO<sub>2</sub> (cuyos niveles venían incumpliendo la normativa desde 2010).

---

<sup>12</sup> Entre otras excepciones, moratorias y horarios contemplados para algunos colectivos por sus características o funciones, como por ejemplo servicios públicos, servicios de urgencia, transporte de medicamentos, mudanzas o coches oficiales. Otras excepciones pueden consultarse en <https://somoschamberi.eldiario.es/excepciones-entrar-madrid-central/>.

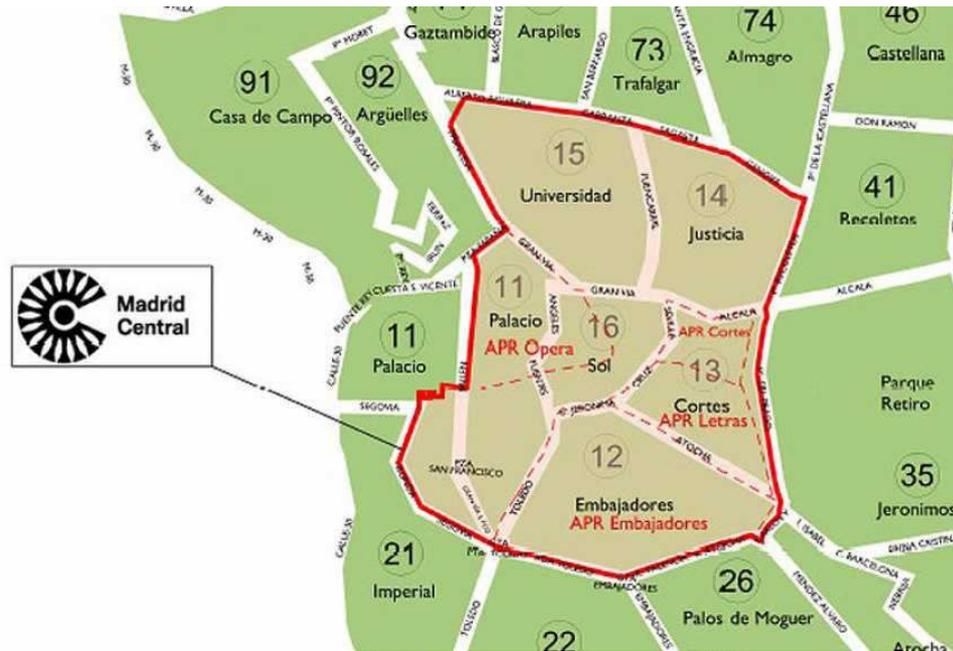


FIGURA 12: delimitación de Madrid central, incluyendo los barrios circundantes y APR. Fuente: Ayuntamiento de Madrid.

- Caso de implementación

En 2014 se estableció el centro de consolidación del antiguo mercado de frutas y verduras de Legazpi (propiedad del Ayuntamiento de Madrid) en la periferia del centro de Madrid. Calidad Pascual, uno de los 3 usuarios del mismo (junto SEUR y TNT), distribuye diariamente productos alimenticios y bebidas a 3500 clientes: los vehículos son necesariamente refrigerados. Hay 2 rondas de distribución por día. Calidad Pascual adquirió ese mismo año 1 Mercedes Benz eVito, 1 IVECO Ecodaily, 1 Nissan eNV200 y 4 Nissan Leaf acondicionados para admitir mayor volumen de carga. El gestor de puntos de recarga, IBIL, ofreció su red de puntos de recarga en Madrid para apoyar la iniciativa. Así, la flota de vehículos no tiene que volver necesariamente al centro de consolidación para realizar la carga, con la consecuente optimización de la ruta. Según (Pascual, 2019) durante los 2 años y medio de operativa del centro de consolidación del mercado de Legazpi, la empresa ha reducido sus emisiones de CO<sub>2</sub> en un 80 %, las de NO en un 35 % y las de partículas en casi un 90 %.

En 2010 Calidad Pascual ya había comenzado su compromiso con la movilidad sostenible en Madrid al firmar el Foro para el Clima, renovando el 13% de su flota de camiones de distribución con vehículos de energía alternativa como el GLP y el gas natural.



FIGURA 13: fotografía de la furgoneta Mercedes eVito, cofinanciada por FREVUE, en la estación de carga. Fuente: (Madrid, 2019).

#### 4.2.3 Madrid – DUM de última milla con triciclos

- Caso de implementación

La start-up Revolt incorporó en 2017 triciclos eléctricos con asistencia al pedaleo (del distribuidor Ciclolutions) a su flota de reparto para supermercados Alcampo y Simply de Madrid y de Zaragoza (CdeComunicación, 2019). En agosto de 2019 asimismo comenzó a usar sus triciclos en la distribución de 12 supermercados de Logroño (renovables, 2019). El triciclo de reparto BKL BOX está homologado para circular por los carriles bici y tiene las siguientes características técnicas: peso con baterías 30 kg, autonomía 60-80 km, MMA 175 kg, volumen carga 430 L, y un tiempo de carga de 4 horas. Como precio de adquisición orientativo, 3745 € IVA incluido (Doyoubike, 2019).



FIGURA 14: espacio de carga del triciclo eléctrico BKL BOX. Fuente: (Doyoubike, 2019).

Más posibilidades tecnológicas aporta Scoobic, el triciclo desarrollado por Passion Motorbike Factory, con una capacidad de carga de 1000 L ó 750 kg, combinando la agilidad de una motocicleta con la capacidad de una furgoneta. Sus baterías son extraíbles e intercambiables y cuentan con una autonomía de 300 km. Adicionalmente integra un sistema de aspiración de partículas en suspensión, capaz de limpiar y filtrar más de 20.000 m<sup>3</sup> de aire en una jornada de reparto de 8 h. Carrefour será la primera empresa en probar el Scoobic como vehículo eléctrico en la DUM en el reparto de supermercados madrileños; se espera que para 2019 la cadena incorpore 1.000 unidades (suministro, 2019).



FIGURA 15: fotografía de prueba del Scoobic en Madrid. Fuente: (suministro, 2019).

#### 4.2.4 Estocolmo - Mejores prácticas para la logística de vehículos eléctricos en nuevas áreas de desarrollo

- Contexto urbano

El gobierno de Suecia, que fue el primero en implementar zonas de bajas emisiones (desde 1992), dará a los municipios la posibilidad de delimitar y aplicar 3 tipos diferentes de zonas de bajas emisiones a partir del 1 de enero de 2020:

-Acceso exclusivo de vehículos EURO 5 o superior.

-A partir de julio de 2022, acceso exclusivo de vehículos diésel EURO 6 y gasolina EURO 5 o superior.

-3ª zona (fecha por determinar): acceso exclusivo de vehículos eléctricos, de celda de hidrógeno o gas natural EURO 6.

Estocolmo es la capital de Suecia y la ciudad más grande del país. Actualmente está experimentando un gran crecimiento demográfico, lo que se refleja en el aumento de los flujos de tráfico. El área del centro de la ciudad de Estocolmo se caracteriza por tener pocas carreteras anchas y numerosas calles estrechas frecuentemente peatonales. En esta ciudad el área de bajas emisiones (figura siguiente) está vigente desde 1996 y no está permitido el acceso de vehículos inferiores a EURO V. Los vehículos EURO V podrán acceder hasta 2020 o bien hasta 8 años tras su matriculación. Además, la ciudad viene acumulando experiencia en la introducción de vehículos limpios y combustibles renovables, incluidos los eléctricos, desde mediados de los años noventa. El objetivo de la ciudad es estar totalmente libre de combustibles fósiles para el año 2040.



FIGURA 16: delimitación de la zona de bajas emisiones de Estocolmo. Fuente: (Astrid H. Amundsen, 2018).

- Caso de implementación

En el distrito de Norra Djurgårdsstaden (*Stockholm Royal Seaport*) de Estocolmo se construirán unas 10.000 viviendas junto con un puerto (Royal Seaport), así como unos 30.000 empleos, hasta 2025. Así, es una de las áreas de desarrollo urbano más extensas de Europa. En total, y otra infraestructura estratégica. Cofinanciado por FREVUE, en 2013 se construyó un centro de consolidación de la construcción para abastecer el Royal Seaport y realizar las operaciones relacionadas con la DUM de última milla en toda la zona.

Se han instalado unidades de carga normal para vehículos eléctricos y están en funcionamiento. Además, en febrero de 2014 se inauguró una unidad de carga rápida (CHAdEMo y Combo Charging Standards (CCS) con una capacidad de 50 kW como máximo). Posteriormente, se desplazó a una ubicación más central para captar los flujos de carga generales y atraer más vehículos eléctricos para la carga. Se utilizan 3 vehículos eléctricos destinados específicamente a las operaciones del centro de consolidación: 1 Mercedes Vito EFV y 2 camiones DAF híbridos eléctricos.

#### 4.2.5 Ámsterdam - Uso de camiones eléctricos en distribución de bebidas

- Contexto urbano

De todos los casos estudiados, es ésta (capital de Países Bajos) la ciudad más similar a Valencia en cuanto al número de habitantes (799.450 frente a los 798.538 de Valencia). En Ámsterdam se registran diariamente unos 3.500 movimientos de camiones y 25.000 de furgonetas, con los consecuentes problemas de congestión y contaminación del aire. Durante las últimas décadas la ciudad ha estado invirtiendo en diferentes medidas e infraestructuras para reducir las emisiones contaminantes de los vehículos. El ejemplo más relevante es la delimitación de una Zona de bajas emisiones para cumplir con las normas de calidad del aire. Sin embargo, el municipio está investigando continuamente nuevas medidas para alentar el uso de vehículos con cero emisiones. Junto a Rotterdam, Ámsterdam ha ganado el "Premio Lean y Green" del programa nacional Connekt para logística sostenible y ambas ciudades forman parte de la iniciativa Green Deal, que fomenta una logística de cero emisiones para 2025. Un caso reciente se centra en el suministro de papel a los edificios del municipio.

- Caso de implementación

Diariamente, Heineken entrega sus productos con 220 camiones (de entre 7 y 31 toneladas) a las tiendas y bares a nivel nacional (Países Bajos), cada uno de los cuales realiza entre 100 y 250 km. En concreto, 28 camiones vehículos desde sus depósitos de Ámsterdam. La ambición de Heineken para 2020 es tener una distribución de camiones 100% eléctricos para distribución secundaria desde los 9 centros de distribución, que usa junto con el operador logístico Simon Loos. Los camiones funcionan con electricidad generada por los paneles solares en los techos de los centros de distribución; se pueden cargar 4 vehículos simultáneamente. Las cargas tienen lugar en horario nocturno. Tienen una capacidad de carga de 5 toneladas y una autonomía de hasta 120 km, si bien los vehículos que operan en la ciudad de Ámsterdam realizan un promedio de 13 – 17 entregas diarias, con recorridos de unos 60 km.



FIGURA 17: el camión que usa Heineken es una muestra de la operación logística que puede dar un vehículo pesado (12 t) eléctrico. Fuente: (Heineken, 2019).

#### 4.2.6 Rotterdam - Servicios de vehículos eléctricos para el centro de consolidación "Binnenstadservice" en Rotterdam

- Contexto urbano

Rotterdam es el primer puerto de Europa en distribución de mercancías y ocupa el puesto 11 a nivel mundial (Shipping, 2019). En consecuencia, más de 430 millones de toneladas de mercancías por año pasan por la ciudad holandesa. Con el objetivo de reducir las externalidades negativas del flujo de transporte generado por el puerto en el centro urbano, se estableció una Zona de bajas emisiones en 2007, que se aplica tanto a vehículos privados como a furgonetas y camiones de carga. Los criterios de funcionamiento de la Zona de bajas emisiones se adaptan permanentemente a la evolución del tráfico y del mercado para mantener las emisiones lo más bajas posible y para limitar el volumen de tráfico de forma proactiva. Hasta 2020, la zona afectará a vehículos diésel > 3500 kg, furgonetas de reparto y automóviles de pasajeros (Urbanaccessregulation, 2019).

A través del programa europeo ECOSTARS, desde 2013 se otorga un certificado ambiental a los operadores de flotas que han introducido vehículos limpios, formalizando así un sistema integrado de responsabilidad social corporativa en el aspecto ambiental de las empresas de transporte.

- Caso de implementación

La empresa Binnenstadservice (red de centros de mercancías especializados en logística urbana para tiendas y minoristas locales, que comenzó su actividad en 2008) opera un pequeño centro de consolidación urbana en el centro de Rotterdam para hacer que la DUM de la última milla sea lo más ecológica posible. El funcionamiento del centro de consolidación se basa en emplear la parte de la flota menos eficiente en el uso de combustible o en definitiva, vehículos de combustión, para realizar la entrega de mercancías en el centro de consolidación. Desde el almacén, se realizará la distribución de última milla con vehículos eléctricos para preservar la Zona de bajas emisiones. Por tanto el centro de consolidación tiene una doble función: disminuir el número de flujos hacia los comercios y además, suponer un nodo del transporte multimodal entendido como una coexistencia de vehículos de combustión y vehículos eléctricos.

Así, con la subvención de FREVUE, el consistorio de Rotterdam adquirió en 2014 una furgoneta Nissan eNV200 para arrendarlo al servicio Binnenstads de Rotterdam en el centro de consolidación. El vehículo cubre una distancia promedio de 65 km por la mañana para actividades de recogida y entrega entre diferentes filiales de una empresa internacional. Por la tarde, el vehículo se usa para recogidas y entregas en comercios locales de Rotterdam, cubriendo un promedio de 45 km a 50 km (Binnenstadservice, 2019).

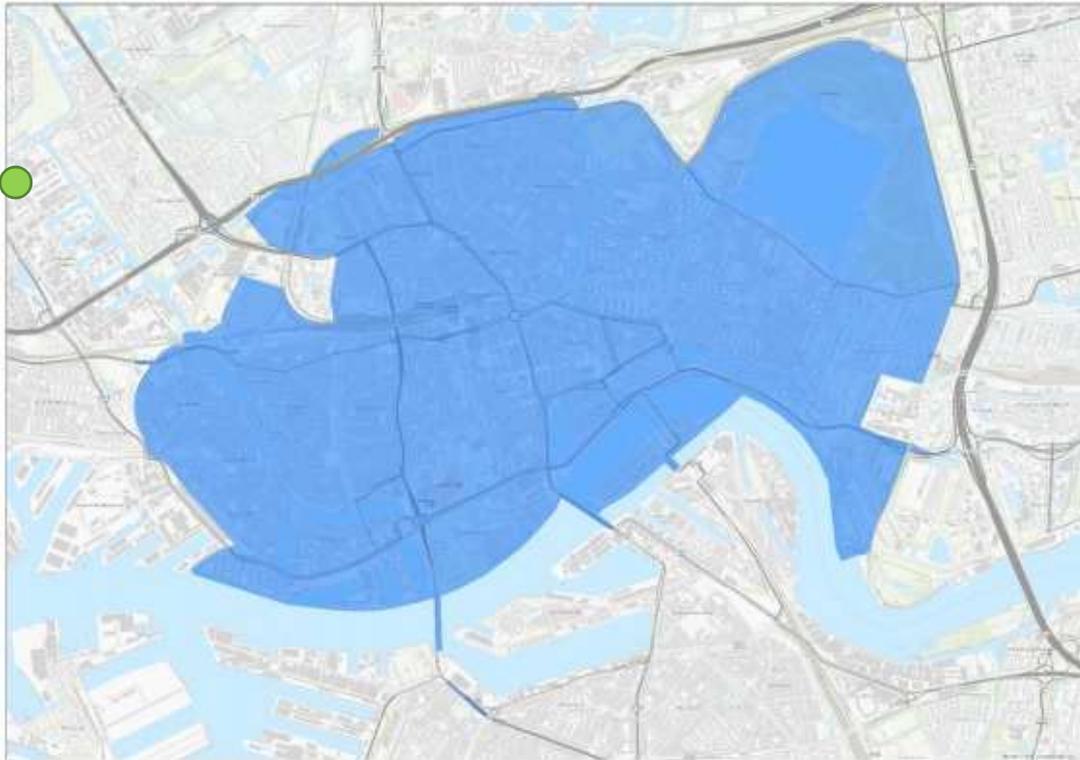


FIGURA 18: Zona de bajas emisiones de Rotterdam, con la localización del centro de consolidación Binnenstadservice (verde). Fuente: elaboración propia a partir de (Urbanaccessregulation, 2019).



FIGURA 19: fotografías del centro de consolidación Binnenstadservice. Fuente: (Binnenstadservice, 2019).

#### 4.2.7 Lisboa – Logística eléctrica en el centro histórico: servicios postales

- Contexto urbano

En Lisboa, la novena zona metropolitana más poblada de la Unión Europea, las actividades de C/D no reguladas y el estacionamiento ilegal son un problema creciente. En este contexto aparece una dificultad de distribuir en el centro histórico, con calles estrechas, rutas pequeñas e irregulares y espacios de estacionamiento de tamaño insuficiente. Estas dificultades provocan una insuficiencia de la DUM en la ciudad. Pero, desde 2012, gracias al Programa Nacional de Movilidad Eléctrica (MOBI.E), Lisboa ha instalado unos 600 puntos de recarga para vehículos eléctricos.

