



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

**ICAI**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**PREDICCIÓN Y ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL  
MERCADO DEL AUTOBÚS EN EUROPA OCCIDENTAL**

**Autor : Pablo García Cogollo**

**Director : Agata Standa**

**Madrid**

**Agosto de 2020**



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
**PREDICCIÓN Y ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL MERCADO DEL AUTOBÚS  
EN EUROPA OCCIDENTAL**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2019/2020 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de  
otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Pablo García Cogollo

Fecha: 26/08/2020



Autorizada la entrega del proyecto

**EL DIRECTOR DEL PROYECTO**

Fdo.: Agata Standa

Fecha: 26/ 08/ 2020







**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

**ICAI**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**PREDICCIÓN Y ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL  
MERCADO DEL AUTOBÚS EN EUROPA OCCIDENTAL**

Autor : Pablo García Cogollo

Director : Agata Standa

Madrid

Agosto de 2020



## Resumen

En primer lugar, se trata de mostrar una imagen del mercado del autobús mediante la explicación de las diferentes tecnologías de propulsión existentes, las tendencias en innovación observadas en el mercado global y las posibles consecuencias que puede tener la pandemia Covid-19 en dicha industria para después proceder a realizar un análisis en las ventas del mercado europeo de autobuses urbanos y observar cuales han sido las ventas en los últimos 7 años en cuanto a tipos de autobuses según el tipo de propulsión empleada (Hidrógeno, Eléctricos con batería, Híbridos, CNG y Diesel). El análisis se centra en Europa Occidental donde el volumen de ventas es mayor y el registro es más detallado por lo que entraña menor dificultad conocer el número de autobuses registrados según el tipo de combustible.

Tras observar el comportamiento de dicho mercado y teniendo en cuenta los posibles factores que pueden influenciar el futuro de la movilidad urbana entre los que se encuentran la Directiva 2019-1162 de la Unión Europea y la normativa de emisiones EURO 7, se procede a la estimación de las ventas en el mercado de Europa Occidental de 2020 a 2025 con el objetivo de conocer cómo va a evolucionar el mercado en el próximo lustro mediante la formulación de cuatro escenarios de ventas por tipo de vehículo, en los cuales se recogen predicciones favorables y pesimistas hacia la electrificación con y sin afectación a causa de la pandemia.

Posteriormente, se procede a cuantificar el atractivo del mercado con el objetivo de desarrollar una estrategia para cada tipo de autobús. Se realiza un análisis interno analizando la cadena de valor de las empresas europeas para obtener una imagen del funcionamiento de dichas organizaciones, se realiza un análisis externo mediante herramientas como las 5 Fuerzas de Porter y el análisis PEST para conocer el entorno competitivo del mercado y por último se analiza cada tipo de autobús mediante la matriz de *BCG*, el Reloj Estratégico de *Bowman* y la matriz de *Mckinsey* para desarrollar la estrategia más adecuada con cada vehículo que ayude a los fabricantes Europeos a ser competitivos destinando los recursos de la mejor manera posible y por tanto se asegurándose las ventas futuras gracias a las ventajas competitivas desarrolladas.

Por último, se formula una guía de buenas prácticas para orientar a los principales fabricantes europeos de tamaño medio-grande hacia la electrificación mediante acciones que fomenten una reacción proactiva a los cambios, basando dichas recomendaciones en las predicciones realizadas anteriormente de la evolución del mercado y suponiendo que todos ellos han comenzado el proceso hacia la propulsión alternativa al Diesel de sus vehículos que les permita subsistir en un periodo de fuertes cambios e incertidumbre.

## Abstract

Firstly, the aim of this final work is to present an overview of the bus market by explaining the existing propulsion technologies, the innovation trends observed in the global market and the possible consequences that the Covid-19 pandemic may have on this industry, in order to perform an analysis of the bus sales in the European market over the last 7 years, considering the use of different types of buses by propulsion (Hydrogen, Battery Electric, Hybrids, CNG and Diesel). The scope of analysis is Western Europe, where the volume of sales is higher, the registrations are more detailed and it is easier to know the number of buses registered according to the type of fuel.

After observing this market behavior, it will become easier to discuss the possible factors that may influence the future of urban mobility, such as the European Union's Directive 2019-1162 and the EURO 7 emissions regulation. Subsequently, an estimate of sales will be conducted within the Western European market from 2020 to 2025, in order to foresee how the market will evolve over the next five years. Thus, four scenarios of sales will be predicted considering the different types of vehicles, including both favorable and pessimistic predictions for electrification as the possible effects of the pandemic are regarded or disregarded.

Subsequently, market value is quantified in order to develop a strategy for each type of bus. An internal analysis is then carried out by analyzing the value chain of European companies to best obtain a general overview of their efficiency. Conversely, an external analysis is carried out through the use of tools, such as Porter's 5 Forces and the PEST analysis, to examine the competitive environment of the market. Lastly, each type of bus is analyzed using the *BCG* matrix, the *Bowman's Strategic Clock* and the *McKinsey's* matrix, with the aim of providing European manufacturers with strategies to become competitive with these vehicles, by best allocating their resources and, therefore, by aiming to ensure future sales thanks to the development of competitive strategies.

Finally, a guide of good practices is formulated to provide assistance towards electrification to medium and large European manufacturers by means of promoting actions that encourage a proactive reaction to change, basing these recommendations on the previous predictions of market evolution and assuming manufacturers have started the process towards alternative propulsion to Diesel for their vehicles to ensure survival in a period of deep change and uncertainty.

## Índice de contenidos

1. Planteamiento del proyecto.....	7
1.1. Introducción .....	7
1.2. Estado de la cuestión .....	10
1.3. Motivación.....	12
1.4. Objetivos del proyecto .....	13
1.5. Metodología del trabajo .....	14
1.6. Recursos a emplear .....	15
2. Estado del arte .....	16
2.1. Historia del transporte público urbano.....	16
2.2. Segmentación actual del mercado.....	19
2.2.1. Según la aplicación .....	19
2.2.2. Según la longitud .....	19
2.2.3. Según el nivel de emisiones.....	20
2.3. Profundización en los autobuses eléctricos.....	22
2.3.1. Híbrido .....	23
2.3.2. Hidrógeno .....	24
2.3.3. Batería.....	25
2.4. Actualidad del parque europeo de autobuses urbanos.....	27
2.5. Tendencias tecnológicas .....	29
2.5.1. Electrificación .....	29
2.5.2. Conducción autónoma .....	31
2.6. Venta a través de licitaciones.....	33
2.7. Panorama competitivo.....	34
2.8. El mercado global del autobús.....	37
2.8.1. Principales mercados.....	37
2.8.2. Predicción de ingresos de los principales mercados .....	38
2.8.3. Posibles consecuencias del Covid-19 .....	40
3. Análisis del Mercado .....	42
3.1. Objetivo y Suposiciones .....	42
3.2. Resultados .....	44
3.3. Valoraciones.....	45

4. Modelos de predicción.....	49
4.1. Objetivo y suposiciones.....	49
4.2. Escenario 1 .....	53
4.2.1. Definición.....	53
4.2.2. Predicción y valoraciones .....	53
4.3. Escenario 2 .....	56
4.3.1. Definición.....	56
4.3.2. Predicción y valoraciones .....	56
4.4. Escenario 1-a .....	59
4.4.1. Definición.....	59
4.4.2. Predicción y valoraciones .....	59
4.5. Escenario 2-a .....	62
4.5.1. Definición.....	62
4.5.2. Predicción y valoraciones .....	62
5. Evaluación del atractivo del mercado.....	65
5.1. Objetivos .....	65
5.2. Análisis de factores externos .....	66
5.2.1. Las 5 fuerzas de Porter .....	66
5.2.2. Análisis PESTEL.....	68
5.3. Análisis de factores internos .....	71
5.3.1. Cadena de valor .....	71
5.4. Análisis del autobús.....	74
5.4.1. Matriz de <i>BCG</i> .....	74
5.4.2. Reloj estratégico de <i>Bowman</i> .....	77
5.4.3. Matriz de <i>Mckinsey</i> .....	79
5.4.4. Estrategia para cada tipo de autobús.....	82
6. Guía de buenas prácticas y recomendaciones.....	85
6.1. Definición y propósito de las áreas de recomendación.....	85
6.2. Profundización en las áreas recomendadas.....	86
6.2.1. Esfuerzos en innovación .....	86
6.2.2. Reducción del Working Capital.....	86
6.2.3. Segundo uso de las baterías .....	88
6.2.4. Garantías.....	89

6.2.5. Reducción de la huella de carbono en la fabricación .....	90
6.2.6. Plan de ventas por países según la demanda.....	92
7. Conclusiones .....	94
8. Anexo: Alineación del proyecto con los ODS .....	96
9. Referencias bibliográficas .....	98

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ómnibus atraviesa Cibeles (Madrid, 1843).....	16
Ilustración 2: Primer autobús propulsado por gasolina .....	17
Ilustración 3: Autobús Eléctrico actual del fabricante MAN.....	18
Ilustración 4: Recarga de un autobús eléctrico mediante pantógrafo .....	25
Ilustración 5: Total de autocares y autobuses ( >3,5 t ) en uso en los principales mercados europeos durante 2018. ....	28
Ilustración 6: Cálculo del TCO según T&E. Eléctricos con batería vs Diesel .....	30
Ilustración 7: Cuota de mercado de los fabricantes de autobuses Eléctricos (Europa Occidental 2019) .....	35
Ilustración 8: Mapa de los mercados principales .....	37
Ilustración 9: Participación en los ingresos de los principales mercados en 2019.....	39
Ilustración 10: Países incluidos en el análisis.....	42
Ilustración 11: Comparación de la cuota de mercado de las distintas tecnologías entre 2012 y 2019. ....	45
Ilustración 12: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre 2012 y 2019. ....	46
Ilustración 13: Cifras y evolución desglosada de las distintas tecnologías entre 2012 y 2019. ...	48
Ilustración 14: Estimación normal de las cuotas de mercado para cada tecnología en 2025 .....	50
Ilustración 15: Estimación tras grave crisis post Covid-19 de las cuotas de mercado para cada tecnología en 2025.....	51
Ilustración 16: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 1.....	55
Ilustración 17: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 2.....	58
Ilustración 18: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 1-a. ....	61
Ilustración 19: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 2-a. ....	64
Ilustración 20: Cadena de valor de un fabricante de autobuses.....	73
Ilustración 21: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en la matriz de BCG en 2025.....	75
Ilustración 22: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en la curva del ciclo de vida en 2025.....	77
Ilustración 23: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en el reloj estratégico de Bowman. ....	78
Ilustración 24: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en la matriz de Mckinsey en 2025. ....	81
Ilustración 25: Elementos del Cash-to-Cash Cycle.....	88
Ilustración 26: Emisiones durante la vida útil de cada tipo de autobús. ....	92
Ilustración 27: Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	96

## Índice de tablas

Tabla 1: Modo de propulsión de los autobuses Eléctricos .....	23
Tabla 2: Comparación entre los dos tipos de Eléctricos con batería.....	26
Tabla 3: Datos de los autocares y autobuses ( >3,5 t ) en uso en los principales mercados europeos. ....	27
Tabla 4: Comparación del TCO Eléctricos vs Diesel .....	31
Tabla 5: Cuota de mercado de los fabricantes de autobuses Eléctricos urbanos (Europa Occidental 2019).....	35
Tabla 6: Pronóstico de ingresos hasta 2025 de los principales mercados a nivel global .....	38
Tabla 7: Ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de propulsión de 2012 a 2019... ..	44
Tabla 8: Cifras totales y CAGR en el mercado de Europa Occidental por tipo de propulsión de 2012 a 2019.....	44
Tabla 9: Pronóstico de las cuotas de mercado de cada tecnología en 2025.....	50
Tabla 10: Comparación de los 4 escenarios de predicción.....	52
Tabla 11: Escenario 1 de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.....	54
Tabla 12: Escenario 2 de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.....	57
Tabla 13: Escenario 1-a de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.....	60
Tabla 14: Escenario 2-a de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.....	63
Tabla 15: Datos de utilidad para las matrices estratégicas. ....	74
Tabla 16: Datos para la elaboración de la matriz de BCG.....	75
Tabla 17: Evaluación de la posición competitiva de cada tipo de autobús según su propulsión. ..	80
Tabla 18: Evaluación del atractivo en el mercado de cada tipo de autobús según su propulsión. ....	81
Tabla 19: Indicadores de relevancia en la medición del CCC. ....	87



## 1. Planteamiento del proyecto

### 1.1. Introducción

El autobús es un medio de transporte utilizado por billones de personas para los trayectos diarios en todo el mundo. Se trata de un sector en crecimiento especialmente en países en vías de desarrollo como la India, China, México y Brasil ya que suponen un medio efectivo y sostenible para conectar las zonas residenciales con las áreas empresariales y el centro de las ciudades.

La industria del autobús se encuentra situada dentro del sector automovilístico y del sector del transporte público urbano. Su valor en 2019 ascendió a \$50,25 billones a nivel global, con un índice compuesto de crecimiento anual (CAGR) estimado del 7,5% en el periodo de 2020 a 2025 según un estudio de *Mordor Intelligence* sobre el crecimiento de dicho mercado a nivel global [1]. Se pueden destacar 6 mercados principales, siendo Asia-Pacífico el mayor seguido de Europa y América del Norte. El mercado europeo, el cual presentó un valor aproximado de \$6,5 billones en 2019, se espera que crezca con un CAGR del 7% hasta 2025 según *Globe Newswire* [12] pero se puede ver afectado seriamente por el impacto económico de la pandemia del Covid-19 ya que se espera que pueda influenciar negativamente las inversiones municipales en el sector durante los próximos años, pudiendo ralentizar la velocidad en la electrificación de las ventas.

Los autobuses se venden a través de licitaciones en la gran mayoría de mercados y los clientes privados son generalmente una minoría. Las licitaciones son un sistema generalmente de carácter público para la adjudicación de la realización de una obra o un servicio. En este mercado una ciudad expone las necesidades que tiene en cuanto a número de autobuses que necesitan con las especificaciones que consideran, aunque este procedimiento varía entre los distintos países y clientes. En primer lugar, los fabricantes de autobuses presentan sus ofertas y posteriormente gana dicha licitación el que ofrezca un menor precio o bien el que decida el cliente según le convenga (varía según el mercado y el país). Para dicha decisión influyen diversos factores como puede ser el interés en tener un considerable número de autobuses de un único fabricante por facilitar el mantenimiento, mayor garantía del producto (muy relevante en las baterías de los autobuses Eléctricos) o menor huella de carbono durante su fabricación y vida útil, entre otros.

A lo largo de la historia se han producido importantes evoluciones tecnológicas en dichos vehículos, desde el tipo de combustible que los propulsa hasta innovaciones en materia de seguridad y confort. Durante el siglo XX, el mercado se basaba principalmente en la venta de vehículos propulsados por combustibles convencionales y no fue hasta a partir del siglo XXI cuando las principales empresas del sector comenzaron a fabricar autobuses más eficientes y menos contaminantes, equipándolos con motores alimentados por combustibles alternativos o por electricidad. A continuación, se muestra la agrupación según el nivel de emisiones:

- Tradicional. Se trata de vehículos propulsados por Diesel o gasolina.

- Bajas emisiones. Ofrecen una alternativa a los tradicionales. Destacan los Híbridos (Diesel + Eléctrico) y aquellos propulsados por gas natural comprimido (CNG).
- Cero emisiones. Son aquellos que no conllevan emisión de ningún tipo de gas de efecto invernadero en el lugar por donde circula. Dentro de este grupo podemos encontrar vehículos Eléctricos con batería (recarga través de la red eléctrica), Trolebuses (minoría) y los recientemente introducidos propulsados por Hidrógeno (Pila de Hidrógeno).

A lo largo de los últimos 10 años, ha ido aumentando de manera considerable la demanda de vehículos más respetuosos con el medio ambiente. En un primer lugar, sobre todo CNG e Híbridos, pero especialmente a partir de 2015 ha aumentado increíblemente la demanda de Eléctricos y los principales fabricantes han dado un gran paso adelante con esta tecnología logrando rangos de autonomía suficientes para recorridos urbanos e incluso interurbanos.

Según *Bloomberg New Energy Finance (BNEF)*, se espera que el 80% de las flotas municipales de autobuses en 2040 a nivel global sean eléctricas. En la actualidad, China cuenta con más de 300.000 autobuses Eléctricos en las calles y liderará según las predicciones la transición con el 50% de las ventas de autobuses Eléctricos en 2025 y el 39% en 2030 [8]. Europa cuenta únicamente con 4.000 de los 400.000 autobuses Eléctricos que han sido registrados hasta la fecha y se espera que junto a Estados Unidos siga la tendencia de china atendiendo al aumento de ventas de autobuses de este tipo de 2018 a 2019, pasando de 548 a 1687 y llegando al 11,7% de cuota de mercado, y se espera que llegue a un 40% en el 2025 de acuerdo con las estimaciones de *Interact Analysis forecasts* [7]. Hay una serie de tendencias que explican el incremento exponencial en la venta de autobuses Eléctricos:

- Ambiciosas metas en el apartado de sostenibilidad por parte de las instituciones regulatorias para electrificar el transporte público y reducir la contaminación.
- Voluntad de los ayuntamientos de reducir el impacto medioambiental de los servicios públicos de transporte alineado con la creciente preocupación social por la salud.
- Mayor confort para los pasajeros debido al menor nivel de vibraciones y ruido.
- Paridad en el TCO (Coste Total de la Propiedad). Múltiples estudios han calculado que el TCO (€/km) incluyendo gastos internos y externos (relacionados con clima y salud) es similar para un autobús Eléctrico que uno Diesel. Además, en un futuro cercano se espera un descenso del precio de las baterías debido a economías de escala.
- Mejora de la tecnología. Rápido desarrollo de dos modalidades de baterías que cubren las distintas necesidades de los clientes. Baterías de mayor tamaño que se recargan durante la noche para mayores autonomías y baterías de menor tamaño para un uso con paradas programadas con recarga rápida durante el itinerario.

Hoy en día hay una fuerte competencia en el sector y se espera que el crecimiento en Europa sea respaldado por los principales fabricantes aumentando sus inversiones en innovación para el desarrollo de motores más eficientes y avanzados dirigiendo su futuro hacia la electrificación de las ventas. Entre los principales competidores destacan marcas como *Daimler AG, Irisbus Iveco, MAN, Scania, Solaris Bus & Coach, Volvo AB, Isuzu Motors, Zhengzhou Yutong Bus Co, Tata Motors, Alexander Dennis y VDL*. La competencia en el segmento Diesel e Híbrido está muy

disputada, siendo una tecnología bastante desarrollada en todos los competidores y en la cual los fabricantes no obtienen unos márgenes excesivamente elevados. Sin embargo, el segmento de los autobuses Eléctricos propulsados tanto por batería como por pila de Hidrógeno representa un nicho del mercado al que no todos los competidores han llegado con fuerza todavía (como por ejemplo Daimler y Volvo) y en el cual otros fabricantes como BYD, VDL y Solaris Bus & Coach van a la cabeza y cuentan con una ventaja competitiva que les otorga una posición privilegiada.

### 1.2. Estado de la cuestión

El mercado del autobús se trata de un mercado en continuo crecimiento que está adquiriendo un nivel de electrificación muy rápido en comparación con otros como puede ser el del automóvil. En estos momentos resulta de vital importancia en la industria predecir el comportamiento de dicho mercado para poder adaptarse a los cambios. A continuación, se expone el estado de la cuestión de los 4 capítulos en los que está dividido el proyecto:

#### Análisis de mercado

En el mercado europeo se han hecho numerosos análisis de las ventas en los últimos 10 años cuyo objetivo ha sido el de tener una idea clara de los ingresos y tendencias en innovación que han ido sucediendo. Es complicado conocer el número exacto de autobuses registrados en la mayoría de los países de Europa ya que las instituciones públicas no publican de forma detallada la información y en ocasiones solo se dan a conocer cifras totales de autobuses y autocares como conjunto. Los estudios que se han publicado relacionados con esta materia han sido realizados por parte de empresas consultoras y van destinados a empresas que paguen por ellos, por lo que no es sencillo tener acceso y para la realización de este análisis ha sido necesario recurrir a estimaciones. Normalmente los fabricantes hacen comunicados de prensa que constan de 3 fases: en la primera explican que hay un pedido en curso para un determinado cliente, en el segundo comunicado hacen referencia a la confirmación del pedido y el tercero narra la entrega del producto final. En dichos comunicados los fabricantes hacen ver lo buena que es su posición con respecto a la competencia y lo innovadores que son sus productos, por lo que es difícil identificar este mercado. Este proyecto se centra en los países de Europa occidental además de Polonia ya que son considerados los países con un mayor volumen de ventas y el registro es más detallado en cuanto a tecnología de propulsión.

#### Predicción del mercado

Los modelos de predicción más utilizados son las series de tiempo y los modelos de regresión. El primer tipo se basa en la demanda histórica y es efectivo a corto plazo (2-3 años) ya que supone que las tendencias futuras se parecerán a las actuales, por lo que no parece el modelo más adecuado para esta predicción. El segundo tipo ofrece una mayor precisión y permite el modelado de distintos escenarios, ya que se pueden incorporar factores causales para predecir tendencias, pero resulta un método muy complejo para este estudio. El *machine learning* basado en redes neuronales se presenta como un método también demasiado complejo para los datos disponibles y el esfuerzo que se le desea invertir a este apartado [15].

La predicción que se va a llevar a cabo en este estudio se basará en datos históricos de los informes de empresas consultoras ya existentes y el conocimiento del mercado para cada tipo de autobús además de estimaciones propias basadas en métodos *bottom-up* y *top-down* ya utilizados anteriormente para la obtención de cifras realistas en el análisis de mercado.

### Cuantificación del atractivo del mercado

Para cuantificar el atractivo del mercado y desarrollar una estrategia para cada tipo de autobús según su tipo de propulsión se utilizarán una serie de herramientas analíticas [16]:

- Análisis del entorno mediante las cinco fuerzas de Porter y el análisis PEST. Las cinco fuerzas de Porter es una potente metodología empleada para estudiar el entorno competitivo de un determinado sector proporcionándonos un marco de reflexión estratégica para determinar la rentabilidad del mercado según los distintos escenarios futuros propuestos para el año 2025. El análisis PEST es una herramienta que permite analizar el entorno presente y futuro en el que se encuentra una empresa, es decir, comprender los factores externos que afectan al sector.
- Análisis interno mediante la cadena de valor. Se obtiene una imagen del funcionamiento de una empresa fabricantes de autobuses para poder estudiar cada actividad por separado y analizar el rendimiento y posibles mejoras que permitan reducir costes y reforzar ventajas competitivas. Se analizarán las actividades primarias y secundarias.
- Análisis de cada tipo de autobús mediante la matriz de *BCG*, el reloj estratégico de *Bowman* y la matriz de *Mckinsey* para que junto al análisis interno y externo del mercado se pueda desarrollar la estrategia adecuada para cada vehículo según el tipo de propulsión que empleen.

### Guía de buenas prácticas

En la actualidad es indispensable para todas las empresas disponer de un plan de acción para el futuro, teniendo claro cuáles son los objetivos y donde deben centrar sus esfuerzos. En las empresas del sector automovilístico también es de vital importancia, ya que tienen que ser capaces de responder ante los cambios y las innovaciones tecnológicas de forma efectiva para abordar proyectos complejos y largos en los que son necesarias cuantiosas inversiones. Para llevar a cabo estos planes de acción son necesarios cambios estructurales y de metodologías, es decir, acostumbrar a la empresa a los cambios continuos siguiendo las metodologías de *change management* (gestión del cambio) y una metodología *agile*. Para ello, es necesario responder a las siguientes preguntas:

- ¿Por qué cambiar?
- ¿Para qué cambiar?
- ¿Cuál es la dirección del cambio?

Para conseguir un cambio eficiente en las ventas hacia la electrificación son necesarias una serie de buenas prácticas y una guía de ruta que consistirá en una gran inversión en I+D, para lo cual es necesario contar con dinero para hacerlo, llegar a acuerdos exitosos con proveedores de baterías, contar con un proceso de producción eficiente así como de gestión de inventario para reducir el *Working Capital*, calcular la huella de carbono de los vehículos que vendes ya que cada vez más es un requisito indispensable por parte de los clientes y tener un plan estratégico para el segundo uso de las baterías cuando ya haya acabado su vida útil.

### 1.3. Motivación

En este apartado se responden una serie de preguntas que ayudan a conocer cuál es la motivación del proyecto:

**¿Cómo va a evolucionar el mercado del autobús en el próximo lustro?** Encontrar una respuesta a esta pregunta es uno de los propósitos de este estudio, además de cuantificar el potencial del mercado y proponer áreas de desarrollo e inversión para el crecimiento y adaptación de los competidores del sector. Se pretende proporcionar respuestas a cuestiones clave que son importantes para los *stakeholders* de la industria, entre los que destacan las propias empresas fabricantes de autobuses, proveedores y distribuidores, así como los clientes (instituciones públicas de transporte). En este proyecto se va a analizar el mercado europeo, concentrando esfuerzos en Europa occidental con un volumen de ventas más importante y que a la vez proveen de datos representativos para observar la electrificación del sector y la transición hacia combustibles alternativos.

**¿Por qué es importante hacer un estudio del mercado hasta 2019?** Es de vital importancia para conocer las tendencias y el comportamiento del mercado y poder llevar a cabo una predicción precisa de las ventas futuras y de la velocidad en el aumento de las ventas de vehículos con trenes de propulsión alternativos.

**¿Por qué es importante predecir las ventas y la evolución de las tecnologías de propulsión (electrificación)?** Para poder crear un plan de acción necesario en todas las empresas del sector que les permita tener éxito en el futuro y poder organizarse e invertir acorde a las necesidades del mercado. Será necesario diseñar distintos escenarios debido a la incertidumbre creada tras la aparición del virus Covid-19 que está teniendo y va a tener en el futuro consecuencias nefastas en la economía que podrían afectar seriamente a la industria del transporte público.

**¿Por qué cuantificar el atractivo del mercado?** A través del estudio del mercado se mostrará la rentabilidad del sector y su valor en un plazo de 5 años, evaluando las predicciones que nos permitan crear una estrategia basada en el valor que dichas acciones pueden añadir a la empresa.

**¿Por qué proponer una guía de buenas prácticas y recomendaciones para los fabricantes europeos de autobuses?** Es necesario fundamentar la estrategia hacia la electrificación en un plan de acción conciso como respuesta a la evolución del mercado y que dicha evolución sea compensada con acciones que causen un impacto positivo y una reacción proactiva en las organizaciones.

#### 1.4. Objetivos del proyecto

El propósito principal de este proyecto es entender la evolución del mercado desde el año 2012 al 2019 y predecir su evolución y grado de electrificación hasta el año 2025. De esta manera, poder cuantificar el atractivo del mercado para los distintos competidores y hacer una serie de recomendaciones que pueden marcar el éxito de los distintos fabricantes en un futuro cercano debido a la necesidad de grandes inversiones en I+D para la electrificación y en materia de seguridad y conducción autónoma. Para el desarrollo de este proyecto, es necesario hacer una investigación exhaustiva de las predicciones del mercado realizadas hasta la fecha y de los métodos para analizar el entorno y el atractivo del mercado y las mejores prácticas en materia de planes estratégicos de acción.

Se establecen los siguientes objetivos:

1. Analizar la evolución del mercado global hasta la actualidad con el propósito de tener una imagen representativa de las tendencias en el registro de autobuses para entender la evolución de las ventas según el tipo de combustible y comprender los cambios importantes que se han dado hasta la fecha en Europa occidental.
2. Predecir las ventas totales del mercado de Europa occidental hasta el año 2025 y cuantificar el número de autobuses de cada tipo que se registrará en dicho mercado durante el período de estudio para poder predecir el grado de electrificación del sector en un momento de transición, así como el grado de penetración de los combustibles alternativos. Para ello se plantearán cuatro escenarios donde se representarán predicciones optimistas y pesimistas y se tendrá en cuenta las distintas consecuencias de la pandemia por Covid-19.
3. Evaluar el atractivo del mercado en el año 2025 según las predicciones hechas anteriormente utilizando herramientas como las cinco fuerzas de Porter, el análisis PEST, la matriz de *BCG*, el reloj estratégico de *Bowman* y la matriz de posición competitiva del mercado/attractivo de la industria o *Mckinsey* con el objetivo de desarrollar una estrategia para cada tipo de autobús.
4. Crear una guía de buenas prácticas para fabricantes europeos basándose en las predicciones del mercado desarrolladas en este proyecto y en el atractivo del mercado. Este plan de acción puede ayudar a consultores de la industria, distribuidores de autobuses y otros *stakeholders* para alinear sus estrategias con la evolución del mercado.

### 1.5. Metodología del trabajo

Con el fin de lograr los objetivos propuestos para este proyecto, se define una hoja de ruta con la metodología para la resolución del problema indicando las técnicas y procedimientos que se van a utilizar:

- Análisis de las ventas de autobuses en Europa occidental de 2012 a 2019. En primer lugar, es necesario un conocimiento de las tendencias existentes en el sector, así como de las características de cada mercado a través de la lectura de múltiples informes sobre la evolución del mercado del autobús en la última década. Posteriormente, se va a utilizar el método *bottom-up* para obtener los coeficientes de crecimiento anual compuesto (CAGR) y las cifras anuales de vehículos Diesel y totales que no puedan ser obtenidas a través del informe de *Chatrou CME Solution* y *ACEA* que utilizan los registros municipales de autobuses. Como resultado de la triangulación entre los distintas metodologías y enfoques, los resultados totales para cada tipo de vehículo en cada año se considerarán valores finales.
- Predicción de las ventas de autobuses en Europa occidental de 2020 a 2025. Tras tener una imagen clara de las tendencias de crecimiento de mercado y la velocidad de la electrificación en las ventas en el mercado europeo usando como ejemplo las ventas de dichos vehículos en países como China, se procederá a la estimación de las ventas en dicho periodo de tiempo. Para obtener el tamaño del mercado, se utilizará el enfoque *top-Down* obteniendo gracias al CAGR estimado por múltiples estudios de consultoras del sector las ventas totales para los años 2020 y 2025. Mediante triangulación de datos y a través del modelo econométrico para analizar la información existente, se realizará la predicción de unidades anuales de cada tipo y se resolverán las incógnitas de ventas en los años intermedios para los distintos escenarios propuestos.
- Cuantificar el atractivo del mercado del autobús en 2025. En este apartado se procederá a evaluar el atractivo del mercado según los escenarios propuestos para el año 2025. Para dicha tarea se utilizarán herramientas como las 5 fuerzas de Porter, el cual nos proporciona un marco de reflexión estratégica para determinar la rentabilidad del sector y su valor a largo plazo, el análisis PEST, el cual permite identificar los factores del entorno general que van a afectar a las empresas implicadas, el análisis de la cadena de valor y una serie de matrices como la de *BCG* y *Mckinsey* para desarrollar un plan estratégico para cada tipo de autobús.
- Plan de acción estratégico para cada tipo de empresa. Se propondrán acciones iniciales y recomendaciones a nivel interno en las áreas de producción, logística, adquisición de materiales, gestión de stocks, reducción de la huella de carbono de la actividad y producción de los autobuses, garantía y segundo uso de baterías además de cambios en otras actividades dentro de su cadena de valor.
- Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios que ayuden a las empresas del sector a prepararse estratégica y estructuralmente en todas sus áreas para los cambios futuros de tendencias.

