



**Universidad Nacional de Córdoba**

Facultad de Ciencias Exactas,

Físicas y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE  
PROYECTO DE SUSTITUCIÓN DE ACTIVOS:  
ÓMNIBUS CONVENCIONALES POR  
ELÉCTRICOS.**

**AUTORAS:**

**DEGON, Evelin Gisel**

**MEZA MONTELLANOS, Pilar María**

**MATRÍCULA:**

**39611259**

**39738390**

**TUTOR:**

**Ing. PICCA, Jorge María**

**CÓRDOBA, septiembre 2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE SUSTITUCIÓN

DE ACTIVOS: ÓMNIBUS CONVENCIONALES POR ELÉCTRICOS.

DEGON, Evelin Gisel y MEZA MONTELLANOS, Pilar María.



## RESUMEN

Recientemente, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático publicó un reporte, donde pronostica que, para el año 2030 el calentamiento global alcanzará en América los 1.5°C. Con este pronóstico no se alcanzaría el objetivo planteado según el Acuerdo *de París*<sup>1</sup>, el cual fijó un máximo de 2.0°C para el año 2100.

En Centro y Sur América el transporte representa más del 20% de las emisiones de CO<sub>2</sub> totales, por lo que el sector de transporte es un elemento clave dentro de los compromisos de la región para combatir el cambio climático. Además de las emisiones de carbono, los países están comenzando a actuar frente a otros contaminantes provocados por motores de combustión interna que representan un peligro a la salud pública.

La razón por la cual dio origen al proyecto responde al interés por la concientización del uso de tecnologías más amigables con el medioambiente. Los automóviles eléctricos son una clara realidad del acelerado avance de las tecnologías en electromovilidad.

A nivel mundial el sector transporte es uno de los que más energía consume. Es un pilar importante cuando se habla del cambio climático debido a la energía consumida, la cual proviene en su mayor parte de origen fósil. Además, en los últimos años este campo ha experimentado un gran crecimiento de la mano del parque automotor mundial. Por ello, es importante en orden de alcanzar la sustentabilidad, mejorar la oferta de transporte y disminuir el uso de combustibles fósiles mediante la reducción de vehículos a combustión y la inserción de transporte amigable con el medio ambiente.

Un análisis de la movilidad eléctrica, y en específico de los vehículos eléctricos requiere tomar en cuenta:

- Las particularidades de cada uno de los autobuses a elegir

---

<sup>1</sup> El Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante. Fue adoptado por 196 Partes en la COP21 en París, el 12 de diciembre de 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Con el objetivo de limitar el calentamiento mundial a por debajo de 2, preferiblemente a 1,5 grados centígrados, en comparación con los niveles preindustriales.

Para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta con clima neutro para mediados de siglo.



- Los avances en la autonomía
- La infraestructura de estaciones de carga
- La capacidad de los países para adquirir estas nuevas tecnologías
- Las políticas de estímulos por parte del gobierno
- Las limitantes de las regulaciones medioambientales

En este trabajo se formula y evalúa la posibilidad de sustitución de una flota de ómnibus convencionales para el transporte público por una nueva flota de ómnibus eléctricos. Se realiza un diagnóstico previo de la situación y se consideraron diferentes alternativas de reemplazo: la compra de móviles eléctricos existentes en el mercado y venta de los vehículos actuales, o la implementación de los vehículos nuevos junto con la conservación de la flota actual destinada a otra región. Se evalúan costos y beneficios teniendo en cuenta que no es suficiente una alternativa más novedosa, sino que también debe ser sustentable y sostenible en el tiempo.

Como conclusión del trabajo, se comprueba la hipótesis planteada que, al reemplazar los autobuses a combustión por eléctricos, se obtienen ventajas técnicas, ambientales y sociales para la ciudad.

El lugar donde se desarrolla el proyecto es la ciudad de San Salvador de Jujuy, Provincia de Jujuy.

Como metodología, el presente trabajo se enfoca en evaluar la factibilidad de mercado, técnica, ambiental y económica.

En primer lugar, se desarrolla un análisis del entorno de la situación actual, con sus posibles oportunidades, barreras de implementación, posibles riesgos que puede conllevar la sustitución de estos activos y el marco legal vigente en Argentina.