- Caso de implementación

Correios de Portugal, S.A. (CTT) es el servicio postal nacional de Portugal, que distribuye más de 6 millones de envíos postales diarios. Como parte del proyecto FREVUE, se ha introducido un total de 17 vehículos eléctricos en su flota desde 2014, distribuyendo y recolectando correo a través de varias rutas predefinidas: en Lisboa, 6 Renault Kangoo ZE. Más tarde se introdujeron 7 Nissan eNV200. En total, en 2017 353 vehículos de la flota de 3.540, usaban algún tipo de energía alternativa. Desde los centros de distribución de CTT, donde se cargan los vehículos (carga lenta) los vehículos eléctricos operan en el centro de la ciudad de Lisboa habiendo identificado rutas que se adaptan a la operativa de la carga de vehículos. Además, partiendo de 50 unidades de cuadriciclos eléctricos en Lisboa, CTT está aumentando su número con el objetivo de alcanzar las 100 unidades en 2020. En 2017 la distribución de los vehículos de CTT que usan energías alternativas era la siguiente:

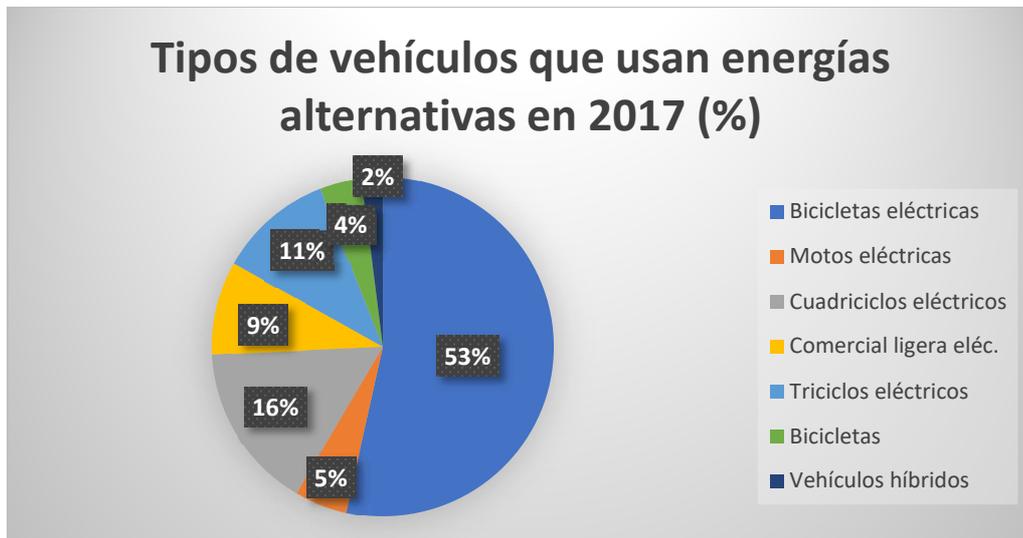


Gráfico 5: estructura de la flota de vehículos de CTT que usan energías alternativas en 2017. Fuente: (CTT, 2017).

En 2014, 10 de los cuadriciclos permiten un ahorro de 18,8 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de 7000 litros de combustible al año. Asimismo 23 scooters eléctricos que realizan servicios de entrega, ahorran la emisión de aproximadamente 21 toneladas de CO<sub>2</sub> y 9286 litros de combustible al año.



FIGURA 20: el cuadriciclo eléctrico es uno de los vehículos que más unidades CTT ha incorporado a su flota de reparto. Fuente: (Hiveminer, 2019).

#### 4.2.8 Distribución Urbana de Mercancías con drones

En cuanto a la legislación relativa al uso de drones, la primera referencia legislativa es la Ley 18/2014, en la que se define dron como aeronave no tripulada con un peso inferior a 150 kg al despegue. En particular se define el dron estándar, con un peso inferior a 25 kg. Los drones con uso susceptible en la DUM pertenecen a esta categoría. El dron ha de estar inscrito en el registro de aeronaves y disponer de un certificado de aeronavegabilidad (si supera los 2 kg de peso), así como de un seguro de responsabilidad civil frente a terceros por daños que puedan surgir durante el vuelo.

Para el uso profesional y no recreativo (como es el caso de la DUM), la Ley determina sobre los drones: “sólo pueden operar en zonas fuera de aglomeraciones de edificios en ciudades, pueblos o lugares habitados o de reuniones de personas al aire libre, en espacio

*aéreo no controlado, más allá del alcance visual del piloto*". Para poder realizar cualquier operación comercial o civil en el aire con un dron, como puede ser una prueba de reparto con drones, es obligatorio obtener un permiso oficial a la AESA<sup>13</sup>, con una antelación de al menos 5 días. Por tanto actualmente no es posible usar legalmente los drones para la DUM en España.

En 2017 se publicó una modificación de Ley: el Real Decreto 1036/2017, que admite la posibilidad de volar en entornos urbanos bajo determinadas condiciones entre las que cabe destacar:

- Los drones serán pilotados por control remoto.
- El peso del dron será siempre inferior a 10 kg.
- La distancia máxima horizontal de vuelo será de 100 metros. La trayectoria deberá estar siempre al alcance de la vista.
- La distancia máxima vertical de vuelo será de 120 metros.
- Deberá solicitarse permiso previo a AESA.

No obstante lo anterior, como referencia de Benchmarking se exponen los casos de empresas como las siguientes, que han puesto en práctica esta tecnología:

-Amazon Prime Air: el primer envío con dron tuvo lugar en Cambridge en diciembre de 2016; en EE.UU. la primera fue en marzo de 2017. Aunque en estos países la legislación todavía no permite usar el dron como transporte de mercancías de forma regular, según Amazon, el 20% de los envíos son aptos para ser enviados con drones (por peso y distancia). El dron que usa es autónomo, puede transportar hasta 2,3 kg, y tiene un radio de alcance máximo de 16 km.

-Jingdong: empresa especializada en comercio electrónico, distribuye paquetes mediante drones desde mediados del año 2016 en zonas rurales de la ciudad de Suqian, aunque su intención es ampliar el radio de servicio a zonas del sur y suroeste del país, con los permisos correspondientes. El dron que usa es autónomo, puede transportar hasta 15 kg, y tiene un radio de alcance máximo de 25 km.

-DHL: esta empresa apuesta por el uso de drones en envíos en los que la entrega sea más simple y rentable (especialmente zonas poco pobladas o de difícil acceso). Primeros envíos: principios de 2016 en Baviera Alta. Al contrario que Amazon y Jingdong, no vende mediante comercio electrónico, por lo que requiere una comunicación con empresas que vendan productos a través de estos portales de e-commerce. El dron que usa es autónomo, puede transportar hasta 2 kg, y tiene un radio de alcance máximo de 8,3 km.

-Otras empresas: proyecto Wing de Google (envíos a zonas poco pobladas o de difícil acceso), envíos puntuales mediante dron por parte del Grupo GeoPost.

---

<sup>13</sup> La AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) es el organismo del Estado que se encarga de que se cumplan las normas de aviación civil en el conjunto de la aeronáutica de España. Tiene funciones de supervisión, inspección y ordenación del transporte aéreo, navegación aérea y seguridad aeroportuaria. Fuente: (Arévalo, 2017).



FIGURA 21: dron que Amazon ha usado en sus pruebas del servicio Prime Air. Fuente: (Amazon, 2019).

#### 4.2.9 Toyoya e-Palette

Presentado en el Salón Internacional de la Electrónica de Consumo (CES) de 2018, es un prototipo de vehículo eléctrico con batería (BEV) totalmente autónomo, con una interfaz de control abierta (*Mobility Services Platform*) que permitirá a las empresas asociadas instalar su propio sistema de conducción automatizada y su tecnología de gestión del vehículo (Toyota, 2019). Inicialmente el proyecto cuenta con colaboradores como Amazon, DiDi, Mazda, Pizza Hut y Uber. Esta aplicación del vehículo autónomo, concebida por Toyota como Movilidad Automatizada como Servicio (*Automated Mobility as a Service*) desarrolla una serie de servicios conectados de movilidad y un vehículo flexible y funcional. El interior del vehículo puede ser personalizado en función de las necesidades del usuario (transporte de pasajeros, carsharing, mensajería, e-commerce, distribución urbana de mercancías). Se ha presentado en 3 versiones, con tamaños de longitud variable entre 4 y 7 metros. Toyota tiene previsto llevar a cabo pruebas de viabilidad del prototipo e-Palette a partir de 2020, en varias regiones incluyendo EE.UU.



FIGURA 22: concept del e-palette presentado en el CES 2018. Fuente: (Ecocar, 2019).

#### 4.2.10 Renault EZ-PRO

Fue presentado en Octubre de 2018 como un ecosistema de entrega de última milla formado por módulos inteligentes autónomo, eléctrico, conectado y compartido (solocamió, 2019). Se presenta como una tecnología que reacciona ante el nuevo modelo de DUM en el que ha crecido considerablemente el comercio electrónico. Los módulos salen de un único centro logístico, gestionado por un mismo operador, y transportan distintos tipos de mercancía, para distintos clientes y lugares de entrega, maximizando la productividad y ahorrando costes. Una alternativa similar propone Mercedes, son su concept Vision URBANETIC, que puede cargar hasta 10 palets (Mercedes Benz, 2019).



FIGURA 23: recreación virtual del Renault EZ-PRO. Fuente: (solocamió, 2019).

#### 4.2.11 Distribución Urbana de Mercancías con AGV urbanos autónomos

Este pequeño dispositivo eléctrico (AGV, Automated Guided Vehicle), cuyo prototipo para la distribución urbana de mercancías ha sido diseñado por empresas como Google o Starship Technologies, se presenta como una solución al aumento de los costes de circulación, la congestión del viario urbano, o las restricciones de acceso a los centros urbanos (Universidad Camilo José Cela, 2019). Actualmente, la tecnología está disponible en algunos comercios específicos de determinados centros urbanos de ciudades de EE.UU, con un radio de acción de 5 km de distancia y una capacidad máxima de hasta 10 kg. El equipo va provisto de varias cámaras y sensores capaces de sortear obstáculos hasta su destino final de forma autónoma. Dispone de un sistema de guiado por GPS y puede realizarse la trazabilidad del envío mediante tecnología RFID. Al llegar a su destino, el AGV envía un aviso al cliente para que pueda desbloquear el habitáculo donde se almacena la carga y recoger su pedido. La tecnología actual está preparada para su aplicación. Sin embargo, existen obstáculos para su implementación como son la falta de regulación local, falta de infraestructuras seguras de guiado y conveniencia de establecer lugares y condiciones de entrega.



*FIGURA 24: fotografía de un AGV en funcionamiento en EE.UU. Fuente: (Universidad Camilo José Cela, 2019).*

### 4.3 Análisis Estratégico

#### 4.3.1 Consideraciones previas

Según las encuestas realizadas (FREVIEW, FREVIEW Results and Guidance for Electricity Network Operators), al comienzo de las pruebas con vehículos eléctricos sólo el 39% de los gestores de flotas pensaba que la electromovilidad era una alternativa viable al combustible diésel. Al final del proyecto, esta tasa ascendió al 72 %.

Uno de los principales problemas planteados por los vehículos de reparto eléctricos es la necesaria carga diaria (necesariamente por la tarde / noche después del tiempo de operación, encontrándose un pico a las 18:00 h). Esto difiere de los comerciales ligeros eléctricos, donde la diversidad en los patrones de carga es alta (los tipos de carga de los vehículos de carga medianos y grandes son menos heterogéneo). Esto también coincide con picos de demanda doméstica de electricidad, por lo que un uso generalizado del vehículo eléctrico podría requerir un rediseño de la red eléctrica en cuanto a que el cambio de kWh demanda sería significativo.

En el siguiente ejemplo, un vehículo con la batería completamente cargada empieza la jornada desde el depósito, por la mañana. Durante el descanso a mediodía, en una jornada partida, es posible recuperar parte de la carga en caso de que sea necesario por autonomía:

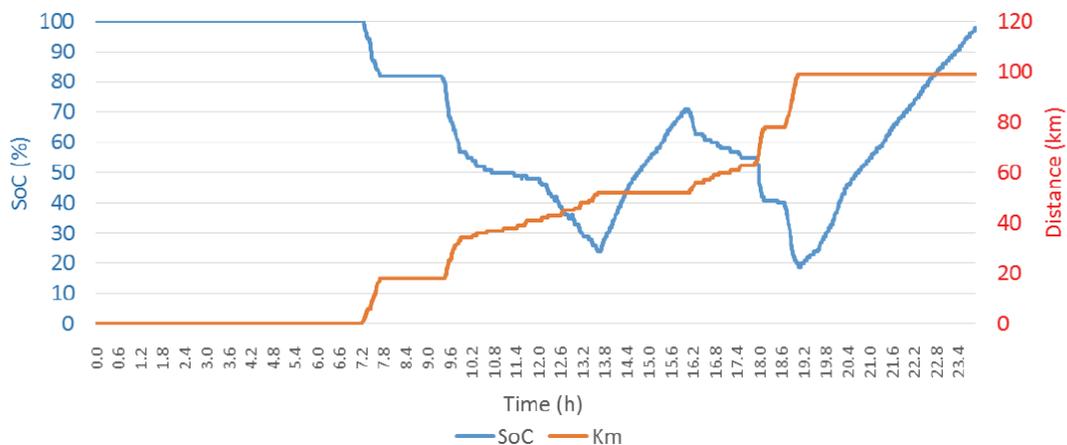


GRÁFICO 6: ejemplo de patrón de carga de vehículo de tipo N1. Fuente: (FREVIEW, FREVIEW Results and Guidance for Electricity Network Operators).

Pueden adoptarse diferentes estrategias de carga inteligente, como la priorización de la carga mediante energía eléctrica obtenida a partir de renovables (placas solares situadas en el depósito, centro de consolidación o en el propio vehículo) para reducir no sólo las emisiones locales sino las totales. También es posible una planificación de las cargas orientada a costes, aprovechando los períodos de bajo coste de generación de electricidad.

#### 4.3.2 Mejores prácticas en la implementación de la electromovilidad en la DUM

Aquí quedan sintetizadas las mejores prácticas encontradas en las diferentes posibilidades de implementación de la electromovilidad, incluyendo principalmente las relacionadas con vehículos convencionales pero considerando también vehículos no convencionales como triciclos, drones y AGV's y cuestiones transversales como es la conducción autónoma.

- Londres

De esta ciudad cabe destacar el establecimiento de 2 zonas: bajas emisiones y ultra bajas emisiones. UPS diseñó rutas especialmente indicadas para los vehículos de bajas emisiones, ya que éstos tenían mayores posibilidades de acceso al centro urbano, evitando tasas adicionales.

- Madrid

Se conciben diferentes condiciones de acceso, especialmente al centro urbano ("almendra central"), según el episodio de contaminación que se haya anunciado públicamente de entre los 5 episodios definidos. Dentro de la zona hay 4 APR (Áreas de Prioridad Residencial). Además de estas restricciones estacionales, Madrid Central supone una zona con unas condiciones de acceso limitadas permanentemente. Así, de manera similar a Londres, Madrid distingue 2 áreas con limitaciones de acceso (análogamente a la zona de bajas emisiones y zona de ultra bajas emisiones de Londres), si bien la primera de ellas tiene un carácter estacional, dependiendo de las lecturas de emisiones contaminantes en tiempo real.

En el caso de Madrid, los vehículos disponían de autorización para usar puntos de carga diferentes de los situados en el propio centro de consolidación con el objeto de poder optimizar las rutas.

Otra práctica interesante es el uso de triciclos eléctricos, que dan grandes posibilidades operativas: en el caso de Scoobic, carga de hasta 1000 L ó 750 kg, autonomía de 300 km y baterías extraíbles. El vehículo posee la funcionalidad de una furgoneta y las facilidades de una motocicleta, por lo que es un modelo ideal para el reparto de última milla.

- Estocolmo

El gobierno sueco va un paso más allá y distingue hasta 3 tipos de zonas según las emisiones de los vehículos, si bien todavía está en proceso de implementación. Cabe destacar la ubicación estratégica de su centro de consolidación, con cargadores de vehículos eléctricos (carga normal y rápida), para captar el mayor tráfico posible.

- Ámsterdam

Heineken usa camiones rígidos eléctricos en la distribución de bebidas. Los camiones usan la energía solar captada por paneles situados en los propios centros de distribución, para cargarse durante la noche.

- Rotterdam

En esta ciudad se ha otorgado el certificado ambiental ECOSTARS a los operadores de flotas que han introducido vehículos limpios, formalizando así un sistema integrado de responsabilidad social corporativa en el aspecto ambiental de las empresas de transporte.

Además destaca la estrategia de transporte en torno al centro de consolidación: los vehículos menos eficientes en cuanto al uso del combustible se usaban prioritariamente para llevar la mercancía al centro de consolidación, mientras que los vehículos eléctricos se reservaban para la distribución de última milla.

- Lisboa

La experiencia en el uso de triciclos eléctricos por Correios de Portugal, S.A. (CTT) resulta representativa, ya que:

-10 cuadriciclos eléctricos permiten un ahorro de 18,8 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de 7.000 litros de combustible al año.

-23 scooters eléctricos que realizan servicios de entrega, ahorran la emisión de aproximadamente 21 toneladas de CO<sub>2</sub> y 9.286 litros de combustible al año.

- El uso de drones en la DUM

Actualmente el dron, teledirigido o no, no está en vías de poder ser implementado en la DUM en Valencia, ya que la legislación del espacio aéreo limita la operación de reparto y también sería necesario un largo proceso de concienciación de los ciudadanos (en cuanto al conflicto en el espacio público). Sin embargo, presenta unas características tales que, en un plazo medio o largo, podría aportar grandes ventajas en la distribución de última milla o de reparto a zonas de difícil acceso.

- El uso de sistemas de conducción autónoma en la DUM

Los sistemas de conducción autónoma también suponen una tecnología útil en la DUM, que posiblemente pueda aplicarse en un plazo más cercano que los drones. Se han expuesto soluciones modulares como los vehículos Toyota e-Palette y Renault EZ-PRO. Sin embargo, estos concept tendrían un grado de autonomía 5 y según Javier González, presidente de Bosch en España y Portugal y presidente de la Cámara de Comercio Alemana para España (López, 2019), este nivel no estará disponible técnicamente hasta 2024 o 2025. Además esta tecnología requiere el despliegue de redes 5G para la gestión de grandes cantidades de datos. Y en cuanto a la legislación, no es posible saber cuándo será legal y en qué países este nivel de conducción autónoma.

Los AGV urbanos supondrían una buena opción centro de Valencia, que se caracteriza (como el resto de la ciudad) por tener una orografía plana. El uso de este pequeño vehículo estaría en línea con políticas de la peatonalización total de algunas calles (como puede ser la plaza del Mercat) y la regulación que prohíbe circulación de bicicletas o VMP fuera de la



calzada o carriles bici. Una vez más, la tecnología está “más avanzada” que la legislación, por lo que actualmente no podría concederse su implementación.

#### 4.3.3 Aspectos observados en el Benchmarking con posibilidad de aplicación al caso de Valencia

Como se ha podido observar, experiencias como las del programa FREVUE ponen de manifiesto la viabilidad de la distribución mediante vehículos eléctricos, a la vez que avanzan sobre los problemas que deberían ser abordados, como la necesidad de un incremento de la capacidad de distribución de energía eléctrica en las ciudades para poder hacer frente a la transferencia hacia esa fuente de energía del importante consumo asociado a la logística.

En esta última parte del Benchmarking, se van a identificar las líneas de trabajo para la implementación de la DUM en Ciutat Vella y que se desarrollarán en el apartado nº 6, teniendo en cuenta el estado de la cuestión ya expuesto. Así, las direcciones de avance serán las siguientes:

-El concepto de zona de bajas emisiones está consolidado en las ciudades estudiadas, especialmente en Londres y Estocolmo, y aunque en Valencia se ha restringido el tráfico en Ciutat Vella no existe una zona de bajas emisiones como tal.