### 1.6. Recursos a emplear

Para la correcta realización del proyecto, es necesario comprender en primer lugar el mercado del autobús y su evolución tanto a nivel global como en Europa desde el año 2012 al año 2019. Se ha escogido este periodo de tiempo porque se puede considerar un periodo suficientemente largo y representativo en cuanto a la adopción de nuevos combustibles alternativos de los autobuses registrados y la evolución en la electrificación del sector. Para realizar este estudio ha sido necesario hacer un estudio de los informes disponibles llevados a cabo por consultoras especializadas como aquellos publicados por *Mordor Intelligence*, *Chatrou CME Solutions* y *ACEA*. En la mayoría de estos informes solo está disponible el acceso a muestras con un contenido reducido ya que los informes completos son de pago y por tanto algunos de los datos que se muestran de los autobuses registrados en Europa de 2012 a 2019 son estimaciones acordes a una serie de factores expuestos y a las tendencias observadas.

Tras la obtención de los datos de ventas en Europa entre 2012 y 2019, para realizar la predicción del mercado hasta el año 2025 es necesario contar con un conjunto de datos suficientemente grande y completo para lo que se va a utilizar información de informes realizados por consultoras tecnológicas como son *Mckinsey*, *Mordor Intelligence*, *Globe Newswire* y *Pr Newswire* así como revistas de divulgación especializadas en el sector como *Sustainable Bus*. Mediante una triangulación utilizando cifras y tendencias de las fuentes mencionadas anteriormente se calcularán las cifras previstas en cada uno de los escenarios utilizando el programa *Excel*.

Para cuantificar el atractivo del mercado europeo en el año 2025 se va a llevar a cabo un análisis utilizando herramientas como las cinco fuerzas de Porter, el análisis PEST, la cadena de valor, la matriz de *BCG*, el reloj estratégico de *Bowman* y la matriz de *Mckinsey* mediante la lectura de análisis similares hechos en otros mercados y utilizando el conocimiento adquirido durante el estudio del grado y el máster de Ingeniería Industrial. Será necesario definir factores y variables que determinen el éxito y permita cuantificar el atractivo mediante la asignación de valores.

Por último, para la realización del plan de buenas prácticas para la electrificación de las ventas de las empresas se utilizará el método hipotético-deductivo para apoyar las decisiones tomadas a nivel estratégico.

Para la implementación del informe final, se ha utilizado el programa informático orientado al procesamiento de texto *Word* de *Microsoft*, así como *Power Point* para la exposición del mismo y *Excel* para el estudio y la predicción del mercado. Además, se ha utilizado el software *Zotero* para la elaboración de la sección de referencias bibliográficas haciendo esta tarea más sencilla y en un menor periodo de tiempo.

## 2. Estado del arte

### 2.1. Historia del transporte público urbano

Han sido muchos los vehículos que han precedido al autobús a lo largo de la historia. En 1662, Blaise Pascal lanzó una primera línea de transporte público exclusiva para el trasiego de los nobles de París, pero no tuvo el éxito esperado ya que los obreros no tenían derecho a este transporte y los nobles tenían la capacidad económica para disponer de transporte privado [18].

No fue hasta 150 años después, en la década de 1820 cuando aparecen los primeros medios de transporte público, los cuales causaron un gran impacto en la estructura de las ciudades y en la forma de desplazarse de los ciudadanos. En este caso en Nantes aparece en 1826 el ómnibus, un coche de caballos para 8-10 personas que circulaba por calles adoquinadas o sin pavimentar que resultaba muy incómodo para sus pasajeros además de muy caro. A Nantes le siguieron otras ciudades de Europa y de América como Nueva York. En 1831 Walter Hancock creó el primer ómnibus propulsado por máquina de vapor que comunicó en su primer trayecto Stratford y Londres, el cual producía menos daños en la carretera al no tener tracción animal, alcanzaba una mayor velocidad y era más barato para los usuarios [17]. En la *Ilustración 1* se muestra una imagen de un ómnibus arrastrado por caballos en Madrid.



*Ilustración 1: Ómnibus atraviesa Cibeles (Madrid, 1843)*

[19]

En 1832 fue creado el tranvía de tracción animal (*horsecar*) que se trataba de un vehículo similar al ómnibus pero que circulaba por railes lo cual proporcionaba una mayor comodidad a los pasajeros. Este medio de transporte se extendió rápidamente por Estados Unidos solidificando el estatus que tenía este país de líder de la Revolución Industrial. Derivado del anterior en 1873 surgió en San Francisco el funicular (*cable car*), que se trataba de un tranvía propulsado por un cable insertado en la calzada entre ambos railes que permitía superar desniveles de altura que

suponían una gran dificultad para los animales, pero tenía el inconveniente de su peligrosidad ya que eventualmente se producía la rotura del cable. En 1881 aparecen los primeros tranvías y Trolebuses, con la similitud principal de que ambos se propulsaban con energía eléctrica que circulaba por las líneas aéreas de contacto, pero el primero circulaba por raíles y el segundo no. Estos nuevos modelos suponían un medio de transporte mucho más seguro que el funicular, con mayor capacidad de carga, menores costes y más accesible para los ciudadanos, pasando a ser los primeros medios de transporte utilizados por los trabajadores para su desplazamiento diario al trabajo y da lugar a una reestructuración de las ciudades desarrollándose suburbios y barrios residenciales fuera del centro de las ciudades. Ambos conceptos se siguen utilizando en la actualidad por millones de personas en multitud de ciudades alrededor del mundo.

En 1892 se creó por primera vez en Chicago la primera red de ferrocarril metropolitano con infraestructura aérea que tenía como principal ventaja que no sufría retrasos por el tráfico y ofrecía una gran seguridad a sus pasajeros, pero requería una fuerte inversión. La primera instalación subterránea de este vehículo se llevó a cabo en Boston en el año 1897. Hoy en día numerosas ciudades en todo el mundo cuentan con una infraestructura de este tipo para el transporte de sus ciudadanos.

En 1895 se creó el primer concepto similar a los autobuses que conocemos hoy en día, un ómnibus de combustión interna de gasolina fabricado por la firma alemana Benz que se muestra en la *Ilustración 2*. Tuvo un gran éxito ya que se trataba de un vehículo eficiente, flexible en su utilización y económico. Durante la Segunda Guerra mundial, este vehículo se benefició de grandes mejoras tecnológicas y desemboca en que muchas líneas de tranvía se conviertan en líneas de autobús debido a su mayor flexibilidad de itinerario y por no necesitar una infraestructura específica para su circulación.



*Ilustración 2: Primer autobús propulsado por gasolina*

[20]

Durante el siglo XX, el mercado se basó principalmente en la venta de vehículos propulsados por combustibles convencionales y no fue hasta a partir del siglo XXI cuando las principales empresas del sector comenzaron a fabricar autobuses más eficientes y menos contaminantes equipándolos

con motores alimentados por combustibles alternativos o por electricidad. También se han llevado a cabo importantes innovaciones en materia de conducción autónoma y de seguridad.

Hoy en día, el autobús es un medio de transporte diseñado para transportar muchos pasajeros de forma simultánea y es utilizado por billones de personas para los trayectos diarios en todo el mundo. Se trata de un sector en crecimiento especialmente en países en vías de desarrollo como la India, China, México y Brasil ya que suponen un medio efectivo y sostenible para conectar las zonas residenciales con las áreas empresariales y el centro de las ciudades. Supone el complemento perfecto al ferrocarril metropolitano debido a las siguientes razones:

- Flexibilidad para variar la ruta según las necesidades.
- Mantenimiento tan simple como llevar el autobús al taller.
- Infraestructura barata comparado con tranvía, Trolebús y ferrocarril metropolitano.

En la *Ilustración 3* se muestra una imagen de un autobús Eléctrico urbano del fabricante MAN:



*Ilustración 3: Autobús Eléctrico actual del fabricante MAN.*

[47]

## 2.2. Segmentación actual del mercado

En el mercado se pueden observar distintos vehículos que se diferencian en una serie de características según las necesidades del cliente, que varían geográficamente dependiendo del país y más concretamente la ciudad y sus normativas. Por tanto, se pueden clasificar los autobuses según distintos criterios: en función de la aplicación (urbano, interurbano), tipo de combustible (Diesel, Híbrido, CNG, Eléctrico, Trolebús y Celda de Hidrógeno), longitud (>18m, 18m, 12m, 8-10m y 6-8m) o por capacidad de pasajeros (15-30, 30-40, 40-50 y >50). [6]

El análisis y la predicción de mercado se centrará en el estudio de las ventas de autobuses urbanos adquiridos por empresas de transporte público. Las características habituales son:

- Peso: superior a 3,5 toneladas e inferior a 13 toneladas.
- Altura: 3 metros aproximadamente, exceptuando los vehículos con dos niveles superpuestos.
- Anchura: aproximadamente 2,5 metros.

### 2.2.1. Según la aplicación

Según la finalidad de su uso puede clasificarse en dos tipos:

- Urbano: este tipo de vehículo recorre entre 150 y 300 kilómetros diarios, lo que se podría aproximar a una media de 250 kilómetros al día. Si tenemos en cuenta que está en funcionamiento una media de 350 días al año, recorre unos 90.000 kilómetros anualmente. El itinerario cuenta con múltiples paradas por lo que se permite a los pasajeros circular de pie, aunque cuentan con asientos para un tercio de su capacidad aproximadamente.
- Interurbano: este tipo de vehículo recorre entre 300 y 450 kilómetros diarios, unos 130.000 kilómetros al año. Este tipo de vehículo efectúa un menor número de paradas y solo se puede ir de pie en algunos tramos urbanos, por lo que la gestión del espacio interno de estos autobuses es diferente ya que cuentan con un mayor número de asientos.

### 2.2.2. Según la longitud

Según su longitud, varían sus características [22]:

- 6-10 metros: vehículos de dos ejes, la capacidad depende de las características del vehículo.
- 12 metros: vehículo de dos ejes, la capacidad aproximada es de 80 personas.
- 15 metros: vehículo de tres ejes, la capacidad aproximada es de 100 personas.
- 18 metros: vehículo articulado de dos módulos. Normalmente cuenta con dos ejes en la parte delantera y uno en la parte trasera. Su capacidad aproximada es de 120 personas

- 24 metros: vehículo biarticulado de tres módulos. Cuenta con dos ejes en la parte delantera, un eje en el módulo central y otro eje en el posterior. Su capacidad es de 160 personas aproximadamente.

### 2.2.3. Según el nivel de emisiones

Existen diferentes criterios para clasificar los autobuses según el tipo de combustible. A continuación, se muestra una agrupación según el nivel de emisiones:

#### Propulsión convencional

Se trata de vehículos propulsados por combustibles convencionales. Hasta la fecha han dominado el sector, pero las nuevas tendencias dirigidas a reducir la contaminación indican que no van a jugar un papel tan importante en el futuro debido al alto nivel de emisiones generadas. En este grupo destacan:

- Diesel: ha sido el combustible predominante en el sector del autobús hasta la fecha gracias al rendimiento ofrecido y el consumo de combustible moderado.
- Gasolina: por las características de este tipo de tecnología con menor par motor y mayor consumo de combustible, son menos comunes que los Diesel en este tipo de vehículos.

#### Bajas emisiones

Se trata de vehículos que ofrecen una alternativa a los combustibles fósiles tradicionales. Destacan:

- Híbrido: cuentan normalmente con un motor Diesel combinado con un motor eléctrico. Las baterías se recargan durante la circulación aprovechando la energía cinética mediante la frenada regenerativa y la retención del motor. Además, en algunos modelos con baterías de mayor tamaño también se pueden recargar a través de la red eléctrica.
- CNG y Bio-gas: utilizan como combustible el gas natural comprimido (Compressed Natural Gas) o Bio-Gas. Son considerados vehículos de bajas emisiones, menos contaminantes que los que utilizan combustibles convencionales y por ello cuenta con subvenciones.

#### Cero emisiones

Se trata de vehículos cuyo uso no conlleva emisión de ningún tipo de gas de efecto invernadero en el lugar por donde circula. Dentro de este grupo podemos encontrar:

- Trolebús: se trata de un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por una catenaria de dos cables. Este tipo de vehículos también pueden equipar baterías o condensadores de gran tamaño para circular de forma independiente a la catenaria durante un pequeño rango de kilómetros. El almacenamiento de energía eléctrica es útil para realizar

cambios de sentido en la ruta, enlazar rutas cuando la catenaria no está interconectada al cambiar de ruta e incluso para poder circular en momentos puntuales en los que suceda un apagón eléctrico.

- Hidrógeno: recientemente introducidos en el mercado. Se trata de un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por la energía procedente de la electrolisis de una pila de combustible, la cual transforma Hidrógeno en electricidad mediante la reacción entre dicho elemento y el oxígeno. En corto-medio plazo, la mayoría de autobuses cero emisiones serán Eléctricos con batería debido al alto coste de fabricar celdas de Hidrógeno y el infradesarrollo en el proceso para su obtención. [7]
- Eléctrico con batería: se trata de un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por baterías que se recargan conectándolas a la red eléctrica. Hay diferentes químicas desarrolladas para las baterías dependiendo del rango de kilómetros que vaya a recorrer el vehículo al día y de las infraestructuras de carga de las que disponga el cliente.

### 2.3. Profundización en los autobuses eléctricos

Dentro de este apartado se va a profundizar en la explicación de las distintas tecnologías utilizadas en los autobuses Eléctricos en la actualidad. Este tipo de vehículos tienen una serie de ventajas comunes que fundamentan su crecimiento, pero también una serie de inconvenientes que provocan que el mercado Eléctrico no crezca tan rápido como cabría de esperar. A continuación, se exponen dichos pros y contras.

#### Ventajas:

- Son vehículos menos contaminantes debido a que los motores eléctricos no generan gases de efecto invernadero puesto que no basan su funcionamiento en una reacción de combustión.
- Los motores eléctricos no producen vibraciones y generan menos ruido durante su funcionamiento y por tanto mejoran los niveles NVH (*Noise, Vibration and Harshness*).
- La eficiencia energética es mayor a los motores de combustión interna.

#### Inconvenientes:

- La principal barrera de los clientes para incorporar estas tecnologías en sus flotas son las altas inversiones iniciales que hay que hacer para comprar estos vehículos. Un vehículo Eléctrico puede costar de media el doble que uno Diesel.
- Pueden requerir costosas infraestructuras de carga.
- Su rendimiento disminuye en climas cuyas condiciones sean extremas o se produzcan bruscos cambios de temperatura.

En la *Tabla 1* se puede observar el modo de funcionamiento de los vehículos Eléctricos a excepción del Trolebús a través de la imagen obtenida del informe *Electric Bus Technology* de *MRCagney Pty Limited (MRCagney)*:

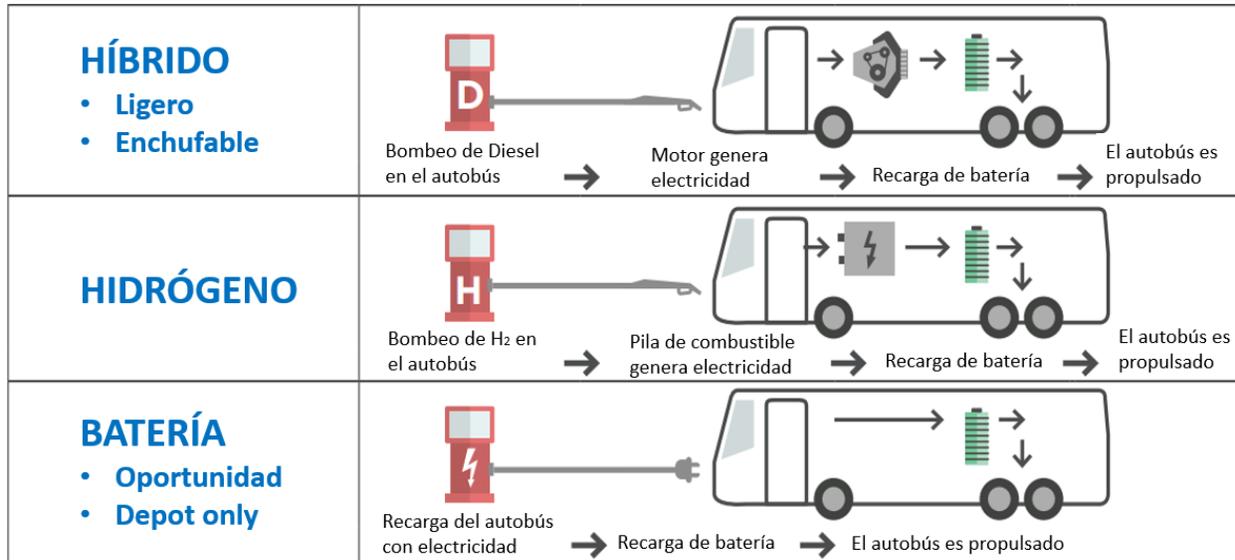


Tabla 1: Modo de propulsión de los autobuses Eléctricos

[23]

A continuación, se procede a evaluar más en profundidad cada uno de ellos, explicando las ventajas y desventajas de cada tecnología.

### 2.3.1. Híbrido

Estos vehículos incorporan un motor de combustión interna que generalmente es Diesel y un motor eléctrico alimentado por baterías o condensadores. Es necesario un sistema de acoplamiento para que ambos sistemas puedan propulsar el vehículo de forma simultánea. En estos vehículos se utiliza la frenada regenerativa para recuperar la energía cinética en las frenadas y el sistema *start-stop* para apagar el motor de combustión cuando el vehículo se encuentra parado y reducir las emisiones de gases contaminantes. Según el grado de hibridación se pueden distinguir dos tipos:

- Híbrido ligero. Incorporan pequeñas baterías o condensadores que se recargan mediante la frenada y la retención del motor. La finalidad del sistema eléctrico en estos vehículos es suministrar electricidad para el funcionamiento de todos los sistemas y la propulsión de vehículo cuando este se acerca a la parada para recoger pasajeros y no generar contaminación en las inmediaciones.
- Híbrido enchufable. Incorpora baterías de mayor capacidad que los Híbridos ligeros y se pueden recargar conectándolas a la red eléctrica, lo que permite que el motor eléctrico propulse el vehículo cuando se acerque a la parada y además apoye al motor Diesel durante la circulación para reducir el consumo de carburante. También utilizan la frenada regenerativa.

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas de este tipo de tecnología:

Ventajas:

- Supone una transición suave desde el Diesel a la tecnología eléctrica.

Inconvenientes:

- El peso del vehículo es mayor que el de los Diesel.
- Poca capacidad de las baterías. Incluso menor con temperaturas extremas.
- Necesidad de infraestructura de carga en los Híbridos enchufables.

### 2.3.2. Hidrógeno

Estos vehículos son propulsados por un motor eléctrico alimentado por una pila de combustible. En la pila de combustible genera electricidad mediante la electrolisis, que consiste en la reacción entre el Hidrógeno almacenado y el oxígeno del ambiente ( $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ). El electrolito más utilizado en vehículos es el de membrana polimérica (PEMFCs). Este tipo de vehículos también pueden incorporar la frenada regenerativa para mejorar la eficiencia, aunque todavía se trata de una tecnología con mucho margen de mejora para que resulte igual de atractiva para los clientes que los autobuses Eléctricos de batería o los Híbridos.

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas de este tipo de tecnología:

Ventajas:

- Las únicas emisiones de este vehículo son vapor de agua.
- La autonomía de estos vehículos es mayor a la de los Eléctricos con batería e igual a la de vehículos Diesel e Híbridos.

Inconvenientes:

- Son necesarias costosas infraestructuras de almacenamiento y repostaje de Hidrógeno.
- La obtención del Hidrógeno es un proceso muy costoso que resulta en un combustible caro y por tanto un coste total de la propiedad muy alto para estos vehículos (este concepto se explicará en el apartado 2.4.1).
- Se trata de un combustible menos denso que el Diesel y son necesarios tanques de combustible más grandes en el autobús.
- Alto precio de este tipo de vehículos, equiparable a los Eléctricos de batería e incluso mayor.
- Se trata de una tecnología muy sensible a los cambios de temperatura, lo que puede resultar en averías y altos costes de mantenimiento.

### 2.3.3. Batería

Estos vehículos incorporan baterías que son las encargadas de suministrar electricidad al motor. Las baterías se recargan conectando el vehículo a la red eléctrica además de la frenada regenerativa. Se distinguen dos tipos de vehículos Eléctricos con batería:

- Autobuses de recarga rápida o de oportunidad. Se recargan durante el día en cortos periodos de tiempo gracias a infraestructuras de recarga rápida con pantógrafo (existen pantógrafos de techo e invertidos) y durante la noche se recargan conectándolos a la corriente mediante un enchufe para carga completa. La química utilizada para este tipo de baterías normalmente es LTO (Titanato de litio -  $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ ) con capacidades que rondan los 150 kWh dependiendo del fabricante y del modelo en concreto. El rango máximo de autonomía con una sola carga puede llegar hasta los 50 km y puede recorrer entre 350 y 500 km con cargas rápidas de 5 o 10 minutos durante el itinerario. Hoy en día, alcanzan rangos de kilometraje diarios imposibles sin este procedimiento. En la *Ilustración 4* se puede observar un autobús recargando su batería mediante un pantógrafo de techo.



*Ilustración 4: Recarga de un autobús eléctrico mediante pantógrafo*

[25]

- Autobuses Eléctricos a batería o de recarga lenta (*depot only*). Se efectúa solo una carga diaria durante la noche (recarga lenta de 3 a 4 horas) mediante uno o varios enchufes y utilizan baterías de mayor densidad para acumular una mayor cantidad de energía. La química normalmente utilizada es NCM (níquel, cobalto y manganeso) con capacidades que rondan los 300 kWh, aunque se espera que algunos fabricantes alcancen pronto los 600 kWh en autobuses de 18 metros lo que supone un rango de autonomía en condiciones favorables de hasta 250 km. Es predecible que la tecnología de estas baterías mejore y predomine en los próximos años, siendo la única apuesta de algunos de los grandes fabricantes como MAN.

Los fabricantes utilizan distintas químicas según la aplicación del autobús para obtener el equilibrio necesario entre almacenamiento, potencia que puede suministrar, coste económico y durabilidad. En la *Tabla 2* se muestran las características generales de los dos tipos de autobuses Eléctricos con batería:

Características	Oportunidad	Depot only
<b>Forma de recarga</b>	Día: recarga rápida con pantógrafo Noche: recarga lenta con enchufe	Noche: recarga lenta con enchufe
<b>Química de la batería</b>	LTO (Titanato de litio)	NCM (Níquel-Cobalto-Manganeso)
<b>Capacidad</b>	50-150 kWh	200-400 kWh
<b>Velocidad de recarga [24]</b>	250-500 kWh/h	40-100 kWh/h
<b>Duración de recarga</b>	5-10 minutos	3-4 horas
<b>Autonomía (una carga)</b>	Hasta 50 km	Hasta 250 km
<b>Autonomía (diaria)</b>	Ilimitada dependiendo de la infraestructura de recarga	Hasta 250 km
<b>Peso de la batería [24]</b>	300-600 kg	1200-2400 kg
<b>Ciclos de vida</b>	≈10.000	≈3.000

Tabla 2: Comparación entre los dos tipos de Eléctricos con batería

[Fuente: Propia]

A continuación, se muestran las ventajas y desventajas de esta tecnología:

Ventajas:

- No generan emisiones *in situ*, es decir, en el lugar por donde circulan.
- Los costes de operación son bajos, especialmente si el autobús se recarga durante la noche en las horas valle de generación eléctrica cuando las tarifas eléctricas son menores.

Inconvenientes:

- El precio inicial está entre 2 y 4 veces el precio de un vehículo Diesel.
- La batería ha de ser sustituida al menos una vez durante la vida útil del vehículo, y su precio es aproximadamente la mitad del precio total del autobús.
- Rangos de autonomía limitados y dependientes de estaciones de recarga.
- Peso elevado debido a las baterías que puede llegar a reducir la capacidad de carga del vehículo.
- Las infraestructuras de recarga de los autobuses de oportunidad requieren una elevada inversión.

## 2.4. Actualidad del parque europeo de autobuses urbanos

En este apartado se va a mostrar una imagen actual del parque de autobuses y autocares de más de 3,5 toneladas existente en Europa hasta 2018 gracias a la información proporcionada por el informe ‘*Vehicles in use – Europe 2019*’ de *European Automobile Manufacturers’ Association (ACEA)*, la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles formada por los 15 mayores fabricantes europeos de automóviles, furgonetas, camiones, autocares y autobuses. A su vez, basa su informe en los datos proporcionados por *national automobile associations* e *IHS MARKIT*. Dicho informe permite tener una imagen representativa de la cantidad de autobuses y autocares existentes en los distintos mercados europeos, así como la edad media de dichos vehículos que permitirá comprender mejor el sector en cuanto a qué países necesitarán renovar sus flotas en un futuro resultando una oportunidad de mercado para los fabricantes. Al incluirse autocares y autobuses mayores de 3,5 toneladas, estos datos son orientativos para el análisis y predicción de mercado de los apartados 3 y 4 de este informe, donde solo se estudia el registro de autobuses urbanos de más de 8 toneladas.

El informe de *ACEA* aporta datos de todos los países europeos, pero a continuación se analizarán los datos de países considerados relevantes para el este estudio en concreto, como son Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, España, Países bajos, Portugal, Irlanda, Austria, Bélgica, Suiza, Luxemburgo y Polonia. En la *Tabla 3*, se muestra el total de autocares y autobuses en uso durante los años 2017 y 2018 para conocer el tamaño de los parques de dichos países, el crecimiento que se ha producido en ese intervalo de tiempo y la edad media de las flotas en 2018:

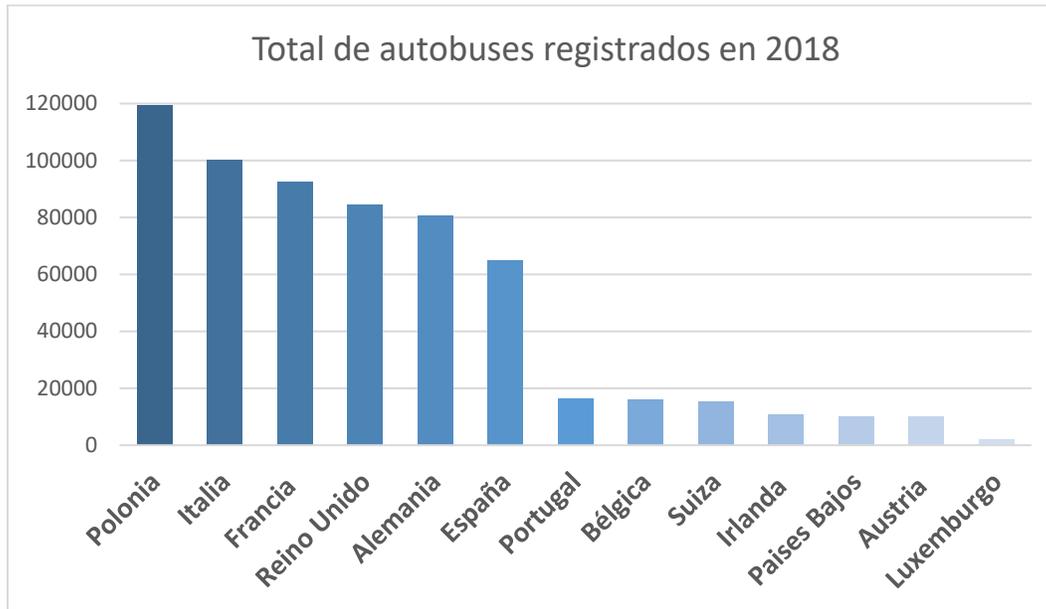
Mercado	2017	2018	% crecimiento	Edad media
Alemania	79438	80519	1,4%	8,5
Austria	9956	10037	0,8%	5,4
Bélgica	15956	16147	1,2%	11,2
España	63590	64915	2,1%	10,8
Francia	91800	92498	0,8%	7,1
Irlanda	10371	10944	5,5%	10,8
Italia	99100	100042	1,0%	12,5
Luxemburgo	1904	1963	3,1%	5,7
Países Bajos	10069	10055	-0,1%	9,0
Polonia	116090	119471	2,9%	15,3
Portugal	15605	16200	3,8%	14,3
Reino Unido	86607	84391	-2,6%	9,8
Suiza	15431	15435	0,0%	9,4

Tabla 3: Datos de los autocares y autobuses (>3,5 t) en uso en los principales mercados europeos.

[Fuente: Propia]

\*La Edad media de los vehículos es calculada conociendo los registros totales de autocares y autobuses para cada año en los distintos países desde 2009. Los registrados antes de 2009 se consideran que tienen más de 10 años.

La *Ilustración 5* muestra una gráfica en la que se puede apreciar el tamaño de los mercados analizados en este apartado para el año 2018, donde se observa claramente que países principales por tamaño son Polonia, Italia, Francia, Reino Unido, Alemania y España en orden decreciente. El volumen de ventas en estos mercados es superior al del resto de países, por lo que se deberá de tener en consideración sus datos ya que son de mayor relevancia.



*Ilustración 5: Total de autocares y autobuses (>3,5 t) en uso en los principales mercados europeos durante 2018.*

[Fuente: Propia]

De la *Tabla 3* y la *Ilustración 5* se obtiene la siguiente información relevante:

- Todos los países excepto Países Bajos y Reino Unido aumentaron sus flotas de 2017 a 2018.
- De los grandes mercados, el que presenta un mayor crecimiento es Polonia con un 2,9% y el que menos Reino Unido con un -2,6%.
- En 2018, cerca de 623.000 autobuses circulaban por las calles de los países analizados. El 87% pertenecían a los 6 mercados principales: Polonia, Italia, Francia, Reino Unido, Alemania y España. Aproximadamente el 35% pertenecen a Polonia e Italia.
- La menor edad media de las flotas se encuentra en Austria con tan solo 5,4 años.
- La edad media de las flotas de los 6 mercados principales es de 10,7 años, superior a la edad media del total que es de 10,0 años.
- La flota más antigua de los 6 mercados principales se encuentra en Polonia y es de 15,3 años, mientras que la de Francia es de tan solo 7,1.