Luego se realiza un estudio de mercado dando inicio a la proyección del mercado de los vehículos eléctricos en Argentina, la oportunidad de negocios y su crecimiento mundial. Se plantean además diferentes tipos de vehículos a reemplazar, de los cuales las autoras optan por el eléctrico puro (BEV). Se realiza el desarrollo del ciclo de vida del autobús eléctrico, su situación actual en el mercado y el escenario de la tecnología a futuro.

El estudio ambiental resulta del diagnóstico de la matriz energética de Argentina para luego realizar la estimación de toneladas de CO<sub>2</sub> de ambas opciones en estudio y su posterior comparación. A través de estos resultados se obtienen los



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE SUSTITUCIÓN

DE ACTIVOS: ÓMNIBUS CONVENCIONALES POR ELÉCTRICOS.

DEGON, Evelin Gisel y MEZA MONTELLANOS, Pilar María.

ahorros en emisión de gases que impactaran ecológicamente. En otro inciso se demuestra las diferentes disposiciones que tienen las baterías de dichos autobuses (ion-litio) al final de su vida útil, lo cual evidencia que se pueden continuar usando las mismas y contribuir a la disminución del impacto ambiental.

Por último, se determina mediante el estudio económico diferentes resultados que reflejan la decisión de mantener o de sustituir la flota actual que administra la Empresa El Urbano.

Con este proyecto las autoras proponen reemplazar dichos activos mejorando la calidad de vida de los ciudadanos, formando parte del cuidado del medioambiente y participando como una ciudad innovadora comparándola con grandes capitales de Latinoamérica, Europa y Asia, que desde hace años produce y utilizan autobuses eléctricos siendo protagonistas de la electromovilidad en el servicio del transporte público.



## ABSTRACT

Recently, the Intergovernmental Panel on Climate Change released a report, where it establishes that, by 2030, global warming will reach 1.5°C in the America. With this forecast, the objective set according to the Paris Agreement would not be achieved which set a maximum of 2.0°C for the year 2100.

In Central and South America, transport accounts for more than 20% of total CO<sub>2</sub> emissions, so the transport sector is a key element within the region's commitments to combat climate change. In addition to carbon emissions, countries are beginning to act on other pollutants caused by internal combustion engines which pose a danger to public health.

The reason why it gave rise to the project responds to the interest in raising a wareness of the use of more environmentally friendly technologies. Electric cars are a clear reality of the accelerated advancement of technologies in electromobility.

Worldwide, the transport sector is one of the most energy-consuming. It is an important pillar when talking about climate change due to the energy consumed, which comes mostly from fossil origin.

In addition, in recent years this field has experienced great growth hand in hand with the global automotive fleet. Therefore, it's important in order to achieve sustainability, improve the supply of transport and reduce the use of fossil fuels by reducing vehicles to combustion and inserting environmentally friendly transport.

An analysis of electric mobility, and specifically of electric vehicles, requires taking into account:

- the particularities of each of the buses to choose
- advances in autonomy
- charging station infrastructure
- the capacity of countries to acquire these new technologies
- stimulus policies by the government
- the limitations of environmental regulations.

This paper formulates and evaluates the possibility of replacing a fleet of conventional buses for public transport with a new one fleet of electric buses. A previous diagnosis of the situation was made and different replacement alternatives were considered: the



purchase of such electric mobiles that exist in the market, and the implementation of new vehicles along with the conservation of the current fleet destined for another region. Costs and benefits are evaluated taking into account that a newer alternative is not enough but it must also be sustainable over time.

As a conclusion of the work, the hypothesis is tested that, when replacing combustion buses for electric technical, environmental and social advantages are obtained for the city.

The place where the project is developed is in the city of San Salvador de Jujuy, Province of Jujuy.

As a methodology, this work focuses on evaluating market, technical, environmental and economic feasibility. First, an analysis of the environment of the current situation is carried out, with its possible opportunities, implementation barriers, possible risks that may be involved in the replacement of these assets and the legal framework in force in Argentina.