-Posibles soluciones a la escasez de zonas de C/D (especialmente en las cercanías de las calles Quart, Colón, María Cristina, La Paz, Avenida del Oeste, plazas del Mercado y del Ayuntamiento) podrían encontrarse en el certificado ambiental que se emite en Rotterdam, o en triciclos eléctricos análogos a los usados en Lisboa o Madrid que no necesitan usar espacios de C/D convencionales por su reducido tamaño.





## 5 DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DEL VEHÍCULO COMERCIAL ELÉCTRICO

### 5.1 Aproximación a la Oferta de Vehículos Comerciales Eléctricos en España

En este subapartado se va a sintetizar el mercado español del vehículo comercial eléctrico, con el propósito de presentar la oferta tecnológica existente (qué características ofrecen los fabricantes en cuanto a autonomía, capacidad de carga, etc.). La primera lista no exhaustiva se compone de modelos de vehículos convencionales de 4 ruedas de los cuales se dispone de más información, aquellos con un nivel de ventas importante, así como aquellos más usados dentro de los programas FREVUE. Se han excluido los concept u otros vehículos que todavía no han llegado al mercado español. De forma orientativa se han incluido los vehículos eVito y eSprinter de Mercedes, que aunque se desconozca su precio de venta en España, su entrada en el mercado es inminente. Las cifras que se indican son orientativas y se muestran valores medios.

*TABLA 6: características operativas básicas de los vehículos de 4 ruedas con MMMA hasta 3,5 t más representativos del mercado español usados en la DUM. Fuente: elaboración propia a partir de catálogos diversos oficiales y no oficiales.*

Marca	Modelo	Autonom. (km)	Capac. batería (kWh)	Tiempo recarga baterías (h)	Vol. carga (m <sup>3</sup> )	Carga (kg)	Coste sin imp. (€)	Coste con imp. (€)
Renault	Kangoo ZE	170	33	6	4,6	800	21.240	25.700 <sup>14</sup>
	Master ZE	135	33	6	9	1.100	62.507	75.634 <sup>15</sup>
Nissan	eNV200	200	40	7,5	4,2	7604	27.489	33.262
Mercedes	eVito	125	41,4	6	6,6	1.073	39.990 <sup>16</sup>	-
	eSprinter	150	55	8	10,5	900	-	-
Citroën	Berlingo electric	140	22,5	8	4,1	695	25.490	30.844
Peugeot	Partner electric	140	22,5	7	4,1	685	27.223	32.940
Wolkswagen	e-crafter	170	35,8	-	10,7	1.709	67.049	81.130
Maxus	EV80	200	56	-	11,4	950	39.256	47.500
Piaggio	Porter electr.	110	-	8	3	470	20.661	25.000
Alke	ATX320E	75	10	8	1,57	610	-	-
Goupil	G4	135	12	-	3	1.200	19.710	23.850

<sup>14</sup> +70 €/mes por alquiler de batería, realizando 7.500 km anuales. Se suman 8 € mensuales por cada bloque de 2.500 km anuales.

<sup>15</sup> +73 €/mes por alquiler de batería.

<sup>16</sup> Precio en Alemania (todavía no disponible precio para España).

Los vehículos recogidos en la tabla anterior pertenecen a la categoría N (Vehículos de motor destinados al transporte de mercancías que tengan por lo menos cuatro ruedas) según la Directiva 70/156/CEE excepto el ATX320E de Alke y el Goupil G4 que pertenecen a la categoría L7e (“cuadriciclos cuya masa en vacío sea inferior o igual a 400 kg, 550 kg. para vehículos destinados al transporte de mercancías, no incluida la masa de las baterías para los vehículos eléctricos, y potencia máxima inferior o igual a 15 kW” según la Directiva 2002/24/CE).

Dentro de la categoría N, los vehículos comerciales ligeros se clasifican como N1: “Vehículos destinados al transporte de mercancías con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas”. Por tanto la lista de la tabla anterior se limita básicamente a vehículos con MMA (Masa Máxima Autorizada) de 3.500 kg como máximo, obviando la categoría N2 (MMA=3,5-12 t) y N3 (MMA>12 t).

Atendiendo a la operativa en el entorno urbano, es posible hacer otra clasificación atendiendo al rango de volumen de carga, de menor a mayor:

-Cuadriciclos L7e con capacidad de carga de entre 1,5 y 3 m<sup>3</sup>. Alke ATX320E, Piaggio Porter y Goupil G4. Rango aproximado de P.V.P: de 24.000 a 25.000 €.

-Comerciales ligeros N1 con capacidad de carga de entre 4,1 y 4,6 m<sup>3</sup> (furgoneta). Renault Kangoo ZE, Nissan eNV200, Citroën Berlingo electric, Peugeot Partner electric. Rango aproximado de P.V.P de 23.000 a 33.000 €.

-Comerciales ligeros N1 con capacidad de carga de entre 9 y 11,4 m<sup>3</sup> (furgón). Renault Master ZE, Mercedes Sprinter, Volkswagen e-Crafter y Maxus EV8. Rango aproximado de P.V.P de 50.000 a 80.000 €.

-El modelo Mercedes eVito, que todavía no se comercializa en España, pertenecería a un rango intermedio entre el 2º y 3º grupo por capacidad y precio. Según (forococheselectricos, 2019), las ventas acumuladas de vehículos comerciales ligeros eléctricos de enero a marzo de 2019 son:

TABLA 7: ventas acumuladas hasta marzo de 2019 de vehículos comerciales eléctricos en España. Fuente: (forococheselectricos, 2019).

Marca	Modelo	Acumulado marzo 2019 (unidades)	Diferencia 2018 (%)
Nissan	eNV200	178	+453
Renault	Kangoo ZE	126	-39
Peugeot	Partner electric	29	-15
Citroën	Berlingo electric	56	-78
Goupil	G4	53	+17
Alké	ATX320E	1	-

El mercado de este segmento lo lideran claramente las furgonetas eléctricas Nissan eNV200 (178 unidades) seguida de la Renault Kangoo ZE (126 unidades), si bien Nissan ha sobrepasado notablemente las ventas a Renault respecto al año anterior:

TABLA 8: ventas de las furgonetas Nissan eNV200 y Renault ZE, acumuladas, del año 2018 en España.  
Fuente: (Criado, 2019).

Marca	Modelo	Acumulado 2018 (unidades)
Nissan	eNV200	468
Renault	Kangoo ZE	750

Por otra parte, las furgonetas Citroën Berlingo electric y Peugeot Partner electric, con características similares a las Renault y Nissan, tienen un nº de ventas notablemente inferior. Cabe destacar el crecimiento en el mercado del cuadríciclo Goupil G4. La firma es relativamente reciente ya que tiene origen en el suroeste de Francia, 1996.

Tomando como referencia las características técnicas de la Nissan eNV200<sup>17</sup> y la Renault Kangoo ZE, como características operativas más frecuentes en España del vehículo comercial ligero eléctrico se tiene: autonomía 170 - 200 km, volumen de carga 4,2 – 4,6 m<sup>3</sup>, carga 760 - 800 kg, tiempo de carga de baterías 6 - 7,5h y consumos de 20,6 kWh/100 km (Nissan eNV200) y 15,5 kWh/100 km (Kangoo ZE). Los tiempos de carga se corresponden con el tipo de carga 2 (lenta) y como puede observarse, la Nissan sacrifica algo de espacio de carga por una mayor autonomía. Aunque el precio de adquisición de la Nissan es mayor, el coste de alquiler de la batería varía según los km anuales realizados, luego la elección de un modelo u otro se vería condicionada por las características operativas de la empresa o entidad que realice los procesos de DUM.



FIGURA 26: Nissan eNV200 (izquierda) y Renault ZE (derecha). Fuente: (electricvanandtruck, 2019).

<sup>17</sup> En 2020 Nissan introducirá en el mercado la furgoneta NV250, que sustituirá a la actual NV200 y se fabricará junto a las Renault Kangoo y Mercedes Citan en la planta de Maubeuge (Francia). El modelo se aproximará en gran medida a las características de la Kangoo, si bien no se ha confirmado una versión eléctrica de la futura NV250 basada en la Kangoo ZE (Callejo, 2019).

Ya que con carácter general está prohibida la circulación de camiones con MMA > 12 t de 7 a 22 horas en la ciudad de Valencia, el resto de vehículos de 4 ruedas que realizan operaciones de carga y descarga son los correspondientes al grupo N2 (MMA=3,5-12 t). Sus versiones eléctricas se incluyen a parte por no existir distribución comercial en España de los mismos: los modelos se producen bajo pedido, por lo general. Como ejemplos de este grupo usados en FREVUE pueden nombrarse:

- P80E Mercedes T2 Retrofitted (7.5 t). Variante de Mercedes eSprinter.
- Smith Newton EV (10 t).
- Ginaf truck (12 t)
- DAF truck (12 t)
- EMOSS truck (12 t)

Como datos técnicos orientativos se tiene que el Smith Newton EV tiene una autonomía de 160 km, capacidad de batería de 120 kWh con tiempo de recarga de 8 h y capacidad de carga de 7.400 kg. El EMOSS EMS 1220 tiene una autonomía de 250 km, capacidad de batería de 200 kWh con tiempo de recarga de 5 h y capacidad de carga de 5.422 kg según catálogos oficiales.



FIGURA 27: Smith Newton EV de 10 t. Fuente: (smallvehicleresource, 2019).

Por último, el más ligero de los vehículos convencionales eléctricos empleados en la DUM (más concretamente en flotas de delivery y mensajería, como TelePizza, Domino's y Correos, al margen de su uso en motosharing como en Acciona o Scoot) es la moto eléctrica. El modelo empleado por correos es la Silence S02, de fabricación española, que con 2.083 matriculaciones fue el vehículo eléctrico más vendido en España en 2018 (considerando todas las categorías de vehículos eléctricos), alcanzando una cuota de más del 60% del mercado de motos eléctricas (solomoto, 2019).

Hay varias versiones de la Silence S02, que se categorizan según la Directiva 2002/24/CE como vehículo de tipo L1e “Ciclomotores: vehículos de dos ruedas con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 km/h, de cilindrada inferior o igual a 50 cm<sup>3</sup> (combustión interna) o potencia continua nominal máxima inferior o igual a 4 kW (motores eléctricos). El scooter está diseñado para que su batería sea fácilmente extraíble y por tanto intercambiable. La batería puede extraerse para llevarla a un cargar a un enchufe convencional o bien cargarse desde el propio vehículo mediante una toma Schuko. El tiempo de carga es de unas 5 h (Silence, 2019). Las autonomías varían desde 50 km (Silence S02 2 kWh) hasta 125 km (Silence S02 6 kWh), cuando las baterías desmontables de iones de litio para scooters y motocicletas suelen tener 2 kWh. En todos los casos su MMA es de 175 kg. El modelo puede personalizarse con baúles de 45, 50 y 200 L para uso en mensajería. Los precios fluctúan desde 5.057 € hasta 6.927 €, IVA incluido. Según (Silence, 2019), por cada 100 km, costaría mover el vehículo 0,70 € frente a los 5,8 € de un vehículo equivalente de combustión<sup>18</sup>.



FIGURA 28: scooter eléctrico Silence S02 con baúl de 200 L, orientado a mensajería. Fuente: (Ortega, 2019).

Con el fin de valorar el impacto del vehículo comercial eléctrico, en los siguientes apartados se valorará en cifras los efectos del uso de estos vehículos en la DUM tanto desde el punto de vista micro (para un solo vehículo) hasta desde el punto de vista macro (flota de vehículos).

<sup>18</sup> Considerando un precio de la energía eléctrica de 0'12 € / Kw y comparando con un scooter de consumo 4 L /100 km, con precio de gasolina a 1,45 €/L.

## 5.2 Comparativa del Rendimiento de un Vehículo Comercial Eléctrico Frente al de Combustión

En este apartado se va a comparar la viabilidad económica del vehículo de reparto eléctrico frente al de combustión, suponiendo unas condiciones estándar de operación. Este breve estudio ha de servir para cuantificar en qué medida beneficia o no económicamente al transportista el uso del vehículo eléctrico, al margen del resto de beneficios que aporta el uso del vehículo eléctrico. El planteamiento va a partir de las características de las furgonetas Renault Kangoo y Kangoo ZE, ya que al ser versión eléctrica y de combustión poseen características muy similares.



FIGURA 29: Renault Kangoo ZE 2019. Fuente: Renault.

- Datos comunes:
  - Tiempo de amortización: 10 años
  - Km anuales: 15.000 km

Los km anuales se han estimado a partir del modelo de distribución urbana. Se considera una estrategia de distribución hub & spoke; es decir, se usan hubs (áreas donde se reúnen las cargas de mercancías antes de ser distribuidas) para optimizar la capacidad de cada vehículo (reducción del coste unitario de transporte y del tiempo de distribución total) y concentrar la mercancía (Arévalo, Reparto de mercancías a través de drones: estudio y

viabilidad, 2017). Se remite aquí a las consideraciones sobre el kilometraje diario para los vehículos N1 y N2 en el cálculo del apartado siguiente.

- Características de la furgoneta eléctrica Kangoo ZE Maxi

-Precio adquisición con impuestos: 25.700 €. Puede considerarse una ayuda de 5.000 € del plan MOVES.

-Potencia y par máximos: 60 CV, 226 N-m.

-Consumo: 155 Wh/km<sup>19</sup>.

-Precio combustible 0.091 €/kWh (promedio en España el 27 de agosto de 2019) (Tarifaluzhora, 2019). Se ha considerado una tarifa promedio (es una suposición prudente ya que durante la noche, cuando se carga habitualmente la batería, las tarifas son más baratas).

-Mantenimiento<sup>20</sup>: 0.008 €/km.

-Reparaciones: 0.013 €/km.

-Neumáticos: 0.01 €/km.

-Alquiler batería: 94 €/mes (70 €/mes por alquiler de batería, realizando 7.500 km anuales; se suman 8 € mensuales por cada bloque de 2.500 km anuales).

-Seguro a terceros ampliado: 338 €<sup>21</sup>.

-Impuestos circulación 14,72 €, ya que supone el 25 % del impuesto de vehículo equivalente de combustión (Endesa, 2019).

-Precio medio punto de recarga vehículo eléctrico 1350 € (Habitissimo, 2019). A considerar ante la posible necesidad de instalar un punto de recarga, en este caso sería tipo Wallbox (32 A / 230 V / 7,4 kW).

---

<sup>19</sup> No se ha tenido en consideración a efectos del cálculo que a los 150.000 km (15.000 km anuales en 10 años), la batería pierde un 8 % de su capacidad (Clicacoches, 2019).

<sup>20</sup> El vehículo eléctrico tiene unos costes de mantenimiento menores puesto que no requiere cambios de aceite, filtro de aceite, filtro de aire, filtro de combustible, bujías, correa de distribución (Ibáñez, Xataka, 2019). Asimismo los discos y pastillas de freno duran aproximadamente el doble en el coche eléctrico que en el de combustión. Los costes de mantenimiento y reparaciones del vehículo eléctrico se han considerado un 30 % menores que los de combustión (Ibáñez, Xataka, 2019) (Elespanol, 2019).

<sup>21</sup> Precio de los seguros obtenidos para los modelos referidos y con condiciones de uso profesional; compañía aseguradora Mapfre (Acierto, 2019). El seguro de la versión eléctrica de la Kangoo es ligeramente más barato.

- Características de la furgoneta de combustión Kangoo Maxi Energy dCi 66 kW

-Precio adquisición con impuestos: 21.050 €.

-Potencia y par máximos: 90 CV, 220 N·m.

-Consumo: 4,6 l /100 km (diésel). Se ha elegido el consumo más alto declarado por el fabricante, debido al uso eminentemente urbano.

-Precio del combustible: 1,219 €/l (promedio en España el 27 de agosto de 2019) (Dieselgasolina, 2019).

-Mantenimiento: 0.011 €/km (Sánchez-Rojo, 2019).

-Reparaciones: 0.018 €/km (ídem).

-Neumáticos: 0.01 €/km (ídem).

-Seguro a terceros ampliado: 393 €.

-Impuestos circulación 58,87 € (dieselgasolina, 2019).

Una vez establecidos los costes de operación de los vehículos (no se incluyen costes del transportista sino exclusivamente los costes asociados a la operación del vehículo), se procede a sumar y comparar dichos costes en el ámbito de un año y considerando un tiempo de amortización de 10 años para ambos casos (en primer lugar se compara el modelo de combustión con el modelo eléctrico; posteriormente se realiza la misma comparación incluyendo el coste de instalar un punto de recarga):

Coste anual (€)	Combustión	Eléctrico	Ahorro de costes del veh. eléctrico respecto al veh. convencional (%)
<b>Combustible</b>	841.11	211.58	74.85
<b>Alquiler batería</b>	0.00	1128.00	-100.00
<b>Seguro</b>	393.00	338.00	13.99
<b>Amortización anual (10 años)</b>	2105.00	2570.00	-22.09
<b>Impuesto circulación</b>	58.87	14.72	75.00
<b>Mantenimiento</b>	165.00	120.00	27.27
<b>Reparaciones</b>	270.00	195.00	27.78
<b>Neumáticos</b>	150.00	150.00	0.00
	3982.98	4727.30	-18.69

TABLA 9: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico. Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla 11, suponiendo que la empresa se acoge al plan MOVES, recibiría una ayuda de 5.000 € para la compra del vehículo, lo que iguala los precios de compra de ambas furgonetas.

Coste anual (€)	Combustión	Eléctrico + punto de recarga	Ahorro de costes del veh. eléctrico respecto al veh. convencional (%)
<b>Combustible</b>	841.11	211.58	74.85
<b>Alquiler batería</b>	0.00	1128.00	-100.00
<b>Seguro</b>	393.00	338.00	13.99
<b>Amortización anual (10 años)</b>	2105.00	2705.00	-28.50
<b>Impuesto circulación</b>	58.87	14.72	75.00
<b>Mantenimiento</b>	165.00	120.00	27.27
<b>Reparaciones</b>	270.00	195.00	27.78
<b>Neumáticos</b>	150.00	150.00	0.00
	3982.98	4862.30	-22.08

TABLA 10: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico más instalación de punto de recarga. Fuente: elaboración propia.

Coste anual (€)	Combustión	Eléctrico (MOVES)	Ahorro de costes del veh. eléctrico respecto al veh. convencional (%)
<b>Combustible</b>	841.11	211.58	74.85
<b>Alquiler batería</b>	0.00	1128.00	-100.00
<b>Seguro</b>	393.00	338.00	13.99
<b>Amortización anual (10 años)</b>	2105.00	2070.00	1.66
<b>Impuesto circulación</b>	58.87	14.72	75.00
<b>Mantenimiento</b>	165.00	120.00	27.27
<b>Reparaciones</b>	270.00	195.00	27.78
<b>Neumáticos</b>	150.00	150.00	0.00
	3982.98	4227.30	-6.14

TABLA 11: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico (sujeto a la ayuda económica del plan MOVES). Fuente: elaboración propia.