## 2.5. Tendencias tecnológicas

En estos momentos, el mercado del autobús está evolucionando rápidamente en dirección a la electrificación total de las ventas y la conducción autónoma de los vehículos y ambas tendencias suponen costosas y arriesgadas inversiones para los fabricantes. A lo largo de los últimos 10 años, ha aumentado de manera considerable la demanda de vehículos más respetuosos con el medio ambiente. En primer lugar, CNG e Híbridos, pero a partir de 2015 ha aumentado especialmente la demanda de Eléctricos con batería y según *BNEF* se espera que el 80% de las flotas municipales de autobuses en 2040 sean eléctricas. China ha liderado hasta 2018 las matriculaciones de autobuses Eléctricos con más de 300.000, lo que ha supuesto el 99% de las ventas totales de vehículos de este tipo y liderará según las predicciones la transición con el 50% de las ventas en 2025 y el 39% en 2030. [8]

Se espera que Estados Unidos y Europa sigan la tendencia de China. En Europa Occidental se comienza a apreciar la transición, ya que se han triplicado las ventas de autobuses Eléctricos con batería de 2018 a 2019 de pasando de 548 vendidos a 1687. Las ventas en este mercado en 2019 de tecnologías alternativas al Diesel fueron del 39% del total, cuando en 2018 era del 28%, por lo que se considera 2019 el año de despegue definitivo hacia la electrificación. Holanda representa el mayor mercado de este segmento en Europa, con 381 autobuses Eléctricos registrados en 2019, seguido por Francia con 285 unidades y Alemania con 187. Se procederá a un estudio más detallado de las ventas en Europa Occidental en el apartado 3 de este estudio.

### 2.5.1. Electrificación

Los principales fabricantes han dado un gran paso adelante con esta tecnología, logrando rangos de autonomía suficientes para recorridos urbanos e incluso interurbanos. Hay una serie de razones que explican el incremento radical en la venta de vehículos Eléctricos:

#### Nuevas regulaciones

Las instituciones regulatorias han fijado ambiciosas metas en el apartado de sostenibilidad para electrificar el transporte público y cumplir con las normas de contaminación de los gobiernos en las ciudades.

#### Concienciación social

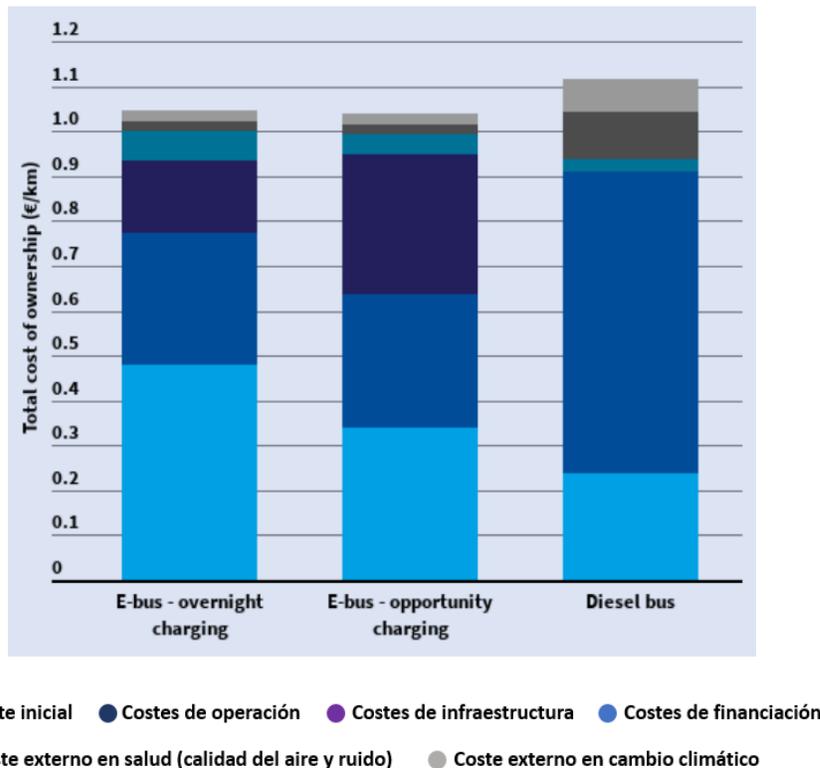
Hay un deseo por parte de los ayuntamientos de reducir el impacto medioambiental de los servicios públicos de transporte, lo cual les otorga una buena imagen ante la población ya que denota preocupación por su salud y por el medio ambiente. La preocupación social general por la salud y el medio ambiente ha crecido exponencialmente en la sociedad en los últimos tiempos.

### Coste total de la propiedad

En cuanto a nivel de emisiones, no hay ningún tipo de debate de que el autobús Eléctrico es menos contaminante que el propulsado por Diesel. En términos económicos, existe el debate de qué vehículo es más rentable y para ello se introduce el concepto de coste total de la propiedad (*total cost of ownership – TCO*), que no es más que una metodología de cálculo que permite conocer el coste por cada kilómetro recorrido en función de una serie de factores como la inversión inicial, costes directos de operación, costes indirectos y costes externos.

A continuación, se mostrarán las conclusiones de los estudios sobre el *TCO* de un autobús Eléctrico realizados por *Transport & Environment*, *BNEF* y *Mckinsey*. El veredicto de los tres estudios indica que todavía no se ha alcanzado el punto en el que un autobús Eléctrico es más rentable, pero que se va a alcanzar en un plazo de 5 años facilitado por una reducción en el precio de las baterías debido a las mejoras en dicha tecnología y a las economías de escala.

*Transport & Environment (T&R)* en su estudio '*Electric buses arrive on time*' [27] publicado en noviembre de 2018, prueba que en estos momentos solo es más rentable tener en propiedad un autobús Eléctrico si se incluyen en el cálculo los costes externos relacionados con la salud y el clima. Si no se incluyen dichos costes, sigue siendo más rentable el vehículo Diesel. En la *Ilustración 6*, se muestran los valores del *TCO* que han obtenido:



*Ilustración 6: Cálculo del TCO según T&E. Eléctricos con batería vs Diesel*

[27]

Para dichos cálculos, T&E utiliza datos proporcionados por *CE Delft*, en los que se tiene en cuenta un periodo de estudio de 8 años con una distancia recorrida de 250 km al día durante 350 días al año. El autobús de carga nocturna (*depot only*) tiene una capacidad de 450 kWh, el precio del combustible Diesel es de 1,175 €/litro, el precio de la electricidad es de 0,112 €/kWh. Los precios incluyendo los costes externos y sin incluir se muestran en la *Tabla 4*:

	Depot only	Oportunidad	Diesel
Incluyendo costes externos	1,05 €/km	1,01 €/km	1,12 €/km
No incluyendo costes externos	1,00 €/km	1,00 €/km	0,94 €/km

Tabla 4: Comparación del TCO Eléctricos vs Diesel

[Fuente: Propia]

*Bloomberg New Energy Finance* estima en su informe ‘*Electric Buses in Cities*’ [28] que hoy en día puede ser competitivo en cuanto a rentabilidad un vehículo Eléctrico *depot only* si su batería es de 250 kWh, pero esperan que sea incluso más competitivo en 2030 cuando según las estimaciones el precio de una batería de este tipo bajase de los \$150.000 actuales a los \$40.000.

La consultora estratégica global *Mckinsey & Company* en su estudio ‘*What’s sparking electric-vehicle adoption in the truck industry?*’ [4] argumenta que un autobús Eléctrico pasará a ser más rentable que uno Diesel entre los años 2023 y 2025 cuando se sobrepase el punto de inflexión de los 200 kilómetros de autonomía, lo que permitiría un itinerario diario sin muchas recargas y una cantidad considerable de kilómetros para beneficiarse del menor coste de operación por kilómetro de los vehículos Eléctricos.

### 2.5.2. Conducción autónoma

La conducción autónoma es un avance tecnológico que está más cerca de lo que parece y cuyo objetivo es aportar una mayor seguridad al transporte de personas, reduciendo los accidentes debido a fallos humanos y optimizando la circulación en las grandes ciudades. La tecnología ya está lista para su implementación, pero no así los marcos regulatorios necesarios.

El modelo desarrollado por fabricantes y centros de investigación permite el manejo activo del vehículo sin la necesidad de acciones por parte del conductor. Se basa en sistemas de control avanzado que interpreta la información del entorno mediante sensores inteligentes como *lidar* para detectar obstáculos y cámaras para observar la señalización, y mediante el sistema de navegación escogen la ruta apropiada. Al estar basado su funcionamiento en el control predictivo, necesitan recorrer rutas que hayan sido previamente programadas. El control predictivo opera en la capa de control superior que garantiza el funcionamiento óptimo del conjunto. El control adaptativo también está presente en este modelo y es el encargado de conseguir unas buenas prestaciones en el sistema de control de velocidad, frenado y dirección

para que se ajusten a las variables desconocidas o que cambian como las condiciones climatológicas y la masa que transporta el vehículo.

Hasta la fecha, se han probado pequeños autobuses que han operado de forma autónoma en áreas privadas y ahora se acerca el reto de conseguirlo con autobuses urbanos estándar. La revista *Sustainable Bus* recoge las innovaciones en este aspecto de algunos de los fabricantes de autobuses más relevantes, que ya han anunciado el lanzamiento de flotas autónomas y en algunos casos ya se encuentran testando los prototipos en colaboración con universidades y empresas especializadas en vehículos autónomos para acelerar el proceso.

A continuación, se muestran la planificación de los fabricantes muestran un mayor avance en este aspecto [26]:

### Volvo

La marca sueca tiene preparada una modificación del 7900 Eléctrico que ya ha sido probado satisfactoriamente en Singapur en cooperación con la universidad *Nanyang Technological University* (NTU).

### Scania

Ya tienen un prototipo en camino. Está previsto que el modelo Eléctrico *Citywide* sea testado en Estocolmo en 2020 en colaboración con la empresa *Haylian Technologies* (experta en soluciones para el transporte público en China) para en un futuro acelerar su comercialización.

### ADL

El fabricante británico en colaboración con *StageCoach* ha anunciado que va a comenzar a testar en Escocia la conducción autónoma con su modelo Diesel *Enviro 200*, para después continuar con los modelos Eléctricos.

### Iveco

La firma italiana en colaboración con *EasyMile*, la cual provee conocimiento tecnológico y experiencia en este tipo de vehículos, han anunciado el lanzamiento de su flota eléctrica e 2021 y se espera que estos vehículos lleguen incluso a estacionar en las zonas habilitadas para su recarga optimizando este proceso.

## 2.6. Venta a través de licitaciones

Los autobuses se venden a través de licitaciones en la gran mayoría de mercados. Las licitaciones son un sistema generalmente de carácter público para la adjudicación de la realización de una obra o un servicio, por lo que en este mercado en concreto sirven para la adjudicación de fabricar autobuses para un municipio. En primer lugar, la empresa de transporte público expone las necesidades concretas que tiene en cuanto a número de autobuses que necesitan con las especificaciones que consideran. Posteriormente, los fabricantes de autobuses presentan sus ofertas en caso de que lo consideren como una oportunidad interesante. La licitación la gana el fabricante que ofrezca un menor precio o bien el que decida el cliente según le convenga, ya que es este el que establece las razones para el veredicto en los términos y condiciones.

El cliente escoge el fabricante según criterios que pueden variar y pueden jugar un papel clave factores como:

- Mejores prestaciones o características que hacen al producto de un fabricante en concreto superior al del resto para el uso al que va a ser destinado.
- Mejor adecuación a las especificaciones de técnicas del vehículo requeridas en la licitación.
- El cliente ya posee un considerable número de autobuses de dicho fabricante, lo cual sería un punto a favor ya que se simplifican las labores de mantenimiento.
- El fabricante ofrece un mejor contrato de mantenimiento.
- Mayor garantía del producto, factor de vital importancia para los clientes con las baterías de los vehículos Eléctricos debido a su coste de reemplazamiento.
- Menor huella de carbono durante para la fabricación del autobús y durante su vida útil.

## 2.7. Panorama competitivo

El mercado del autobús es característico ya que, a diferencia del automovilístico, la venta de autobuses se realiza a través de licitaciones. Se trata de un mercado en el que hay multitud de fabricantes a nivel global que ofrecen productos similares, por lo que las diferencias se marcan sobre todo con las nuevas tecnologías de propulsión, es decir, con los autobuses Eléctricos con batería y los propulsados por Hidrógeno.

El autobús Diesel es un producto cuya tecnología está muy avanzada por todos los fabricantes y se encuentra en un punto con poco margen de mejora en cuanto a eficiencia y emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de firmas ofrecen precios muy competitivos, por los que no obtienen unos márgenes de beneficios muy elevados lo cual beneficia a los gigantes del sector como *Daimler* o *MAN*, cuya ventaja competitiva es un volumen de producción muy grande gracias a la automatización de los procesos y las economías de escala. En el mercado de los vehículos Híbridos y CNG la situación es similar, ya que llevan produciéndose durante una década y los fabricantes han desarrollado propulsores eficientes y competitivos.

En el mercado de los autobuses Eléctricos con batería e Hidrógeno el panorama es completamente diferente. Se tratan de tecnologías 'novedosas', con pocos años de existencia y se presentan oportunidades a los competidores más pequeños para destacar con mejor tecnología que los competidores y conseguir el 'know how' que les coloque en una posición privilegiada para crecer. En Europa según *Chatrou* hay más de 60 competidores en este sector, con grandes fabricantes del mercado que van retrasados con respecto a los líderes europeos en este segmento como son *VDL* y *Solaris* o fabricantes del mercado chino como *BYD* y *Yutong*. En el histórico de autobuses Eléctricos urbanos registrados en Europa occidental destaca *VDL*, que ha fabricado 668 de los 3.025 (22,1%). Cerca están *BYD* con 645 y *Solaris* con 326 unidades [30].

Al ser tecnologías más costosas económicamente (un vehículo Eléctrico de batería cuesta alrededor del doble que uno Diesel), los márgenes de beneficios que los fabricantes obtienen en esta gama de vehículos son considerablemente mayores a los obtenidos en vehículos Diesel. Existe la seria amenaza de que fabricantes chinos como *Yutong* consideren una oportunidad en mercados como el europeo y decidan tener una participación mayor, introduciendo vehículos Eléctricos con precios inferiores al ofrecido por los competidores existentes gracias a menores costes en las baterías debido a las economías de escala, beneficios fiscales y alianzas con las empresas fabricantes de baterías en China.

A continuación, se puede observar la cuota de mercado en 2019 de los fabricantes de autobuses Eléctricos urbanos (GVW>8) en Europa Occidental según datos del informe anual de *Chatrou CME Solutions*, el cual está muy repartido entre los distintos fabricantes destacando a *VDL* y *Solaris* como fabricantes europeos de tamaño medio que en estos momentos se encuentran liderando las ventas, fabricantes grandes como *Mercedes* y *Volvo* cuya cuota de mercado apenas es del 8% y fabricantes chinos como *BYD* que ya tienen una gran presencia. Los datos de ventas por fabricante se muestran en la *Tabla 5*:

Fabricante	Unidades	Cuota de mercado
VDL	386	22,9%
BYD	236	14,0%
Solaris	145	8,6%
Volvo	135	8,0%
Irizar	127	7,5%
Mercedes	126	7,5%
Yutong	105	6,2%
Ebusco	102	6,0%
Iveco	83	4,9%
BYD-ADL	79	4,7%
Optare	31	1,8%
Vectia	26	1,5%
Caetano	16	0,9%
Bluebus	15	0,9%
Rampini	15	0,9%
Other suppliers	60	3,6%
<b>Total</b>	<b>1687</b>	<b>100,0%</b>

Tabla 5: Cuota de mercado de los fabricantes de autobuses Eléctricos urbanos (Europa Occidental 2019)

[Fuente Propia]

En la *Ilustración 7* se puede observar la variedad de fabricantes de autobuses Eléctricos presentes en el mercado de Europa Occidental con los datos de la *Tabla 5*:

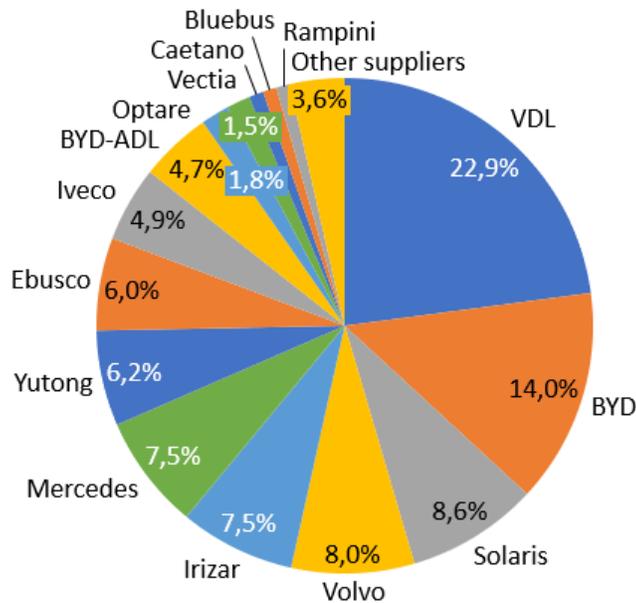


Ilustración 7: Cuota de mercado de los fabricantes de autobuses Eléctricos (Europa Occidental 2019)

[30]

Todos los fabricantes se están viendo obligados a hacer grandes inversiones para electrificar sus flotas, ya que se trata de una oportunidad interesante y es unánimemente considerado el futuro del sector del transporte. Puede resultar el final de aquellos fabricantes que no sepan adaptarse a los cambios necesarios para dicha electrificación a tiempo, pero un descenso en la velocidad de electrificación podría resultar terrible para las empresas que hayan realizado fuertes inversiones y dependan de la venta de estos vehículos a corto plazo para subsistir.

Resulta relevante que *MAN* no esté presente todavía, ya que es considerado uno de los mayores fabricantes a nivel mundial. El fabricante ha anunciado que comenzará la producción en masa del *Lion's City E* en la segunda mitad de 2020, ofertando capacidades superiores a las del mercado actual con 480 kWh de capacidad para la versión de 12 metros y 640 kWh para el articulado de 18 metros, que conseguirá autonomías de 200 kilómetros y hasta de 270 kilómetros en condiciones favorables recargándose en apenas 3 o 4 horas respectivamente [21]. Tras haber consultado a más de 200 clientes, han considerado no desarrollar la tecnología de carga de oportunidad con pantógrafo, ya que esperan que no tengan una gran importancia en el futuro cuando se logren autonomías como las que ellos van a ofertar.

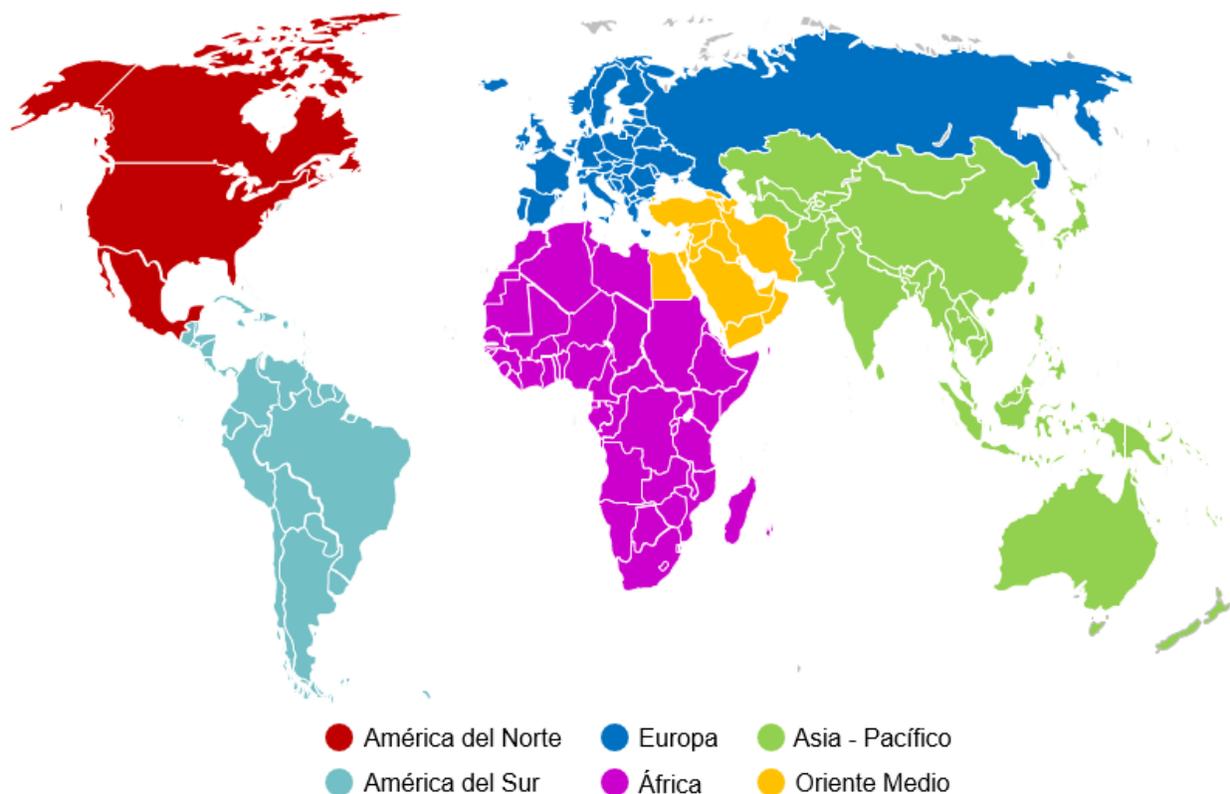
## 2.8. El mercado global del autobús

La industria del autobús se encuentra situada dentro del sector automovilístico y del sector del transporte público urbano. Según un estudio de *Mordor Intelligence* sobre el crecimiento de dicho mercado a nivel global [1], este mercado tuvo ingresos de \$50,25 billones en el año 2019 y estiman un índice compuesto de crecimiento anual del 7,58% para los años 2020 a 2025.

### 2.8.1. Principales mercados

Se pueden destacar 6 mercados principales que se muestran en la *Ilustración 8*:

- **Asia-Pacífico:** China, Japón, India, Corea del Sur y Resto de Asia-Pacífico.
- **Europa:** Reino Unido, Alemania, Francia, España, Italia y Resto de Europa.
- **América del Norte:** Estados Unidos, Canadá y Méjico.
- **América del Sur:** Brasil, Argentina, Chile y Resto de América del Sur.
- **Medio-Oriente:** Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos, Egipto y Resto de Medio-Oriente.
- **África:** Sudáfrica, Nigeria y Resto de África.



*Ilustración 8: Mapa de los mercados principales*

[Fuente: Propia]

## 2.8.2. Predicción de ingresos de los principales mercados

Para obtener datos representativos de la participación en los ingresos totales de los principales mercados se sigue el siguiente procedimiento basado en la triangulación a partir de información obtenida de fuentes que se indican a continuación:

1. Ingresos totales: del informe de *Mordor Intelligence* [1] se fija el total de \$50,25 billones para el año 2019 y con la predicción de CAGR=7,58%, se obtiene el total para todos los años hasta el año 2025.
2. Europa: *Globe Newswire* [12] indica que los ingresos fueron de \$6 billones en el 2018 y predice \$8,8 billones en el 2024. Se calcula el CAGR y se completa el valor del año 2019 y 2025.
3. Asia-Pacífico: *TechSci Research* [13] estima ingresos de \$20,55 billones en 2016 pronostica \$30,81 en 2022. Se calcula el CAGR para obtener el valor del año 2019 y 2025.
4. América del norte: *TechSci Research* [14] fija en \$5,02 billones los ingresos de este mercado en 2016 y estima que en 2022 serán de \$7,76. Al igual que para Asia-Pacífico se calcula el CAGR para obtener valor del año 2019 y 2025.
5. América del Sur: *TechSci Research* estima ingresos de \$1,81 billones en 2016 pronostica \$4,23 en 2022. Se calcula el CAGR para obtener el valor del año 2019 y 2025.
6. Medio-Oriente: *TechSci Research* estima ingresos de \$2,55 billones en 2016 pronostica \$30,81 en 2022. Se calcula el CAGR para obtener el valor del año 2019 y 2025.
7. África: *TechSci Research* estima ingresos de \$1,32 billones en 2016 pronostica \$2,08 en 2022. Se calcula el CAGR para obtener el valor del año 2019 y 2025.
8. A continuación, se ajustan todos los valores para que cuadren con el valor total y se calcula de nuevo el CAGR para todos los mercados.
9. Por último, con el nuevo CAGR calculado se completan los valores para los años 2020 a 2024.

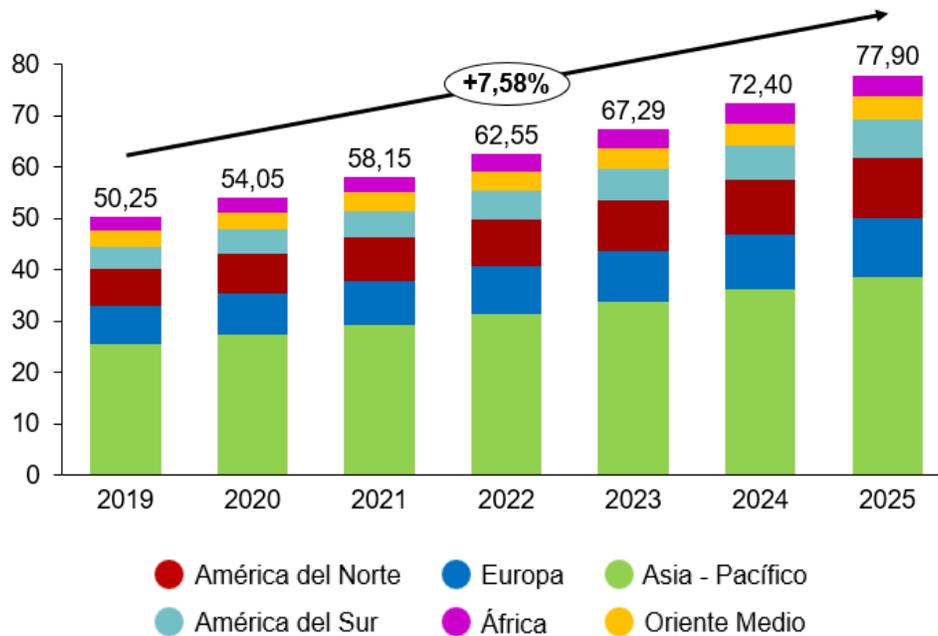
Según esta información, la estimación de ingresos para cada mercado se muestra en la *Tabla 6*. Los valores mostrados son estimaciones y corresponden a billones de dólares:

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR
<b>TOTAL</b>	<b>50,25</b>	<b>54,06</b>	<b>58,16</b>	<b>62,56</b>	<b>67,31</b>	<b>72,41</b>	<b>77,90</b>	<b>7,58%</b>
Asia-Pacífico	25,51	27,34	29,30	31,40	33,65	36,06	38,65	7,17%
Europa	7,40	7,96	8,57	9,22	9,93	10,69	11,50	7,62%
América del Norte	7,24	7,85	8,51	9,22	10,00	10,84	11,75	8,41%
Medio Oriente	4,28	4,68	5,11	5,59	6,11	6,68	7,30	9,31%
América del Sur	3,16	3,35	3,56	3,77	4,00	4,24	4,50	6,07%
África	2,66	2,87	3,10	3,34	3,61	3,89	4,20	7,91%

Tabla 6: Pronóstico de ingresos hasta 2025 de los principales mercados a nivel global

[Fuente: Propia]

En la *Ilustración 9*, se muestra la predicción en la participación en los ingresos totales de cada mercado hasta 2025 en billones de dólares estadounidenses:



*Ilustración 9: Participación en los ingresos de los principales mercados en 2019*

[Fuente: Propia]

Las principales observaciones que se pueden extraer de la predicción son las siguientes:

- El mercado total crecerá un 55% del año 2019 al 2025. Las principales razones son el aumento anual en la cantidad de vehículos vendidos unido a la electrificación de las ventas, lo que supone la adquisición de vehículos con un precio notablemente superior.
- De los seis mercados principales son cuatro los que crecen por encima de la media, siendo Medio Oriente el que más crece. Se explica conociendo su potencial y la menor velocidad de electrificación hasta la actualidad en comparación con países como China e India.
- El segmento de Europa occidental probablemente tenga un crecimiento superior al del resto del continente debido a su mayor capacidad económica y similar al de América del Norte.
- El mercado que muestra un menor crecimiento es América del Sur dado su bajo nivel de electrificación actual y la inestabilidad política en algunos de los territorios como Venezuela, Chile y Argentina.

Este crecimiento se puede ver afectado seriamente por el impacto económico que la pandemia del Covid-19 pueda tener en cada mercado. Hasta la fecha, ha obligado a detener temporalmente la producción de autobuses durante marzo y abril de 2020 en algunos países de Europa y va a afectar cuantitativamente a las inversiones municipales en los próximos 5 años. Dicha reducción de presupuestos destinados al transporte público puede afectar a la cantidad de ventas y a la

velocidad de electrificación del sector. En el siguiente apartado se analizarán las posibles consecuencias.

### 2.8.3. Posibles consecuencias del Covid-19

Las consecuencias que la pandemia Covid-19 tendrá sobre la industria del autobús y del transporte público todavía es incierta. Se barajan distintos escenarios y el futuro depende en gran medida del descubrimiento temprano de una vacuna contra la enfermedad. Dentro de las previsiones está el presumible rechazo por parte de la población a utilizar el transporte público, recurriendo al transporte privado como el coche, la bicicleta o el *carsharing*. El teletrabajo también será una posibilidad interesante para los trabajadores que tengan la opción.

Los gobiernos van a tratar de que el uso del transporte sostenible vuelva a la normalidad. Para conseguirlo, intentarán que se mantenga una ocupación no muy elevada en los autobuses para que sean un medio de transporte seguro para los pasajeros. Como consecuencia, serán necesarios más vehículos para transportar al mismo número de personas además de nuevos diseños del interior de los autobuses para que cumplan con las medidas de seguridad. Ya existe la demanda por parte de los clientes de cambios estructurales en el interior de los vehículos requeridos en las nuevas licitaciones y se están solicitando cambios en los autobuses que se están fabricando actualmente. Es por ello que fabricantes como *Volvo AB* ya se encuentran trabajando en dichas peticiones, que incluyen medidas como una mayor protección del conductor, asientos individuales con separación y modificaciones en el sistema de aire acondicionado aumentando la ventilación del vehículo. Se desconoce si en el futuro se seguirán demandando los nuevos diseños.

#### Consecuencias en el uso del transporte público:

Las primeras consecuencias se han hecho notar en la venta de billetes. En los países europeos más afectados durante la pandemia se ha reducido la ocupación hasta un 90% debido a las medidas de confinamiento, si bien es cierto que la demanda ha comenzado a crecer inmediatamente al relajarse las medidas y está previsto que aumente la venta de billetes online.

En algunos países como Bélgica ha vuelto la actividad con un 50% de ocupación, pero se espera que en la mayoría de los municipios comiencen a trabajar al 100% de la capacidad, aunque se van a producir costes extra para garantizar la seguridad como controles de temperatura, mascarillas, guates y gel hidroalcohólico.

La recuperación en el uso del transporte público va a ser lenta y está muy expuesto a la existencia de una vacuna. Es un pensamiento generalizado que cuando haya una vacuna todo podría volver a la normalidad, aunque algunas medidas higiénicas y de diseño de autobuses van a prevalecer para mejorar la seguridad en el futuro.