The environmental study is based on the analysis of Argentina's energy matrix to then be able to calculate tons of CO<sub>2</sub> from both options under study and further comparison. Through these results, savings are obtained in non-emission of gases that impact the environment. Another paragraph demonstrates the different provisions that lithium-ion batteries have at the end of their useful life, which shows that they can continue to be used and contribute to the reduction of environmental impact.

Finally, different results are determined through the economic study that reflect the decision to maintain or replace the current fleet managed by the company "El Urbano".

With this project, the authors propose to replace these assets by improving the quality of life of citizens, taking part in caring for the environment and participating as an innovative city, comparing it with large capitals in Latin America, Europe and Asia, which have been producing and using electric buses for years being protagonists of electromobility in the public transport service.



## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Reseña Histórica</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Situación actual</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Objetivos generales y específicos</b>	<b>3</b>
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	4
<b>1.5 Alcance del proyecto</b>	<b>4</b>
<b>1.6 Contexto situacional</b>	<b>5</b>
1.6.1 Oportunidades que motivan el reemplazo	5
1.6.2 Factores principales: Barreras para implementación del proyecto	6
<b>1.7 Análisis de riesgos de implementación</b>	<b>7</b>
<b>1.8 Marco Legal</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>14</b>
<b>Proyectos de Inversión</b>	<b>14</b>
2.1 Marco teórico	14
2.1.1 Clasificación de proyectos de inversión	14
2.1.2 Análisis de Reemplazo	15
2.1.3 Etapas de un Proyecto de Inversión	16
2.1.4 Ciclo de Vida de un Proyecto de Inversión:	18
2.2 Herramientas para implementación del proyecto:	22
2.2.1 Ciclo de vida de un producto	22
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>24</b>
<b>Análisis de mercado</b>	<b>24</b>
3.1 Proyección del mercado del Vehículo Eléctrico en Argentina	24
3.2 Descripción de la Oportunidad de Negocios	25
3.3 Análisis de reemplazo	26
3.4 Crecimiento del mercado de Autobuses Eléctricos	28
3.4.1 Entorno internacional inestable	30
3.4.2 Estrategia principal	31
3.5 Análisis del Ciclo de Vida	32
3.6 Conclusión del Estudio de Mercado	33





<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>35</b>
<b><i>Estudio técnico del proyecto</i></b>	<b>35</b>
<b>4.1 Explicación general de la estructura del caso</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Elección de una alternativa eléctrica</b>	<b>37</b>
4.2.1 Ingreso por ventas de ómnibus	38
<b>4.3. Planteamiento del caso de estudio</b>	<b>40</b>
4.3.1 Situación actual	40
4.3.2 Localización del proyecto	41
4.3.3 Detalles del volumen del servicio prestado	42
4.3.4 Disponibilidad de activos para el proyecto	44
4.3.5 Ventajas y desventajas de cada caso	48
4.3.6 Recursos humanos	49
4.3.7 Instalaciones edilicias	50
4.3.7.1 Instalaciones de recarga	50
4.3.8 Gestión del Mantenimiento	53
<b>4.4 Análisis de Ciclo de Vida del producto</b>	<b>54</b>
<b>4.5 Conclusión del Estudio Técnico</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>57</b>
<b><i>Estudio Ambiental</i></b>	<b>57</b>
<b>5.1 Ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero</b>	<b>57</b>
<b>5.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> para ambas tecnologías</b>	<b>59</b>
5.2.1 Cálculo de emisiones de CO <sub>2</sub> de combustibles fósiles	59
5.2.2 Cálculo de emisiones de CO <sub>2</sub> de la energía eléctrica	61
<b>5.3 Disposición final de las baterías de Ion-Litio</b>	<b>62</b>
<b>5.4 Conclusión del estudio ambiental</b>	<b>64</b>
5.4.1 Premisas de Disminución de emisiones de CO <sub>2</sub>	64
5.4.2 La reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> .	64
5.4.3 Emisiones directas	65
5.4.4 Emisiones indirectas	67
5.4.5 Comparaciones específicas	68
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>69</b>
<b><i>Estudio Económico</i></b>	<b>69</b>
<b>7.1 Introducción</b>	<b>69</b>
<b>7.2 Análisis de sustitución</b>	<b>73</b>
<b>7.3 Construcción del flujo de caja general</b>	<b>73</b>
<b>7.3.1 Ómnibus actual</b>	<b>74</b>
7.3.1.1 Egresos iniciales:	74
7.3.1.2 Ingresos y egresos de operación	74
7.3.1.3 Costos de Operación	75