Coste anual (€)	Combustión	Eléctrico + punto recarga (MOVES)	Ahorro de costes del veh. eléctrico respecto al veh. convencional (%)
<b>Combustible</b>	841.11	211.58	74.85
<b>Alquiler batería</b>	0.00	1128.00	-100.00
<b>Seguro</b>	393.00	338.00	13.99
<b>Amortización anual (10 años)</b>	2105.00	2205.00	-4.75
<b>Impuesto circulación</b>	58.87	14.72	75.00
<b>Mantenimiento</b>	165.00	120.00	27.27
<b>Reparaciones</b>	270.00	195.00	27.78
<b>Neumáticos</b>	150.00	150.00	0.00
	3982.98	4362.30	-9.52

TABLA 12: comparación de costes del vehículo de combustión y eléctrico (sujeto a la ayuda económica del plan MOVES) más instalación de punto de recarga. Fuente: elaboración propia.

Como puede observarse en las tablas anteriores, los mayores ahorros porcentuales del vehículo eléctrico respecto al de combustión tienen origen en los costes de combustible y del impuesto de circulación; en valor absoluto, en el coste de combustible. En cambio, los costes que penalizan al vehículo eléctrico son especialmente el alquiler de baterías y en menor medida el coste de adquisición del vehículo. De hecho conviene tener en consideración que en el caso de Renault, las baterías necesariamente están en alquiler, lo que permite que el coste de adquisición sea menor que furgonetas eléctricas de la competencia, que se sitúa siempre por encima de los 30.000 € (a saber: Nissan eNV200 33.262 €; Citroën Berlingo Electric 30.844 €; Peugeot Partner Electric 32.940 €).

Partiendo del caso de la Tabla 11, en el que ahorro del vehículo eléctrico es de -6.14 % (sobrecoste de operación sobre el vehículo de combustión) se desea averiguar a partir de cuántos km anuales empieza a ser rentable el vehículo eléctrico. Para ello, en la tabla siguiente se han considerado variables los costes de combustible y de alquiler de baterías, que dependen del kilometraje. Para calcular el coste de alquiler de baterías se tiene en cuenta el criterio siguiente: “70 €/mes por alquiler de batería, realizando 7.500 km anuales. Se suman 8 € mensuales por cada bloque de 2.500 km anuales”. El resto de costes, invariables, se suman y acumulan en la fila “Resto”. El punto de partida sería el siguiente:

Coste	Combustión	Eléctrico (MOVES)	Ahorro (%)
<b>Combustible</b>	841.05	211.56	74.85
<b>Batería</b>		1128.00	-100.00
<b>Resto</b>	3141.87	2887.72	8.09
	3982.92	4227.28	<b>-6.14</b>
<b>km anuales</b>	14.999		
<b>km diarios</b>	60.00		

TABLA 13: punto de partida de comparación, con 14.999 km anuales, lo que arroja un ahorro negativo de 6,14 % de costes. Fuente: elaboración propia.

Modificando los km anuales en intervalos de 2.500 km (optimización del rango de kilometraje que determina el coste de alquiler de las baterías) se obtienen los siguientes resultados:

	km anuales						
	14.999	19.999	29.999	39.999	59.999	79.999	99.999
<b>Ahorro (%)</b>	-6.14	-5.31	-3.96	-2.88	-1.35	-0.16	0.67

TABLA 14: descenso del ahorro negativo del vehículo eléctrico respecto al de combustión según el kilometraje anual. Fuente: elaboración propia.

En la tabla anterior se observa como el ahorro negativo disminuye con el kilometraje a un ritmo relativamente lento. La relación sugiere una curva (según el gráfico siguiente). Para calcular a partir de qué kilometraje anual es rentable el vehículo eléctrico, se va a calcular analíticamente el valor de kilometraje para el que la curva interseca el eje horizontal (donde el ahorro negativo sería 0).

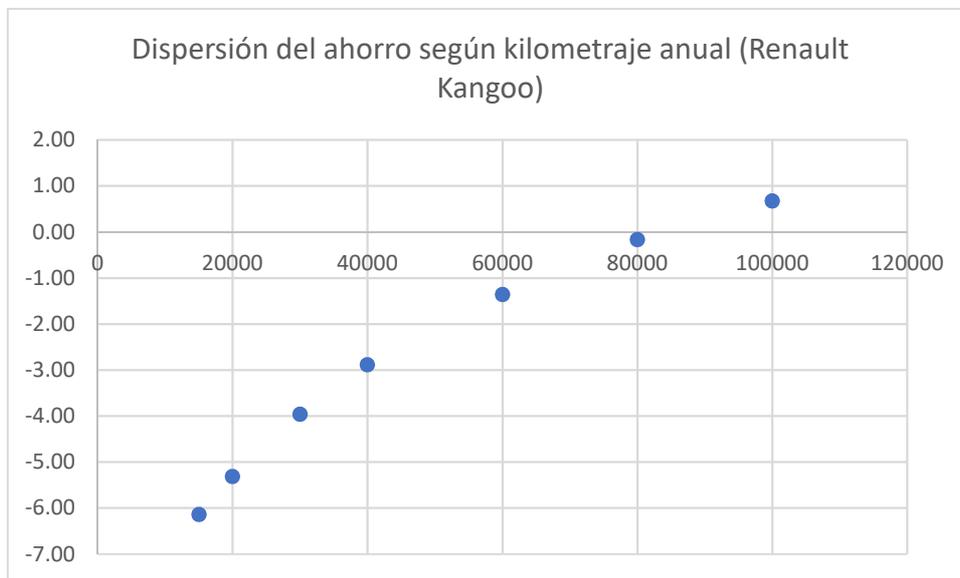


GRÁFICO 7: dispersión del ahorro del vehículo eléctrico sobre el de combustión (Renault Kangoo) según el kilometraje anual, de 14.999 a 99.999 km. Fuente: elaboración propia.

La intersección tiene lugar en 83.500 km, equivalente a 334 km diarios, que es el kilometraje a partir del cual renta emplear el vehículo eléctrico y se produce un ahorro en costes. Teniendo en cuenta que la Renault Kangoo ZE cuenta con una autonomía de 170 km diarios y un tiempo de carga al 100 % de 6 h, para alcanzar los 334 km diarios habría que hacer un uso intensivo conforme el siguiente ciclo de 24 h:

$$170 \text{ km (6 h máx.)} + \text{carga (6 h)} + 170 \text{ km (6 h máx.)} + \text{carga (6 h)}$$

Por lo que, teóricamente, las posibilidades rentables de la furgoneta eléctrica se reducen a un estrecho rango de realizar de 334 a 340 km diarios (límite de autonomía), lo que en la

práctica estaría restringido debido a las necesarias operaciones de mantenimiento, revisiones y reparaciones. A ello habría que añadir la pérdida de capacidad de la batería debido al sometimiento a numerosos ciclos de carga (en menos de 2 años la batería habría perdido el 8 % de su capacidad). El problema de la rentabilidad tan ajustada se debe principalmente al coste del alquiler de baterías, ya que ha representado, como se ha visto, un coste de mucho mayor peso que el coste de adquisición. Por ello se concluye que la rentabilidad económica del uso de la Renault Kangoo ZE sobre el modelo de combustión es, en la práctica de la DUM, escasa o nula.

Una vez establecida la mecánica para el cálculo, puede tomarse el mismo modelo para calcular orientativamente la rentabilidad de la Nissan eNV200 (eléctrica) sobre la Nissan NV200 Combi 5 1.5dCi (combustión), cuyo P.V.P. es de 18.027 €. Se elimina el coste de alquiler de baterías y modifica el precio de adquisición, suponiendo que el resto de costes se mantienen invariables. Además conviene considerar que en la NV200, el consumo asciende hasta 5,7 l/100 km en ámbito urbano. En este caso la curva de ahorro resulta así:

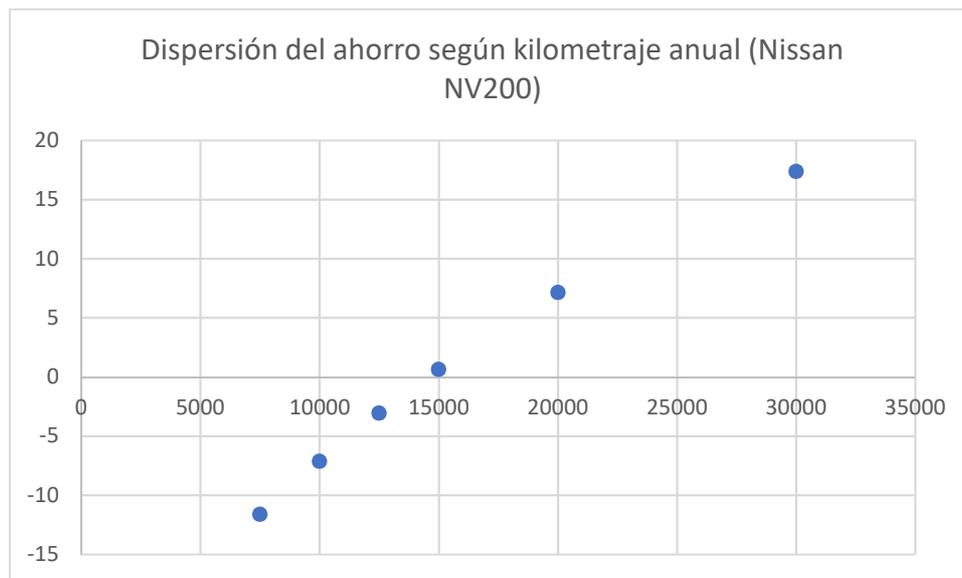


GRÁFICO 8: dispersión del ahorro del vehículo eléctrico sobre el de combustión (Nissan NV200) según el kilometraje anual, de 7.499 a 29.999 km. Fuente: elaboración propia.

En el caso de la Nissan NV200, se estima que el modelo eléctrico es más rentable que el modelo de combustión a partir de los 14.525 km anuales, lo que equivale a 58,10 km diarios (prácticamente los 60 km diarios que realizan los vehículos de DUM tomando como referencia a Ámsterdam). La operación con esta furgoneta sería rentable contando además con flexibilidad de rutas, no siendo difícil alcanzar el kilometraje mínimo de rentabilidad económica en una jornada de reparto.

Una vez realizada esta breve comparación, se ha obtenido que un vehículo eléctrico puede tener distintas rentabilidades: en este caso la Renault Kangoo ZE ha resultado no rentable

en la práctica totalidad de los casos (mínimo 334 km diarios) debido al alto coste de alquiler de las baterías. Para los modelos eléctricos de Peugeot y Citroën se esperan resultados similares a Nissan debido a las similitudes de costes de adquisición y consumos. Por tanto de esta sección se concluye (en base al modelo de Nissan) que el vehículo de reparto eléctrico puede ayudar a disminuir los costes de operación de la DUM, siempre que se consiga una buena oferta económica en cuanto a la gestión de las baterías eléctricas.

Cabría señalar que un resultado más ajustado del análisis debería de tener en cuenta la evolución de los costes de la energía eléctrica y el combustible en los próximos años. Así por ejemplo, en un un escenario de incrementos reales del coste del combustible de 2 o 3% anual acumulado, es posible que los resultados cambiaran a favor del vehículo eléctrico.

Por otra parte, el análisis de rentabilidad de un vehículo de DUM tiene que ver con su velocidad media, con la carga media y con la flexibilidad de su uso. Medidas de flexibilización en el uso del vehículo eléctrico (por ejemplo el acceso a determinadas áreas peatonales en horarios más amplios que los convencionales, el retraso de las horas de finalización del reparto o los centros de distribución intermedios) podrían disminuir sus costes de operación, teniendo en cuenta que, según el Observatorio de Costes del Ministerio, los costes de personal abarcan aproximadamente desde 1/3 hasta la mitad de los costes de operación del vehículo.

### 5.3 Impacto del Vehículo Eléctrico en la DUM de Ciutat Vella

En primer lugar, conviene estimar en la medida de lo posible la estructura de los flujos que tienen lugar en el proceso de DUM en Ciutat Vella diariamente. El problema logístico de Ciutat Vella tiene, según las cifras que se han aportado en los primeros apartados, la siguiente forma aproximadamente:

	Tipo de negocio	Cantidad	Entregas diarias/comercio	Entregas diarias totales
<b>75%</b> <b>(de los cuales 80 % son veh. con MMA&lt;3,5 t)</b>	Mayorista	508	5	2540
	Minorista alimentación	591	3	1773
	Minorista no alimentación	1458	2	2916
<b>(Total comercios)</b>				<b>7.229</b>
<b>25%</b>	Mensajería, servicios, B2C	-	-	<b>2.410</b>

TABLA 15: estimación de las entregas diarias que tienen lugar en Ciutat Vella. Fuente: elaboración propia a partir de hipótesis y datos de referencia.

Para hacer los cálculos se han tomado las siguientes hipótesis y consideraciones:

- Las recepciones diarias del comercio minorista de alimentación se han estimado a partir de una media de  $(25+5)/2=15$  entregas semanales, y suponiendo que el negocio ya está completamente aprovisionado el sábado: 15 entregas /5 días =3 entregas/día. Para el comercio minorista de no alimentación se han supuesto 2 entregas/día, ya que también le interesa aprovisionarse en sábado y no tiene las mismas necesidades que los alimentos perecederos.
- Se considera que en un comercio mayorista de Ciutat Vella se tiene una media de 5 entregas diarias (se ha considerado el valor más bajo del rango ya que no hay grandes superficies de venta en el centro histórico y además estos negocios tienden a agrupar las entregas en menos vehículos desde centros de consolidación).
- Se considera, para el cálculo de vehículos necesarios para realizar las entregas, que todos realizan su recorrido diario íntegramente por Ciutat Vella. Este punto es importante ya que, aunque las rutas realmente discurren por toda la ciudad o bien varios distritos, el propósito es reflejar cuántos km son necesarios, aproximadamente, para satisfacer las necesidades logísticas de los negocios situados en Ciutat Vella.
- Se considera que cada vehículo comercial de 4 ruedas realiza una media de 15 entregas diarias correspondiente a un recorrido de 60 km (tomando como referencia los datos de la ciudad de *Ámsterdam*<sup>22</sup>, con una población casi idéntica a la de Valencia), tanto vehículos tipo N1 (MMA < 3,5 t) como N2 (MMA entre 3,5 y 12 t). Sin embargo, como se van a imputar los km realizados sólo en Ciutat Vella, y en base a la simulación de rutas diversas dentro de la misma mediante Google Maps, se obtiene aproximadamente que los km recorridos se reducen a una tercera parte: 20 km / vehículo en Ciutat Vella.
- Se considera que cada motocicleta realiza una media de 20 entregas diarias, si bien esta cifra es muy aproximada ya que las cifras reales son muy dispersas: como referencia, las motocicletas de la empresa Ecoscooting realizan unas 20 entregas diarias en Barcelona y 17 en Madrid (cadenadesuministro, 2019). Este tipo de transporte tiene diferentes características operativas y modelos de negocio (Correos, Glovo, Just eat, Deliveroo, repartidores autónomos de Amazon), estando en gran parte dirigido a entregas a particulares. Igualmente no hay datos confluyentes en cuanto al kilometraje realizado por la motocicleta, pero se consideran 50 km al considerarse que la ruta de reparto es algo más concentrada en el entorno urbano (por la naturaleza de las entregas, clientes, condiciones) y en base a algunas cifras orientativas en internet. Sin embargo, como se van a imputar los km realizados sólo en Ciutat Vella, y en base a la simulación de rutas diversas dentro de la misma mediante Google Maps, se obtiene aproximadamente que los km recorridos se reducen a una tercera parte: 17 km / motocicleta en Ciutat Vella.

---

<sup>22</sup> En el caso de Rotterdam, son 65 km diarios.

- Se considera que el 80 % de los vehículos comerciales de 4 ruedas son de tipo N1 (MMA < 3,5 t), en línea con los datos en el caso de Madrid.
- Se ha supuesto que la flota de vehículos que se emplean en las entregas de mensajería, servicios y B2C, está compuesta en un 80 % por motocicletas y en un 20 % por furgonetas o furgones N1, en base a las adquisiciones de vehículos del grupo Correos (suministro c. d., 2019).
- Las entregas de mensajería, servicios y B2C se han estimado directamente a partir del nº de entregas de los comercios a partir de la proporción 75 % + 25 %.

A continuación se muestran los cálculos que tratan de obtener una aproximación de los km recorridos en el interior de Ciutat Vella por los vehículos de reparto, si bien no es el objeto del cálculo la obtención de cifras exactas.

Tipo de negocio	Nº de entregas	Nº de vehículos		
		Motocicletas	Vehículos N1	Vehículos N2
<b>Comercios</b>	7.229	0	386	97
<b>Mensajería, servicios, B2C</b>	2.410	97	33	0
<b>TOTAL VEHÍCULOS</b>	9.639	97	419	97
	Km/vehículo y día	17	20	20
	km diarios según vehículo	<b>1.649</b>	<b>8.380</b>	<b>1.940</b>

TABLA 16: estimación de la cantidad de vehículos comerciales y su tipología que circulan diariamente en Ciutat Vella. Fuente: elaboración propia a partir de hipótesis y datos de referencia.

Por tanto, se ha calculado que la DUM en Ciutat Vella implica, en un día laborable medio<sup>23</sup>:

- Unas 97 motocicletas realizan 1.649 km diarios en Ciutat Vella.
- Unos 419 vehículos de MMA<3.500 kg realizan 8.380 km diarios en Ciutat Vella.
- Unos 97 vehículos de MMA>3.500 realizan 1.940 km diarios en Ciutat Vella.

Con el objetivo de valorar el impacto que puede tener la electrificación de la flota de vehículos que realiza la DUM en Ciutat Vella, como referencia de vehículos con motor de combustión se han considerado los consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> de la siguiente tabla.

<sup>23</sup> Se incide en que las cifras son meramente orientativas; se han hecho los cálculos con el objetivo de tener un orden de magnitud del problema logístico en el centro histórico de Valencia.