### Consecuencias directas sobre la venta de autobuses:

Existen grandes contrastes entre los distintos mercados. Algunos no se han resentido en absoluto, como por ejemplo Australia, pero está previsto que el mercado europeo sufra debido al gasto público necesario por parte de las instituciones en sanidad y ayudas públicas contra el desempleo de los sectores más afectados por la pandemia y a la falta de financiación. Los fondos de la Unión Europea dedicados a la movilidad eléctrica difícilmente se rescindirán, pero se prevé que se cancele un número considerable de licitaciones pertenecientes a la segunda mitad de 2020 y se reduzca el gasto en la adquisición de nuevas flotas de transporte público entre un 15-20% con respecto a las cifras pronosticadas inicialmente en los próximos dos años. Al mismo tiempo, cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible sigue siendo uno de los principales objetivos, por lo que el futuro es incierto.

La electrificación supone una inversión extra, ya que el coste de un vehículo Eléctrico con batería cuesta entre dos y cuatro veces más que uno Diesel. En algunas ciudades europeas disminuirá la cantidad de autobuses adquiridos, pero aumentará la velocidad de electrificación como estaba previsto ya que se trata de una inversión para los próximos 10 o 15 años además de que los ayuntamientos no estarán dispuestos a dar una imagen de que no tienen en cuenta el medio ambiente y la salud de las personas. Si bien es cierto, en algunos países como Italia se van a posponer las metas de electrificación para dentro de 5 años en favor del Diesel, pero no se trata de una tendencia generalizada dentro de este mercado hasta la fecha.

Se realizarán las entregas previstas durante este tiempo cuando acabe el confinamiento y no está previsto que se retrasen las entregas más allá del 2020 debido al cierre de las fábricas en algunos países y el retraso en los componentes por parte de los proveedores. Este retraso se compensará con la cancelación de licitaciones y supuestamente no tendrá consecuencias.

Acorde a la publicación *“Coronavirus and energy transition in public transport. Will e-bus projects pay the crisis’ price?”* en la revista *Sustainable Bus*, ya se han comenzado a notar las consecuencias en algunos países del mercado europeo. En Italia los planes para cofinanciar los autobuses propulsados por combustibles alternativos pasan a cofinanciar también aquellos con combustibles convencionales hasta diciembre de 2024. En Berlín, la empresa pública de transportes BVG pronostica una caída de los viajes en autobús del 50% hasta finales de 2023, y han paralizado un pedido de 90 autobuses Eléctricos al fabricante *Solaris Bus & Coach*. En contraposición en Francia, la empresa de transportes RATP Paris continua con el mismo plan de adquisición de nuevos vehículos que tenía antes de la pandemia. [38]

### 3. Análisis del Mercado

#### 3.1. Objetivo y Suposiciones

En este apartado se va a proceder a realizar un análisis de las ventas de autobuses urbanos acontecidas en Europa Occidental según el tipo de propulsión. El objetivo es extraer una imagen representativa de la evolución de las ventas en este mercado y conocer la velocidad en la electrificación de los vehículos en la transición hacia un transporte público sostenible y respetuoso con la salud de los ciudadanos y el medio ambiente.

En la *Ilustración 10* se muestran todos los países que componen este mercado y por tanto están incluidos en el estudio, que se nombran a continuación: Reino Unido, Alemania, Francia, Italia, España, Países bajos, Portugal, Irlanda, Austria, Bélgica, Suiza, Luxemburgo y Polonia.



*Ilustración 10: Países incluidos en el análisis*

[Fuente: Propia]

Dentro de este estudio se incluyen todos aquellos autobuses urbanos registrados desde 2012 a 2019, ambos inclusive, en los países nombrados anteriormente cuyo peso bruto es superior a 8 toneladas (*Gross Weight* - GWT > 8t) y excluyendo los Trolebuses. La razón por la que este estudio solo incluye Europa Occidental y Polonia es debido a que dichos países publican las cifras concretas de registro de autobuses según su peso bruto y tecnología de propulsión, en contraste con el resto de países del continente. A pesar de todo, se ha encontrado alguna dificultad para

encontrar las cifras registradas de autobuses Diesel, concretamente en los años 2012 y 2015 debido a la dificultad para encontrar datos comparables, ya que cada estudio existente tiene pequeñas diferencias de criterios que provocan que los datos no sean equiparables.

Las cifras totales para cada año se obtienen a través de las siguientes fuentes:

- Informe anual de *Chatrou CME Solutions* [30]. De este informe se pueden extraer las cifras anuales de ventas en dicho mercado de combustibles alternativos y Diesel para los años de 2016 a 2019. Para los años comprendidos entre 2012 y 2015 únicamente informan del registro de aquellos propulsados por combustibles alternativos, es decir, de autobuses Híbridos, CNG, Eléctricos con batería y aquellos propulsados por celda de Hidrógeno.
- Informe *European Registrations Hold Up Well* de *Transport Resources International Limited* [35] se obtienen las cifras totales de autobuses urbanos cuyo peso es mayor de 8 toneladas para 2013 y 2014 en dicho mercado.
- Para los años 2012 y 2015 los valores del total del mercado son una estimación, a cuyo número se le sustrae el de vehículos con propulsión alternativa para obtener el número total de Diesel.

### 3.2. Resultados

En este apartado se muestran las cifras totales por tipo de combustible desde 2012 hasta 2019 (>8t) en Europa Occidental. Las cifras totales del mercado se muestran en la *Tabla 7*:

Tipo de combustible	2012		2013		2014		2015	
Hidrógeno	5	0,1%	3	0,0%	9	0,1%	0	0,0%
Eléctrico	15	0,2%	15	0,1%	42	0,4%	101	1,0%
CNG	776	7,8%	640	6,4%	210	2,1%	376	3,7%
Híbrido	523	5,2%	809	8,1%	693	6,9%	1362	13,4%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>1319</b>	<b>13,2%</b>	<b>1467</b>	<b>14,6%</b>	<b>954</b>	<b>9,5%</b>	<b>1839</b>	<b>18,0%</b>
Diesel	8681	86,8%	8553	85,4%	9046	90,5%	8361	82,0%
<b>Total (por año)</b>	<b>10000</b>	<b>100,0%</b>	<b>10020</b>	<b>100,0%</b>	<b>10000</b>	<b>100,0%</b>	<b>10200</b>	<b>100,0%</b>

Tipo de combustible	2016		2017		2018		2019	
Hidrógeno	1	0,0%	4	0,0%	0	0,0%	28	0,2%
Eléctrico	259	2,5%	358	3,1%	548	4,6%	1687	11,7%
CNG	341	3,2%	1030	8,9%	1145	9,7%	1980	13,8%
Híbrido	1429	13,6%	1332	11,5%	1647	13,9%	1957	13,6%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>2030</b>	<b>19,3%</b>	<b>2724</b>	<b>23,6%</b>	<b>3340</b>	<b>28,2%</b>	<b>5652</b>	<b>39,3%</b>
Diesel	8470	80,7%	8840	76,4%	8505	71,8%	8740	60,7%
<b>Total (por año)</b>	<b>10500</b>	<b>100,0%</b>	<b>11564</b>	<b>100,0%</b>	<b>11845</b>	<b>100,0%</b>	<b>14392</b>	<b>100,0%</b>

*Tabla 7: Ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de propulsión de 2012 a 2019.*

[Fuente: Propia]

A continuación, en la *Tabla 8* se puede observar tanto las cifras totales de ventas en el periodo de 2012 a 2019 totales y de cada tecnología en el mercado de estudio como el índice de crecimiento anual compuesto (CAGR) tanto para el mercado total como para cada tecnología:

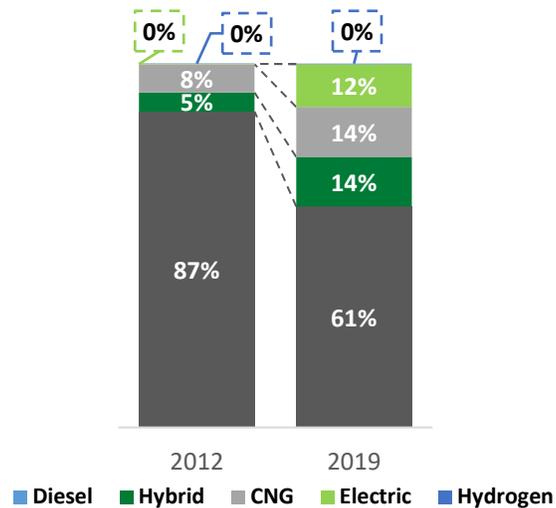
	Total	CAGR
<b>Hidrógeno</b>	50	27,9%
<b>Eléctrico</b>	3025	96,3%
<b>CNG</b>	6498	14,3%
<b>Híbrido</b>	9752	20,7%
<b>Total Comb. Alt</b>	<b>19325</b>	<b>23,1%</b>
<b>Diesel</b>	69196	0,1%
<b>Total</b>	<b>88521</b>	<b>5,3%</b>

*Tabla 8: Cifras totales y CAGR en el mercado de Europa Occidental por tipo de propulsión de 2012 a 2019.*

[Fuente: Propia]

### 3.3. Valoraciones

El análisis realizado anteriormente nos aporta un conocimiento general de la evolución del mercado en cuanto a ventas totales y dinámicas de cada tipo de tecnología debido al impacto de los desarrollos tecnológicos en la industria del autobús. En la *Ilustración 11* se muestra una comparación entre la cuota de mercado de cada tecnología entre 2012 y 2019:



*Ilustración 11: Comparación de la cuota de mercado de las distintas tecnologías entre 2012 y 2019.*

[Fuente: Propia]

A continuación, se incluye la *Ilustración 12* con las cifras totales de cada tecnología para cada año donde se pueden apreciar claramente las cifras anuales de cada tecnología, pero también la cuota de mercado que representan:

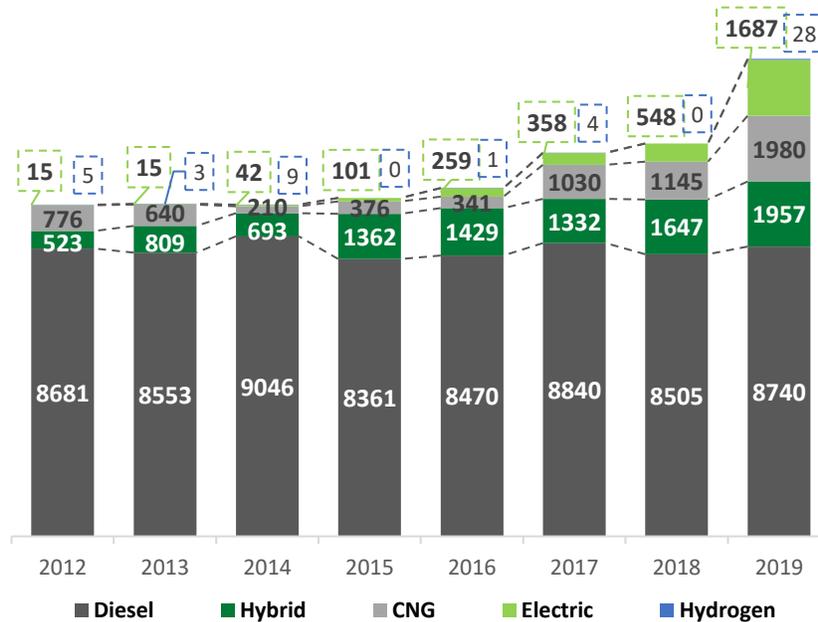


Ilustración 12: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre 2012 y 2019.

[Fuente: Propia]

De las gráficas anteriores se pueden extraer una serie de ideas clave que ayuden a comprender el desarrollo del mercado:

- El crecimiento total del mercado de 2012 a 2015 es prácticamente nulo, crece aproximadamente con un CAGR= 5% desde 2016 a 2018 y finalmente aumenta un 20% de 2018 a 2019. La mejora en los vehículos con propulsión alternativa supuso un estímulo en el mercado durante el último año influenciado por el pico en las ventas de Eléctricos con batería.
- La tecnología Diesel pasa de tener una cuota de mercado del 86,8% con 8681 autobuses en 2012 al 60,7% en 2019 con 8740 unidades. Mantiene unas cifras similares durante todos los años con un CAGR del 0%, mientras las demás de tecnologías aumentan sus ventas. El pico más alto se alcanza en 2014 con un 90,5% de las ventas totales de ese año.
- Los autobuses propulsados por gas natural comprimido (CNG) fueron los segundos con mayor cuota de mercado en 2012 con un 7,8% de las ventas (776 autobuses) y han pasado a tener una cuota de mercado de 13,8% en 2019 (1980 autobuses). El CAGR durante los 7 años de estudio es del 14,3%, si bien no es representativo ya que las ventas de esta tecnología sufren un descenso acusado durante los años 2014, 2015 y 2016, cuando comienzan a recuperarse progresivamente hasta llegar a las cifras de 2019. La curva representa la evolución de las ventas de esta tecnología tendría la forma cóncava en U.
- Los vehículos Híbridos fueron los terceros con mayor cuota de mercado en 2012 con un 5,2% de las ventas y 523 unidades y pasaron al 13,6% en 2019 con 1957 autobuses. Su CAGR es de 20,7% pero la cuota de mercado se ha mantenido constante desde 2015 a 2019 y es de 2014

a 2015 cuando se disparan las ventas debido a los desarrollos tecnológicos en dichos vehículos.

- La evolución de los vehículos Eléctricos con batería es la mayor de todo el mercado, pasando de solo 15 unidades vendidas en 2012 a 1687 unidades en el año 2019, lo que supuso un 11,7% de cuota de mercado. El crecimiento de esta tecnología se estaba produciendo de forma exponencial, pero es remarcable que en 2019 se hayan vendido más autobuses de este tipo (1687) que en los 6 años anteriores con una cifra de 1338. Esto se debe al gran paso al frente en innovaciones tecnológicas que han dado algunos fabricantes como VDL, BYD y Solaris Bus & Coach ofreciendo autonomías en materia de kilometraje con respecto a otros tipos de propulsión unido al esfuerzo de los ayuntamientos de incorporar vehículos cero emisiones.
- Los autobuses propulsados por Hidrógeno han supuesto durante el periodo de tiempo estudiado menos de un 1% de las ventas totales de cada año en este mercado. Esto se debe al alto coste que supone todavía dicho combustible añadido al mayor precio del vehículo en sí. Pese a la ausencia de crecimiento en dicho periodo, se espera que esta tecnología tenga una relevancia importante en los próximos 5 años.

### **Conclusiones**

- En 2019, 5652 autobuses (39,3%) de los autobuses vendidos estaban propulsados por combustibles alternativos comparado con los 3340 (28%) del año 2018.
- En 2019, 1687 autobuses registrados fueron Eléctricos con batería, más que la suma total para ese tipo de vehículo entre los años 2012 y 2018. [5]
- Las ventas de CNG aumentaron un 70% de 2018 a 2019 mientras que los vehículos Híbridos lo hicieron en un 20%.
- El mercado total se mantuvo estable entre 2012 y 2015 y comenzó a crecer en 2016 con pico de crecimiento en 2019.
- La tecnología con un mayor índice de crecimiento anual compuesto en el periodo de estudio son los autobuses Eléctricos con batería con un CAGR = 96,3%, contrastando con el CAGR = 0,1% de los vehículos Diesel.
- Las ventas de todas las tecnologías incluidas dentro de combustibles alternativos (Híbridos, CNG, Eléctricos con batería e Hidrógeno) crecen de 2012 a 2019. En conjunto un 70% en el periodo de 2018 a 2019, y pasan de un 13,2% de cuota de mercado en 2012 a un 39,3% en 2019.

Las conclusiones se pueden respaldar con la *Ilustración 13*, donde se puede apreciar claramente como las ventas de Diesel se mantienen estables, las ventas de Híbridos en general aumentan linealmente, las ventas de CNG tienen una progresión con forma cóncava, las ventas de Eléctricos siguen una curva exponencial y las de celda de combustible se mantienen prácticamente nulas durante el periodo de estudio:

## Predicción y análisis estratégico del mercado del autobús en Europa Occidental

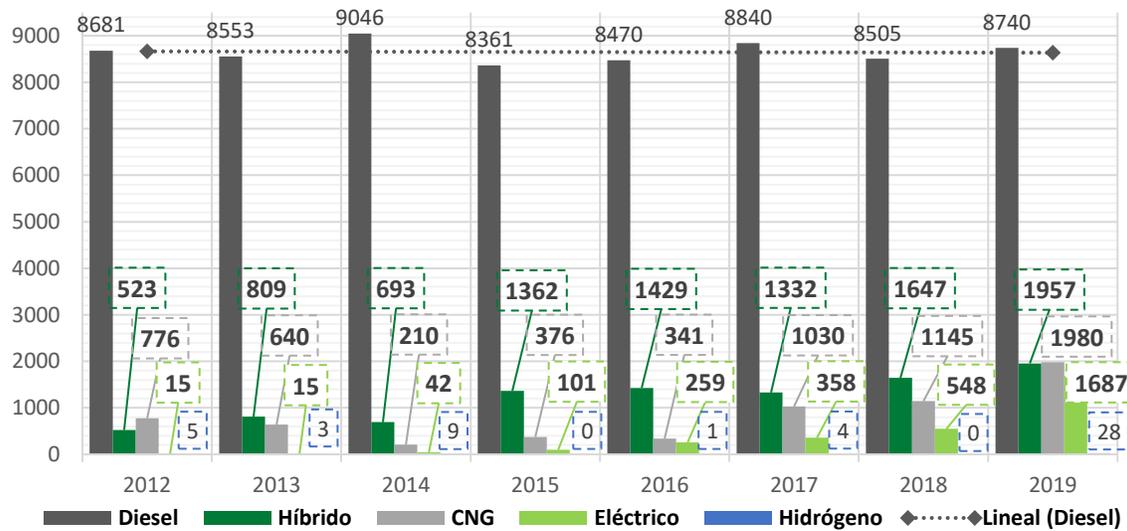


Ilustración 13: Cifras y evolución desglosada de las distintas tecnologías entre 2012 y 2019.

[Fuente: Propia]

## 4. Modelos de predicción

### 4.1. Objetivo y suposiciones

El objetivo es predecir las ventas en el mercado de autobuses urbanos de Europa Occidental hasta 2025 cuyo peso bruto es superior a 8 toneladas y excluyendo los Trolebuses según el tipo de propulsión para obtener una idea representativa de cuál es la posible evolución de las ventas en este mercado acorde a los distintos escenarios propuestos y poder desarrollar una estrategia apropiada para cada tecnología, tarea de vital importancia para los fabricantes del sector.

Se van a proponer cuatro escenarios diferentes para poder cubrir todas las posibles predicciones según las tendencias pasadas y las que se esperan en los próximos años. De esta manera tendremos los escenarios 1 y 2 cuyas predicciones estiman las ventas según diferentes visiones de futuro basado en el análisis de mercado realizado anteriormente, y los escenarios 1-a y 2-a que siguen gran parte de las tendencias de los escenarios 1 y 2 pero tienen en cuenta el posible impacto que el Covid-19 puede causar en el sector tras su aparición en febrero de 2020 debido a la reducción en los presupuestos de los ayuntamientos para la adición de nuevos autobuses a sus flotas. Se supone para ambos un descubrimiento de la vacuna durante el año 2021 que permita volver a la normalidad en 2022.

En el apartado 2.8, el índice de crecimiento anual compuesto estimado para los ingresos del mercado europeo fue del 7,62% para el periodo de 2020 a 2025. Esto se debe en gran parte a la transición hacia tecnologías de propulsión alternativa cuyo precio es sustancialmente superior al de los vehículos Diesel, pero también se puede deber en menor medida al crecimiento en el total de las ventas. Para predecir el crecimiento de las ventas en los distintos escenarios, puede servir como guía el crecimiento observado en el mercado de 2016 a 2019, pero en contraposición hay fuentes como *Bus-Study Europe by company "analyse & prognose marktforschung für die automobilindustrie"* centrado en predicciones por país que indica un crecimiento nulo. Es por ello que en los escenarios propuestos se estudian ambas opciones.

En cuanto a la evolución en las cuotas de mercado de las distintas tecnologías ofertadas por los fabricantes, se tiene en cuenta la evolución que han tenido en el análisis realizado, las cuotas estimadas para los años 2020, 2025 y 2030 según el informe de *ZeEUS eBus Report #2* [36], la visión del fabricante *Solaris Bus & Coach* [10] y estimaciones propias. En la *Tabla 9*, se muestran tanto las predicciones de *ZeEUS*, de *Solaris* y la estimación final.

Tipo de combustible	ZeEUS eBus		Solaris Bus & Coach		Estimacion final	
	2020	2025	2020	2025	2020	2025
Hidrógeno	2%	6,0%	2%	7%	<b>2%</b>	<b>6%</b>
Electrico	19%	35,0%	22%	33%	<b>20%</b>	<b>35%</b>
CNG	16%	17,0%	16%	19%	<b>16%</b>	<b>17%</b>
Híbrido	10%	11,0%	12%	14%	<b>12%</b>	<b>12%</b>
Diesel	53%	31,0%	48%	27%	<b>50%</b>	<b>30%</b>

Tabla 9: Pronóstico de las cuotas de mercado de cada tecnología en 2025.

[Fuente: Propia]

*ZeEUS eBus Report #2* hace también estimaciones para el año 2030 de 10% de ventas Diesel, 13% de Híbridos, 15% de CNG, 52% de Eléctricos y 10% de Hidrógeno. Dichas cuotas van en la misma línea de progresión que hasta 2025.

A continuación, en la *Ilustración 14* se muestran los porcentajes de la estimación final, los cuales representarán las estimaciones de todos los escenarios propuestos excepto el 2-a. Como se puede observar, la tecnología Diesel perderá una gran presencia en favor de los Eléctricos con batería debido a las restricciones medioambientales aplicadas y la concienciación de la sociedad y por tanto de los ayuntamientos. Cabe destacar el crecimiento estimado para los vehículos propulsados por Hidrógeno, cuya cuota es notablemente superior en 2020 comparado con 2019 y llegará hasta el 6% en 2025 debido a la reducción esperada en los precios de dicho combustible tras la mejora y optimización en los procesos para su obtención.

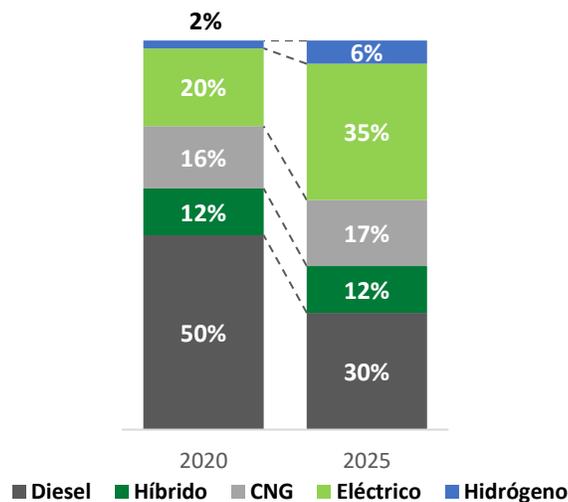


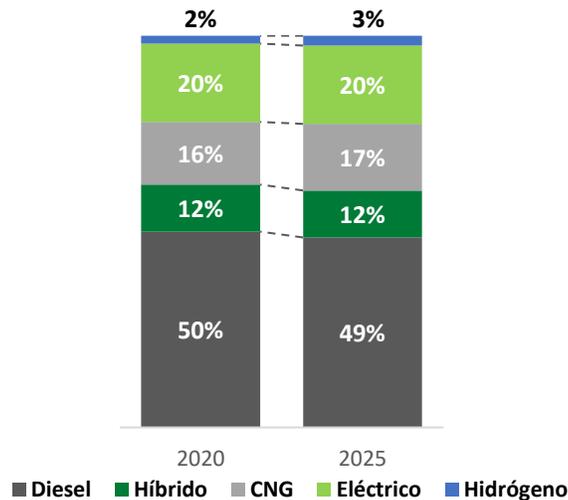
Ilustración 14: Estimación normal de las cuotas de mercado para cada tecnología en 2025

[Fuente: Propia]

El escenario 2-a representa una predicción de futuro que muestra los resultados de una gran crisis económica y social producida por el coronavirus. Se tendrá en cuenta la DIRECTIVA (UE)

2019/1161 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 20 de junio de 2019 por la que se modifica la Directiva 2009/33/CE relativa a la promoción de vehículos de transporte por carretera limpios y energéticamente eficientes [37]. Entre otras materias relacionadas con las emisiones de los vehículos, dicha directiva indica los objetivos mínimos de contratación pública para la cuota de vehículos pesados limpios en el número total de vehículos pesados objeto de los contratos contemplados en el artículo 3 a nivel de los estados miembros. Establece la indicación de un 45% de autobuses limpios para el periodo del 2 de agosto de 2021 al 31 de diciembre de 2025 en la mayoría de países, aunque en algunos es menor atendiendo a la capacidad económica. Textualmente dice que “debe alcanzarse la mitad del objetivo mínimo para la cuota de autobuses limpios mediante la contratación pública de autobuses de emisión cero, tal como se definen en el artículo 4, punto 5. Este requisito se reducirá a la cuarta parte del objetivo mínimo para el primer período de referencia, si más del 80 % de los autobuses objeto de la suma de todos los contratos contemplados en el artículo 3, adjudicados durante ese período en un Estado miembro, son autobuses de dos pisos”. Por tanto, dentro de ese 45% de vehículos limpios la mitad han de ser cero emisiones. Son considerados vehículos limpios aquellos propulsados mediante electricidad, hidrógeno, biocarburante, fuel sintético y parafínico, CNG, LNG y LPG. Dentro de los vehículos cero emisiones están los de Electricidad e Hidrógeno exclusivamente. Para el periodo del 01-01-2026 al 31-12-2030 se exige un 65% de vehículos limpios y la mitad de ellos cero emisiones.

En la *Ilustración 15* se muestran los porcentajes de la estimación para el escenario 2-a, donde se puede observar que la evolución de los Híbridos y CNG es similar ya que debido a la pequeña diferencia de precio con el Diesel no se ven tan afectados, así como la nula evolución de los Eléctricos con batería e Hidrógeno que se limitan a cumplir con la directiva de la Unión Europea:



*Ilustración 15: Estimación tras grave crisis post Covid-19 de las cuotas de mercado para cada tecnología en 2025.*

[Fuente: Propia]

Las ideas principales de los escenarios que se van a proponer son las siguientes:

- Escenario 1. Se trata de una visión optimista para dicho mercado, ya que considera un crecimiento anual constante del 5% como sucedió de los años 2016 a 2018 sin tener en cuenta el pico de crecimiento del 2019. Es considerado un crecimiento probable para los 5 años próximos.
- Escenario 2. Muestra una visión más conservadora, estimando un crecimiento del mercado nulo hasta 2025 al igual que sucedió de los años 2012 a 2015. En este escenario se considera que la tendencia de algunos de los países europeos más influyentes puede ser de estancamiento en cuanto a número total de autobuses adquiridos anualmente, lo que supondría que el mercado total se comporte de esta manera.
- Escenario 1-a. Se trata de un escenario que tiene en cuenta la pandemia de Covid-19, por lo que las ventas de los años 2020 y 2021 se ven afectadas severamente. En 2022 el mercado vuelve a la normalidad desde las cifras que se esperaban para 2020 y con un crecimiento anual del 5%.
- Escenario 2-a. Al igual que el escenario 1-a, también supone una caída de las ventas similar para los años 2020 y 2021 pero a partir de 2022 tras la vuelta a la normalidad la tendencia estimada es pesimista y el crecimiento del CAGR es del 0%. Además, en este escenario causado por la mala situación económica de los ayuntamientos tras la pandemia se estima que las ventas de vehículos Eléctricos con batería e Hidrógeno debido a su precio perderán una considerable cuota de mercado con respecto al resto de escenarios.

A continuación, en la *Tabla 10* se muestra una comparación de los 4 modelos de predicción:

	Visión	CAGR	Cuota de cada tecnología	Breve Descripción
<b>Escenario 1</b>	Optimista	5%	Estimación normal	Escenario base con un CAGR = 5% para el total (igual que de 2012 a 2019)
<b>Escenario 2</b>	Conservadora	0%	Estimación normal	Escenario base con enfoque conservador. El mercado total de autobuses vuelve a la fase de crecimiento nulo. Se espera un aumento de la competencia en el creciente segmento eléctrico.
<b>Escenario 1-a (post Covid-19)</b>	Optimista	5%	Estimación normal	El impacto del Covid-19 da como resultado una caída en las ventas. Los clientes posponen las inversiones en 2020-2021 (-20% de impacto) y el mercado se recupera al punto de partida inicial creciendo con un 5% anual.
<b>Escenario 2-a (post Covid-19)</b>	Pesimista	0%	Estimación tras grave crisis post Covid-19	El impacto de COVID da como resultado una caída en las ventas. Los clientes posponen las inversiones en 2020-2021 (-20% de impacto) y compran una cantidad mínima de vehículos de cero emisiones para cumplir con la normativa de la UE. El mercado se recupera y crece al 0%.

*Tabla 10: Comparación de los 4 escenarios de predicción.*

[Fuente: Propia]

## 4.2. Escenario 1

### 4.2.1. Definición

Como se ha comentado brevemente en el apartado anterior, el escenario 1 se trata de un escenario optimista en cuanto a crecimiento del mercado con estimaciones acorde a las predicciones previas a la pandemia de Covid-19.

#### Suposiciones

Se han desarrollado nuevos productos, por lo que se estima que el crecimiento continuará, aunque no al ritmo del 20% que sucedió de 2018 a 2019, sino al que se produjo entre 2016 y 2018 del 5% anual y que también corresponde aproximadamente al periodo total de análisis de 2012 a 2019. Las cuotas de mercado que tendrá cada tecnología son las de la estimación normal realizada en el apartado anterior las cuales cumplen holgadamente con lo estipulado por la directiva 2019/1161 de la UE.

#### Procedimiento

1. Fijo los porcentajes para cada tipo de vehículo en 2020 y 2025.
2. Establezco cantidades para 2020 y 2025 suponiendo CAGR = 5% desde 2019.
3. Calculo el aumento anual del porcentaje de cada tecnología para que sea constante a lo largo del periodo de predicción.
4. Calculo el CAGR correspondiente a cada tecnología.

### 4.2.2. Predicción y valoraciones

En la *Tabla 11* se muestra la predicción correspondiente al escenario 1 por tecnología de propulsión desde 2020 hasta 2025 (>8t) en Europa Occidental además del índice de crecimiento anual compuesto (CAGR) de cada tecnología. De la tabla mencionada, se pueden extraer una serie de ideas clave que ayuden a comprender el desarrollo del mercado en el periodo de predicción de este escenario:

- El CAGR del mercado es del 5% de 2020 a 2025. La disponibilidad reciente de mejoras en los vehículos propulsados por combustibles alternativos y la equiparación en términos de TCO de éstos con los vehículos Diesel suponen un estímulo creciente en el mercado durante el periodo de predicción.
- La tecnología Diesel pasa de tener una cuota de mercado del 60,7% en 2019 al 50% en 2020 y al 30% en 2025, lo que supone pasar de 8740 a 5786 autobuses. Es la única de las tecnologías que pierde cuota de mercado y además disminuye las unidades vendidas progresivamente durante la predicción.
- La predicción para los CNG es de un CAGR del 6,3% durante el periodo de predicción, casi a la par del crecimiento del mercado total, pasando de una cuota de mercado del 16% en 2020

al 17% en 2025. Pese a ser un combustible fósil, se espera que su imagen se mantenga intacta como alternativa más sostenible medioambientalmente que el Diesel y con prestaciones similares en cuanto a consumo y autonomía.