<b>7.3.2 Ómnibus eléctrico</b>	<b>77</b>
7.3.2.1 Egresos iniciales	77
7.3.2.2 Ingresos y egresos de operación	77
7.3.2.3 Costos de Operación	78
7.3.2.4 Gastos de operación	80
7.3.2.5 Gastos financieros	80
<b>7.3.3 Alternativas de Inversión con diferentes vidas útiles</b>	<b>89</b>
<b>7.4 Conclusiones</b>	<b>101</b>
<b>CAPÍTULO 8</b>	<b>103</b>
<b>Conclusiones generales</b>	<b>103</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO</b>	<b>108</b>
ANEXO I	108
ANEXO II	108
ANEXO III	110
ANEXO V	111



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Ficha técnica ómnibus actual.....	38
Tabla 2 - Ficha técnica Ómnibus línea 47.....	41
Tabla 3 - Detalles de trayecto y vehículo.....	42
Tabla 4 - Ficha técnica Bus Yutong E12.....	46
Tabla 5 - Ficha técnica Bus BYD K9G.....	47
Tabla 6 - Detalles de emisiones de CO2.....	60
Tabla 7 - Cantidad de CO <sub>2</sub> que emite un ómnibus.....	62
Tabla 8 - Resumen de consumo vehículo actual.....	75
Tabla 9 - Resumen de costos de neumáticos.....	76
Tabla 10 - Resumen costos mantenimiento autobús actual.....	76
Tabla 11 - Resumen de mantenimiento correctivo vehículo actual.....	77
Tabla 12 - Resumen costo neumáticos.....	78
Tabla 13 - Desarrollo de financiación.....	82
Tabla 14 - Componentes de la TAR.....	84
Tabla 16 - Resumen de costos de OyM.....	99
Tabla 17 - Determinación del POS.....	99

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceptual del proceso de Formulación y Evaluación de proyectos.....	17
Figura 2 - Tipos de Propulsión.....	28
Figura 3 - Colectivo eléctrico (Ciudad de Mendoza, actualidad).....	30
Figura 4 - Autobuses según tecnología de propulsión según el ciclo de vida.....	32
Figura 5 - Cargador conectado a un autobús eléctrico.....	36
Figura 6 - Ómnibus de línea 47 - San Salvador de Jujuy - Jujuy.....	40
Figura 7 - Recorrido estudiado - Ciudad de San Salvador de Jujuy.....	42
Figura 8 - Bus Yutong E12.....	46
Figura 9 - BYD K9G.....	47
Figura 10 - Diagrama de Ciclo de Vida de los autobuses eléctricos.....	55
Figura 11 - Ilustración de producción de CO <sub>2</sub> ómnibus convencional.....	61
Figura 12 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: autos.....	66
Figura 13 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: combustible.....	66
Figura 14 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: petróleo.....	66
Figura 15 - Equivalente en emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por lámparas.....	67
Figura 17 - Función financiera PAGO (Excel).....	82

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Información de las ventas de colectivos usados convencionales.....	39
Gráfico 2 - Eficiencia energética de autobuses. Fuente: theicct.org.....	48
Gráfico 3 - Composición de M.E.A.....	57
Gráfico 4 - Países que emitieron dióxido de carbono en últimos 20 años.....	58
Gráfico 5 - Alternativa actual.....	94
Gráfico 6 - Alternativa nueva.....	95
Gráfico 7 - Calculo CAO de vehículo actual.....	96
Gráfico 8 - Calculo CAO de vehículo eléctrico.....	97



## GLOSARIO

**BEV:** Auto eléctrico a batería

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono

**Costo de capital:** Representa lo que la empresa tiene que pagar por el capital (deudas, acciones preferentes, utilidades retenidas y acciones comunes) para poder financiar nuevas inversiones. También puede considerarse como la tasa de rendimiento mínima requerida sobre nuevas inversiones realizadas por la empresa.

**CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

**FMAM:** Fondo para el Medio Ambiente Mundial

**G20:** Foro gubernamental de coordinación económica y financiera internacional, con creciente gravitación en temas de naturaleza política para contribuir a la búsqueda de soluciones a los principales problemas de la agenda global.