Como motocicleta se ha seleccionado la más empleada por el grupo correos (Piaggio Liberty 125) y como vehículo de reparto de MMA<3.500 kg, la Renault Kangoo, en línea con el estudio realizado en el apartado anterior. En el caso del vehículo de MMA>3.500 kg, se han tomado datos promedio de un vehículo genérico de 12 t a partir de fuentes no oficiales diversas, debido a la escasez de información sobre este tipo de vehículos comerciales. Cabe destacar que se desea comparar las emisiones locales de los vehículos, ya que quiere analizarse el impacto del vehículo eléctrico de reparto en Ciutat Vella. Por eso queda fuera del alcance del trabajo la consideración de las emisiones globales del vehículo eléctrico y sus factores de emisión debido a la generación de energía eléctrica.

Tipo de vehículo	Modelo	Consumo de combustible (l /100 km)	Emisiones locales CO <sub>2</sub> (g/km)
Motocicleta	Piaggio Liberty 125 <sup>24</sup>	2 (gasolina)	61
N1	Kangoo 1.5 dci 95 CV <sup>25</sup>	4,9 (diésel)	121
N2	Genérico 12 t <sup>26</sup>	20 (diésel)	300

TABLA 17: consumo y emisiones de 3 vehículos tipo con motor de combustión. Fuente: elaboración propia a través de distintas fuentes oficiales y no oficiales.

Como punto de partida, el único dato disponible es que la flota eléctrica de Correos era del 4,2 % en 2017 (Elmundo, 2019), por lo que se va a fijar arbitrariamente en 5 % el porcentaje de motocicletas eléctricas que en 2019 realizan DUM en Ciutat Vella. Según (Castells, 2019), actualmente las flotas de transporte a nivel mundial apenas alcanzan el 1 % de vehículos eléctricos, sin embargo un informe reciente (Adam Cooper, 2018) prevé que dicha cuota aumentará hasta el 12% de aquí a 2030.

Por otra parte, el acuerdo adoptado en 2018 por el Parlamento Europeo y el Consejo estima el objetivo de una reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en los vehículos comerciales ligeros del 15% en 2025 y del 31% en 2030 (europapress, 2019).

En base a estas premisas se va a establecer 3 escenarios (pesimista, realista y optimista) para tratar de cuantificar aproximadamente el impacto que tendría la implantación del vehículo eléctrico hasta 2030 (estos datos dan pronóstico y objetivos para un tiempo horizonte de algo más de una década).

<sup>24</sup> Datos obtenidos en (Piaggio, 2019).

<sup>25</sup> Datos obtenidos en (Renault, 2019).

<sup>26</sup> Datos orientativos obtenidos como cifras promedio a partir de fuentes no oficiales diversas.

- Escenario realista

Se considera un crecimiento hasta el 12 % de cuota de vehículos N1 eléctricos. En base al ahorro de emisiones, que resulta del 11,11 % se calculará la cuota equivalente de motocicletas eléctricas en el camino inverso. Así resulta que para disminuir las emisiones en un 11,11 % sería necesaria la ampliación de la cuota de motocicletas eléctricas hasta un 15,56 %. Los vehículos N2 eléctricos se cuantifican en 1 % como cifra simbólica. En total en este escenario se produce una reducción de emisión de CO<sub>2</sub> del 7.61 %.

Tipo veh.	Emisiones locales CO <sub>2</sub> (g/km)	km diarios	% flota eléctrica 2019	Emisiones locales diarias 2019 (kg CO <sub>2</sub> /día)	% flota eléctrica 2030	Emisiones locales diarias 2030 (kg CO <sub>2</sub> /día)	% reducción emisiones locales diarias
<b>Moto.</b>	61.00	1649.00	5.00	95.56	15.56	84.94	11.11
<b>N1</b>	121.00	8380.00	1.00	1003.84	12.00	892.30	11.11
<b>N2</b>	300.00	1940.00	0.00	582.00	1.00	576.18	1.00
			<b>TOTAL</b>	<b>1681.40</b>		<b>1553.42</b>	<b>7.61</b>

TABLA 18: cálculo de las emisiones y crecimiento de flota de vehículos eléctricos en la DUM de Ciutat Vella según un escenario realista. Fuente: elaboración propia.

El ahorro en consumo de combustible se materializa así<sup>27</sup>:

Tipo veh.	Consumo combustible (l/100 km)	km diarios	Consumo diario 2019 (l)	Consumo diario 2030 (l)	Reducción consumo (l/día)
<b>Moto.</b>	2.00	1649.00	31.33	27.85	3.48
<b>N1</b>	4.90	8380.00	406.51	361.35	45.17
<b>N2</b>	20.00	1940.00	388.00	384.12	3.88
				<b>TOTAL</b>	<b>52.53</b>

TABLA 19: estimación de la reducción del consumo de combustible debido al aumento de la flota de vehículos eléctricos en un escenario realista. Fuente: elaboración propia.

<sup>27</sup> Los cálculos sobre el ahorro de combustible tienen una función meramente ilustrativa.

- Escenario optimista

En este escenario se considera una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos comerciales ligeros y motocicletas del 31 %. Para ello la cuota de vehículos N2 eléctricos aumentaría hasta el 31,69 % y de motocicletas eléctricas hasta el 34,45 %. Suponiendo que la flota de vehículos N2 eléctricos asciende a la cifra simbólica, en un escenario optimista, del 5 %, el número total de emisiones de CO<sub>2</sub> se reduciría en un 22 %.

Tipo veh.	Emisiones locales CO <sub>2</sub> (g/km)	km diarios	% flota eléctrica 2019	Emisiones locales diarias 2019 (kg CO <sub>2</sub> /día)	% flota eléctrica 2030	Emisiones locales diarias 2030 (kg CO <sub>2</sub> /día)	% reducción emisiones locales diarias
<b>Moto.</b>	<b>61.00</b>	1649.00	5.00	95.56	34.45	65.94	31.00
<b>N1</b>	<b>121.00</b>	8380.00	1.00	1003.84	31.69	692.65	31.00
<b>N2</b>	<b>300.00</b>	1940.00	0.00	582.00	5.00	552.90	5.00
			TOTAL	1681.40		1311.49	<b>22.00</b>

TABLA 20: cálculo de las emisiones y crecimiento de flota de vehículos eléctricos en la DUM de Ciutat Vella según un escenario optimista. Fuente: elaboración propia.

Tipo veh.	Consumo combustible (l/100 km)	km diarios	Consumo diario 2019 (l)	Consumo diario 2030 (l)	Reducción consumo (l/día)
<b>Moto.</b>	2.00	1649.00	31.33	21.62	9.71
<b>N1</b>	4.90	8380.00	406.51	280.49	126.02
<b>N2</b>	20.00	1940.00	388.00	368.60	19.40
				TOTAL	<b>155.13</b>

TABLA 21: estimación de la reducción del consumo de combustible debido al aumento de la flota de vehículos eléctricos en un escenario optimista. Fuente: elaboración propia.

- Escenario pesimista

En este escenario, se va a tomar la hipótesis arbitraria de que la cuota de motocicleta eléctrica sólo se duplica hacia 2030 (10 %), los vehículos N1 eléctricos llegan a la mitad de los que supone el escenario realista (6 %) y que los vehículos N2 eléctricos continúan

manteniéndose en un 0 %. En este caso la reducción de las emisiones locales diarias se reduce a sólo 3.31 %.

Tipo veh.	Emisiones locales CO <sub>2</sub> (g/km)	km diarios	% flota eléctrica 2019	Emisiones locales diarias 2019 (kg CO <sub>2</sub> /día)	% flota eléctrica 2030	Emisiones locales diarias 2030 (kg CO <sub>2</sub> /día)	% reducción emisiones locales diarias
<b>Moto.</b>	<b>61.00</b>	1649.00	5.00	95.56	10.00	90.53	5.26
<b>N1</b>	<b>121.00</b>	8380.00	1.00	1003.84	6.00	953.14	5.05
<b>N2</b>	<b>300.00</b>	1940.00	0.00	582.00	0.00	582.00	0.00
			<b>TOTAL</b>	1681.40		1625.67	<b>3.31</b>

TABLA 22: cálculo de las emisiones y crecimiento de flota de vehículos eléctricos en la DUM de Ciutat Vella según un escenario pesimista. Fuente: elaboración propia.

Tipo veh.	Consumo combustible (l/100 km)	km diarios	Consumo diario 2019 (l)	Consumo diario 2030 (l)	Reducción consumo (l/día)
<b>Moto.</b>	2.00	1649.00	31.33	29.68	1.65
<b>N1</b>	4.90	8380.00	406.51	385.98	20.53
<b>N2</b>	20.00	1940.00	388.00	388.00	0.00
				<b>TOTAL</b>	<b>22.18</b>

TABLA 23: estimación de la reducción del consumo de combustible debido al aumento de la flota de vehículos eléctricos en un escenario pesimista. Fuente: elaboración propia.

A modo de resumen de los escenarios, en la siguiente tabla se refleja un orden de magnitud de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que implicaría una determinada cuota de vehículos eléctricos en cada caso. Cabe observar que el escenario optimista parte de la premisa de que se cumplen las expectativas europeas de reducción de emisiones, por lo que convendría fijar como hoja de ruta de la implementación del vehículo eléctrico en la DUM de Valencia (y en particular de Ciutat Vella), los incrementos de cuota de vehículos eléctricos que figuran en la tabla siguiente (orientativamente, el incremento de motocicletas eléctricas y vehículos N1 eléctricos en un 30 % y vehículos N2 eléctricos en un 5 %), lo que reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> ocasionadas por la DUM en una quinta parte.

Tipo de vehículo	% vehículos eléctricos en flota en 2019	% vehículos eléctricos en flota en 2030		
		Pesimista	Realista	Optimista
Motocicleta	5	10	15,6	34,5
N1	1	6	12	31,7
N2	0	0	1	5
<b>Reducción total de emisiones<sup>28</sup> de CO<sub>2</sub></b>		<b>3,31</b>	<b>7,6</b>	<b>22</b>

TABLA 24: resumen de los escenarios de implantación del vehículo eléctricos en la DUM de Ciutat Vella.  
Fuente: elaboración propia.

<sup>28</sup> En Ciutat Vella y con respecto a las emisiones procedentes de vehículos dedicados a la DUM, bajo las hipótesis planteadas.



## 6 ACCIONES PARA IMPLEMENTAR MODOS DE TRANSPORTE ELÉCTRICOS EN LA DISTRIBUCIÓN URBANA DE MERCANCÍAS EN VALENCIA

### 6.1 Fase de Planificación

El punto de partida para la implementación de la electromovilidad en la DUM, debe ser el diseño de una estrategia municipal que defina el modelo deseado de movilidad local, pudiendo abarcar ésta un concepto más amplio de movilidad, incluyendo la movilidad de personas. Por medio de la estrategia municipal, el gobierno local establece los objetivos y un calendario de implantación. Los objetivos de la estrategia municipal se clasifican en 3 líneas de trabajo (Energía I. p., 2011):

- Estrategia orientada a la demanda: incluye objetivos relacionados con la modificación del hábito empresarial en cuanto al uso de vehículos de combustión, concienciando de las ventajas ambientales y económicas del uso del vehículo eléctrico. Estos objetivos contemplan acciones para generar la demanda necesaria del vehículo eléctrico, estableciendo escenarios de nº de vehículos eléctricos que circulan en un horizonte temporal, conforme se estima en el apartado 5.3 del presente trabajo.
- Estrategia orientada a las infraestructuras: incluye objetivos relacionados con la mejora de la infraestructura de aparcamiento exclusivo y puntos de recarga del vehículo eléctrico, públicos y privados, así como de la infraestructura logística.
- Estrategia orientada a la promoción económica: objetivos relacionados con la ayuda económica en adquisición y mantenimiento de vehículos eléctricos. También incluye objetivos relacionados con favorecer el I + D + I, el emprendimiento, cooperación empresarial y la formación en la tecnología del vehículo eléctrico.

La estrategia municipal debe contemplar las estrategias supramunicipales (comunitarias, estatales y autonómicas) de implantación del vehículo eléctrico, las tecnologías y presupuestos disponibles, la participación activa de otros organismos públicos y privados, así como otras estrategias de energía y cambio climático.

## 6.2 Fase de Implementación o Desarrollo

En base a las directrices establecidas en los apartados 4.3.3 y 6.1, y como colofón del presente trabajo, se proponen las siguientes acciones para implementar la electromovilidad en la DUM de Valencia y específicamente del distrito Ciutat Vella<sup>29</sup>.

### 6.2.1 Acciones orientadas a la demanda

-Construcción de alianzas con stakeholders<sup>30</sup>: el proyecto, si bien ha de estar liderado por el gobierno local, debe contar con el apoyo de agentes con especial relevancia en el sector del vehículo eléctrico y su tecnología. Incluye la celebración periódica de un congreso o mesa del vehículo eléctrico en la DUM, en la que participan Fundaciones, Universidades, Agencias de Movilidad o Energía y empresas con una Responsabilidad Social Corporativa basada en la sostenibilidad ambiental, en el que se reflexione y se tomen las decisiones relacionadas con la estrategia y objetivos del proyecto. Asimismo puede servir como foro para realizar el seguimiento de los resultados (correspondientes a la fase de Control y seguimiento, pudiendo emitir informes anuales.

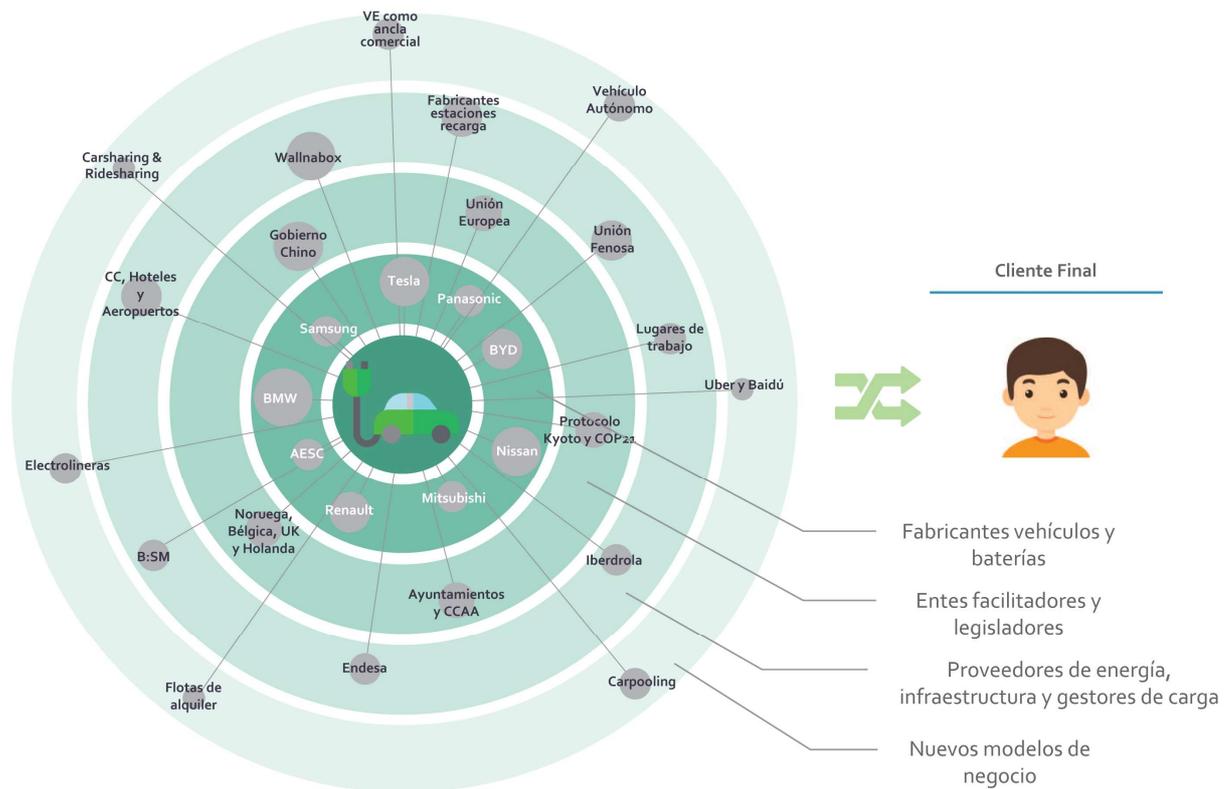


FIGURA 30: esquema de la relación entre la implantación del vehículo eléctrico y sus stakeholders. Fuente: (Alcalde, 2017).

<sup>29</sup> Para llevar a cabo las acciones propuestas, debe existir un proceso dividido en 3 fases: Fase de planificación, Fase de implantación o desarrollo y Fase de control y evaluación.

<sup>30</sup> Sirvan como ejemplo la plataforma LIVE de Barcelona o la Mesa de Electro-movilidad de Galicia.

-Buscar la complicidad de representantes vecinales y otros agentes secundarios<sup>31</sup>: conviene contar con el apoyo de los ciudadanos para el cambio de las ordenanzas municipales, ya que la propia estrategia de implantación del vehículo eléctrico puede formar parte de un programa electoral y puede percibirse no sólo como una cuestión social y ambiental, sino política.

-Organizar ferias y jornadas de promoción del uso del vehículo eléctrico en empresas dedicadas a la Distribución Urbana de Mercancías, dando a conocer la fiabilidad mecánica y ventajas económicas, ambientales, fiscales y operativas que el vehículo eléctrico proporciona a los gestores de flotas.

-Introducir como cláusula obligatoria en concursos de prestación de servicios de limpieza y recogida de residuos<sup>32</sup>, el empleo de una flota de vehículos eléctricos. Esta medida podría ampliarse a la prestación de servicios de transporte colectivo (si bien este aspecto excede el alcance del presente trabajo), y es una medida clave ya que es necesario que el Ayuntamiento, como líder del proyecto de implementación de la electromovilidad en la DUM, promueva el uso del vehículo eléctrico a través de un efecto demostración.

-Permitir el acceso a las zonas peatonales sólo a vehículos de reparto eléctricos, siendo especialmente aptos los vehículos no convencionales como triciclos eléctricos o cargo-bikes debido a las limitaciones de espacio. La implementación de esta medida sería apropiada en conjunto con el establecimiento de un centro de consolidación y estaría en línea con políticas de la peatonalización de algunas calles (como puede ser la plaza del Mercat y la propia plaza del Ayuntamiento<sup>28</sup>).

-En cuanto a la gestión del espacio urbano, la estrategia más equilibrada pasa por establecer objetivos a medio plazo para avanzar progresivamente hacia un modelo en el que el vehículo eléctrico sea beneficioso no solo para el medioambiente y el ciudadano, sino también para los transportistas<sup>34</sup>. Así, en un medio plazo cabría esperar la priorización de la entrada de vehículos con una etiqueta ambiental Eco o 0 Azul en condiciones de

---

<sup>31</sup> Sirva como ejemplo la campaña PROVELE, iniciativa que pretende proporcionar a los ciudadanos toda la información disponible del vehículo eléctrico a través de exposiciones y talleres.