- Los vehículos Híbridos tienen la misma cuota de mercado en todo el periodo de predicción de este escenario (12%) y, por tanto, crecen con un CAGR del 5% pasando de 1813 unidades a 2314. Se trata de una tecnología de transición de los vehículos Diesel a los Eléctricos cuyo margen de mejora es pequeño. Se mantiene como una alternativa, pero no crece al nivel de los Eléctricos ya que se mantiene muy alejado en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.
- Las predicciones en la evolución de los Eléctricos con batería son las más ambiciosas, debido al comportamiento que tuvo dicha tecnología de 2012 a 2019 pasando de 15 autobuses a 1687. En este escenario pasa de 3022 unidades en 2020 con una cuota del 20%, a 6750 en el año 2025 con una cuota del 35%. El CAGR indica un crecimiento anual del 17,4%, alineado con las predicciones generalizadas en el sector.
- La previsión para los vehículos de celda de combustible es también optimista, pasando de 28 autobuses el 2019 a 302 en 2020 y a 1157 autobuses en 2025, suponiendo un CAGR del 30,8% en el periodo de predicción. El acierto de esta estimación va ligada a un descenso en el precio del Hidrógeno.

Tipo de combustible	2020		2021		2022	
Hidrógeno	302	2,0%	444	2,8%	600	3,6%
Electrico	3022	20,0%	3649	23,0%	4332	26,0%
CNG	2418	16,0%	2570	16,2%	2732	16,4%
Híbrido	1813	12,0%	1904	12,0%	1999	12,0%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>7556</b>	<b>50,0%</b>	<b>8568</b>	<b>54,0%</b>	<b>9663</b>	<b>58,0%</b>
Diesel	7556	50,0%	7299	46,0%	6997	42,0%
<b>Total (por año)</b>	<b>15112</b>	<b>100%</b>	<b>15867</b>	<b>100%</b>	<b>16661</b>	<b>100%</b>

Tipo de combustible	2023		2024		2025		CAGR
Hidrógeno	770	4,4%	955	5,2%	1157	6,0%	30,8%
Electrico	5073	29,0%	5878	32,0%	6750	35,0%	17,4%
CNG	2904	16,6%	3086	16,8%	3279	17,0%	6,3%
Híbrido	2099	12,0%	2204	12,0%	2314	12,0%	5,0%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>10846</b>	<b>62,0%</b>	<b>12123</b>	<b>66,0%</b>	<b>13501</b>	<b>70,0%</b>	<b>12,3%</b>
Diesel	6648	38,0%	6245	34,0%	5786	30,0%	-5,2%
<b>Total (por año)</b>	<b>17494</b>	<b>100%</b>	<b>18368</b>	<b>100%</b>	<b>19287</b>	<b>100%</b>	<b>5,0%</b>

Tabla 11: Escenario 1 de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.

[Fuente: Propia]

Tras extraer las ideas de la tabla anterior y observando la *Ilustración 16*, se extraen las siguientes conclusiones:

- En 2025, el 70% de los autobuses vendidos estarán propulsados por combustibles alternativos, comparado con el 39,3% del 2019.

- Las ventas de todas las tecnologías incluidas dentro de combustibles alternativos crecerán. En conjunto, su CAGR será de 12,3% en este escenario.
- En 2025 los autobuses Eléctricos pasarán a ser la tecnología con mayor cuota de mercado por encima del Diesel, siendo 8 veces la cantidad que se vendió en 2019.
- Las ventas de CNG crecerán un poco por encima de los Híbridos.
- La tecnología con un mayor índice de crecimiento anual compuesto en el periodo de estudio son los autobuses de Hidrógeno con un 30,8%.
- La tecnología Diesel pasa de un crecimiento nulo de 2012 a 2019 a un decrecimiento anual negativo del -5,2%.

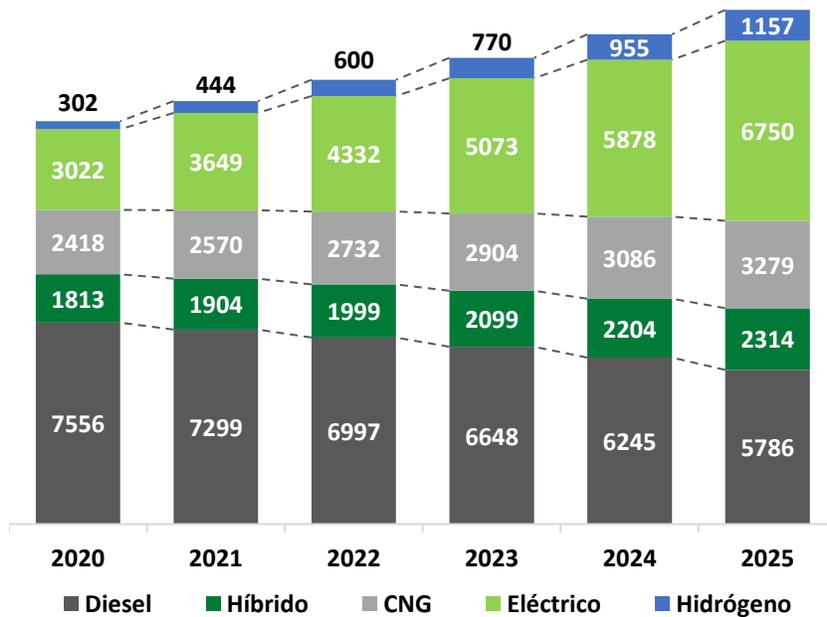


Ilustración 16: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 1.

[Fuente: Propia]

### 4.3. Escenario 2

#### 4.3.1. Definición

El escenario 2 se trata de una versión más conservadora del escenario 1 en términos de crecimiento del mercado con estimaciones acorde a las predicciones previas a la pandemia de Covid-19.

#### Suposiciones

Se han desarrollado nuevos productos, pero la tendencia sin crecimiento de los países más importantes e influyentes del mercado estudiado como Francia, Italia y España, pronostican un crecimiento del mercado nulo hasta 2025 al igual que sucedió de los años 2012 a 2015, por lo tanto, se supondrá que el mercado en el periodo de estudio tendrá un CAGR del 0%. Las cuotas de mercado que tendrá cada tecnología son las de la estimación normal aplicada en el escenario 1, por lo que cumple holgadamente con lo estipulado por la directiva 2019/1161 de la UE.

#### Procedimiento

1. Fijo los porcentajes para cada tipo de vehículo en 2020 y 2025.
2. Establezco cantidades de 2020 a 2025 suponiendo CAGR = 0%, por lo que serán iguales a las del año 2019 para todo el periodo de predicción.
3. Calculo el aumento anual del porcentaje de cada tecnología para que sea constante a lo largo del periodo de predicción.
4. Calculo el CAGR correspondiente a cada tecnología.

#### 4.3.2. Predicción y valoraciones

En la *Tabla 12* se muestra la predicción correspondiente al escenario 2 por tecnología de propulsión desde 2020 hasta 2025 (>8t) en Europa Occidental además del índice de crecimiento anual compuesto (CAGR) de cada tecnología. De dicha tabla se pueden extraer ideas que ayuden a comprender el comportamiento del mercado bajo estas circunstancias:

- El escenario 2 se trata de una versión conservadora del escenario 1, con las mismas cuotas de mercado, pero con un CAGR del 0% de 2020 a 2025. Los vehículos Diesel pierden una notable participación a lo largo del periodo de predicción debido a las regulaciones y a la disminución en la diferencia del TCO en comparación con el resto de las tecnologías.
- La tecnología Diesel pasa también de tener una cuota de mercado del 50% en 2020 y al 30% en 2025. El CAGR es aún más negativo llegando casi al -10% anual debido a que las cuotas de participación se prevén iguales y el mercado total no crece. Sigue siendo la única de las tecnologías que pierde cuota de mercado.

- La predicción del CAGR para los CNG es únicamente del 1,2% durante el periodo de predicción, casi a la par del estancamiento en las ventas del mercado total. Pasa de una cuota de mercado del 16% en 2020 al 17% en 2025.
- Los vehículos Híbridos tienen la misma cuota de mercado en todo el periodo de predicción de este escenario con un CAGR del 0%. Se mantiene como una alternativa al Diesel con un margen de mejora reducido.
- Las predicciones en la evolución de los Eléctricos con batería siguen siendo ambiciosas, aunque manteniendo las cuotas de mercado del escenario anterior consigue un CAGR del 11,8%.
- La previsión para los vehículos de celda de combustible al igual que los Eléctricos sigue siendo favorable, con un CAGR del 24,6%, el mayor entre todas las tecnologías, el cual sigue estando ligado a la reducción del precio del Hidrógeno.

Tipo de combustible	2020		2021		2022	
Hidrógeno	290	2,0%	406	2,8%	522	3,6%
Electrico	2900	20,0%	3335	23,0%	3770	26,0%
CNG	2320	16,0%	2349	16,2%	2378	16,4%
Híbrido	1740	12,0%	1740	12,0%	1740	12,0%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>7250</b>	<b>50,0%</b>	<b>7830</b>	<b>54,0%</b>	<b>8410</b>	<b>58,0%</b>
Diesel	7250	50,0%	6670	46,0%	6090	42,0%
<b>Total (por año)</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>

Tipo de combustible	2023		2024		2025		CAGR
Hidrógeno	638	4,4%	754	5,2%	870	6,0%	24,6%
Electrico	4205	29,0%	4640	32,0%	5075	35,0%	11,8%
CNG	2407	16,6%	2436	16,8%	2465	17,0%	1,2%
Híbrido	1740	12,0%	1740	12,0%	1740	12,0%	0,0%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>8990</b>	<b>62,0%</b>	<b>9570</b>	<b>66,0%</b>	<b>10150</b>	<b>70,0%</b>	<b>7,0%</b>
Diesel	5510	38,0%	4930	34,0%	4350	30,0%	-9,7%
<b>Total (por año)</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>0,0%</b>

Tabla 12: Escenario 2 de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.

[Fuente: Propia]

Tras haber extraído la información relevante de la tabla anterior y observando la *Ilustración 17*, se extraen las siguientes conclusiones, algunas de las cuales coinciden con las del escenario 1 ya que se emplean las mismas cuotas de cada tipo de vehículo:

- En 2025, el 70% de los autobuses vendidos estarán propulsados por combustibles alternativos, comparado con el 39,3% del 2019.
- Las ventas de todas las tecnologías incluidas dentro de combustibles alternativos excepto los Híbridos crecerán. En conjunto, su CAGR será de 7%, notablemente inferior que en el escenario 1.
- En 2025 los autobuses Eléctricos pasarán a ser la tecnología con mayor cuota de mercado por encima del Diesel.

- Las ventas de CNG crecerán con un índice de crecimiento muy reducido, a diferencia de los Híbridos.
- La tecnología con un mayor índice de crecimiento anual en el periodo de estudio sigue siendo los autobuses de Hidrógeno, pero en esta ocasión con casi un 25%.
- La tecnología Diesel pasa a tener un decrecimiento aún más negativo de cerca del -10%.

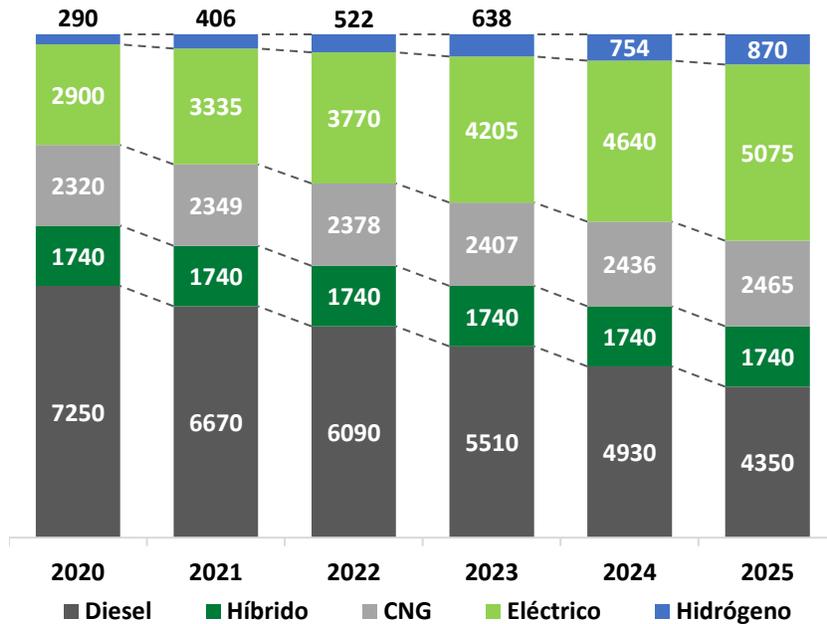


Ilustración 17: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 2.

[Fuente: Propia]

#### 4.4. Escenario 1-a

##### 4.4.1. Definición

El escenario 1-a se trata de un escenario optimista en cuanto a crecimiento del mercado tras el descubrimiento durante el 2021 de una vacuna contra la enfermedad.

##### Suposiciones

Como ya sucedió tras la crisis económica de 2008, las ventas del sector durante los dos primeros años caerán aproximadamente un 20% hasta la vuelta a la normalidad debido a la cancelación de un gran número de licitaciones del último trimestre del 2020 y nueva planificación para 2021, como ya fue comentado en el apartado 2.8.3 de este proyecto. Se estima que el crecimiento continuará al 5% anual partiendo de las cifras de 2019, es decir, en 2022 tendremos las ventas que corresponderían a 2020 en el escenario 1 con dos años de retraso. Las cuotas de mercado que tendrá cada tecnología son las de la estimación normal aplicada en los escenarios 1 y 2, las cuales cumplen holgadamente con lo estipulado por la directiva 2019/1161 de la UE.

##### Procedimiento

1. Fijo los porcentajes para cada tipo de vehículo en 2020 y 2025.
2. Establezco cantidades para 2020 y 2021 suponiendo una caída del 20% con respecto a lo que estaría previsto en el escenario 1 para 2020. A partir de 2022 se supone un CAGR del 5% hasta 2025.
3. Calculo el aumento anual del porcentaje de cada tecnología para que sea constante a lo largo del periodo de predicción.
4. Calculo el CAGR correspondiente a cada tecnología.

##### 4.4.2. Predicción y valoraciones

Es considerado en estos momentos el escenario más probable en los próximos 5 años de los cuatro propuestos debido a las consecuencias que ha tenido la pandemia durante los primeros 5 meses. En la *Tabla 13* se muestra la predicción correspondiente al escenario 1-a por tecnología de propulsión desde 2020 hasta 2025 (>8t) en Europa Occidental además del CAGR correspondiente a cada tecnología. Se pueden extraer una serie de ideas interesantes que ayuden a comprender el desarrollo del mercado acorde a las predicciones de este escenario:

- El escenario 1-a consiste en una versión optimista al igual que el escenario 1 pero teniendo en cuenta las fuertes consecuencias económicas de la pandemia, causantes de la cancelación de licitaciones en el último trimestre del 2020 y replanificación de las mismas en 2021. Las cuotas de mercado de cada tecnología de propulsión son las mismas que en los escenarios anteriores y el CAGR pasa a ser del 7,8% de 2020 a 2025. La electrificación sigue el mismo ritmo que en los dos primeros escenarios debido a la disponibilidad reciente de mejoras en

los vehículos de propulsión alternativa y la equiparación en términos de TCO de éstos con los vehículos Diesel siguen suponiendo un estímulo creciente en el mercado.

- La tecnología Diesel, al igual que en los dos escenarios anteriores, pasa de tener una cuota de mercado del 60,7% en 2019 al 30% en 2025. EL valor del CAGR en el periodo de predicción se suaviza debido a la caída del mercado general hasta un -2,6%, aunque si lo estudiamos de 2022 a 2025 obtenemos alrededor del -6%. Sigue siendo la única de las tecnologías que pierde cuota de mercado.
- La predicción para los CNG es de un CAGR del 9,1% durante el periodo de predicción. Al contrario que con la tecnología Diesel, el descenso en 2020 favorece a que tenga un valor mayor. Al igual que en los anteriores escenarios, pasa del 16% de cuota en 2020 al 17% en 2025.
- Los vehículos Híbridos siguen evolucionando a la par que el mercado. En este escenario su CAGR total es del 7,8% pero del 2022 al 2025 es del 5%.
- Las predicciones en la evolución de los Eléctricos con batería suponen un CAGR del 20,6%, lo cual supone una afectación prácticamente nula de la pandemia pese a su elevado precio. Las razones serían el conocimiento de que a largo plazo el gasto llegará a ser similar al de los Diesel dadas las previsiones de paridad del TCO.
- Al igual que sucede con los Eléctricos con batería, en este escenario no se contempla una afectación severa para las ventas de estos vehículos debido a su precio y su CAGR asciende al 34,3% tras la estimación.

Tipo de combustible	2020		2021		2022	
Hidrógeno	240	2,0%	336	2,8%	544	3,6%
Electrico	2400	20,0%	2760	23,0%	3929	26,0%
CNG	1920	16,0%	1944	16,2%	2478	16,4%
Híbrido	1440	12,0%	1440	12,0%	1813	12,0%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>6000</b>	<b>50,0%</b>	<b>6480</b>	<b>54,0%</b>	<b>8765</b>	<b>58,0%</b>
Diesel	6000	50,0%	5520	46,0%	6347	42,0%
<b>Total (por año)</b>	<b>12000</b>	<b>100%</b>	<b>12000</b>	<b>100%</b>	<b>15112</b>	<b>100%</b>

Tipo de combustible	2023		2024		2025		CAGR
Hidrógeno	698	4,4%	866	5,2%	1050	6,0%	34,3%
Electrico	4601	29,0%	5331	32,0%	6123	35,0%	20,6%
CNG	2634	16,6%	2799	16,8%	2974	17,0%	9,1%
Híbrido	1904	12,0%	1999	12,0%	2099	12,0%	7,8%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>9838</b>	<b>62,0%</b>	<b>10996</b>	<b>66,0%</b>	<b>12245</b>	<b>70,0%</b>	<b>15,3%</b>
Diesel	6030	38,0%	5665	34,0%	5248	30,0%	-2,6%
<b>Total (por año)</b>	<b>15867</b>	<b>100%</b>	<b>16661</b>	<b>100%</b>	<b>17494</b>	<b>100%</b>	<b>7,8%</b>

Tabla 13: Escenario 1-a de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.

[Fuente: Propia]

Tras extraer las ideas de la tabla anterior y observando la *Ilustración 18*, se extraen las siguientes conclusiones que pueden ser similares a las de los dos escenarios anteriores debido al uso de las mismas cuotas de mercado de cada tecnología:

- En 2025, el 70% de los autobuses vendidos estarán propulsados por combustibles alternativos, comparado con el 39,3% del 2019.
- Las ventas de todas las tecnologías incluidas dentro de combustibles alternativos crecerán. En conjunto, su CAGR será de 7,8% en este escenario.
- En 2020, pese a la caída en las ventas totales del mercado los vehículos CNG, Eléctricos e Hidrógeno siguen mejorando en cifras al año anterior, al contrario que Híbridos y Diesel.
- En 2025 los autobuses Eléctricos pasarán a ser la tecnología con mayor cuota de mercado por encima del Diesel, al igual que en los escenarios anteriores.
- Las ventas de CNG se posicionan por delante de la de los Híbridos en todo el periodo.
- La tecnología con un mayor índice de crecimiento anual compuesto en el periodo de estudio son los autobuses de Hidrógeno con un 34,3%.
- La tecnología Diesel pasa de un crecimiento nulo de 2012 a 2019 a un decrecimiento anual negativo del -2,6%.

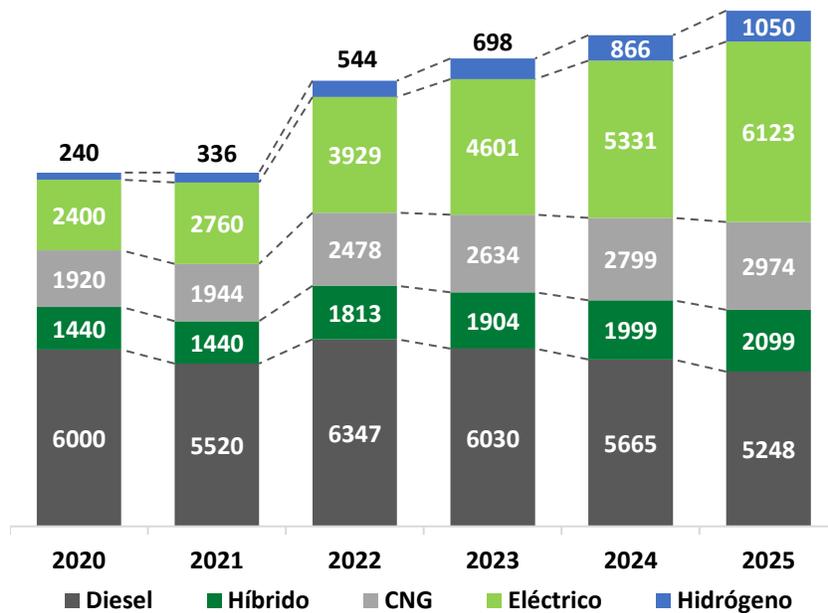


Ilustración 18: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 1-a.

[Fuente: Propia]

### 4.5. Escenario 2-a

#### 4.5.1. Definición

El escenario 2-a se trata de un escenario pesimista en cuanto a crecimiento del mercado y evolución en la electrificación de las ventas, contando con el descubrimiento durante el 2021 de una vacuna contra la enfermedad.

#### Suposiciones

Al igual que en el escenario 1-a, las ventas del sector durante los dos primeros años caerán aproximadamente un 20% hasta la vuelta a la normalidad debido a la cancelación de un gran número de licitaciones del último trimestre del 2020 y una nueva planificación para 2021. Se estima que el crecimiento anual será nulo partiendo de las cifras de 2019 como ya sucedía en el escenario 2 debido al estancamiento de los países más relevantes, es decir, a partir de 2022 tendremos un volumen de ventas similar al de 2019 y se mantendrá hasta 2025. Las cuotas de mercado que tendrá cada tecnología son las de la estimación tras grave crisis post Covid-19 realizada en el apartado 4.1. Se puede observar que la evolución de los Híbridos y CNG es similar a la estimación normal y que debido a la mala situación económica de los ayuntamientos se cumple con la cantidad mínima de vehículos cero emisiones estipulada por la directiva 2019/1161 de la UE.

#### Procedimiento

1. Fijo los porcentajes para cada tipo de vehículo en 2020 y 2025.
2. Establezco cantidades para 2020 y 2021 suponiendo una caída del 20% con respecto a lo que estaría previsto en el escenario 1 para 2020. A partir de 2022 se supone un CAGR del 0% hasta 2025.
3. Calculo el aumento anual del porcentaje de cada tecnología para que sea constante a lo largo del periodo de predicción.
4. Calculo el CAGR correspondiente a cada tecnología.

#### 4.5.2. Predicción y valoraciones

En estos momentos es considerado un escenario demasiado negativo. En la *Tabla 14* se muestra la predicción correspondiente al escenario 2-a por tecnología de propulsión desde 2020 hasta 2025 (>8t) en Europa Occidental además del índice de crecimiento anual compuesto (CAGR) de cada tecnología. De la tabla mencionada, se pueden extraer una serie de ideas clave que ayuden a comprender el desarrollo del mercado en este escenario:

- El escenario 2-a consiste en una versión pesimista, con el mismo comportamiento de crecimiento desde 2022 a 2025 que el escenario 2 pero con unas previsiones poco

alentadoras para vehículos Eléctricos con batería e Hidrógeno. El CAGR total del mercado resulta del 3,9% de 2020 a 2025.

- La tecnología Diesel pasa de tener una cuota de mercado del 50% en 2020 como está previsto en todos los escenarios propuesto, al 51,5% en 2025. Se trata del único escenario en el que el Diesel no pierde cuota de mercado y su CAGR es positivo.
- La predicción para los CNG es de un CAGR del 5,1%. Las predicciones sobre el crecimiento de esta tecnología se prevén similares pese a la pandemia pasando del 16% al 17% de cuota de mercado.
- De nuevo, en este escenario también evolucionan a la par del mercado y siendo inferior a la de los CNG.
- En el caso de los Eléctricos con batería, se ven tremendamente afectados por la mala situación económica prevista y es la tecnología más erosionada con respecto al resto de escenarios. A partir de agosto de 2021, tienen que cumplir junto a los de Hidrógeno que sumen el 22,5% del mercado total y es por ello que en 2021 solo tienen un 15% de cuota. Su CAGR total es del 3,9%, insignificante comparado con el 20,6% del escenario 1-a. Pierde una cantidad relevante de participación hasta 2025 en favor del Diesel, cuyos precios de adquisición son mucho menores.
- La previsión para los vehículos de celda de combustible es también pesimista, pero al tener una cuota de mercado tan pequeña en la actualidad no resulta en unas caídas tan drásticas como en los Eléctricos con batería. El CAGR durante el periodo de predicción resulta ser el más alto con el 8,6%.

Tipo de combustible	2020		2021		2022	
Hidrógeno	240	2,0%	120	1,0%	290	2,0%
Electrico	2400	20,0%	1800	15,0%	2973	20,5%
CNG	1920	16,0%	1944	16,2%	2378	16,4%
Híbrido	1440	12,0%	1440	12,0%	1740	12,0%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>6000</b>	<b>50,0%</b>	<b>5304</b>	<b>44,2%</b>	<b>7381</b>	<b>50,9%</b>
Diesel	6000	50,0%	6696	55,8%	7120	49,1%
<b>Total (por año)</b>	<b>12000</b>	<b>100%</b>	<b>12000</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>

Tipo de combustible	2023		2024		2025		CAGR
Hidrógeno	290	2,0%	363	2,5%	363	2,5%	8,6%
Electrico	2973	20,5%	2900	20,0%	2900	20,0%	3,9%
CNG	2407	16,6%	2436	16,8%	2465	17,0%	5,1%
Híbrido	1740	12,0%	1740	12,0%	1740	12,0%	3,9%
<b>Total Comb. Alt.</b>	<b>7410</b>	<b>51,1%</b>	<b>7439</b>	<b>51,3%</b>	<b>7468</b>	<b>51,5%</b>	<b>4,5%</b>
Diesel	7091	48,9%	7062	48,7%	7033	48,5%	3,2%
<b>Total (por año)</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>14500</b>	<b>100%</b>	<b>3,9%</b>

Tabla 14: Escenario 2-a de predicción de ventas en el mercado de Europa Occidental por tipo de tecnología.

[Fuente: Propia]

Tras extraer las ideas de la tabla anterior y observando la *Ilustración 19*, se extraen las siguientes conclusiones:

- En 2025, algo más del 50% de los autobuses vendidos estarán propulsados por combustibles alternativos, muy similar a la previsión para el 2020.
- Las ventas de todas las tecnologías incluidas dentro de combustibles alternativos crecerán.
- Las tecnologías más erosionadas por la crisis económica serán los Eléctricos con batería y los de Hidrógeno, cuyo precio de adquisición es mayor. En 2021 las ventas de vehículos cero emisiones supondrán solo el 16% de las ventas totales.
- Tras superar la pandemia las ventas de todas las tecnologías se estabilizarán hasta 2025.
- La tecnología más beneficiada de esta crisis es la Diesel. Pasa de un crecimiento nulo de 2012 a 2019 a un crecimiento anual del 3,2%, cifras muy improbables de no haber ocurrido la pandemia y siendo este el único escenario que no pronostica una fuerte caída de sus ventas a corto plazo.
- Las ventas de CNG e Híbridos no sufrirán ninguna consecuencia.
- La tecnología con un mayor índice de crecimiento anual compuesto en el periodo de estudio son los autobuses de Hidrógeno con un 8,6%.

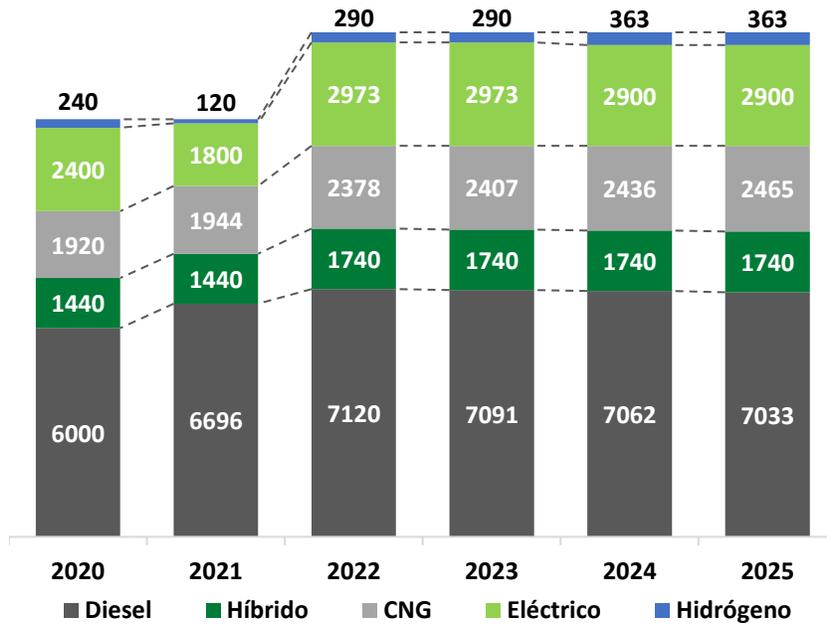


Ilustración 19: Cifras y evolución de las distintas tecnologías entre en el escenario 2-a.

[Fuente: Propia]

## 5. Evaluación del atractivo del mercado

### 5.1. Objetivos

En este apartado se procede a analizar los factores internos y externos que afectan a las empresas fabricantes de autobuses en el mercado de Europa Occidental para que se produzca una reacción proactiva a los cambios que suceden en el entorno, lo cual es de vital importancia en el mercado actual del autobús. Posteriormente, se analizará el producto (autobús) mediante el uso de herramientas como son la matriz de *BCG*, el reloj estratégico de *Bowman* y la matriz de posición competitiva / atractivo de la industria o también llamada matriz de *Mckinsey*. Estas herramientas permiten identificar los tipos de autobuses con más posibilidades de éxito en el futuro y desarrollar una estrategia y un plan de acción con garantías de éxito según la situación actual y las expectativas de futuro.