**GEI:** gases de efecto invernadero

**ICEVs:** vehículos convencionales de motor de combustión interna

**kW:** kilo vatio

**MEM:** Mercado Eléctrico Mayorista

**MW:** megavatio

**NDC:** Contribución Determinada a Nivel Nacional

**ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible

**Periodo de recuperación:** Plazo que transcurre antes de que se recupere el costo original de una inversión a partir de flujos de efectivo esperados.

**PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

**Reemplazo de activo:** Significa que un activo será desplazado por otro más económico.

**SayDS:** Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

**Valor presente neto (VPN):** Método utilizado para evaluar las propuestas de las inversiones de capital, mediante la determinación del valor presente de los flujos netos futuros de efectivo, descontados a la tasa de rendimiento requerida por la empresa.



# CAPÍTULO 1

## 1.1 Introducción

Según los indicios de la Agencia Internacional de Energía, a nivel mundial, el sector automovilístico principalmente el de transporte, representó el 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debido al consumo de combustibles fósiles en el año 2019. Históricamente ha incrementado progresivamente debido a un alza masiva de flotas de vehículos en el mundo, principalmente en los países desarrollados.

En Argentina ese mismo año, según el Informe Nacional de Balance Energético del Ministerio de Energía y Minas, el transporte consumió el 31% de la energía secundaria del país, donde el 3% del total está compuesto por vehículos pesados (camiones y autobuses), teniendo esta área un promedio de 15 años de antigüedad. Se debe considerar que la antigüedad es un indicador relacionado directamente con la producción de emisiones resultante de la baja eficiencia en la transformación del combustible en energía en comparación con vehículos nuevos. Con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, se han tomado medidas en todo el mundo para instaurar incentivos financieros para el desarrollo y promoción de tecnologías nuevas, más eficientes y respetuosas con la atmosfera, como los vehículos eléctricos. En la actualidad, la movilidad eléctrica presenta una serie de ventajas con respecto a los vehículos convencionales tanto en eficiencia energética como en el objetivo de cero emisiones de contaminantes locales.

La formulación de este proyecto está acompañada también, de un interés en aportar información relacionada con el uso tecnología innovadora relacionada con el cambio climático actual, por lo que se realizó un análisis ambiental para complementar a los demás estudios dándole un enfoque sustentable.



## 1.2 Reseña Histórica

El interés por la electromovilidad surge a finales del siglo XX propiciado principalmente por la repercusión de los vehículos tradicionales al ecosistema, por la pronosticada escasez de reservas de combustibles fósiles y por las nuevas regulaciones —progresivas— en pos de la reducción de emisiones. Lo que motiva este mercado es la acelerada diversificación de desarrollos tecnológicos y una redefinición del ecosistema de empresas, en particular aquellas relacionadas con la investigación y desarrollo de baterías de alto rendimiento que dieron el comienzo del desarrollo de los vehículos eléctricos.

A nivel mundial, algunos parámetros como: La expansión de los sistemas de desplazamiento, baja autonomía, velocidad limitada y el costo relativamente alto de adquisición y operación, provocó una disminución de interés para el mercado para los vehículos eléctricos. El avance del conocimiento dio lugar nuevamente en el ámbito internacional y en el mercado competitivo. Actualmente, la tecnología más destacable en el mercado de vehículos eléctricos autónomos son los autos híbridos. Estos cuentan con dos motores: uno de combustión interna y otro eléctrico alimentado por baterías. Se pueden mencionar diferentes modelos de vehículos eléctricos y diferentes combinaciones entre híbridos, pero este estudio se enfocará en la utilización de vehículos 100% eléctricos.

La idea de poner en circulación esta tecnología apareció hace más de un siglo, y aún se encuentra vigente debido a las circunstancias relacionadas con el cambio climático y sus efectos. Con esta finalidad se plantea la sustitución de los actuales autobuses por una flota con movilidad eléctrica de la manera más eficiente para la disminución de emisiones de  $CO_2$ .