<sup>32</sup> La recogida de residuos, como logística inversa, también forma parte y es consecuente de la Distribución Urbana de Mercancías.

<sup>33</sup> A finales de 2019 o principios de 2020 se abrirá un proceso participativo de propuesta de ideas para la ejecución de la reurbanización de la Plaza del Ayuntamiento. Toda la plaza será peatonal, incluyendo itinerarios ciclistas, excepto un carril de circulación restringido a autobuses EMT, vehículos de emergencia, residentes y proveedores (Valenciasecreta, 2019).

<sup>34</sup> La delimitación de una zona de bajas emisiones coincidente con el contorno del distrito Ciutat Vella, inspirada en el modelo de Madrid Central, no es recomendable en Valencia ya que es en la periferia donde existe una gran competencia del sector comercial, con los consiguientes problemas de contaminación.

emergencia ambiental<sup>35</sup>, con el objeto de generar una necesidad operativa en las empresas de reparto de adquirir vehículos eléctricos. Otro requerimiento a medio plazo puede ser el establecimiento de parte de los espacios de C/D como aptos para el uso exclusivo de vehículos eléctricos si bien se incide en que la priorización de vehículos más sostenibles ha de ser siempre gradual y con el apoyo de las diferentes administraciones públicas y stakeholders. En definitiva, el avance hacia un modelo más sostenible tiene que ser paralelo a la operativa de las empresas de transporte, no obstaculizando su modelo básico de negocio, y siempre con el sustento de un adecuado programa de información, promoción y garantías para la empresa dedicada a la DUM.

### 6.2.2 Acciones orientadas a la infraestructura

-Habilitar centros de consolidación urbanos, en Ciutat Vella o cercanías, como espacios que además de servir para consolidar mercancías reduciendo así el nº de viajes totales, sirvan para la carga de vehículos eléctricos (pudiendo instalar placas solares para reducir también las emisiones totales). Otro cometido de dichos centros de consolidación es el de ser una estación intermodal: se haría una clara distinción entre la distribución urbana al uso, con vehículos menos eficientes, y la DUM de última milla, con vehículos eléctricos o más eficientes.

Una localización idónea para el centro de consolidación sería el barrio de La Xerea; alternativamente los barrios el Pla del remei (distrito l'Eixample), Exposició ó Trinitat (el Pla del real), Morvedre (la Saïdia). De hecho el centro de consolidación puede situarse en las inmediaciones del distrito Ciutat Vella para cumplir con su función de estación de intercambio modal.

---

<sup>35</sup> Y distinguiendo condiciones de acceso para tráfico general, residentes, comerciantes, empresas de reparto y servicios urgentes.

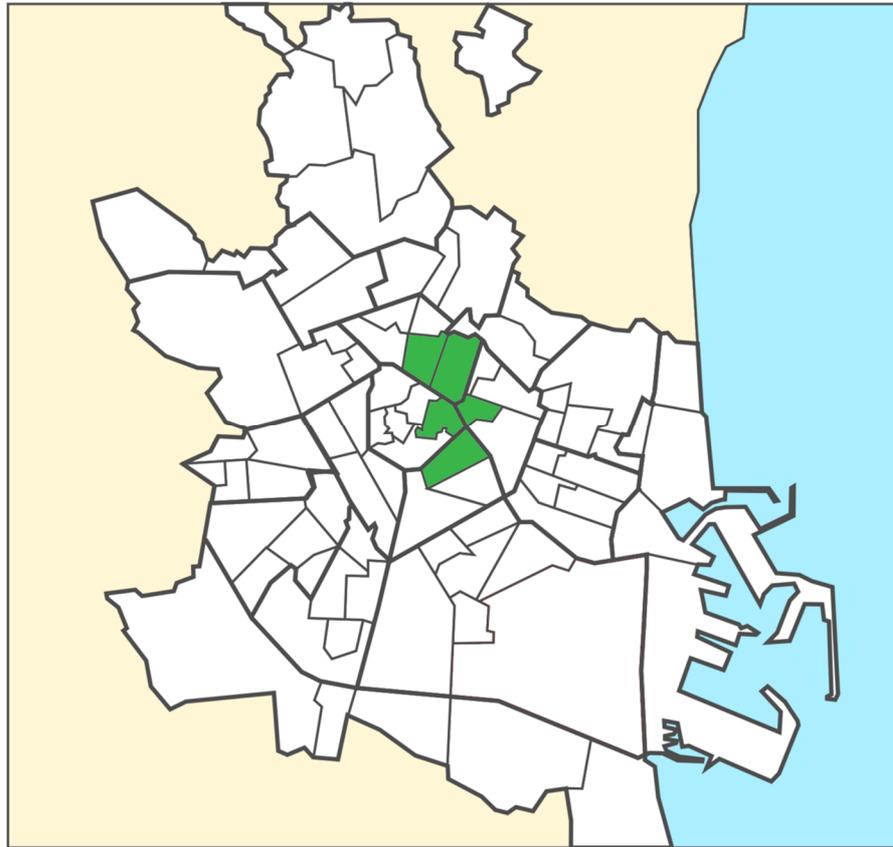


FIGURA 31: posibles localizaciones de un nuevo centro de consolidación de mercancías urbano, que además serviría como centro de intercambio modal. Fuente: elaboración propia.

-Habilitar puntos de recarga de vehículos eléctricos en la vía pública y en aparcamientos públicos. Se definirán su número, localización (priorizando puntos estratégicos para el sector comercial), de qué tipo y tiempo máximo de uso. Además se definirán acciones concretas para favorecer su construcción por parte de entidades privadas. Los puntos de recarga en aparcamientos subterráneos son de especial interés por su seguridad durante la carga, ya que la carga nocturna es conveniente por operativa del proceso de reparto y por ser hora valle de demanda de electricidad (la energía eólica tiene una producción nocturna excedentaria).

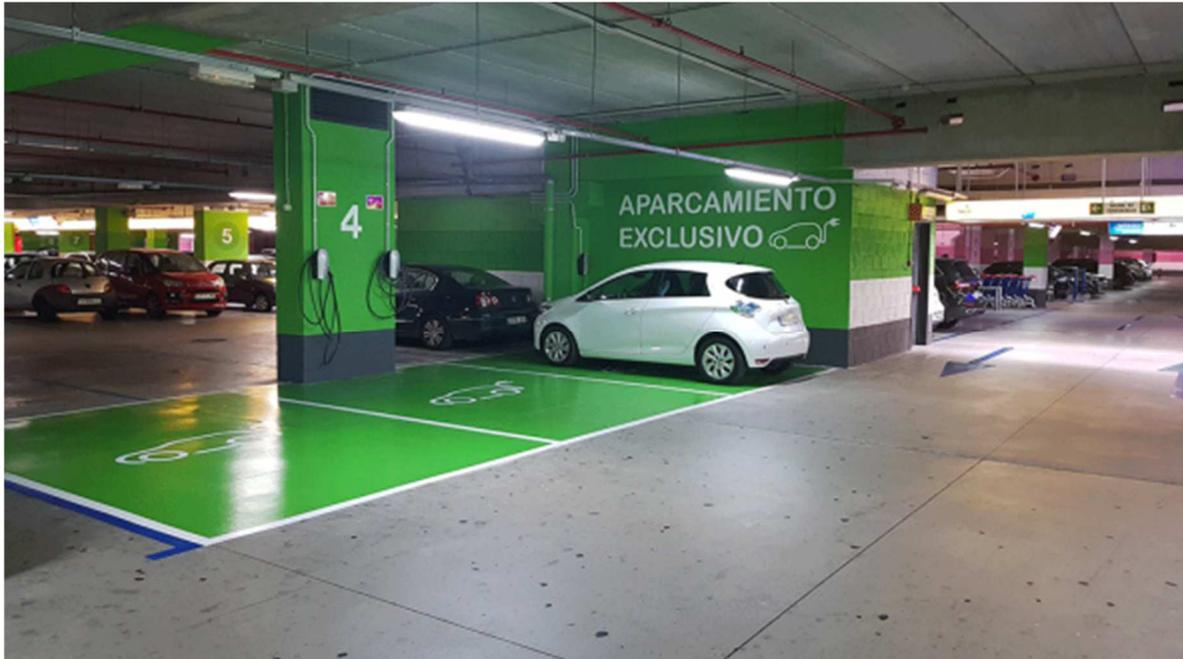


FIGURA 32: *aparcamiento exclusivo para el uso de puntos de recarga de vehículos eléctricos en Denia.*  
Fuente: (Dénia, 2017).

-Por otra parte, cuando la legislación lo permita en un futuro podría permitirse el uso de AGV urbanos en zonas peatonales y para ciertos establecimientos como la red de farmacias, ya que la regulación actual prohíbe la circulación de bicicletas o VMP fuera de la calzada o carriles bici. Las condiciones del terreno de la ciudad (sin pendientes en el centro de Valencia) facilitarían la operación de AGV's.

### 6.2.3 Acciones orientadas a la promoción económica

-Subvención directa para empresas que no hayan podido acogerse al plan MOVES, para hacer accesible la inversión en un vehículo eléctrico especialmente para las empresas de distribución urbana.

-Aumento del impuesto de circulación para vehículos de combustión de altas prestaciones con altos niveles de consumo y emisiones, como medida disuasoria para su adquisición.

-Modificación de la Ordenanza fiscal: como medida compensatoria, bonificación en la cuota del Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica (IVTM) para vehículos eléctricos y la bonificación en la cuota del Impuesto de Actividades Económicas (IAE) para empresas que establezcan un plan de reparto basado en el uso de vehículos eléctricos (pudiendo existir para ello la expedición de un certificado ambiental).

-Inversión nacional en desarrollo de baterías: si bien la implementación del vehículo eléctrico en la DUM de Valencia ha de llevarse a cabo en el ámbito municipal, se menciona aquí la necesidad de emprender acciones de inversión económica por parte del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo<sup>36</sup>. Como se observa en el gráfico siguiente, en 2010 el precio de la batería de Ión-Litio era de 1000 \$/kWh; en 2017 se alcanzan los 300 \$/kWh y en 2026 se prevee alcanzar los 100 \$/kWh. En este punto, el coste de adquisición del vehículo eléctrico será menor que el de combustión (Alcalde, 2017).

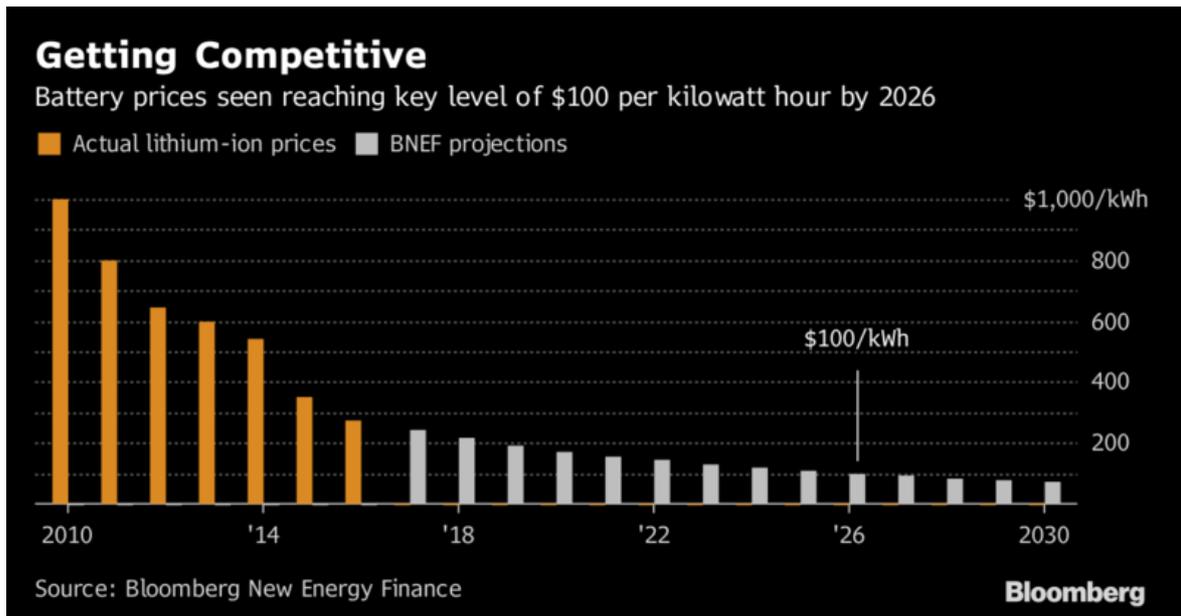


GRÁFICO 9: evolución del precio de las baterías: previsión hasta 2030. Fuente: Bloomberg New Energy Finance.

Pese a la rápida reducción del precio de las baterías, la capacidad de producción de las mismas a nivel mundial es insuficiente para cubrir las expectativas de crecimiento de la industria del vehículo eléctrico. Las reservas de materias primas como el litio o el cobalto son limitadas y su precio está aumentando, por lo que los fabricantes están apostando por alternativas. Las acciones de compañías extractoras de litio entre otros metales, como Stella Chemifa Corp. y Sociedad Química y Minera de Chile SA están creciendo a medida que la demanda de baterías crece (Pérez, 2019).

<sup>36</sup> Siguiendo el ejemplo de Alemania (que ha reservado un fondo de 1.000 millones de euros hasta 2022) para impulsar el desarrollo de celdas de baterías, y de Francia (que invertirá hasta 700 millones de euros hasta 2024) para reducir la dependencia asiática del suministro de baterías. Panasonic Corp. (Japón), BYD Co. (China) y South Korea's LG Chem Ltd. (Corea del Sur) son los principales fabricantes de baterías de ión-litio a nivel mundial.

### 6.3 Fase de Control y Evaluación

Esta fase posterior a la implementación de acciones para el incremento de la electromovilidad en la DUM consta de 2 partes: el control y la evaluación.

- El control implica el desarrollo de un sistema de vigilancia del cumplimiento de las ordenanzas (en cuanto a obligaciones) de las empresas y autónomos que usan el vehículo eléctrico en la DUM, incluyendo las sanciones derivadas del incumplimiento de las mismas.
- Por otra parte, la evaluación establece una serie de indicadores o KPI's<sup>37</sup> que permiten la evaluación periódica del cumplimiento de objetivos convenidos en la estrategia municipal definida en la Fase de planificación, incluyendo aquellos que midan el impacto del vehículo eléctrico sobre la calidad ambiental del entorno urbano. Una correcta evaluación debería incluir (para un área determinada de estudio y en un horizonte temporal determinado), al menos:

-% de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

-Intensidad de uso de los puntos de carga de vehículos eléctricos (nº de cargas diarias y tiempo medio de permanencia en la estación de carga).

-Intensidad de uso de espacios de C/D exclusivos para vehículos eléctricos, en caso de existir.

-Nº de empresas que poseen el certificado ambiental, en caso de existir.

-Nº de matriculaciones de vehículos eléctricos, incluyendo vehículos tipo N1, N2 y motocicletas.

---

<sup>37</sup> Key Performance Indicator: elemento que mide el nivel de rendimiento de un proceso y cuantifica factores clave de una estrategia (Gómez-Zorrilla, 2019).

## 7 CONCLUSIONES

En la actualidad las soluciones eléctricas constituyen una alternativa técnica razonable para canalizar una parte de la demanda de la DUM minimizando sus costes ambientales y de calidad urbana asociados.

El marco de implementación de la electromovilidad en Valencia, tiene que partir de una planificación estratégica municipal en la que se definan los objetivos a alcanzar en un horizonte temporal. Tras una fase de implementación o desarrollo, deberán aportarse los medios necesarios para realizar una fase de control y evaluación de las medidas llevadas a cabo. Las acciones para implementar la electromovilidad en la DUM en Ciutat Vella que se proponen en el presente trabajo, se pueden clasificar en 3 tipos: orientadas a alterar la demanda del vehículo eléctrico, orientadas a la infraestructura y orientadas a la promoción económica.

- Las acciones que actúan sobre la demanda del vehículo eléctrico giran en torno al fomento, por parte del gobierno local, del apoyo de los distintos agentes interesados (stakeholders) y en torno a la regulación del espacio público de forma que se penalice el uso del vehículo de combustión y se compense el uso del vehículo eléctrico de forma gradual.
- Las acciones orientadas a la infraestructura implican una posición activa del Ayuntamiento en la construcción de centros de consolidación que actúen como centros de intercambio modal (diferenciando así la operativa del vehículo de combustión para mayores distancias y la del vehículo eléctrico para entregas de última milla), y en la instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos, especialmente los que facilitan la carga nocturna de flotas de empresas de reparto.
- Las acciones orientadas a la promoción económica penalizarán, progresivamente, el uso de vehículos más contaminantes, y compensarán el uso de vehículos eléctricos a través de ayudas a la adquisición y reducción de impuestos.

Necesariamente las acciones a desarrollar implicarán con frecuencia cambios en las ordenanzas municipales vigentes, en particular las de movilidad, y han de ser coherentes en el contexto de las políticas internacionales, comunitarias, estatales y autonómicas. Debido al actual estado de desarrollo tecnológico del vehículo eléctrico, es necesario destacar la necesidad de que la implementación del vehículo eléctrico en la DUM de Valencia vaya acompañada de un fortalecimiento de las relaciones del consistorio con otros organismos públicos y privados (stakeholders), y de las campañas de información adecuadas destinadas a los gestores de flotas de transporte urbano de mercancías.



Aunque la Distribución Urbana de Mercancías es un proceso llevado a cabo por empresas de transporte, son las Administraciones Públicas los agentes que tienen la capacidad de realizar un efecto demostración a través de sus competencias como las de contratar servicios que realizan la logística urbana inversa, como la limpieza o recogida de residuos.