Para llevar a cabo las matrices que nos cuantifiquen la posición competitiva de cada tipo de autobús según el tipo de propulsión y el atractivo que cada uno de ellos tiene en el mercado, es necesario realizar un análisis de los factores internos para conocer sus fortalezas y debilidades, así como un análisis de los factores externos para conocer las amenazas y oportunidades que rodean a las empresas del sector en el mercado de Europa occidental. A este tipo de análisis de los factores internos y externos se le conoce como DAFO (SWOT), pero se va a realizar un estudio en profundidad de los factores internos analizando la cadena de valor de los fabricantes europeos y externos para comprender mejor el escenario aplicando el modelo las 5 fuerzas de Porter y el análisis PESTEL.

¿Por qué cuantificar el atractivo del mercado y la posición competitiva? La finalidad es conocer la situación de cada vehículo en el mercado hasta 2025 y desarrollar una estrategia para cada uno de ellos y que las empresas del sector sean capaces de reaccionar a los cambios e innovar en las tecnologías que se prevé que dominen el futuro de este mercado con el objetivo de destinar los recursos a actividades que logren añadir valor.

## 5.2. Análisis de factores externos

El análisis externo profundiza en las oportunidades existentes en el entorno y las tendencias de desarrollo actuales además de las amenazas externas que suponen los obstáculos que ocurren externamente a la empresa y están fuera de su control, pero que afectan al devenir del mercado. Las oportunidades son factores donde la empresa sobresale y que la permiten crecer y fortalecer ventajas competitivas mientras que las amenazas son los obstáculos que dificultan el crecimiento de nuestra empresa e incrementan los riesgos de negocio dentro de nuestro sector [33].

Dentro de estas oportunidades y amenazas se pueden encontrar nuevas leyes gubernamentales que favorezcan la venta de autobuses Eléctricos y dificulten la de aquellos más contaminantes como el Diesel, el desarrollo de productos sustitutivos existentes o nuevas creaciones como puede ser el ferrocarril metropolitano o el *carsharing* que pongan en peligro el futuro del autobús o la aparición de una pandemia mundial que reduzca en más de un 50% el uso del transporte público durante meses.

Dentro de este apartado se van a realizar el análisis de las 5 fuerzas de Porter y el análisis PESTEL, consideradas metodologías de gran utilidad para realizar el análisis externo.

### 5.2.1. Las 5 fuerzas de Porter

Este modelo permite analizar el entorno competitivo de un sector (en este caso Europa occidental) a través del análisis de las oportunidades y amenazas para conocer la rentabilidad de dicho sector a medio y largo plazo. Se trata de un modelo de análisis estratégico indispensable durante el proceso de elaboración de la estrategia de cualquier empresa o institución. [32]

El modelo de las 5 fuerzas desgrana la competencia del sector en 5 fuerzas claramente diferenciadas:

- Amenaza de nuevos entrantes.
- Amenaza de productos/servicios sustitutivos.
- Poder de negociación de los proveedores
- Poder de negociación de los clientes
- Rivalidad entre los competidores existentes

#### Amenaza de nuevos entrantes

Existen fuertes barreras de entrada para empresas de nueva creación debido la dificultad de ser competitivo en costes por las economías de escala de los fabricantes existentes y el gran desarrollo de los autobuses actuales es difícilmente igualable en un periodo de tiempo reducido. Por tanto, es necesario un gran desembolso de capital inicial para inversiones en infraestructura y en materia de tecnología e ingeniería, pero podría ser viable para aquellos fabricantes de

vehículos pesados como camiones y autocares que vean una oportunidad interesante de mercado, ya que el *know how* es similar.

En el mercado de Europa occidental existe la posibilidad de que fabricantes asiáticos ya existentes o que no han tomado la decisión de entrar todavía decidan tener una penetración mayor en este mercado que pueda resultar en una menor participación de los fabricantes europeos por no ser igual de competitivos en precios. Estos países cuentan con la ventaja competitiva de una mano de obra más barata y un mayor poder de negociación con los proveedores de baterías

### Amenaza de productos/servicios sustitutivos

Medios de transporte como el ferrocarril metropolitano o el incremento del automóvil particular por el miedo a usar el transporte público durante la pandemia Covid-19 pueden limitar el rendimiento potencial del sector del autobús parcialmente así como medios de transporte más recientes como el *carsharing*, aunque no se espera que en un futuro cercano pueda reducirse la necesidad de autobuses gracias a la prácticamente nula necesidad de infraestructura y a las mejoras tecnológicas que los hacen competitivos en emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

### Poder de negociación de los proveedores

En general, los proveedores de las piezas de autobuses en Europa dependen fuertemente de los fabricantes de estos vehículos ya que suponen una parte importante de los ingresos de los mismos y por tanto tienen un poder de negociación limitado en cuanto a aumentar precios o disminuir la calidad de sus productos. En el caso de las baterías de los autobuses Eléctricos es diferente, ya que el sector es dominado por un número limitado de proveedores los cuales trabajan al tope de su capacidad y tienen la opción de comercializar sus productos a otros sectores, por lo que solamente tienen poder de negociación aquellos fabricantes de autobuses que realizan encargos de baterías de un tamaño relevante para el proveedor. No existe la amenaza de integración vertical hacia delante que supondría la adquisición del fabricante de autobuses por parte del proveedor de baterías.

En Europa occidental existen proveedores competitivos dentro de todos los países que pueden proporcionar y abastecer la mayoría de los componentes necesarios en un periodo de tiempo aceptable, sin retrasos ni problemas de calidad. Si no son piezas muy importantes, siempre se pueden obtener en el país al que pertenece el fabricante y la inmensa mayoría dentro de la unión europea.

Se produce intercambio de información entre empresa-proveedor para el crecimiento conjunto. En este aspecto, algunos fabricantes europeos colaboran con instituciones de investigación y universidades para sus avances tecnológicos en la conducción autónoma y mejoras en la propulsión de sus vehículos Eléctricos. Además, esta colaboración está siendo necesaria en la actualidad también para la mejora de los sistemas de climatización de los autobuses con el

objetivo de mejorar la ventilación y hacer frente a las nuevas medidas de seguridad necesarias tras la aparición del covid-19.

#### Poder de negociación de los clientes

En Europa occidental existe una demanda de autobuses grande e influyente que exige en los fabricantes una mejora continua con los avances tecnológicos más punteros en eficiencia, respeto al medio ambiente y seguridad para los pasajeros. Los clientes fuerzan a través de las licitaciones a que los precios no sean muy elevados y que incluyan máxima calidad. En los autobuses Eléctricos pueden optar por el que mejores prestaciones ofrezca, aunque sea menos económico, ya que se trata de inversiones a largo plazo.

En este caso el poder de los clientes es limitado ya que los fabricantes tienen multitud de clientes y no se contempla que un ayuntamiento o un estado adquiera una empresa fabricante de autobuses.

#### Rivalidad entre los competidores existentes

El ecosistema existente en este mercado en concreto es la existencia de un gran número de empresas europeas que pueden ser clasificadas en grandes empresas del sector, empresas de tamaño medio y empresas pequeñas que desemboca en una gran rivalidad también con las empresas extranjeras y exige que los fabricantes europeos se esfuercen por ser más competitivos y subsistir. La rivalidad se muestra en los precios, mejoras tangibles en los vehículos, servicios y publicidad en un mercado con costes fijos elevados y altas barreras de salida.

En los productos con poco margen de mejora como son los vehículos Diesel se compite por ofrecer el precio más bajo sin descuidar la calidad, pero en vehículos Eléctricos se compite por diferenciarse de la competencia ofreciendo mayor autonomía y una vida de la batería mayor con mayores periodos de garantía.

#### 5.2.2. Análisis PESTEL

Gracias a esta herramienta se pueden analizar los factores externos que rodean a la empresa que son propios del país y comunidad política a la que pertenece para desarrollar un plan estratégico que aproveche las ventajas competitivas y que determine el éxito empresarial, lo cual tiene influencia directa en las ventas de cada tipo de autobús en el mercado. Aquellos fabricantes que identifiquen las oportunidades del entorno y se adapten a él proactivamente usándolo a su favor, mejorarán su posición en el mercado e incluso llegarán a liderarlo. [31]

El análisis PESTEL estudia el entorno bajo 6 factores claramente diferenciados:

- Políticos.
- Económicos.

- Sociales.
- Tecnológicos.
- Medioambientales.
- Legislativos.

### Factores Políticos

Europa Occidental se puede considerar un territorio en el que dentro de lo que cabe hay una estabilidad política y en el cual todos sus países tienen gobiernos democráticos en los que se respetan los derechos fundamentales de los ciudadanos, si bien es cierto que ha existido inestabilidad territorial con la salida del Reino Unido de la Unión Europea.

Existen leyes regulatorias de emisiones en la unión europea que, junto a políticas fiscales y subvenciones, favorecen la inversión en nuevas tecnologías respetuosas con el medio ambiente. Por el contrario, las normativas que limitan las emisiones de los vehículos de combustión interna como la EURO 6 son muy estrictas y se prevé un aumento de los impuestos sobre el combustible Diesel en un futuro cercano.

El mejor ejemplo de la influencia política se ha dado en Holanda, cuyo plan de electrificación de la flota de autobuses ha favorecido que el fabricante VDL sea el líder en Eléctricos de Europa. El Hidrógeno es en Alemania el próximo reto para transformar y mejorar su obtención para convertirlo en un combustible rentable.

### Factores económicos

Dentro de los factores económicos que afectan a este sector se encuentran las fluctuaciones en el precio del petróleo, que pueden influir en las ventas de los vehículos Diesel, la inflación en la zona Euro, el precio del Euro con respecto a otras monedas como el dólar estadounidense o en yen que puedan afectar a las operaciones de los fabricantes y los ciclos económicos de crecimiento y rescisión como las crisis económicas.

Se prevé que el crecimiento del PIB se desacelere en la UE. La mayoría de los países occidentales empiezan a financiar paquetes para impulsar la economía y las inversiones después de COVID. Se prevé un impacto en la financiación de las licitaciones debido a las implicaciones en los tipos de interés, la inflación y los tipos de cambio difíciles de estimar.

La menor demanda de transporte público debido a la COVID-19 podría tener una mayor duración y eventualmente conducir a una disminución de los ingresos de los operadores y por tanto a una disminución de las inversiones en términos de número y de tipo de vehículo.

### Factores Socioculturales

La gran densidad de población en las ciudades europeas, el poder adquisitivo y la educación medioambiental de la población incitan al cambio hacia las tecnologías de propulsión alternativas

y menos contaminantes. La sociedad exige a los ayuntamientos medidas que mejoren la calidad del aire y la reducción de la contaminación acústica.

Se espera que se produzcan efectos post-pandemia en la población que incluyen el distanciamiento social y cambios en los hábitos relacionados con el transporte y los viajes.

### Factores tecnológicos

La mano de obra en Europa Occidental es cualificada, aunque el precio es superior a otros países cuya mano de obra también es cualificada como China. Los factores de producción e infraestructuras son complejos y especializados y están al más alto nivel, solo alcanzados en países con un nivel de desarrollo y conocimiento científico avanzado e innovador con empresas vanguardistas en tecnología y seguridad.

Intercambios de tendencias en cooperación y alianzas estratégicas entre los fabricantes de baterías construyendo sus propias fábricas de baterías. El alto coste de entrada del Hidrógeno requerirá una mayor colaboración entre los fabricantes, así como con los proveedores de infraestructuras y energía (por ejemplo, la fusión tecnológica entre *Daimler Trucks and Buses* y *Volvo*).

### Factores medioambientales

Los recursos sostenibles y rastreables para las baterías serán importantes. Será necesaria una comunicación frecuente con los clientes en relación al estado de las baterías de los autobuses Eléctricos para que cuando su vida útil para propulsar un autobús finalice se realice un segundo uso o el reciclaje de las mismas.

En cuanto a recursos naturales, todos los componentes necesarios para la manufactura de un autobús pueden ser encontrados dentro del continente excepto un elemento clave en los autobuses Eléctricos como es la batería, que se adquiere de empresas asiáticas y es por esta razón que los fabricantes chinos tienen una ventaja competitiva en costes adquiriendo las baterías a un precio menor. La existencia en un futuro de mejor tecnología de baterías y a un precio más reducido gracias a las innovaciones y a las economías de escala aumentarán la penetración de la tecnología eléctrica.

### Factores legislativos

La Directiva de la UE 2019/1161 establece claramente los objetivos de registro de autobuses de bajas y cero emisiones para cada país de la Unión Europea. La normativa Euro 7 entrará en vigor en 2021 y se espera que sentencie definitivamente la fabricación de nuevos motores Diesel y obligue a los fabricantes a centrarse en los trenes de propulsión alternativos.

### 5.3. Análisis de factores internos

El análisis interno es de vital importancia y requiere de un estudio de la cultura, el conocimiento y los recursos propios de cada empresa para identificar las fortalezas donde esta sobresale y tiene una ventaja competitiva y debilidades de la organización donde se resta valor al producto y genera una desventaja con respecto a los competidores [33]. En definitiva, es importante analizar los factores internos ya que pueden tener un impacto sobre la posición de cada empresa y pueden decidir si será capaz de adaptarse a lo que requiere el mercado.

Para identificar las fortalezas conviene identificar las áreas donde la empresa tiene un gran rendimiento, buena imagen o un conocimiento superior al de la competencia. En contraste, para identificar las debilidades es necesario identificar las áreas donde la empresa tiene un mal rendimiento, ineficiencias, productos al final de su ciclo de vida o en cuales el conocimiento es deficiente en comparación al de la competencia.

Dentro de este apartado se van a realizar el análisis de la cadena de valor de una empresa estándar del sector para describir el funcionamiento interno de las mismas.

#### 5.3.1. Cadena de valor

La cadena de valor proporciona una imagen del funcionamiento de una empresa para poder estudiar cada actividad por separado y analizar el rendimiento y posibles mejoras que permitan reducir costes y reforzar ventajas competitivas. Cada eslabón de la cadena de valor son las actividades llevadas a cabo por la empresa y según se avanza por ella el valor del producto percibido por el consumidor aumenta. Se pueden distinguir dentro de este modelo las actividades primarias y las actividades secundarias. [34]

Las actividades primarias son todas aquellas relacionadas con la producción o creación física del producto y comercialización del producto. Para el caso de las empresas fabricantes de autobuses se analizan a continuación:

- Logística interna: engloba todas las actividades relacionadas con la gestión y almacenamiento de inventarios de materias primas y piezas necesarios para el ensamblaje del autobús. Es de vital importancia gestionar eficientemente los inventarios implementando el *just in time* para reducir costes y no tener grandes cantidades de capital congelado sin poder ser utilizado para invertir y crecer como organización.
- Producción: son todas aquellas operaciones necesarias en la producción final del autobús. Incluye ensamblaje, controles de calidad, pintura y pruebas del vehículo. Para las empresas de automoción es muy importante que este proceso sea eficiente, ya que tener unos tiempos de producción bajos y utilizando los recursos de manera eficiente puede reducir los costes de fabricación, elemento fundamental para obtener una buena rentabilidad de los autobuses.

- Logística externa: comprende el almacenamiento del autobús y su posterior distribución destino al cliente. Puede parecer un proceso sencillo, pero tras la producción del vehículo es necesario que el cliente acuda a la fábrica a observar el resultado final y dar la aprobación de que el vehículo cumple todos los requerimientos incluidos en el contrato de la licitación y que está listo para su inclusión en la flota municipal para que el cliente realice el pago y se proceda a su envío. Por tanto, es necesario que este proceso se lleve a cabo de forma eficiente y organizada.
- Marketing y ventas: incluye todas aquellas actividades necesarias para dar a conocer el producto dentro del sector además de las actividades necesarias para que se produzca la venta del mismo. En la actualidad, es tan importante que tu producto sea de calidad como saber llegar al cliente a través de los canales adecuados. Es de vital importancia dar una buena imagen de empresa que cuida el medio ambiente y por tanto el bienestar de los ciudadanos y que se innova para la seguridad de los pasajeros.
- Servicios y postventa: en este apartado se incluyen todas las actividades relacionadas con el mantenimiento y reparación del vehículo, garantía y venta de piezas de repuesto además de la atención al cliente. No se trata de un servicio que se presta porque el fabricante está obligado, sino que puede ser un negocio muy rentable si se gestiona de la manera adecuada.

Las actividades de apoyo son aquellas que no están directamente relacionadas con la producción y comercialización del producto, pero son necesarias para que se puedan dar las actividades primarias. También aportan valor al producto. En un fabricante de autobuses se trata de:

- Infraestructura de la empresa: todas aquellas actividades relacionadas con la organización y dirección de la empresa, comunicación interdepartamental, contabilidad, finanzas. Una buena organización es un gran paso para la consecución de los objetivos.
- Gestión de recursos humanos: en esta actividad se lleva a cabo la labor de reclutamiento y entrenamiento de los trabajadores además de su desarrollo laboral. Es de gran importancia crear un sentido de pertenencia en los empleados, introducir mecanismos de retención y programas de incentivo que fomenten el rendimiento.
- Desarrollo tecnológico: todas aquellas actividades de desarrollo de nuevas tecnologías para los vehículos, así como mejoras de las ya existentes. Tiene una importancia excepcional teniendo en cuenta las exigencias de tecnología por parte de los clientes y las restricciones medioambientales a los combustibles fósiles.
- Aprovisionamiento (*procurement*): actividades relacionadas con la compra de componentes necesarios en la cadena de valor para la producción del autobús. Es de extrema importancia tener unos buenos acuerdos *win to win* con los proveedores, diversificar con los proveedores para no tener una gran dependencia de uno en concreto y manejar de forma adecuada el poder que se pueda tener sobre ellos sobre todo en las baterías de los autobuses Eléctricos.

A continuación, en la *Ilustración 20* se muestra un esquema de la cadena de valor completa de una empresa fabricante de autobuses:



*Ilustración 20: Cadena de valor de un fabricante de autobuses.*

[Fuente: Propia]

## 5.4. Análisis del autobús

En este apartado se van a analizar los tipos principales de autobuses que se comercializan según las matrices estratégicas utilizando las predicciones del **escenario 1-a**, las cuales combinan variables de carácter interno y externo. Gracias a la combinación de los resultados de dichas matrices junto a la información aportada por las 5 fuerzas de Porter, el análisis PEST y la cadena de valor, seremos capaces de formular la estrategia apropiada a seguir con cada vehículo para poder asignar mejor combinación posible de esfuerzos y recursos necesarios.

Las herramientas que se van a emplear son la matriz de crecimiento/cuota de mercado o *BCG*, el reloj estratégico de *Bowman* y la matriz posición competitiva/attractivo de la industria o *Mckinsey*. Se van a hacer unas pequeñas modificaciones en los tres métodos para poder adaptarlo a este estudio.

Para llevar a cabo el análisis, se tendrán en cuenta las siguientes ventas en 2025 del escenario de predicción 1-a y el precio aproximado que tienen los autobuses en el mercado que se muestran en la *Tabla 15*:

Producto	Precio	Ventas en 2025 (escenario 1-a)
Fuel Cell	375.000 €	1050
Electrico	500.000 €	6123
CNG	250.000 €	2974
Híbrido	350.000 €	2099
Diesel	200.000 €	5248

*Tabla 15: Datos de utilidad para las matrices estratégicas.*

[Fuente: Propia]

### 5.4.1. Matriz de *BCG*

El objetivo del análisis a través de la matriz de *BCG* es obtener una estrategia de cada una de las líneas de negocio evaluando la tasa de crecimiento de cada producto y la cuota relativa que cada tipo tiene en el mercado europeo.

La tasa de crecimiento del mercado muestra el atractivo actual de ese mercado y en este caso se interpretará como el índice de crecimiento anual compuesto durante el periodo de 2020 a 2025 para cada tecnología. La cuota relativa de mercado es el cociente entre las ventas de la empresa y las ventas del mayor competidor, que en este caso se tratará de las ventas de la tecnología de propulsión en concreto en 2025 dividido entre las ventas de la tecnología líder en 2025, según las predicciones del **escenario 1-a**. El tamaño de la burbuja será proporcional al tamaño del negocio, es decir, al volumen de ventas predicho.

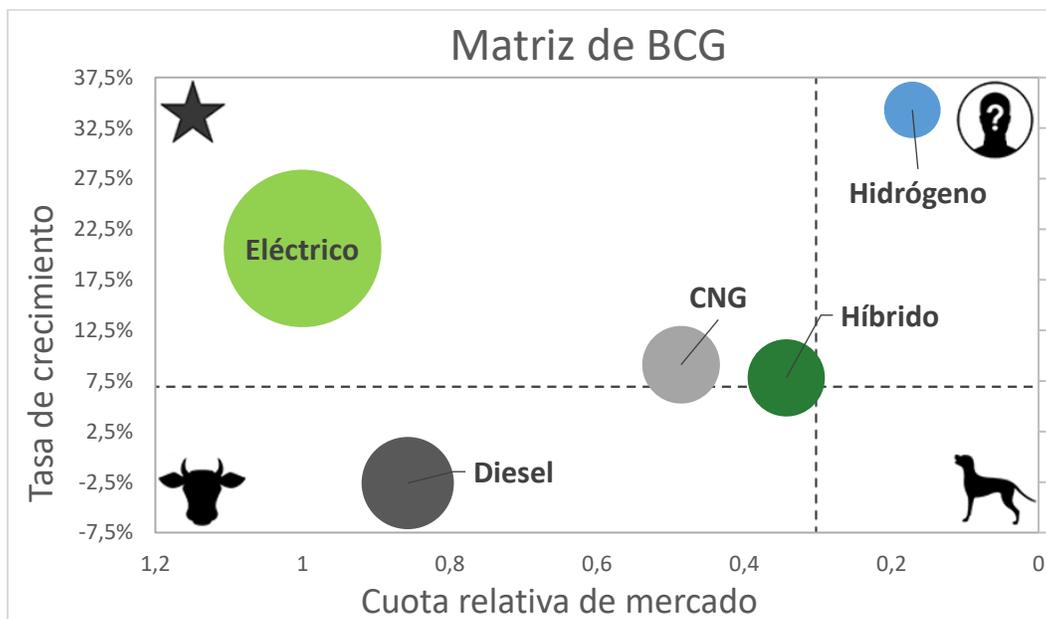
Los datos utilizados para la elaboración de la matriz de BCG se muestran a continuación en la *Tabla 16*:

Producto	Tasa de crecimiento de cada vehículo	Cuota relativa de mercado	Volumen de ventas 2025
Fuel Cell	34,3%	0,17	393.750.000 €
Electrico	20,6%	1,00	3.061.500.000 €
CNG	9,1%	0,49	743.500.000 €
Híbrido	7,8%	0,34	734.650.000 €
Diesel	-2,6%	0,86	1.049.600.000 €

*Tabla 16: Datos para la elaboración de la matriz de BCG*

[Fuente: Propia]

El resultado de la ubicación de los cinco tipos de autobuses se muestra en la *Ilustración 21*:



*Ilustración 21: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en la matriz de BCG en 2025.*

[Fuente: Propia]

Tras conocer la posición de todos los productos, también seremos capaces de ubicar las tecnologías en la curva del ciclo de vida del producto y se pueden extraer una serie de conclusiones útiles para poder desarrollar la estrategia a seguir:

- Hidrógeno: es un Interrogante. La posición del producto es débil en comparación con las otras tecnologías debido su baja cuota de mercado, pero su notable crecimiento lo convierte

en un segmento atractivo. Tiene un fuerte potencial para convertirse en un negocio estrella siempre y cuando el precio del Hidrógeno se reduzca de la mano de una mejora en los procesos de obtención. Las previsiones indican que tendrá protagonismo en un futuro cercano y por tanto se trata de una tecnología interesante para ser desarrollada por todos los fabricantes que quieran electrificar sus ventas. Implica fuertes inversiones para conseguir aumentar las cuotas de mercado y beneficios reducidos hasta conseguir fortalecer su situación. Se puede considerar un producto en la etapa de crecimiento en 2025, aunque en estos momentos sigue en la etapa de introducción.

- Eléctrico: según las estimaciones será una estrella. La combinación de tasa de crecimiento en el periodo de predicción, cuota de mercado en el 2025 y tamaño del negocio es la más favorable. Su crecimiento en los 5 años de predicción es notable, y depende en gran parte del aumento de las economías de escala que reduzcan el precio de las baterías y de la minimización de las consecuencias económicas de la pandemia. La inversión necesaria para su desarrollo se compensará con los grandes beneficios que reporta y se considera un negocio en la etapa de crecimiento, con mucho potencial todavía antes de llegar a la etapa de madurez.
- CNG: su posición en la matriz de BCG es la de estrella, aunque su progresión en la tasa de crecimiento parece estabilizarse y se prevé que tras 2025 esté adentrándose en la etapa de madurez. Las mejoras que pueden darse en el futuro son limitadas, por lo que no se espera un crecimiento excesivo.
- Híbrido: se podría considerar una estrella, aunque está en el límite de ser una vaca, donde se moverá en un futuro si no aumenta su tasa de crecimiento. Se considera que está cerca de alcanzar la madurez en su ciclo de vida, tras la esperada ausencia de crecimiento en las ventas de 2020 a 2025, aunque se considera una posibilidad muy a tener en cuenta que tengan una mejora en la cuota de mercado tras este periodo.
- Diesel: es una vaca lechera. Es la única tecnología con tendencia a la baja. Sigue generando recursos y teniendo una cuota relevante en 2025. Los ingresos generados por estos vehículos se pueden destinar a inversiones en I+D para mejorar las tecnologías cero emisiones, ya que los Diesel en sí al ser una tecnología con poco margen de mejora no necesita prácticamente de inversiones. Las regulaciones medioambientales y la mejora de autonomía de los vehículos cero emisiones indican una desaparición lenta y gradual de esta tecnología en los autobuses urbanos, aunque existe la posibilidad de un repunte cuando la primera generación de Eléctricos requieran un cambio de batería y los clientes vuelvan a optar por vehículos Diesel. En la curva del ciclo de vida está comenzando el declive, pero sigue teniendo una cuota bastante superior a la de CNG, Híbridos e Hidrógeno y es por ello que todavía sigue siendo una vaca lechera.

En la *Ilustración 22*, se muestra la posición que tienen todos los tipos de autobuses mencionados anteriormente en la curva del ciclo de vida, la cual nos ayudará más adelante para seleccionar la estrategia más acertada:

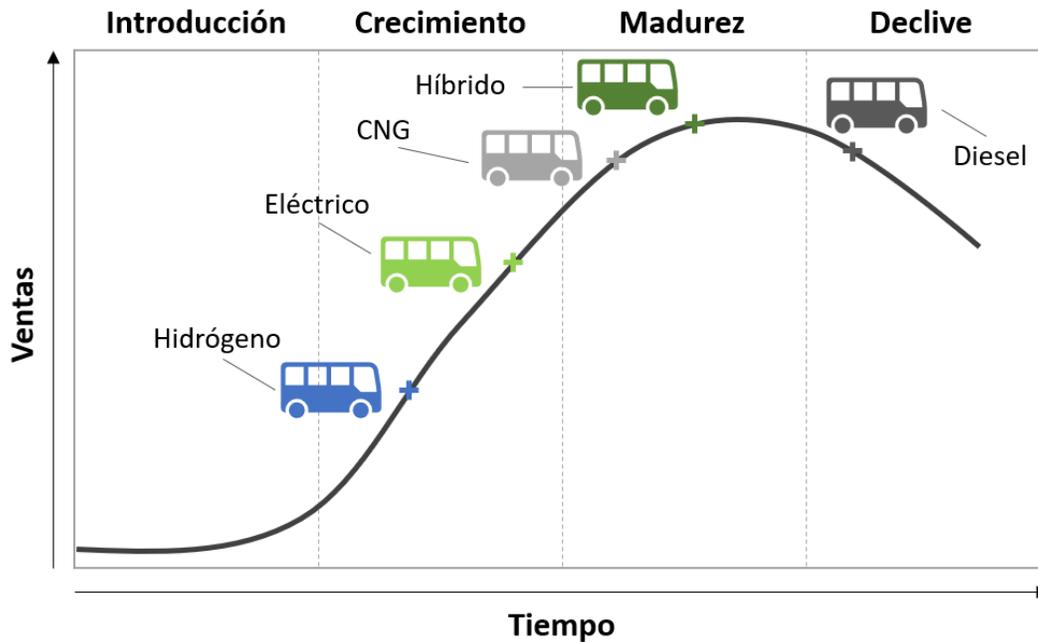


Ilustración 22: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en la curva del ciclo de vida en 2025.

[Fuente: Propia]

#### 5.4.2. Reloj estratégico de *Bowman*

El reloj estratégico de *Bowman* es considerado una herramienta de utilidad para la gestión estratégica, analizando el valor añadido percibido por el cliente y el precio, siendo estos factores del mercado que tienen implicaciones directas en la venta de autobuses y permite posicionar los distintos productos respecto a los dos factores mencionados para tener una mejor perspectiva a la hora de elaborar la matriz de *McKinsey*. Gracias al reloj estratégico se pueden elaborar las distintas estrategias a seguir para alcanzar posiciones competitivas superiores a los rivales. [39]

Al igual que anteriormente, se utiliza la predicción del **escenario 1-a**. En este caso, los criterios utilizados para elaborar la herramienta son el valor añadido percibido por el cliente y el precio que están dispuestos a pagar por dichos productos.

En la *Ilustración 23* se muestra en qué posición aproximada está cada vehículo dentro del sector, mostrando la posición de cada vehículo dentro del reloj:

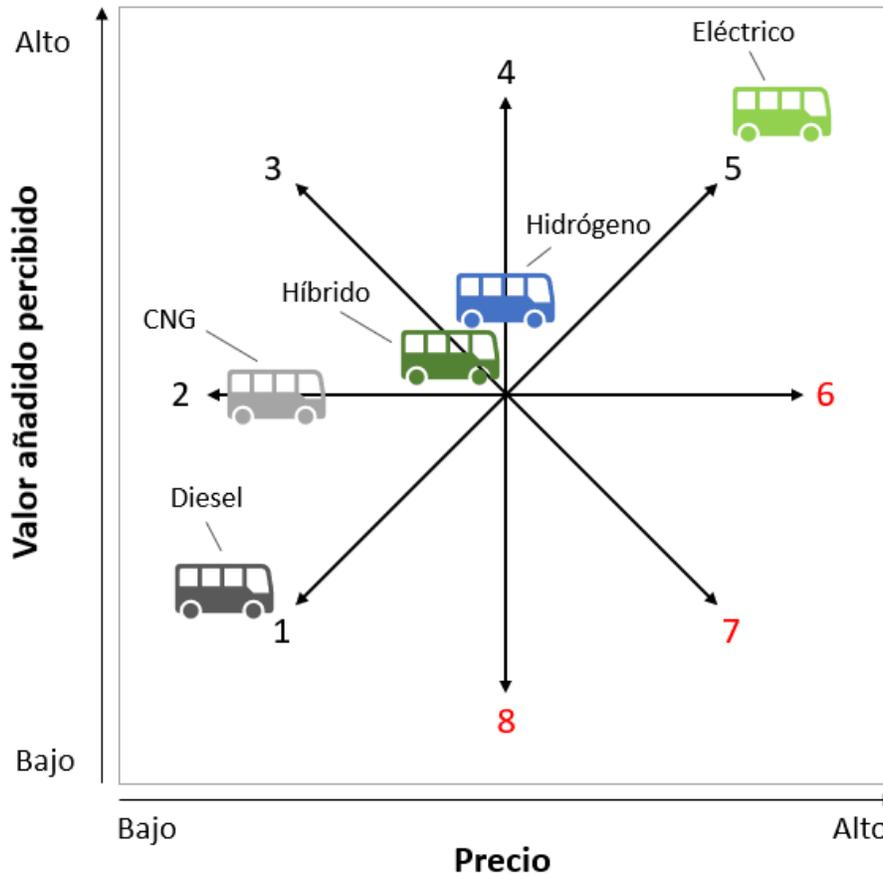


Ilustración 23: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en el reloj estratégico de Bowman.