## 1.3 Situación actual

El componente esencial de los vehículos eléctricos e híbridos son las distintas variedades de baterías recargables (de ácido de plomo, hidróxido de níquel o iones de litio) donde se almacena la energía que propulsa el vehículo.



Argentina ocupa el segundo lugar en reservas de litio y es el cuarto productor a nivel mundial. Durante el año 2021, las exportaciones del mineral energético aumentaron un 51% más con respecto al año anterior, según la empresa minera y energética de la provincia de Jujuy (JEMSE<sup>2</sup>). Jujuy tiene una participación de 8,5% en Caucharí-Olaroz, con una producción actual de 42.500Tn de carbonato de litio, donde se estima una vida útil de 40 años. Actualmente en la provincia, se investiga implementar de forma piloto un proyecto de sustitución de diez ómnibus de motorización diésel por autobuses eléctricos. Directivos de la empresa estatal JEMSE, equipo de Jujuy-Litio y representantes de la Universidad Nacional de La Plata son los principales actores del proyecto<sup>3</sup>. El gestor de este prototipo es una empresa multinacional llamada BYD<sup>4</sup> de origen chino.

Esta compañía china es líder a nivel mundial en estos y otros rubros vinculados. A largo plazo se provee la fabricación de autobuses eléctricos en Argentina. En paralelo, la provincia de Jujuy también se prepara para otros desafíos, como el montaje de una planta de ensamble de baterías de litio. De esta forma, a largo plazo BYD se encontraría en la misma región, disminuyendo los costos logísticos dentro de la cadena de suministro.

## 1.4 Objetivos generales y específicos

### 1.4.1 Objetivo general

Analizar y evaluar la factibilidad de mercado, técnica, ambiental y económica-financiera del proyecto de inversión de sustitución de colectivos convencionales por eléctricos, ubicado en la Provincia de Jujuy.

---

<sup>2</sup> Ver anexo I en la Bibliografía

<sup>3</sup> Ver anexo II en la Bibliografía

<sup>4</sup> Ver Anexo III en la bibliografía



## 1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar los factores claves que afectarían al proyecto.
- Evaluar según el mercado internacional disponible, la factibilidad técnica, tecnologías alternativas y sustentables disponibles adaptado al caso de estudio.
- Evaluar aspectos financieros para determinar su rentabilidad económica y financiera, como así también la construcción del flujo de caja del proyecto conociendo cada costo involucrado y su comportamiento en el horizonte elegido.
- Analizar indicadores económicos específicos de proyectos mutuamente excluyentes que permitan conocer los resultados finales de la evaluación y determinar si el mismo se encuentra viable desde estos aspectos.
- Presentar resultados y discusión teniendo en cuenta las oportunidades y riesgos de implementación del proyecto descritos al principio del proyecto.

## 1.5 Alcance del proyecto

Se determinan las características técnicas y costos del transporte actual, para estudiar las alternativas de vehículos eléctricos que más se asemejen a las condiciones de servicio que brindan actualmente. Se investigan opciones disponibles en el mercado y se propone un modelo de autobús eléctrico adaptado a las necesidades del caso de estudio, exponiendo sus características técnicas y se realiza un análisis ambiental y económico-financiero.

El análisis muestra el ahorro en dólares en emisiones obtenido por la suplencia realizada y la cotización de éste para generar una reflexión final. Se cotiza el principal impacto económico y ambiental del vehículo eléctrico. No se realiza la evaluación mecánica del vehículo propuesto, solamente se citan características técnicas provenientes del fabricante.

En el proyecto se contemplan tres ítems fundamentales: la adquisición de las baterías para los autobuses eléctricos, el establecimiento de infraestructura de carga





y el tipo de recarga según la batería, siendo los costos de la infraestructura necesaria un factor a considerar en cualquier mercado, y para el caso del mercado de vehículos eléctricos no es la excepción.

## 1.6 Contexto situacional

### 1.6.1 Oportunidades que motivan el reemplazo

Se identificaron las oportunidades que favorecen la viabilidad del proyecto de sustitución eléctrica. Entre las que se destacan: la disminución del precio de la energía eléctrica, el aumento del precio del combustible fósil y una mayor competencia en el mercado de autobuses eléctricos (mejorando la tecnología y disminuyendo el costo de adquisición).