## 8 REFERENCIAS

- Acierto. (27 de Agosto de 2019). *Comparativa de seguros de coche*. Obtenido de <https://www.acierto.com/comparador.php#R>
- Adam Cooper, K. S. (2018). *Electric Vehicle Sales Forecast and*.
- Agencia Estatal Boletín del Estado . (21 de Julio de 2019). *BOE*. Obtenido de [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-2148](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-2148)
- Agency, V. C. (10 de Agosto de 2019). *Ultra Low Emission Vehicles*. Obtenido de <https://www.vehicle-certification-agency.gov.uk/fcb/ulev.asp>
- Ajuntament de València. (2013). *Plan de movilidad sostenible de la ciudad de valencia*. Valencia.
- Ajuntament de València. (5 de Julio de 2019). *Ajuntament de València*. Obtenido de [http://www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf/fDocMapaImagen?ReadForm&codimg=Barrio01N&nivel=9\\_3&idColumnaApoyo=C12573F6004BC7DFC12572DC00260FAF](http://www.valencia.es/ayuntamiento/estadistica.nsf/fDocMapaImagen?ReadForm&codimg=Barrio01N&nivel=9_3&idColumnaApoyo=C12573F6004BC7DFC12572DC00260FAF)
- Ajuntament de València. (13 de Julio de 2019). *Mapa de ruido*. Obtenido de <https://geoportal.valencia.es/MapaRuido/>
- Ajuntament de València. (2019). *Ordenanza de Movilidad*. Valencia.
- Ajuntament de València. (5 de Julio de 2019). *Servici de mobilitat sostenible*. Obtenido de <http://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/fCategoriaVista?readForm&Vista=vCategoriaDescargas&Categoria=SinCAT&titulo=Descargas&lang=1&nivel=7&expand=9&bdorigen=&idApoyo=>
- Ajuntament de València. (5 de Julio de 2019). *Tráfico*. Obtenido de <https://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/vDocumentosTituloAux/657983810327A0E8C1257F9B0038DE2E?OpenDocument&bdOrigen=ayuntamiento%2Ftrafico.nsf&idapoyo=&lang=1>
- Ajuntament de València: àrea de Govern Interior, Oficina d'Estadística. (2018). *Cens d'Activitats Econòmiques de la Ciutat de València*. Valencia.
- Alcalde, C. M. (2017). *Perspectivas de crecimiento de la movilidad eléctrica*. (pág. 21). Barcelona: IDOM consulting engineering architecture S.A.U.
- Amazon. (7 de Agosto de 2019). *Amazon*. Obtenido de <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>
- Arévalo, D. C. (2017). *Reparto de mercancías a través de drones: estudio y viabilidad*. Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports.
- Arévalo, D. C. (2017). *Reparto de mercancías a través de drones: estudio y viabilidad*. Barcelona.
- Astrid H. Amundsen, I. S. (2018). *Low Emission Zones in Europe: Requirements, enforcement and air quality*. Oslo: Norwegian Centre for Transport Research.



- AVVE. (21 de Julio de 2019). *Ayudas IVACE para las Infraestructuras de Recarga en Comunidad Valenciana*. Obtenido de <http://www.avve.info/ayudas-ivace-para-las-infraestructuras-de-recarga-en-comunidad-valenciana/>
- Ayuntamiento de Madrid. (10 de Agosto de 2019). *Madrid Central. Información General*. Obtenido de <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Madrid-Central-Zona-de-Bajas-Emisiones/Informacion-general/Madrid-Central-Informacion-General/?vgnextfmt=default&vgnextoid=a67cda4581f64610VgnVCM2000001f4a900aRCRD&vgnnextchannel=0>
- Ayuntamiento de Valencia. (13 de 7 de 2019). *Medio ambiente y salud: zonas ZAS*. Obtenido de Fecha de consulta: 13/7/19.
- Binnenstadservice. (11 de Agosto de 2019). *Binnenstadservice*. Obtenido de <http://www.binnenstadservice.nl/over/binnenstadservice/>
- cadena de suministro. (14 de Agosto de 2019). *cadena de suministro*. Obtenido de <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/ecoscooting-ya-ofrece-entregas-inmediatas-con-motos-electricas-en-valencia/>
- Callejo, A. (13 de Agosto de 2019). *forococheelectricos*. Obtenido de <https://forococheelectricos.com/2019/05/nissan-presenta-la-nv250-una-renault-kangoo-relogotipada-que-podria-suponer-el-fin-de-la-e-nv200-fabricada-en-barcelona.html>
- Castelló, C. N. (21 de Julio de 2019). *eldiariocv*. Obtenido de [https://www.eldiario.es/cv/valencia/Brujas-aparcabici-vehiculos-electricos-paralizado\\_0\\_845516006.html](https://www.eldiario.es/cv/valencia/Brujas-aparcabici-vehiculos-electricos-paralizado_0_845516006.html)
- Castells, J. J. (20 de Agosto de 2019). *híbridos eléctricos*. Obtenido de híbridos eléctricos: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/prometedor-futuro-vehiculo-electrico-dentro-flotas-servicios/20190124121722024867.html>
- CdeComunicación. (9 de Agosto de 2019). *Logística*. Obtenido de <https://logistica.cdecomunicacion.es/noticias/proveedores/29768/la-flota-de-reparto-a-domicilio-de-revoolt-ya-tiene-triciclos-electricos>
- Científic, P. (11 de Agosto de 2019). *Noticias*. Obtenido de <https://news.pcuv.es/la-universitat-de-val%C3%A8ncia-utiliza-el-veh%C3%ADculo-el%C3%A9ctrico-para-distribuir-su-correo>
- Clicacoches. (27 de Agosto de 2019). *Clicacoches*. Obtenido de <https://clicacoches.com/noticia/cuanto-dura-bateria-coche-electrico-kilometros-anos-mantenimiento>
- Comisión Europea. (10 de Agosto de 2019). *Movilidad y transportes*. Obtenido de [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/topics/vehicles/vehicle\\_categories\\_es](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/vehicles/vehicle_categories_es)
- confidencial, E. (11 de Agosto de 2019). *El confidencial*. Obtenido de [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2018-01-28/cargar-en-20-minutos-tu-coche-electrico-es-posible-la-solucion-vasca-al-reto-de-la-bateria\\_1511562/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2018-01-28/cargar-en-20-minutos-tu-coche-electrico-es-posible-la-solucion-vasca-al-reto-de-la-bateria_1511562/)



- Consejo de cámaras oficiales de comercio para el observatorio de comercio valenciano. (2008). *La distribución y reparto de mercancías en el comercio minorista de la ciudad de Valencia*. Valencia.
- Consum. (21 de Julio de 2019). *Consum*. Obtenido de cofinanciado por la Generalitat Valenciana a través del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)
- Correos. (21 de Julio de 2019). *Correos*. Obtenido de [https://www.correos.es/ss/Satellite/site/info\\_corporativa-renovacion\\_flotas-rsc\\_medio\\_ambiente/detalle\\_empresa-sidioma=es\\_ES](https://www.correos.es/ss/Satellite/site/info_corporativa-renovacion_flotas-rsc_medio_ambiente/detalle_empresa-sidioma=es_ES)
- Corzo, V. F. (21 de Julio de 2019). *Blog Coyote*. Obtenido de <https://www.mycoyote.es/blog/servicios-navegacion/area-prioridad-residencial/>
- Criado, C. S. (13 de Agosto de 2019). *movilidadelectrica*. Obtenido de <https://movilidadelectrica.com/2018-finaliza-con-record-de-ventas-de-vehiculos-electricos/>
- CTT. (2017). *Sustainability Report*. Lisboa.
- Demographia. (2019). *Demographia world urban areas*. London.
- Dénia. (15 de Noviembre de 2017). Portal de la Marina ya cuenta con cargadores para coches eléctricos en su parking subterráneo. *Dénia*.
- DGT. (10 de Agosto de 2019). *Seguridad vial*. Obtenido de <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/distintivo-ambiental/16tc.shtml>
- dieselgasolina. (26 de Agosto de 2019). *Calculadora online IVTM*. Obtenido de <https://www.dieselgasolina.com/calcular-precio-impuesto-circulacion-ivtm.html>
- Dieselgasolina. (27 de Agosto de 2019). *Precio gasolina y diésel*. Obtenido de <https://www.dieselgasolina.com/>
- Doyoubike. (9 de Agosto de 2019). *Doyoubike*. Obtenido de <https://doyoubike.com/tienda/triciclos-electricos/12348-triciclo-electrico-bkl-box.html#descripcion>
- Ecocar. (7 de Agosto de 2019). *Ecocar*. Obtenido de <https://www.ecocarinfo.com/toyota-presenta-un-nuevo-ecosistema-de-movilidad-autonoma/>
- electricvanandtruck. (13 de Agosto de 2019). *electricvanandtruck*. Obtenido de <http://electricvanandtruck.com/nissan-env200-v-renault-kangoo-ze/>
- Electromaps. (21 de Julio de 2019). *Electromaps*. Obtenido de <https://www.electromaps.com/mapa?qsearch=valencia>
- Elespanol. (27 de Agosto de 2019). *Reportajes*. Obtenido de [https://www.elespanol.com/reportajes/20190804/ahorro-averias-mantenimiento-coche-electrico-dispara-ventas/418708461\\_0.html](https://www.elespanol.com/reportajes/20190804/ahorro-averias-mantenimiento-coche-electrico-dispara-ventas/418708461_0.html)
- Elmundo. (Agosto de Agosto de 2019). *El mundo*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/motor/2017/05/30/592db40322601dc27d8b463e.html>



- Endesa. (26 de Agosto de 2019). *Endesa*. Obtenido de <https://endesavehiculoelectrico.com/ventajas-de-circular-en-un-coche-cero-emisiones/>
- Energía, I. p. (2011). *Guía para la promoción del vehículo eléctrico en las ciudades*. Madrid: IDAE.
- Energía, O. T. (2012). *Mapa Tecnológico Movilidad Eléctrica*. Madrid.
- europapress. (20 de Agosto de 2019). *motor*. Obtenido de <https://www.europapress.es/motor/coches-00640/noticia-rebaja-emisiones-exige-haya-373000-vehiculos-electricos-circulando-espana-2030-20190221185423.html>
- 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*. Valencia.
- Fernández, S. T. (2007). Los centros históricos de las ciudades españolas. *Ería*, 75-88.
- forococheselectricos. (13 de Agosto de 2019). *forococheselectricos*. Obtenido de <https://forococheselectricos.com/2019/04/ventas-de-coches-electricos-en-espana-marzo-2019.html>
- FREVUE. (5 de Agosto de 2019). *WHY FREVUE?* Obtenido de <https://frevue.eu/about-us/why-frevue/>
- FREVUE. (s.f.). *FREVUE Results and Guidance for Electricity Network Operators*.
- Froet. (10 de Agosto de 2019). *Froet*. Obtenido de <https://www.froet.es/londres-implantara-en-2019-una-zona-de-ultra-bajas-emisiones-ulez/>
- Fundación ValenciaPort. (21 de Julio de 2019). *Noticias ValenciaPort*. Obtenido de <http://www.fundacion.valenciaport.com/Schedule-news/News/Arranca-en-Valencia-la-prueba-piloto-de-reparto-de.aspx>
- Galiana, J. M. (24 de Julio de 2019). *Problemática de la distribución urbana. La logística de la última milla*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/119394-Problematica-de-la-distribucion-urbana-La-logistica-de-la-ultima-milla.html>
- Generalitat Valenciana. (5 de Julio de 2019). *Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica*. Obtenido de <http://www.cma.gva.es/cidam/emedio/atmosfera/jsp/historicos.jsp>
- Generalitat Valenciana. (21 de Julio de 2019). *Plan Renove IVACE*. Obtenido de <http://www.aven.gva.es/es/10-plan-moves>
- Gómez-Zorrilla, J. M. (8 de Septiembre de 2019). *La cultura del marketing*. Obtenido de <https://laculturadelmarketing.com/que-es-un-kpi-en-marketing/>
- González, G. A. (6 de Agosto de 2019). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/vehiculo-autonomo.php>
- Gutiérrez, D. (10 de Agosto de 2019). *hibridosyelectricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/curiosidades/significado-siglas-coches-electricos/20190712192309029022.html>

- Habitissimo. (11 de Agosto de 2019). *Habitissimo*. Obtenido de <https://www.habitissimo.es/presupuestos/instalar-punto-de-recarga-para-coche-electrico#1>
- Hernández, S. T. (2018). *Estudio de las emisiones de contaminantes debidas al tráfico en túneles carreteros*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Hiveminer. (11 de Agosto de 2019). *Hiveminer*. Obtenido de <https://hiveminer.com/Tags/ctt/Timeline>
- Ibáñez. (6 de Agosto de 2019). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/automovil/de-0-a-5-cuales-son-los-diferentes-niveles-de-conduccion-autonoma>
- Ibáñez. (27 de Agosto de 2019). *Xataka*. Obtenido de [xataka.com/automovil/son-caros-los-coches-electricos-el-coste-oculto-en-el-coche-coche-electrico-contra-tradicional](https://www.xataka.com/automovil/son-caros-los-coches-electricos-el-coste-oculto-en-el-coche-coche-electrico-contra-tradicional)
- Letón, A. (15 de Junio de 2019). *La complejidad de la Distribución Urbana de Mercancías*. Obtenido de <https://ecomovilidad.net/global/la-complejidad-la-distribucion-urbana-mercancias/>
- Logistec. (15 de Junio de 2019). *Distribución urbana de mercancías. Problemáticas y estrategias*. Obtenido de <http://www.revistalogistec.com/index.php/scm/distribucion/item/1879-distribucion-urbana-de-mercancias-problematicas-y-estrategias>
- López, M. (31 de Agosto de 2019). *Xataka*. Obtenido de [xataka.com/entrevistas/nivel-5-conduccion-autonoma-no-sera-posible-a-nivel-tecnico-2024-2025-javier-gonzalez-presidente-bosch-espana-portugal](https://www.xataka.com/entrevistas/nivel-5-conduccion-autonoma-no-sera-posible-a-nivel-tecnico-2024-2025-javier-gonzalez-presidente-bosch-espana-portugal)
- LugEnerGy. (21 de Julio de 2019). *Recarga y carga coche eléctrico*. Obtenido de <https://www.lugenergy.com/giuseppe-grezzi-valencia-puntos-recarga-vehiculos-electricos/>
- Madrid, e. p. (10 de Agosto de 2019). *es por Madrid*. Obtenido de <https://www.espormadrid.es/2014/03/distribucion-de-mercancias-con.html>
- Mecánica, A. a. (14 de Julio de 2019). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm>
- Mercedes Benz. (5 de Agosto de 2019). *Vision URBANETIC - The mobility of the future*. Obtenido de <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/vehicles/transporter/vision-urbanetic-the-mobility-of-the-future/>
- Noya, C. (31 de Agosto de 2019). *forococheselectricos*. Obtenido de <https://forococheselectricos.com/2018/02/precios-de-la-nueva-nissan-e-nv200-evalia-de-40-kwh.html>
- onTRUCK. (13 de Julio de 2019). *onTRUCK*. Obtenido de <https://www.ontruck.com/es/blog/ventajas-y-desventajas-del-transporte-por-carretera/>

- Ortega, E. (13 de Agosto de 2019). *businessinsider*. Obtenido de <https://www.businessinsider.es/silence-s02-como-motocicleta-electrica-ventas-espana-456179>
- Parclick. (10 de Agosto de 2019). *Parclick*. Obtenido de <https://parclick.es/eventos/restricciones-traffic-contaminacion-madrid/>
- Parlamento Europeo. (21 de Julio de 2019). *El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)*. Obtenido de <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/95/el-fondo-europeo-de-desarrollo-regional-feder->
- Pascual, C. (10 de Agosto de 2019). *Calidad Pascual*. Obtenido de <https://www.calidadpascual.com/lo-que-contamos/calidad-pascual-reduce-en-el-primer-semester-del-ano-casi-un-30-sus-emisiones-de-co2-en-castilla-y-leon>
- Pérez, E. (8 de Septiembre de 2019). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/automovil/futuro-coches-electricos-se-juega-proximos-tres-anos-baterias-problema-clave>
- Piaggio. (20 de Agosto de 2019). *Piaggio*. Obtenido de <https://www.vitomotorsport.com/blog/piaggio-liberty-en-madrid/>
- Powerenergetic. (11 de Agosto de 2019). *Powerenergetic*. Obtenido de <http://www.powerenergetic.com/es/productos-cargador>
- Renault. (20 de Agosto de 2019). *Renault*. Obtenido de <https://www.renault.es/consumo-emisiones.html>
- renovables, E. (9 de Agosto de 2019). *Movilidad*. Obtenido de <https://www.energias-renovables.com/movilidad-1/los-triciclos-electricos-de-revoolt-quieren-revolucionar-20190806>
- RODE. (10 de Agosto de 2019). *Plan MOVES*. Obtenido de <https://www.rodes.com/info/ayuda-compra-coches/plan-moves/>
- Sánchez-Rojo, A. (27 de Agosto de 2019). *Autofacil*. Obtenido de <https://www.autofacil.es/usuario/2017/01/30/cuesta-kilometro-mantener-coche-propiedad/36832.html>
- Shipping, W. (11 de Agosto de 2019). *World Shipping*. Obtenido de <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports>
- Silence. (13 de Agosto de 2019). *FAQ Silence*. Obtenido de <https://www.silence.eco/soporte/>
- smallvehicleresource. (13 de Agosto de 2019). *smallvehicleresource*. Obtenido de <https://www.smallvehicleresource.com/blog/2009/03/09/more-smith-electric-news/>
- solocamió. (7 de Agosto de 2019). *solocamió*. Obtenido de <https://solocamion.es/el-ez-pro-la-solucion-de-renault-para-la-distribucion-urbana-del-futuro/>
- solomoto. (13 de Agosto de 2019). *solomoto*. Obtenido de <https://solomoto.es/silence-s02-electrico-mas-vendido/>



- suministro, c. d. (14 de Agosto de 2019). *cadena de suministro*. Obtenido de <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/correos-renueva-su-flota-de-furgonetas-y-motocicletas/>
- suministro, C. d. (9 de Agosto de 2019). *Logística*. Obtenido de <http://www.cadenadesuministro.es/noticias/carrefour-incorpora-triciclos-electricos-para-el-reparto-urbano/>
- Tarifaluzhora. (27 de Agosto de 2019). *Precio de la luz por horas*. Obtenido de [https://tarifaluzhora.es/?tarifa=coche\\_electrico&fecha=2019-08-27](https://tarifaluzhora.es/?tarifa=coche_electrico&fecha=2019-08-27)
- Toledo, C. (21 de Julio de 2019). *El Mundo*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/2018/11/15/5bec67d122601dea628b4600.html>
- Toyota. (7 de Agosto de 2019). *Sala de prensa*. Obtenido de <https://prensa.toyota.es/toyota-lanza-un-nuevo-ecosistema-de-movilidad-y-el-prototipo-e-palette-en-ces-2018/>
- Universidad Camilo José Cela. (7 de Agosto de 2019). *Blog de CC de Transporte y Logística*. Obtenido de <https://blogs.ucjc.edu/cc-transporte-logistica/2017/04/vehiculos-autonomos-guiados-en-la-ultima-milla/>
- Universitat de València. (21 de Julio de 2019). *Universitat de València*. Obtenido de <https://www.uv.es/uvweb/evomobile/es/proyecto/presentacion/resultados-esperados-1285914989417.html>
- Urbanaccessregulation. (11 de Agosto de 2019). *Urbanaccessregulation*. Obtenido de <https://es.urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/netherlands-mainmenu-88/rotterdam>
- Valenciasecreta. (7 de Septiembre de 2019). *Valencia secreta*. Obtenido de Valencia secreta <https://valenciasecreta.com/la-nueva-plaza-del-ayuntamiento-sin-coches-peatonal-y-verde/>
- Viso, E. (6 de Agosto de 2019). *iAhorro*. Obtenido de [https://www.iahorro.com/ahorro/noticias/ventajas\\_y\\_desventajas\\_de\\_los\\_vehiculos\\_autonomos.html](https://www.iahorro.com/ahorro/noticias/ventajas_y_desventajas_de_los_vehiculos_autonomos.html)
- Zubialde, C. (18 de Junio de 2019). *La distribución urbana en el transporte: ¿Problemática sin solución?* Obtenido de <https://informacionlogistica.com/la-distribucion-urbana-en-el-transporte-problematica-sin-solucion/>