[Fuente: Propia]

- **Hidrógeno:** estrategia de diferenciación. El autobús de pila de combustible no tiene un precio excesivamente superior al Híbrido, pero su valor añadido es pequeño debido al precio del Hidrógeno pese a ser considerado cero emisiones. Su buena autonomía y sus emisiones nulas de dióxido de carbono lo convertirán en una opción interesante en el futuro. La estrategia de diferenciación que deben ofrecer los fabricantes con respecto a los competidores es la fiabilidad bajo temperaturas extremas, grandes tanques de combustible e incluir pequeñas baterías o condensadores que permitan almacenar la energía potencial que puede ser recuperada en las frenadas.
- **Eléctrico:** estrategia de diferenciación algo más focalizada que para los de Hidrógeno. Debido al mayor valor percibido del producto, el cliente está dispuesto a pagar el precio de los vehículos con la tecnología más avanzada dentro del segmento. La estrategia más acertada es invertir en el desarrollo de estos productos para poder ofrecer baterías con más capacidad que la competencia que permita rangos superiores de autonomía.
- **CNG:** estrategia basada en precio. Los clientes perciben cierto valor añadido de este producto al ser considerado un combustible alternativo al Diesel. La estrategia competitiva en este producto es ofrecer un precio más competitivo que los rivales, aunque suponga

sacrificar una pequeña parte del margen. Por tanto, es necesario reducir los costes de fabricación, bien sea con economías de escala o bien innovando en los procesos de producción para poder bajar el precio.

- Híbrido: estrategia híbrida. La estrategia es intentar liderar en precios e intentar diferenciarse de los competidores para así mejorar la cuota de mercado con respecto a los competidores. Para ello, es necesario reducir los costes mejorando los procesos de fabricación y ofrecer un autobús con mayor valor añadido que la competencia mejorando la autonomía en conducción eléctrica y la regeneración de energía a través de las frenadas y la retención del motor.
- Diesel: estrategia basada en precio al igual que CNG. El valor percibido por el cliente es bajo debido a las emisiones de gases de efecto invernadero que emiten. Es complicado marcar la diferencia en cuanto a tecnología ya que el margen de mejora es pequeño, y es por ello que la estrategia para ganar licitaciones consiste en ofertar un precio más competitivo que los rivales, aunque se sacrifique una parte del margen. Los grandes fabricantes que consigan mayores economías de escala para reducir costes tienen una ventaja competitiva.

### 5.4.3. Matriz de *Mckinsey*

Con esta herramienta se va a cuantificar el atractivo y posición competitiva dentro del mercado de Europa Occidental de cada tipo de autobús según su tecnología de propulsión para valorar la estrategia seguir según los resultados. Se van a valorar variables y factores que permitan tener en cuenta el pasado, el presente y especialmente las predicciones de futuro del **escenario 1-a** que van a otorgar un conocimiento del negocio e información necesaria para la formulación de una estrategia.

Los factores internos son las características propias de cada autobús que determinan su posición competitiva en el mercado mientras que los factores externos son aquellas características del entorno que afectan a cada tipo de autobús de forma diferente y determinan el atractivo que tiene cada tipo dentro del mercado. A continuación, se explicará la característica que evalúa cada factor tanto interno como externo para otorgarle a cada autobús una calificación del 1 al 5 según sea desfavorable o favorable respectivamente.

#### Evaluación de la posición competitiva según factores o criterios internos:

- Valor percibido por el cliente. Este factor indica si el cliente percibe un valor añadido alto por dicho tipo de vehículo en comparación con el resto.
- Emisiones. Se evalúa el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera in situ, es decir, en el lugar por donde circula. Un alto nivel de emisiones resulta negativo para dicho vehículo.
- TCO. Se evalúa el coste total de la propiedad durante la vida útil del producto. Un TCO alto afectará de forma negativa a la posición competitiva de dicho autobús.

- Margen de mejora tecnológico. Se refiere al margen que existe para mejorar el producto en términos de emisiones, eficiencia, autonomía o potencia. Un amplio margen de mejora será una característica que se valora de forma positiva.
- Infraestructura necesaria. Evalúa la necesidad de infraestructura para el uso de dichos vehículos, como por ejemplo estaciones de recarga o repostaje especiales. Significa una inversión extra y, por lo tanto, la necesidad de esta será evaluada de forma negativa cuanto mayor sea la inversión requerida.

Producto	Valor percibido por el cliente (35%)		Emisiones (30%)		TCO (15%)		Márgen de mejora tecnológico (10%)		Infraestructura necesaria (10%)		Posición competitiva
	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	
Hidrógeno	4	1,4	5	1,5	1,5	0,2	5	0,5	3	0,3	<b>3,9</b>
Eléctrico	5	1,8	5	1,5	3	0,5	5	0,5	2	0,2	<b>4,4</b>
CNG	3	1,1	3	0,9	3,5	0,5	2	0,2	4,5	0,5	<b>3,1</b>
Híbrido	3,5	1,2	2,5	0,8	3,5	0,5	3	0,3	4	0,4	<b>3,2</b>
Diesel	1,5	0,5	1	0,3	4	0,6	1	0,1	5	0,5	<b>2,0</b>

Tabla 17: Evaluación de la posición competitiva de cada tipo de autobús según su propulsión.

[Fuente: Propia]

Evaluación del atractivo en el mercado según factores o criterios externos:

- Potencial cuota de mercado. Este factor evalúa la cuota de mercado que podría tener dicho tipo de autobús en una predicción posterior a 2025.
- Legislación favorable. Se evalúa las facilidades que los gobiernos ofrecen para la adquisición de dichos vehículos. Si las legislaciones vigentes penalizan al vehículo se otorgará la mínima nota, pero si por el contrario lo favorecen mediante subvenciones, se otorgará una calificación positiva de forma gradual.
- Impacto de posibles crisis económicas futuras. Este factor evalúa la posible afectación que tendrían las ventas de cada tecnología en caso de que una grave crisis económica suceda. Los vehículos cuyo coste sea mayor, se verán afectados más gravemente y por tanto serán puntuados negativamente en esta característica.
- Cuota actual de mercado. Evalúa la cuota de mercado que se espera que tenga cada vehículo en la actualidad (2020).
- Precio del combustible. Este factor evalúa el precio del combustible que utiliza cada tipo de propulsión. Un precio alto perjudica negativamente a dicho vehículo para su atractivo en el mercado.

Producto	Potencial cuota de mercado (40%)		Legislación favorable (20%)		Impacto crisis económica (15%)		Cuota actual de mercado (15%)		Precio del combustible (10%)		Atractivo en el mercado
	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	
Hidrógeno	2	0,7	4,5	0,7	1	0,1	1	0,3	1	0,1	<b>1,9</b>
Eléctrico	5	1,8	5	0,8	1	0,1	3,5	1,1	5	0,5	<b>4,2</b>
CNG	3,5	1,2	3,5	0,5	3,5	0,4	2,5	0,8	3,5	0,4	<b>3,2</b>
Híbrido	3	1,1	3,5	0,5	3,5	0,4	2	0,6	3	0,3	<b>2,8</b>
Diesel	1,5	0,5	1	0,2	5	0,5	4,5	1,4	2,5	0,3	<b>2,8</b>

Tabla 18: Evaluación del atractivo en el mercado de cada tipo de autobús según su propulsión.

[Fuente: Propia]

En la *Ilustración 24*, se muestra la implementación de la matriz de *Mckinsey* según los datos obtenidos en las tablas anteriores, que evalúan el atractivo del mercado representado en el eje y de coordenadas, y la posición competitiva representada en el eje x. El tamaño de la burbuja está representado por el volumen de ventas, el mismo que fue utilizado para la matriz de *BCG* de la *Tabla 16* correspondiente a los ingresos de las ventas en 2025 suponiendo el escenario 1-a como el más probable:

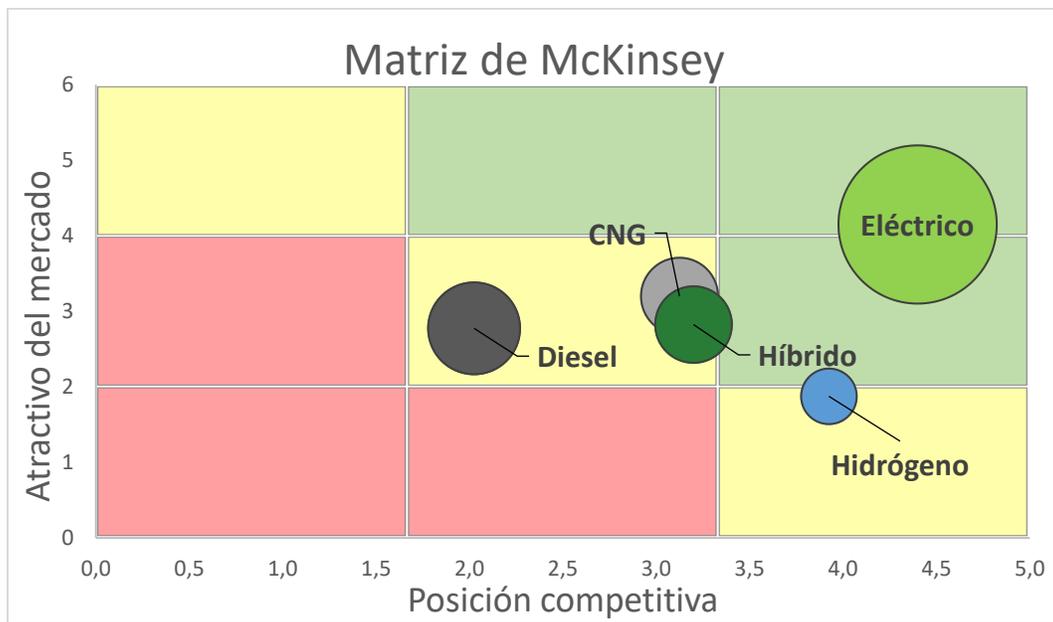


Ilustración 24: Posicionamiento de los autobuses según su tecnología de propulsión en la matriz de *Mckinsey* en 2025.

[Fuente: Propia]

Tras observar la matriz, la estrategia a seguir más conveniente para los distintos tipos de autobuses es la siguiente:

- Hidrógeno: su posición competitiva es alta dentro del mercado con un atractivo medio tirando a bajo. Se debe seguir invirtiendo en este tipo de vehículos, ya que son considerados

como una nueva tecnología cero emisiones que alberga un gran potencial debido al pequeño volumen de ventas que suponen en la actualidad y las predicciones estimadas de ingresos para 2025. En estos momentos, su principal penalización es el precio del combustible Hidrógeno debido a la dificultad para su obtención y al considerarse que el precio va a bajar, el TCO bajará y pasará a ser más popular, por lo que se debe seguir invirtiendo en mejorar su eficiencia y fiabilidad.

- Eléctrico: alta posición competitiva dentro del mercado y alto atractivo, suponiendo el mayor volumen de ingresos en 2025 según las predicciones. La estrategia con este tipo de vehículos deberá ser sostener al máximo las fortalezas mediante la inversión en I+D para ofrecer al cliente el mayor rango de autonomía gracias a la mayor capacidad en las baterías que en un futuro aporte los mayores ingresos posibles. Además, la estrategia en ventas de la compañía para este tipo de vehículos debería ir dirigida a obtener márgenes de beneficios considerablemente mayores a los del resto de vehículos.
- CNG: posición competitiva media pero cercana a alta y atractivo medio en la industria. La estrategia será la de invertir lo necesario para poder seguir siendo competitivos con esta tecnología, pero conociendo su pequeño margen de mejora. Las ventas irán encaminadas a márgenes pequeños de beneficios.
- Híbrido: posición competitiva media/alta y atractivo medio en la industria. La estrategia será la de invertir en lograr mayores autonomías para la parte eléctrica del vehículo que añada valor con respecto a la competencia. En ventas, conseguir unos márgenes de beneficios un poco mayores que en los CNG debido a la mayor inversión necesaria.
- Diesel: posición competitiva media tirando a baja y atractivo medio tirando a bajo, pero con un volumen de ingresos en 2025 todavía superior al de CNG e Híbridos. La estrategia más conveniente es la de limitar la inversión a optimizar los procesos de producción que reduzcan los costes.

### 5.4.4. Estrategia para cada tipo de autobús

En este apartado se va a proceder al establecimiento de la estrategia final para cada tipo de autobús según su tipo de propulsión mediante la combinación del conocimiento obtenido mediante el análisis de los factores externos del mercado, el análisis interno mediante la cadena de valor y la combinación de las matrices estratégicas y el reloj de *Bowman*:

#### Hidrógeno:

Producto en la etapa de introducción actualmente. Su notable previsión de crecimiento lo convierte en un segmento atractivo e interesante de cara al futuro, aunque se encuentra en una posición desfavorable en comparación con los Eléctricos a batería debido su baja cuota de mercado actual. Los beneficios reportados serán reducidos hasta que su situación se fortalezca ligada a la mejora en la obtención del Hidrógeno, siempre y cuando las consecuencias de la pandemia por Covid-19 no afecte gravemente al sector. Se espera que en 2025 esté situado en la fase de crecimiento.

Se trata de una tecnología que debe ser desarrollada por todos los fabricantes que deseen la electrificación de sus flotas, ya que su participación se estima relevante en un futuro cercano. La estrategia a seguir es la de diferenciación mediante la inversión de capital para mejorar las carencias del producto y las fortalezas competitivas con respecto a la competencia (fiabilidad bajo temperaturas extremas, tamaño y calidad de los tanques de H<sub>2</sub>, recuperador de energía potencial de las frenadas, etc) que incremente las ventas de estos vehículos y por tanto fomente una mejora en la obtención de combustible, es decir, actuar de forma proactiva. Si hay vehículos competitivos y eficientes que utilicen dicho combustible en el mercado, aumentará la demanda de Hidrógeno lo que propiciará una mayor inversión para mejorar los procesos de obtención del mismo y este tipo de vehículos reportarán los beneficios esperados.

### Eléctrico:

Se considera un producto en fase de crecimiento, con mucho potencial todavía antes de llegar a la etapa de madurez y presenta la mejor oportunidad, tanto para invertir como para obtener beneficios. Su crecimiento en los 5 años de predicción es notable y depende en gran parte de la reducción del precio de estos vehículos con el aumento de las economías de escala que reduzcan el precio de las baterías y de la minimización de las consecuencias económicas de la pandemia.

Se trata de la tecnología más importante dentro de los trenes de propulsión alternativos y, por lo tanto, debe ser desarrollada con la máxima prioridad por todos los fabricantes que deseen la electrificación de sus flotas. La estrategia más interesante para este tipo de vehículos es la de diferenciación debido al mayor valor percibido del producto en el mercado. El cliente está dispuesto a pagar el precio de los vehículos con la tecnología más avanzada dentro del segmento y es por ello que se debe invertir en el desarrollo de estos productos para poder ofrecer baterías con mayor capacidad del mercado que permita rangos superiores de autonomía que la competencia, así como ofrecer una fiabilidad contrastada que permita mantener y consolidar la participación. Pese a la clara estrategia de diferenciación que permite obtener márgenes de beneficio considerables, a veces será necesario sacrificar parte del margen ajustando el precio a los costes de producción y de esta manera establecer barreras de entrada a los competidores y aumentar la cuota de mercado de nuestra empresa en este segmento. Las inversiones se ven compensadas con los beneficios obtenidos, que se esperan que sean mucho mayores tras el crecimiento pronosticado.

### CNG:

Se considera que esta tecnología está cerca de la fase de madurez, pronosticándose una estabilización en la tasa de mercado tras 2025. El valor añadido con respecto al Diesel que el cliente percibe en este producto es que se considera combustible alternativo con los beneficios que eso conlleva, la pequeña diferencia de precio y el buen rango de autonomía. Las mejoras que pueden darse en esta tecnología en el futuro son limitadas.

No debería de centrar los esfuerzos e inversiones de los fabricantes debido a su poca capacidad de mejora y los pronósticos en las ventas. La estrategia que parece más apropiada para este tipo

de vehículos es ofertar un precio competitivo que supere al de los competidores, aunque suponga sacrificar una pequeña parte del margen. Por tanto, es necesario reducir los costes de fabricación, bien sea con economías de escala o bien innovando en los procesos de producción.

### Híbrido

Se considera una tecnología cerca de alcanzar la madurez en su ciclo de vida, tras la esperada ausencia de crecimiento en las ventas de 2020 a 2025 en favor de los vehículos cero emisiones, aunque se considera una posibilidad real que después de este periodo vuelvan a gozar de un periodo de crecimiento absorbiendo parte de las ventas de los vehículos Diesel. El margen de mejora es mayor que en los CNG, siendo posible mejorar la eficiencia y rango de autonomía de la parte eléctrica.

Deberían de centrar una pequeña parte de los esfuerzos en innovación de los fabricantes. La estrategia más interesante sería una estrategia híbrida, es decir, diferenciarse ofertando un vehículo con mayor autonomía en conducción eléctrica que el resto de los fabricantes, pero a la vez ser competitivos en el precio. Para ello, es necesario también reducir los costes de producción mejorando los procesos de fabricación y ofrecer un autobús con mayor valor añadido que la competencia. Los márgenes de beneficios serían ligeramente mayores que en los CNG debido a la mayor inversión necesaria y el mayor valor percibido por parte de los clientes.

### Diesel

Esta tecnología se encuentra en la etapa de madurez, es el único tipo de vehículo con tendencia a la baja en las ventas y se considera que está comenzando su etapa de declive. Sigue generando recursos y teniendo una cuota relevante en 2025, por lo que los ingresos generados por estos vehículos se pueden destinar a inversiones en I+D para mejorar las tecnologías cero emisiones, ya que los Diesel en sí al ser una tecnología con poco margen de mejora no necesita prácticamente de inversión. El valor percibido por el cliente es bajo debido a las emisiones de gases de efecto invernadero que emiten.

Se trata de una tecnología que no debería centrar esfuerzos de la compañía en innovación. La estrategia más apropiada se basa en competitividad en el precio para ganar licitaciones, aunque se sacrifique una parte del margen al igual que para los CNG. Los grandes fabricantes que consigan mayores economías de escala para reducir costes tienen una ventaja competitiva. Intentar vender el máximo número de vehículos del resto de tecnologías y completar el límite de producción con los Diesel. Se debería salir ordenadamente de este mercado en un futuro cuando ya no sea rentable debido a la caída en las ventas.

## 6. Guía de buenas prácticas y recomendaciones

### 6.1. Definición y propósito de las áreas de recomendación

En este apartado se va a desarrollar una guía de buenas prácticas y recomendaciones para guiar a los principales fabricantes europeos de tamaño medio-grande hacia la electrificación, basado en las predicciones realizadas anteriormente de la evolución del mercado y suponiendo que todos ellos han comenzado el proceso hacia la propulsión alternativa al Diesel de sus vehículos, pero necesitan una estrategia efectiva que les permita subsistir en un periodo de fuertes cambios e incertidumbre. Se proponen una serie de acciones sostenibles que ayudarían a adaptarse de la mejor manera posible a los cambios que están sucediendo y transformarán el sector del autobús con el objetivo de mejorar la posición y efectividad de los fabricantes europeos en el mercado y de esta manera conseguir aumentar la cuota de mercado.

Las recomendaciones que se van a proponer dentro de las diferentes actividades de la cadena de valor son las siguientes:

1. Mejora de las tecnologías existentes: esfuerzos en innovación. Mejora de las tecnologías existentes en concordancia a la estrategia propuesta para cada vehículo del apartado 5.4.4.
2. Necesidad de contar con efectivo para invertir. Para ello, es útil reducir el *Working Capital* (WC) y por tanto el *Cash Conversion Cycle* (CCC).
3. Reciclaje y segundo uso de las baterías. Se propondrán soluciones relacionadas con el reciclaje y segundo uso de las baterías relacionadas con otras aplicaciones.
4. Estrategia con las garantías. Necesario negociar unos términos de garantía favorables con el proveedor de baterías y calcular correctamente las mismas para los autobuses vendidos de tal manera que se incluyan en el precio del autobús.
5. Reducir la huella de carbono. Es necesario calcular y reducir la huella de carbono generada para la fabricación y durante el uso de los autobuses.
6. Plan de ventas por países según la demanda. Es de vital importancia estudiar los distintos mercados y los márgenes que se obtienen con cada tipo de vehículos en cada país para escoger de forma acertada los vehículos que se producen.

A continuación, se va a profundizar en cada una de ellas mostrando las diferentes estrategias, puntos a favor y en contra de actuar correctamente en cada una de las áreas, requerimientos técnicos, riesgos y factores de fracaso en la implantación.

## 6.2. Profundización en las áreas recomendadas

### 6.2.1. Esfuerzos en innovación

La estrategia en la gestión de esfuerzos para la innovación es muy importante, ya que se han de dedicar los esfuerzos en las áreas que previsible vayan a aportar un mayor valor en el futuro. Los esfuerzos en los fabricantes de autobuses van dirigidos en gran medida al área de seguridad en la cual se encuentra la conducción autónoma y, como se comentó en el apartado anterior, a mejorar los trenes de propulsión de los vehículos en dirección a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y mejorar los procesos de fabricación para reducir costes.

Se puede optar por ser un *market shaper* o un *market follower*. En el caso de ser un *market shaper*, la estrategia consiste en liderar el mercado en innovaciones tecnológicas por lo que el riesgo es alto. Suelen ser las empresas más grandes y dominantes las que tienen mayores recursos destinados a esta misión donde se requieren grandes esfuerzos para dar con las innovaciones correctas que resulten útiles y sean valoradas por los clientes. Es necesario escuchar a los clientes y analizar cuidadosamente el comportamiento del mercado para ver si las innovaciones se dirigen en la dirección correcta. Si la empresa es capaz de encontrar buenas oportunidades de negocio y el resultado es satisfactorio en la implantación se pueden lograr ventajas competitivas que otorguen atractivo en los productos ofertados en el mercado. Los fabricantes pequeños y medianos tienen una oportunidad con las nuevas tecnologías y pueden lograr tener un rol importante, sobre todo con Eléctricos e Hidrógeno que les permita aumentar su participación en el mercado y crecer. Puede ir de la mano de *joint ventures* con empresas que tengan el *know how* de baterías y conducción autónoma.

Ser un *Market follower* consiste en imitar lo que hace el *market shaper*. Suelen ser empresas con menores recursos las que tratan de imitar y mejorar las innovaciones de las empresas líderes y los riesgos son menores, ya que sigue a la competencia en las innovaciones que tienen éxito en el mercado. Si logra ser un perseguidor ágil, puede no sufrir pérdidas en la cuota de mercado y sus inversiones en innovación serán menores. En los autobuses Eléctricos no es recomendable que ningún fabricante se quede muy atrás, ya que lleva tiempo observándose la tendencia al alza en el mercado hasta que se han convertido en una realidad y un autobús competitivo se desarrolla tras años de esfuerzos en innovación donde el fabricante que ofrezca mayores autonomías tendrá la ventaja más apreciada por los clientes. Se ha de tener cuidado por tanto en no alejarse mucho del *market shaper*. Se puede optar por esta estrategia temporalmente.

### 6.2.2. Reducción del Working Capital

Para poder destinar recursos económicos a la innovación que aporte valor en un futuro y permita obtener ventajas competitivas es necesario disponer de capital. Es por ello que tener un *Cash Conversion Cycle* reducido denotaría una buena salud financiera para invertir y crecer. Es necesario definir indicadores de rendimiento (KPI) inteligentes que ayuden a lograr resultados

positivos y evitar aquellos indicadores que no son relevantes, así como los que podrían guiar las decisiones en la dirección equivocada.

A continuación, la *Tabla 19* muestra algunos de los indicadores que lo miden: [42] [44]

KPI	Definición
Days Sales Outstanding (DSO) $DSO = \frac{\text{Accounts Receivable}}{\text{Sales}} \cdot 365$	Promedio de días que el cliente tarda en pagar a nuestra empresa. Es positivo un DSO bajo para tener los recursos necesarios para hacer frente a pagos y obligaciones a corto plazo.
Days Payable Outstanding (DPO) $DPO = \frac{\text{Accounts Payable}}{\text{Cost of sales}} \cdot 365$	Tiempo para pagar a los proveedores. Plazos de pago largos son positivos para el WC porque permiten tener un mayor margen de efectivo para pagar las deudas actuales y no verse afectados críticamente si los pagos de los clientes se retrasan.
Days of inventory outstanding (DIO) $DIO = \frac{\text{Inventory}}{\text{COGS}} \cdot 365$	Muestra lo rápido que se vende el inventario. Período entre la facturación del inventario comprado al proveedor hasta la que el autobús es enviado al cliente. Es positivo un DIO bajo para no tener grandes cantidades de capital ligado al inventario y una forma eficaz de lograrlo es mejorar la cadena de suministro.
Cash-to-Cash Cycle (CCC) $CCC = DSO + DIO - DPO$	Demuestra lo eficiente que es la empresa en la gestión del Working Capital al fusionar los KPI anteriores para mostrar los resultados generales.

*Tabla 19: Indicadores de relevancia en la medición del CCC.*

[Fuente: Propia]

Es importante gestionar adecuadamente el pago a los proveedores (*payables*) y la facturación a los clientes (*receivables*) para reducir el *Cash-to-Cash Cycle*. Obtener unos buenos resultados para el CCC pasa por las siguientes medidas y el esquema se muestra en la *Ilustración 25*:

- Reducir DSO. Reduciendo o simplemente manteniendo en un valor razonable el tiempo en el que los clientes pagan sus obligaciones mediante negociaciones con los clientes en las condiciones de pago añadiendo cláusula de penalización en caso de retrasos, mejoras en la calidad de finalización del producto para que el cliente acepte como terminado el autobús en primera instancia y chequear de manera frecuente y eficiente el pago de las facturas, la empresa dispondrá de tempranamente del pago del autobús y por tanto del efectivo que puede necesitar para llevar a cabo las operaciones de la organización.
- Reducir DIO. Acortar el periodo en el que se factura el inventario recibido por parte de los proveedores hasta que el autobús es enviado al cliente se logra mediante mejoras en la cadena de suministro y el proceso de producción. La producción *just in time* logrando que los proveedores suministren las piezas en un periodo razonable de tiempo cuando se produzca la necesidad de los componentes y un proceso de producción eficiente permiten dicha mejora y prevendría de tener grandes cantidades de capital congelado en forma de inventario el cual podría ser utilizado para hacer frente a las obligaciones y además crecer e invertir con dicho capital. En el caso de las baterías de los autobuses Eléctricos, reducir este indicador es muy importante ya que es el elemento más costoso del autobús y tener baterías almacenadas durante largos periodos de tiempo supondría tener congelado una gran

cantidad de capital, además de restarle tiempo de duración a la garantía cuando esta se incorpore al autobús ya que según los acuerdos en la mayoría de garantías con los proveedores de baterías comenzará a contar cuando estas lleguen a la fábrica de autobuses.

- Aumentar DPO. Aumentar el periodo de pago a los proveedores mediante negociaciones con los mismos, haciendo valer el poder de negociación que un fabricante de autobuses tiene es positivo para que dicho efectivo pueda ser utilizado durante ese periodo de tiempo para pagar las operaciones de la organización y sobre todo no verse afectados gravemente si el pago por parte de los clientes sufre retrasos.

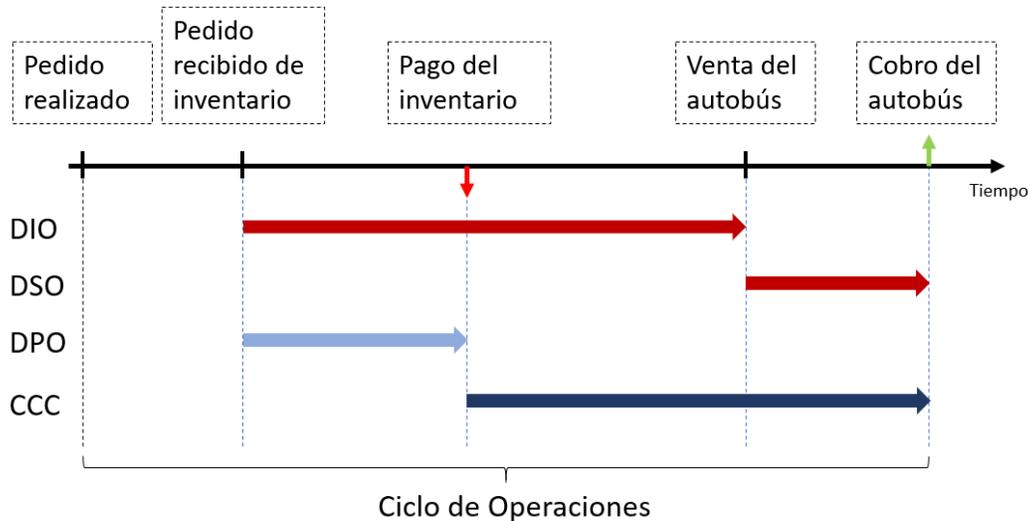


Ilustración 25: Elementos del Cash-to-Cash Cycle.

[Fuente: Propia]

### 6.2.3. Segundo uso de las baterías

Una batería de un autobús es sustituida antes de que la capacidad caiga por debajo del 80% aproximadamente de la capacidad nominal con la que contaba al principio de su vida útil, lo que equivale de unos 6 a 8 años, pero podría suceder antes ya que depende de la necesidad del cliente en cuanto a autonomía del vehículo. Debido a lo anterior, es importante asegurar mediante acuerdos una cadena de suministro que conecte la adquisición de las baterías por parte de los fabricantes de autobuses al reciclaje o segundo uso de estas.

En primer lugar, es importante llegar a acuerdos interesantes con los proveedores de baterías para que estos abastezcan los packs a tiempo y los precios se ajusten a la oferta y la demanda del mercado. Sería interesante para los fabricantes de autobuses asociarse con dichas empresas que fabrican las baterías para beneficiarse de mejores condiciones y se podrían incluso plantear el fabricar ellos mismos los packs de baterías que se montan en los autobuses.