## ANEXOS

## Anexo I: Observatorio de Costes de Transporte de Mercancías por Carretera (Enero 2019)

- Furgoneta

Costes a 31 de enero de 2019

	COSTES ANUALES	
	Euros (€)	Distribución (%)
<b>Costes totales</b>	<b>48.848,25</b>	<b>100,0%</b>
<b>Costes directos</b>	<b>45.866,90</b>	<b>93,9%</b>
<b>Costes por tiempo</b>	<b>33.564,19</b>	<b>68,7%</b>
Amortización del vehículo	2.154,74	4,4%
Financiación del vehículo	317,79	0,7%
Personal de conducción	26.971,81	55,2%
Seguros	3.665,95	7,5%
Costes fiscales	453,90	0,9%
<b>Costes kilométricos</b>	<b>12.302,71</b>	<b>25,2%</b>
Combustible	5.229,65	10,7%
Consumo de disolución de urea	230,94	0,5%
Neumáticos	545,37	1,1%
Mantenimiento	434,70	0,9%
Reparaciones	772,75	1,6%
Dietas	5.089,30	10,4%
Peajes	0,00	0,0%
<b>Costes indirectos</b>	<b>2.981,35</b>	<b>6,1%</b>

COSTES UNITARIOS	TOTAL	EN CARGA
kilometraje anual (km / año)	50.000	37.500
Horas anuales (h / año)	1.800	1.350
<b>Costes unitarios</b>	<b>Costes totales</b>	<b>Costes en carga</b>
1. Costes por kilómetro: Costes totales / km (€/km)	0,9770	1,3026
2. Costes por hora: Costes totales / horas (€/hora)	27,14	36,18
3. Costes por kilómetro y hora. Suma de:		
Costes kilométricos / kilómetros (€/km)	0,2461	0,3281
Costes temporales e indirectos / horas (€/hora)	20,30	27,07

- Vehículo rígido de 2 ejes de distribución

Costes a 31 de enero de 2019

	COSTES ANUALES	
	Euros (€)	Distribución (%)
<b>Costes totales</b>	<b>65.533,10</b>	<b>100,0%</b>
<b>Costes directos</b>	<b>61.533,43</b>	<b>93,9%</b>
<b>Costes por tiempo</b>	<b>38.506,18</b>	<b>58,8%</b>
Amortización del vehículo	3.730,45	5,7%
Financiación del vehículo	529,11	0,8%
Personal de conducción	29.968,68	45,7%
Seguros	3.620,88	5,5%
Costes fiscales	657,06	1,0%
<b>Costes kilométricos</b>	<b>23.027,25</b>	<b>35,1%</b>
Combustible	11.444,70	17,5%
Consumo de disolución de urea	534,17	0,8%
Neumáticos	2.147,36	3,3%
Mantenimiento	760,69	1,2%
Reparaciones	1.267,84	1,9%
Dietas	6.220,82	9,5%
Peajes	651,67	1,0%
<b>Costes indirectos</b>	<b>3.999,67</b>	<b>6,1%</b>

COSTES UNITARIOS	TOTAL	EN CARGA
kilometraje anual (km / año)	70.000	52.500
Horas anuales (h / año)	1.800	1.350
<b>Costes unitarios</b>	<b>Costes totales</b>	<b>Costes en carga</b>
1. Costes por kilómetro: Costes totales / km (€/km)	0,9362	1,2482
2. Costes por hora: Costes totales / horas (€/hora)	36,41	48,54
3. Costes por kilómetro y hora. Suma de:		
Costes kilométricos / kilómetros (€/km)	0,3290	0,4386
Costes temporales e indirectos / horas (€/hora)	23,61	31,49

- Vehículo frigorífico de 2 ejes

Costes a 31 de enero de 2019

	COSTES ANUALES	
	Euros (€)	Distribución (%)
<b>Costes totales</b>	<b>82.907,69</b>	<b>100,0%</b>
<b>Costes directos</b>	<b>77.847,60</b>	<b>93,9%</b>
<b>Costes por tiempo</b>	<b>45.286,32</b>	<b>54,6%</b>
Amortización del vehículo	8.604,54	10,4%
Financiación del vehículo	1.190,93	1,4%
Personal de conducción	29.968,68	36,1%
Seguros	4.797,61	5,8%
Costes fiscales	724,56	0,9%
<b>Costes kilométricos</b>	<b>32.561,28</b>	<b>39,3%</b>
Combustible	18.854,19	22,7%
Consumo de disolución de urea	702,85	0,8%
Neumáticos	2.002,53	2,4%
Mantenimiento	1.690,36	2,0%
Reparaciones	2.113,02	2,5%
Dietas	6.220,82	7,5%
Peajes	977,51	1,2%
<b>Costes indirectos</b>	<b>5.060,09</b>	<b>6,1%</b>

COSTES UNITARIOS	TOTAL	EN CARGA
kilometraje anual (km / año)	70.000	52.500
Horas anuales (h / año)	1.800	1.350
<b>Costes unitarios</b>	<b>Costes totales</b>	<b>Costes en carga</b>
1. Costes por kilómetro: Costes totales / km (€/km)	1,1844	1,5792
2. Costes por hora: Costes totales / horas (€/hora)	46,06	61,41
3. Costes por kilómetro y hora. Suma de:		
Costes kilométricos / kilómetros (€/km)	0,4652	0,6202
Costes temporales e indirectos / horas (€/hora)	27,97	37,29

## Anexo II: Tipos de Vehículo Eléctrico

Se resumen aquí las variantes existentes en el mercado (y en consenso entre los distintos fabricantes) de vehículos que usan algún tipo de propulsión eléctrica (Gutiérrez, 2019):

- HEV (*Hybrid Electric Vehicle*): vehículo híbrido eléctrico. La batería se carga circulando con el motor térmico y con frenada regenerativa. En general la autonomía en modo eléctrico es escasa. Ejemplos: Toyota Prius, Toyota CH-R.
- PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*): vehículo eléctrico híbrido enchufable. Tienen uno o varios motores eléctricos y baterías de mayor capacidad que se recargan enchufando el coche a la red eléctrica. Mayor autonomía en modo eléctrico (50 - 60 km). En aceleraciones fuertes, el motor eléctrico (o motores) se combina con el térmico para ofrecer las máximas prestaciones. Ejemplos: Mitsubishi Outlander PHEV, Hyundai IONIQ PHEV, DS7 Crossback E-Tense.

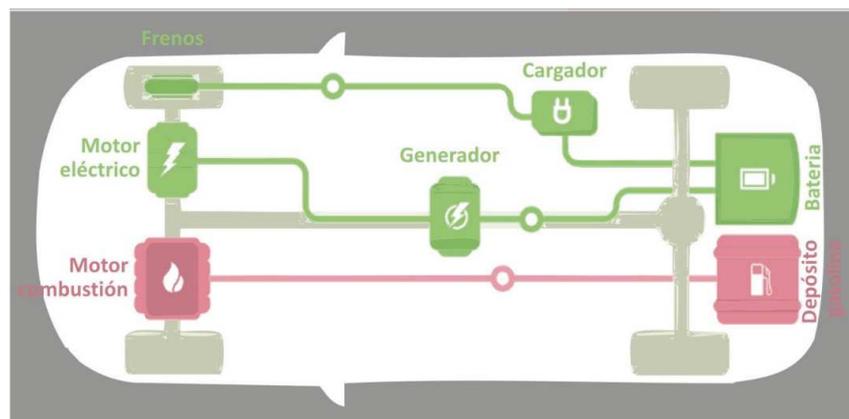


FIGURA 33: esquema del vehículo eléctrico híbrido enchufable. Fuente: (Energía I. p., 2011).

- BEV ó EV (*Battery Electric Vehicle*): vehículo eléctrico de batería. Cuentan con uno o varios motores eléctricos y se alimentan exclusivamente de la energía almacenada en las baterías (carecen de motor de combustión). Ejemplos: Renault ZOE, Nissan Leaf, KIA Soul EV, Tesla model 3.

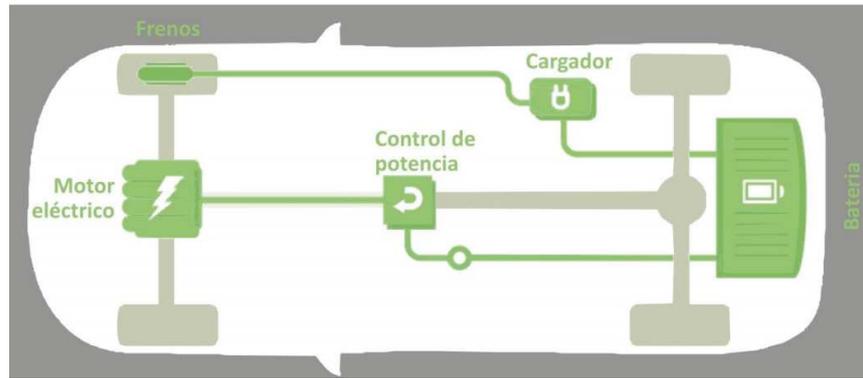


FIGURA 34: esquema del vehículo eléctrico de batería. Fuente: (Energía I. p., 2011).

- FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicle*): vehículo de pila de combustible. Usa el hidrógeno como fuente de energía, que actúa como carburante en una reacción química en la que el hidrógeno se oxida y cede electrones, que son la corriente eléctrica que circula a través de la pila de combustible que posteriormente alimenta el motor eléctrico (o motores). Emite como único gas por el tubo de escape vapor de agua. Ejemplos: Toyota Mirai, Hyundai Nexa.
- MHEV (*Mild-hybrid Electric Vehicle*): vehículo microhíbrido eléctrico. Equipa un sistema de 48 voltios, un pequeño sistema híbrido que aporta un extra de potencia y par en determinadas circunstancias y alimenta algunos elementos auxiliares. Ejemplo: Ford Puma.
- EREV ó REEV (*Extended Range Electric Vehicle*): vehículo eléctrico de autonomía extendida. Son los menos frecuentes en el mercado. Tienen batería, motor eléctrico y motor de combustión, pero este último no mueve directamente el coche sino que alimenta las baterías. Ejemplo: BMW i3 REX.

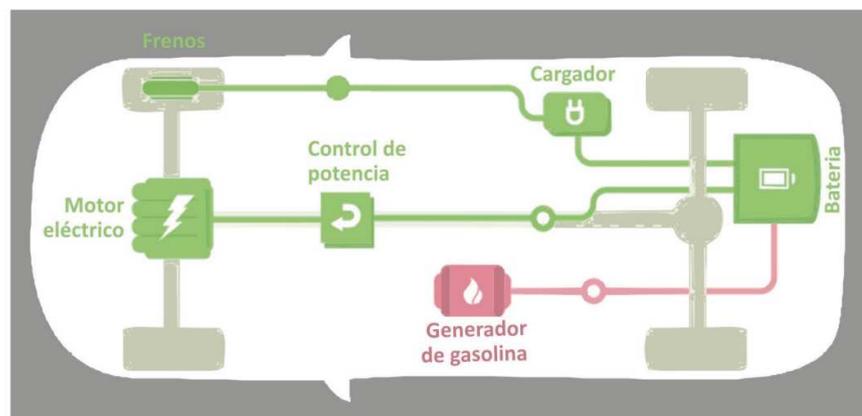


FIGURA 35: esquema del vehículo eléctrico de autonomía extendida. Fuente: (Energía I. p., 2011).

### Anexo III: Distintivos Ambientales

Son categorías otorgadas a los vehículos en función de su impacto medioambiental, con origen en el Plan nacional de calidad del aire y protección de la atmósfera 2013-2016 (Plan Aire) en el que se afirma que tanto las partículas como el NO<sub>2</sub> tienen en el tráfico rodado la principal fuente de emisión en las grandes ciudades. Se establecen 4 distintivos:

TABLA 25: requisitos que han de cumplir los vehículos para poseer etiqueta ambiental. Fuente: elaboración propia a partir de (DGT, 2019).

Distintivo	Adhesivo	Vehículos
Etiqueta Ambiental 0 Azul		BEV, REEV, PHEV <sup>38</sup> o vehículos de pila de combustible.
Etiqueta Ambiental Eco		-Turismos y comerciales ligeros, PHEV, HEV, propulsados por gas natural, GNC, GLP. Vehículos gasolina: EURO 4/IV, 5/V o 6/VI. Diésel: EURO 6/VI.  -Vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías, PHEV, HEV, GNC, GNL, GLP. Vehículos gasolina y diésel: EURO 6/VI.  -Vehículos ligeros de categoría L <sup>39</sup> : PHEV, HEV.
Etiqueta Ambiental C Verde		-Turismos y comerciales ligeros gasolina EURO 4/IV, 5/V o 6/VI o diésel EURO 6/VI.  -Vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías gasolina y diésel EURO 6/VI.  -Vehículos ligeros de categoría L Euro III/3 o Euro IV/4.
Etiqueta Ambiental B Amarilla		-Turismos y comerciales ligeros gasolina EURO 3/III o diésel EURO 4/IV o 5/V.  -Vehículos de más de 8 plazas y transporte de mercancías gasolina y diésel Euro IV/4 o V/5.  -Vehículos ligeros de categoría L Euro II/2.

<sup>38</sup> Con autonomía mínima de 40 kilómetros.

<sup>39</sup> En esta categoría se incluyen los ciclomotores y las motocicletas, así como los vehículos todo terreno (quads) y otros vehículos de poca cilindrada de tres o cuatro ruedas. Fuente: (Comisión Europea, 2019).



Los distintivos tienen el objetivo de discriminar positivamente a los vehículos más respetuosos con el medio ambiente y ser un instrumento eficaz al servicio de las políticas municipales, tanto restrictivas de tráfico en episodios de alta contaminación, como de promoción de nuevas tecnologías a través de beneficios fiscales o relativos a la movilidad y el medio ambiente. La colocación del distintivo es voluntaria aunque recomendable. La adquisición y compra de los distintivos ambientales puede realizarse a través de: Oficinas de Correos, talleres de la Confederación Española de talleres (CETRAA) y otros talleres autorizados, Gestores Administrativos, el Instituto de Estudios de Automoción (IDEAUTO) y para el caso de flotas, a través de la asociación Ganvam.

El distintivo consta de los siguientes elementos:

- Nivel de emisiones EURO del vehículo.
- Código QR que codifica el año de matriculación, marca y modelo, combustible, categoría y autonomía eléctrica, nivel de emisiones EURO y potencia fiscal.
- Número de etiqueta y código de barras.
- Número de matrícula y tipo de fuente de energía empleada: gasolina, gasoil, GLP, GNC, GNL, PHEV, HEV.
- Logo DGT.

## Anexo IV: Tipos de Recarga

Actualmente existen básicamente los siguientes tipos de carga de vehículos eléctricos (Energía, 2012). A modo de resumen, el tipo 1 (enchufe clásico) se usa para pequeños VMP y motocicletas, el tipo 2 (carga lenta) es el usado habitualmente en garajes particulares si bien está siendo reemplazado progresivamente por el tipo 3 (carga semi-rápida). El tipo 4 (carga rápida) no está indicado para su uso particular sino sólo en la vía pública.

- Tipo 1: es aquel modo de carga de un vehículo eléctrico en una toma no destinada exclusivamente a la carga del mismo (en un enchufe clásico doméstico). Normalmente se cargan así pequeños vehículos como motos o bicis eléctricas. Carece de sistema de seguridad.
- Carga lenta o tipo 2: es la más estandarizada y todos los fabricantes de vehículos eléctricos la aceptan. Se suele realizar con corriente alterna monofásica a una tensión de 230 V y una intensidad de hasta 16 A y 3,6 kW de potencia máxima. El tiempo necesario para una recarga completa de la batería (tipo 24 kWh) ronda entre las 6 y 8 h. Es apto para garajes privados, ya que se corresponde con la misma tensión e intensidad de la red doméstica. El conector usado habitualmente para la recarga tipo 2 en Europa es Mennekes.
- Carga semi-rápida o modo 3: sólo la aceptan algunos vehículos, aunque es previsible que próximamente sea un tipo de recarga bastante común (párquings públicos, centros comerciales). Habitualmente se usa en PHEV de alta autonomía o BEV. La carga se realiza con corriente alterna monofásica (8-14 kW ) o trifásica (22 a 43 kW), con una tensión de 400 V y una intensidad de 16 a 32 A. En este caso, el tiempo de recarga se reduce a 3 ó 4 h. El conector estándar más usado para la recarga es Wallbox (mural de carga) o Scame. El modo 3 es más seguro, fiable y mucho más rápido.
- Carga rápida o tipo 4: concebida a más largo plazo por sus mayores complicaciones. Algunos fabricantes ya la admiten. Consiste en alimentar al vehículo con corriente continua (a diferencia de los modos anteriores, que se realizan en corriente alterna) a 400 V y hasta 400 A. El tiempo de recarga al 70 % se reduce a unos 15 - 30 minutos. El conector estándar más usado para la recarga es CHAdeMO. Su uso está indicado para cargas puntuales y en viajes largos, no siendo recomendable su instalación en garajes. Los cargadores AZCARGA, en el País Vasco, cargan el 80 % de la batería en 20-30 minutos.

En Norteamérica y Alemania se promueve el conector único combinado o CCS como solución estándar que admite recarga tanto lenta como rápida.



FIGURA 36: resumen de conectores habituales desde el tipo 1 hasta el tipo 4. Fuente: (Powerenergetic, 2019).



FIGURA 37: estación de carga ultrarápida en Bilbao, operado por IBIL e Iberdrola, los 2 principales gestores de carga a nivel nacional. Fuente: (confidencial, 2019).