Cuando finaliza la vida útil de la batería, es necesario reemplazarla y los fabricantes de autobuses tienen que hacerse cargo de ella. Para estos elementos hay una serie de opciones:

- El reciclaje: consiste en desmontar la batería para aprovechar las materias primas. Los fabricantes han de evitar el tener que pagar por deshacerse de dichas baterías, ya que la situación cambia completamente cuando la empresa que se encarga del reciclaje y de la comercialización de dichas materias primas abona una cantidad, por lo que es esencial llegar a un acuerdo interesante.
- Segundo uso: consiste en utilizar las baterías o las celdas que las componen para una segunda vida en la que no se necesite una capacidad nominal tan elevada. Al poderse dividir la batería en paquetes de celdas más pequeños y poderse acoplar también para formar sistemas de almacenamiento de energía más grandes, los segundos usos pueden ir desde el almacenamiento de energía a pequeña y gran escala hasta la regulación de la frecuencia de la red eléctrica. Las baterías podrían seguir siendo útiles hasta 10 años más cuando su capacidad descienda por debajo del 60% según *Bloomberg New Energy Finance*, momento en el cual no quedaría más remedio que reciclar las materias primas. [40]

El objetivo del fabricante ha de ser obtener un beneficio de dichas baterías sustituidas que ya no sirven para propulsar un autobús, pero a las que se les puede seguir obteniendo rentabilidad. En la industria, no se cuenta con una amplia experiencia en dicho ámbito, ya que no se ha llegado al final de la vida útil de la inmensa mayoría de los autobuses Eléctricos fabricados hasta la fecha y por tanto los fabricantes no han optimizado la cadena de suministro de reciclaje y segundo uso. Se trata de un campo en el que es necesaria una larga investigación que permita conocer la degradación de las baterías que permita una exitosa implantación.

Por tanto, es de vital importancia para los fabricantes de autobuses desarrollar una estrategia acertada para las baterías obsoletas y diseñar un modelo de negocio eficiente que permita obtener beneficios y reportar a la compañía una rentabilidad, además de favorecer una evolución sostenible hacia el uso de energías renovables solucionando el problema de la estacionalidad de estas.

### 6.2.4. Garantías

Las garantías son un concepto interesante y atractivo para los clientes que se benefician de ellas y constituyen un factor de confianza que puede decantar la balanza en la adquisición de un bien o servicio. En este apartado se ha de distinguir entre la garantía que se ofrece al cliente cuando adquiere un autobús (ofrecida por parte del fabricante de autobuses al comprador) y la garantía que ofrecen los proveedores a la organización por los elementos adquiridos para el ensamblaje del vehículo.

La garantía que ofrecen los proveedores a la organización por los elementos adquiridos para el ensamblaje del vehículo se acuerda con los proveedores y al fabricante le interesa que los periodos de cobertura sean los mayores posibles y ante todo tipo de fallos provenientes de un

elemento defectuoso. Especialmente con las baterías de los autobuses Eléctricos, sería interesante que la garantía comenzase a contar cuando es montada en el autobús y no cuando llega a la fábrica, aunque no sucede así en la actualidad. De esta manera el fabricante ha de montar las baterías lo antes posible en los autobuses para que cualquier fallo que suceda en estas sea cubierto por el proveedor durante el mayor periodo de tiempo posible. Negociar unos términos y condiciones en las garantías de las baterías es de máxima importancia a nivel estratégico para la organización.

Por otra parte, dentro de la garantía ofrecidas por parte del fabricante a los clientes, es remarcable el caso de las baterías de los vehículos Eléctricos a las que hay que prestar especial atención ya que es todavía desconocido si las estimaciones del periodo de duración serán las correctas y la garantía se negocia por separado, puesto que el precio de dichas baterías asciende fácilmente hasta la mitad del precio del autobús. Debido a lo anterior, es necesario calcular el porcentaje de fallos cuando están en el periodo de garantía que se ofrece a los clientes y calcular el coste extra que le supone a la compañía para incluirlo en el precio del autobús correctamente y evitar pérdidas millonarias en un futuro que podrían poner en peligro la estabilidad económica y podrían llevar a la quiebra de la empresa.

### 6.2.5. Reducción de la huella de carbono en la fabricación

En la actualidad, calcular la huella de carbono o *carbon footprint* de los productos que comercializan se está convirtiendo en una tarea muy importante para gran parte de las empresas entre las que se encuentran los fabricantes de vehículos para el transporte de personas y mercancías. El proceso para el cálculo de la huella de carbono consiste en calcular la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente que se ha emitido en el proceso de extracción, procesamiento y transporte de las materias primas, producción del autobús, distribución del vehículo finalizado, estimación de emisiones del autobús en funcionamiento y gestión cuando finaliza su vida útil.

El cálculo del *carbon footprint* es importante para poder identificar las etapas en las que más emisiones se producen y lograr reducirlas, pero también porque está comenzando a ser un requisito dicho cálculo para poder participar en algunas de las licitaciones de mayor tamaño como sucede en París y es predecible que en el futuro supongan un factor diferencial a la hora de adjudicar dichas licitaciones. Otras de las ventajas que aporta el cálculo de la huella de carbono es la de dar una buena imagen tanto dentro de la organización influyendo positivamente en el sentido de pertenencia y motivación de sus empleados, mejora de la imagen internacional de la empresa lo cual facilita la exportación a países en los que es un indicador importante y otorga ventaja con respecto a aquellos fabricantes que no lo calculan.

Reducir las emisiones debe ser considerada por tanto una meta a corto y medio plazo para la organización y ha de producirse progresivamente tanto si se ha iniciado como si no para que no se convierta en un factor que influya en un futuro de forma negativa en las ventas. Es un proceso que puede requerir inversiones y transformaciones al principio, pero al implementarse los cambios suele reducir costes y aumentar la eficiencia.

Para lograr reducirla, se pueden llevar a cabo medidas en todas las etapas:

1. Extracción, procesamiento y transporte de las materias primas y piezas. En esta etapa, es importante recurrir a proveedores que presenten un valor más pequeño de huella de carbono en sus productos como los que utilizan materias primas recicladas o utilicen energía procedente de fuentes renovables para su fabricación. En caso de que no la tengan calculada, presionar en la manera de lo posible para que lleven a cabo los cálculos. Se ha de gestionar de manera adecuada y eficiente el transporte para que no sea este el factor que aumente la huella de carbono de las piezas mediante rutas más cortas o grandes lotes. Es importante que para las baterías de los autobuses Eléctricos se escojan los proveedores que utilicen materiales reciclados parcial o totalmente ya que la extracción es el proceso más contaminante.
2. Producción del autobús. Se debe tratar de reducir las emisiones en la medida de lo posible. Algunas de las acciones más eficaces pueden ser la de mejorar la climatización de los edificios, renovar aquella maquinaria antigua que suponga un gran consumo de electricidad, incorporar fuentes de energía renovable en las instalaciones como paneles fotovoltaicos y firmar contratos con la comercializadora eléctrica de consumo único o parcial de energías renovables.
3. Distribución del vehículo finalizado. Optimización de la logística y las rutas para la entrega de los vehículos finalizados.
4. Emisiones del vehículo en funcionamiento. Del informe *Electric Bus Technology* de *MRCagney Pty Limited (MRCagney)* [23] se puede observar la *Ilustración 26* en la cual se aprecian las emisiones que se contabilizan en cada vehículo durante su vida útil. En dicha imagen se ilustra la procedencia de las emisiones de los autobuses según el tipo de combustión. En el caso de los CNG sería similar a los Diesel pero utilizando gas natural comprimido y los Híbridos son una mezcla entre Diesel y Eléctricos. En el caso de los Eléctricos con batería un autobús contamina más dependiendo del país por el que circule ya que la procedencia de la electricidad es diferente y puede tener mayor o menor porcentaje de renovable.

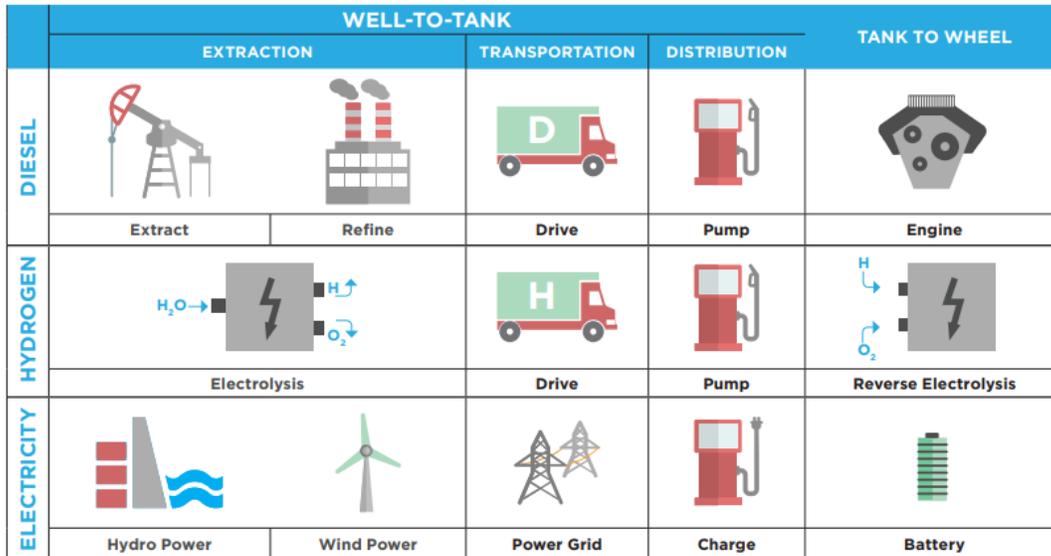


Ilustración 26: Emisiones durante la vida útil de cada tipo de autobús.

[23]

5. Gestión cuando finaliza su vida útil. En este apartado se puede reducir la huella de carbono mediante el reciclaje y reutilización de los componentes del autobús obsoleto. Destaca la batería de los autobuses Eléctricos como ya se ha comentado en el apartado 6.2.3 como un nicho de oportunidades de negocio.

### 6.2.6. Plan de ventas por países según la demanda

Entender las ventas que se han producido en los distintos países, analizar los beneficios que reportan cada tipo de vehículo en cada país y valorar la introducción de los autobuses propulsados por nuevas tecnologías menos contaminantes en nuevos mercados que puedan representar oportunidades interesantes de negocio es una tarea indispensable para los fabricantes, ya que decidir las licitaciones en las que se quiere participar y cuáles no resultan de tanto interés puede marcar el éxito de la empresa a corto y medio plazo, aún más en un periodo de tantos cambios en dirección a la electrificación del sector.

En primer lugar, analizar el tamaño de los distintos mercados y las ventas tanto de nuestra empresa como de la competencia. Observaremos que tipo de vehículos se venden en los mercados y que tipo de vehículos ha vendido nuestra organización hasta la fecha. Se debe analizar si nuestra empresa sigue las tendencias generales y si hay nichos de mercado presentes que nuestra organización pueda aprovechar. En segundo lugar, dentro de dichos mercados ver la rentabilidad que le dan a nuestra empresa cada tipo de vehículo vendido en los últimos tiempos y determinar cuáles siguen siendo interesantes en un futuro en cuyo caso se promocionarán y en cuales no se va a participar más a no ser que sea con unas condiciones mejores de margen neto. Dentro del equipo de ventas se deben promocionar las ventas que le

aporten mayor valor a la empresa y no otorgar bonus por tamaño, sino por calidad de las licitaciones vencidas. Estudiar y valorar la introducción de las nuevas tecnologías de propulsión si resulta de interés. Pueden presentarse nuevas oportunidades de negocio para vender nuevas tecnologías en todos los mercados, tanto si ya están presentes y son fomentadas por los gobiernos de dichos países como si no están presentes todavía e influirá que nuestra empresa tenga una ventaja competitiva que le diferencie de la competencia y por tanto mayores posibilidades de ganar las licitaciones con un margen de beneficios razonable.

Por último, se definirá la nueva estrategia final de ventas con la que se llegue a la capacidad total de producción y se obtenga la mayor rentabilidad posible, lo cual maximizará los ingresos de la compañía y otorgará en el futuro el capital necesario para seguir creciendo e innovar para ser líder en el mercado.

Además, valorar el negocio de piezas de repuesto según las ventas por país es muy importante ya que puede contribuir positivamente con cuantiosas inyecciones de capital si este funciona correctamente. Hoy en día se podría hacer llegar a cualquier país de Europa las piezas necesarias para la reparación de un autobús en un periodo de 24 horas, por lo que solo sería necesario disponer de un almacén de piezas de repuesto. En otros continentes, se podría disponer de almacenes centralizados también si resultase rentable por el volumen de negocio existente. En dichos almacenes se deberá implementar el método *just in time* en la medida de lo posible para que el *Working Capital* no sea muy elevado y se gestionen de manera eficiente.

## 7. Conclusiones

En el mercado del autobús las principales tendencias en innovación se están produciendo en la propulsión de los vehículos para lograr motores eficientes, fiables y poco contaminantes. La electrificación de las ventas se está desarrollando a un gran ritmo debido a nuevas regulaciones de sostenibilidad para reducir la contaminación, la creciente preocupación social, la paridad en el TCO entre Diesel y cero emisiones y las mejoras tecnológicas.

La demanda ha comenzado a aumentar en Europa siguiendo la tendencia de China y se espera que los competidores europeos aumenten exponencialmente sus ventas de Eléctricos como ya han comenzado a hacer VDL y Solaris Bus & Coach.

La pandemia por Covid-19 ha provocado un panorama incierto en el futuro del mercado del autobús en Europa ya que se espera que pueda influenciar negativamente en los presupuestos para las inversiones municipales en el sector, ralentizando la velocidad en la electrificación.

Analizando el registro de nuevos autobuses en el mercado de Europa Occidental se observa que en 2012 la imagen es muy diferente a la que nos encontramos en 2019. El mercado total se mantuvo estable entre 2012 y 2015 y comenzó a crecer en 2016 debido a las innovaciones en las tecnologías alternativas al Diesel con pico de crecimiento en 2019 impulsado por las ventas de Eléctricos con batería.

Las ventas de Diesel en 2012 supusieron un 87% mientras que en 2019 únicamente el 61%. En 2019 se produjeron más ventas de Eléctricos con batería que la suma total para ese tipo de vehículo entre los años 2012 y 2018 y se puede observar la tendencia de que las ventas crecen cuando se producen innovaciones tecnológicas.

El escenario de predicción más probable es optimista respecto a la velocidad de electrificación influenciada por La DIRECTIVA (UE) 2019/1161 con consecuencias leves por Covid-19. Se espera una reducción en las ventas en 2020 y 2021 de hasta el 20% y un crecimiento posterior. En 2025 el 70% de los autobuses registrados estarán propulsados por combustibles alternativos y los autobuses Eléctricos pasarán a ser la tecnología con mayor cuota de mercado por encima del Diesel. La tecnología cuyas ventas crecerán más significativamente serán los de Hidrógeno pasando a tener una participación relevante y la tecnología Diesel pasará a tener un crecimiento negativo.

En el análisis de los factores externos se observa que la entrada de fabricantes asiáticos que buscan una mayor penetración con autobús Eléctrico en Europa supone una amenaza, los proveedores de baterías tienen un alto poder de negociación sobre los fabricantes europeos y actualmente existe una gran rivalidad entre los competidores, considerándose una oportunidad los autobuses Eléctricos con batería para los fabricantes pequeños y medianos de crecer y aumentar su participación.

La tecnología de celda de combustible debe ser desarrollada por todos los fabricantes ya que se prevé un aumento en las ventas. La estrategia debe ser diferenciación mediante innovación para mejorar la fiabilidad del vehículo y la mejora en los procesos de obtención del Hidrógeno. Dicha innovación favorecerá el aumento de la demanda.

Los Eléctricos con batería son la tecnología más importante según la predicción y debe ser desarrollada con la máxima prioridad por todos los fabricantes. La estrategia más interesante es la de diferenciación mediante la innovación dado el amplio margen de mejora para aumentar la autonomía y reducir el coste de la batería gracias a las economías de escala.

El segmento CNG no debería de centrar los esfuerzos en inversiones de los fabricantes debido a su poca capacidad de mejora y los pronósticos de estabilización en las ventas. La estrategia que parece más apropiada es ofertar un precio competitivo que supere al de los competidores.

Con la tecnología Híbrida se debería invertir una pequeña porción de los esfuerzos en innovación, ya que la estrategia más interesante sería una estrategia híbrida: diferenciarse en la parte eléctrica y competitividad en el precio.

Los vehículos Diesel no deberían centrar esfuerzos en innovación debido al pequeño margen en la reducción de las emisiones que es su principal defecto. La estrategia más apropiada se basa en competitividad en el precio y salir ordenadamente de este mercado en un futuro cuando ya no sea rentable debido a la caída en las ventas.

Se recomienda a los fabricantes desarrollar una estrategia para las baterías obsoletas y diseñar un modelo de negocio eficiente que reporte beneficios, calcular y reducir el *carbon footprint* para obtener una ventaja competitiva que permita participar y vencer en las futuras licitaciones y estudiar las ventas de cada tipo de vehículo en los distintos mercados para valorar las oportunidades de negocio e introducir los autobuses propulsados por nuevas tecnologías.

## 8. Anexo: Alineación del proyecto con los ODS

En 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible. Dicha agenda cuenta con 17 objetivos mediante la consecución de los cuales se estará otorgando una oportunidad a que todos los países y culturas avancen de manera sostenible e igualitaria, mejorándose las condiciones de vida de todas las personas y en la que nadie queda atrás logrando un mundo mejor. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible pueden observarse en la *Ilustración 27*:



*Ilustración 27: Objetivos de Desarrollo Sostenible.*

[46]

A continuación, se relaciona este proyecto sobre la predicción y análisis del mercado del autobús de Europa Occidental con los diferentes Objetivos de Desarrollo Sostenible a los que contribuye:

- Salud y bienestar: este proyecto tiene como finalidad estimar la electrificación del sector y guiar a los fabricantes en el desarrollo de una estrategia veloz y responsable para fabricar autobuses más seguros y respetuosos con el medio ambiente. De esta manera, reducir la contaminación en las ciudades y poco a poco lograr que la totalidad de las flotas sea cero emisiones para que la salud de los ciudadanos mejore.
- Educación de Calidad: a través de este análisis del mercado del autobús, en un entorno docente, los estudiantes pueden conocer la forma y velocidad de la electrificación esperada en el transporte público urbano, lo cual proporciona una imagen que se podría extrapolar al resto de sectores del transporte.
- Agua limpia y saneamiento: la electrificación significa menores emisiones de gases de efecto invernadero, lo que también contribuye a que no se produzca el fenómeno de la lluvia ácida en las ciudades. También reducir la huella de carbono y reciclar las baterías o darles un

segundo uso ayuda a que no se viertan residuos que puedan acabar filtrándose en el subsuelo y contaminar el agua limpia.

- Energía asequible y no contaminante: de nuevo, la electrificación fomentaría en un futuro el desarrollo de redes inteligentes mediante las que se podrían conectar un gran número de vehículos Eléctricos que funcionen como una gran fuente de almacenamiento que aportaría estabilidad a la red y podría ayudar a controlar la frecuencia de la red. Dentro de las aplicaciones en el segundo uso de las baterías como almacenamiento de energía de plantas renovables fotovoltaicas y eólicas solucionaría el problema de estacionalidad de las renovables, lo que permitiría reducir el porcentaje de energía procedente de combustibles fósiles.
- Trabajo decente y crecimiento económico: mediante la predicción del mercado y posterior estrategia para cada tipo de vehículo se fomenta el crecimiento del sector y se anima a todos los fabricantes a adentrarse en la electrificación de las ventas, lo que crearía puestos de trabajo en la sociedad y en consecuencia bienestar económico y social.
- Industria, innovación e infraestructura: este trabajo muestra la importancia de la innovación continua en las tecnologías de propulsión de los autobuses y la estrategia seguir con cada una de ellas según su posición en el mercado para adaptarse a esos cambios de forma eficiente y con capacidad de reacción.
- Ciudades y comunidades sostenibles: el proceso a la electrificación tiene como objetivo que se produzcan menos emisiones de gases de efecto invernadero en las ciudades para que sean ciudades más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.
- Producción y consumo responsables: si los fabricantes producen autobuses menos contaminantes y se reduce la huella de carbono de dichos vehículos se estará llevando a cabo una producción sostenible y por tanto responsable.
- Acción por el clima: dar una imagen real del punto de electrificación actual para que todos los *stakeholders* se den cuenta de la necesidad de electrificar sus flotas para lograr ciudades más sostenibles que proporcionen una mayor calidad de vida a sus residentes. Además, reducir la huella de carbono y llevar a cabo de forma responsable el reciclaje o segundo uso de las baterías obsoletas contribuyen también a este objetivo.
- Vida submarina: mediante los consejos de reciclaje y segundo uso para las baterías de los autobuses Eléctricos se pueden reducir los vertidos tóxicos en el medioambiente, lo cual afectaría indudablemente al calentamiento global y a las especies submarinas.
- Vida de ecosistemas terrestres: la electrificación en la movilidad urbana ayudaría a contribuir a que no empeoren las condiciones de vida terrestre mediante la reducción en las emisiones.
- Alianzas para lograr los objetivos: mediante el desarrollo de vehículos Eléctricos menos contaminantes que ofrezcan un rendimiento competente a un precio asequible se fomenta la implantación de transporte público sostenible y limpio que ayudará a que haya acuerdos entre los gobiernos para que los vehículos Eléctricos sean el futuro en la movilidad urbana.

El proyecto está alineado con una gran parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su uso y posterior mejora por parte de los distintos fabricantes de autobuses puede impulsar el desarrollo de la movilidad urbana y por tanto la sostenibilidad en estos entornos que acusan una alta contaminación.

## 9. Referencias bibliográficas

- [1] «Bus Market Size, Share, Trends | Industry Report (2020 - 2025)». Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bus-market>.
- [2] Editorial. «Electric Bus, Main Fleets and Projects around the World». Sustainable Bus (blog), 24 de octubre de 2019. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/electric-bus-public-transport-main-fleets-projects-around-world/>.
- [3] Editorial. «Electric Buses, Including Costs on Climate and Health, Are Cheaper than Diesel». Sustainable Bus (blog), 26 de noviembre de 2018. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/taking-into-account-external-costs-health-and-climate-electric-buses-already-offer-a-lower-tco-than-diesel/>.
- [4] «What's Sparking Electric-Vehicle Adoption in the Truck Industry? | McKinsey». Disponible en: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/whats-sparking-electric-vehicle-adoption-in-the-truck-industry>.
- [5] Default. «The European Market for Electric Buses 2019». Disponible en: <https://www.busworldacademy.org/article/the-european-market-for-electric-buses-2019>.
- [6] Markets, Research and. «Europe Bus Market to 2022: Surging Sales of Clean Fuel Buses and Government Initiatives». Disponible en: <https://www.prnewswire.com/news-releases/europe-bus-market-to-2022-surging-sales-of-clean-fuel-buses-and-government-initiatives-300758158.html>.
- [7] Editorial. «Electric Bus Market to Reach a 40% Share in Europe by 2025, According to Interact Analysis». Sustainable Bus (blog), 12 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-bus-market-to-reach-a-40-share-in-europe-by-2025/>.
- [8] Editorial. «Electric Buses Market Will Grow Faster than Electric Cars, According to Bnef». Sustainable Bus (blog), 1 de junio de 2018. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/bloomberg-new-energy-finance-long-term-forecast-on-electric-buses-vehicles/>.
- [9] Editorial. «58,688 Buses Sold Worldwide and a Market Share of 37% in China. Yutong Released the 2019 Report». Sustainable Bus (blog), 3 de abril de 2020. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/58688-buses-sold-worldwide-and-a-market-share-of-37-in-china-yutong-released-the-2019-report/>.

- [10] Editorial. «Solaris Buses: In 2018 Low or Zero Emission Drive». *Sustainable Bus* (blog), 28 de febrero de 2019. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/one-out-of-three-buses-sold-in-2018-by-solaris-were-low-or-zero-emission-drive/>.
- [11] «Electric Bus Market | Growth, Statistics, Industry Forecast 2019-2024». Disponible en: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/automotive-electric-bus-market>.
- [12] Markets, Research and. «European Bus Market Stood at \$6 Billion in 2018 and is Projected to Reach \$8.8 Billion by 2024». GlobeNewswire News Room, 30 de abril de 2019. Disponible en: <http://www.globenewswire.com/news-release/2019/04/30/1812987/0/en/European-Bus-Market-Stood-at-6-Billion-in-2018-and-is-Projected-to-Reach-8-8-Billion-by-2024.html>.
- [13] «Asia-Pacific Bus Market Size, Share 2022, Bus Market Forecast By Application | TechSci Research». Disponible en: <https://www.techsciresearch.com/report/asia-pacific-bus-market/3411.html>.
- [14] «North America Bus Market Size, Share 2022, Bus Market Forecast By Application | TechSci Research». Disponible en: <https://www.techsciresearch.com/report/north-america-bus-market/3407.html>.
- [15] Pronóstico Experto | Software de generación y administración de pronósticos Forecast Pro. «Cómo se utiliza la estadística para pronosticar Ventas». Disponible en: <https://www.pronosticoexperto.com/cpto-como-utiliza-la-estadistica>.
- [16] «Competitividad y Estrategia». Disponible en: <https://www.competitividadyestrategia.com/>.
- [17] «Bus». En *Wikipedia*, 25 de abril de 2020. Disponible en: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bus&oldid=953108145>.
- [18] Blog. «The History of Public Bus Transportation», 14 de agosto de 2017. Disponible en: <https://gogocharters.com/blog/history-of-public-bus-transportation/>.
- [19] «Historia del transporte en Madrid». Disponible en: <https://clubdeamigos.crtm.es/para-ti-m/info-util/historia-del-transporte-en-madrid.html>.
- [20] Bebea, Pilar. «La historia del primer autobús con motor de gasolina». *Noticias.coches.com* (blog), 11 de junio de 2017. Disponible en: <https://noticias.coches.com/noticias-motor/primer-autobus-motor-de-gasolina/249909>.
- [21] Editorial. «MAN Lion's City E, Depot Charging Only». *Sustainable Bus* (blog), 10 de junio de 2019. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/man-lions-city-e-for-depot-charging-only/>.

- [22] «Bus Dimensions & Drawings | Dimensions. Guide». Disponible en: <https://www.dimensions.guide/collection/buses>.
- [23] «Varghese - Australia Leslie Carter Managing Director lcarter@.pdf». Disponible en: [https://www.mrcagney.com/uploads/documents/MRC Electric Bus Report 11072017.pdf](https://www.mrcagney.com/uploads/documents/MRC_Electric_Bus_Report_11072017.pdf).
- [24] «6175ed02-7f75-83cf-52db-b90fae9649da.pdf». Disponible en: <https://www.tib.org/documents/30683/108235/Estudi+autobusos+zero+emissions.pdf/6175ed02-7f75-83cf-52db-b90fae9649da>.
- [25] «Pantograph Charging | Pantograph Down | ABB». Disponible en: <https://new.abb.com/ev-charging/products/pantograph-down>.
- [26] Editorial. «Autonomous Buses in Public Transport, a Driverless Future Ahead?» *Sustainable Bus* (blog), 25 de julio de 2019. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/smart-mobility/autonomous-bus-public-transport-a-driverless-future-ahead-pilots-are-multiplying/>.
- [27] «Mathieu - For more information, contact.pdf». Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/wp-content/uploads/2018/11/Electric-buses-arrive-on-time-2.pdf>.
- [28] Editorial. «Electric Buses and Tco, a Matter of (Short) Time. Bnef Report, 2nd Part». *Sustainable Bus* (blog), 27 de julio de 2018. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-buses-and-tco-a-matter-of-not-much-time-bnef-report-2nd-part/>.
- [29] «ACEA\_Report\_Vehicles\_in\_use-Europe\_2019.pdf». Disponible en: [https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA\\_Report\\_Vehicles\\_in\\_use-Europe\\_2019.pdf](https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Report_Vehicles_in_use-Europe_2019.pdf).
- [30] Editorial. «Record Year 2019. The Big Leap Forward of e-Bus Market in Western Europe -». *Sustainable Bus* (blog), 10 de febrero de 2020. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/record-year-2019-the-big-leap-forward-of-e-bus-market-in-western-europe/>.
- [31] «Análisis PEST - herramienta estratégica». Disponible en: <https://www.competitividadyestrategia.com/analisis-pest.html>.
- [32] «5 Fuerzas de Porter - 5 fuerzas competitivas». Disponible en: <https://www.competitividadyestrategia.com/5-fuerzas-de-porter.html>.
- [33] «Análisis DAFO - análisis FODA». Disponible en: <https://www.competitividadyestrategia.com/analisis-dafo.html>.

- [34] «Cadena de valor - ING DIRECT - YouTube». Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=G7ifbFmidl0>.
- [35] «Western Europe Bus and Coach Registrations Hold Up Well». Disponible en: <http://www.dougjack.co.uk/western-europe-bus-and-coach-registrations.html>.
- [36] «385,000 electric buses in China, while both Europe and U.S. are beginning to catch up». Disponible en: <https://nofoss.dk/index.php/nyheder/24-international/70-385-000-electric-buses-in-china-while-both-europe-and-u-s-are-beginning-to-catch-up>.
- [37] Directive (EU) 2019/1161 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 amending Directive 2009/33/EC on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles (Text with EEA relevance.), Pub. L. No. 32019L1161, OJ L 188 (2019). Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/dir/2019/1161/oj/eng>.
- [38] Mario. «Coronavirus and Energy Transition in Public Transport. Will e-Bus Projects Pay the Crisis' Price?» *Sustainable Bus* (blog), 11 de mayo de 2020. Disponible en: <https://www.sustainable-bus.com/news/coronavirus-covid-public-transport-energy-transition-electric-bus/>.
- [39] «Reloj estratégico». Disponible en: <https://www.competitividadyestrategia.com/reloj-estrategico.html>.
- [40] Eléctricos, Híbridos y. «El segundo uso del coche eléctrico, o cómo sus baterías pueden generar dinero». Híbridos y Eléctricos. Accedido 6 de agosto de 2020. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/sector/segundo-uso-coche-electrico-baterias-pueden-generar-dinero/20181025090240022741.html>.
- [41] Modelandum Admin. «Aprende qué es el Working Capital y cómo se calcula». *modelandum* (blog), 12 de abril de 2019. <https://modelandum.com/working-capital/>.
- [42] CashAnalytics. «Working Capital Metrics», 30 de junio de 2017. <https://www.cashanalytics.com/working-capital-metrics/>.
- [43] Hayes, Adam. «What Work-in-Progress Really Means». Investopedia. Disponible en: <https://www.investopedia.com/terms/w/workinprogress.asp>.
- [44] «29 Financial KPIs for Your Financial KPI Dashboard | Scoro», 22 de marzo de 2016. <https://www.scoro.com/blog/financial-kpis-for-financial-kpi-dashboard/>.
- [45] «Varghese - Australia Leslie Carter Managing Director lcarter@.pdf». Disponible en: <https://www.mrcagney.com/uploads/documents/MRC Electric Bus Report 11072017.pdf>

[46] «La UNESCO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible». Disponible en:  
<https://es.unesco.org/sdgs>.

[47] iF WORLD DESIGN GUIDE. «MAN Lion's City E». Disponible en:  
<https://ifworlddesignguide.com/entry/279756-man-lions-city-e>.