- Disminución del precio de la energía eléctrica. Supone un claro beneficio en la implantación de autobuses eléctricos. Esta hipótesis depende del porcentaje de energías renovables para la producción de energía eléctrica de cada país. En caso de que la mayor parte se obtenga de energías renovables, pese a implicar un mercado más fluctuante, la infraestructura necesaria para la generación y gestión de la energía ya está desarrollada. Por lo que no será necesario invertir en ella y, por consiguiente, no se prevé un aumento del precio de la energía eléctrica. A largo plazo, se podría estimar una disminución del precio de la energía nombrada anteriormente debido a una disminución de impuestos.
- Mayor competitividad del mercado de autobuses eléctricos. En los próximos años, el mercado de autobuses eléctricos será más competitivo posibilitando la implantación de fabricantes en la región latinoamericana. De esta forma, el costo incremental de adquisición del vehículo eléctrico respecto a los autobuses actuales será menor. Lo que implica un menor tiempo y costo de adquisición de los repuestos y del periodo de importación del vehículo.



## 1.6.2 Factores principales: Barreras para implementación del proyecto

Lograr una mayor independencia energética y descarbonar el transporte en el marco de los ODS<sup>5</sup>, son propósitos importantes para los países desarrollados. Si no se logra evidenciar la superioridad de los vehículos eléctricos frente a los convencionales, llevará tiempo superar las barreras de implementación de esta transformación.

El alto costo de inversión inicial de la compra de un activo tangible “más limpio” es uno de los principales obstáculos para reemplazar la tradicional flota de autobuses con motor diésel. Se conocen que los costos operativos de los vehículos eléctricos son menores a los costos operativos del diésel, especialmente el costo de consumo. Aunque el costo de inversión es conocido, determinar los costos operativos, el comportamiento, la duración de los motores eléctricos y sus baterías, limitan un modelo financiero confiable.

A continuación, se identifican los principales obstáculos para la implementación de vehículos eléctricos en la flota de autobuses en el mercado:

- Costos de inversión inicial altos comparados con la tecnología híbrida diésel-eléctrica y con la tecnología convencional diésel.
- Incertidumbre en la fase de operación respecto a la vida útil y el mantenimiento de las unidades debido a que las fichas técnicas de los ómnibus importados no son de fácil acceso. Aunque se asemejan los costos de mantenimiento y la vida útil de los motores diésel, no se dispone de datos fiables sobre la tecnología eléctrica. La información brindada por el fabricante de las unidades, responden a la necesidad de vender una nueva tecnología.
- Subsidios a los combustibles fósiles. En Argentina existe un subsidio para el diésel, que se encuentra controlado por el Estado para asegurar la accesibilidad para la población, como así también para la rentabilidad de la producción de determinados alimentos en los sectores de agricultura y pesca.

---

<sup>5</sup> Objetivos del desarrollo sustentable. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>



En el caso de vehículos eléctricos deberá preverse un nuevo subsidio para facilitar su rentabilidad.

- Necesidad de inversión en infraestructuras de recarga eléctrica adicionales a las instalaciones de suministro de diésel. Se suele disponer de infraestructuras de abastecimiento de combustible propio, principalmente diésel según el tamaño de la flota. Introducir la tecnología eléctrica supone la necesidad de modificar los surtidores para el uso eléctrico e inversión en esa tecnología.
- Requisito de ingenieros especializados y conductores con competencia. Para que el manejo de las unidades eléctricas sea eficiente, es necesario formar a los conductores y se requiere, además, personal especializado para capacitarlos. También son indispensables expertos en motores eléctricos y baterías.
- Dependencia. Ruta de acceso a información primaria dificultosa. La adquisición de repuestos originales es dificultosa por la insuficiente variedad de mercado que todavía existe en los autobuses eléctricos. Esto genera dependencia del fabricante. Es posible que el tiempo de adquisición de los repuestos sea elevado y su coste también. La instalación del fabricante en la región ayudaría a superar esta barrera.

## 1.7 Análisis de riesgos de implementación

Las principales amenazas que surgen de las oportunidades encontradas para el proceso de implementación de la electromovilidad son:

- El aumento del precio de la energía eléctrica.
- La disminución del precio del combustible fósil.
- El elevado tiempo de importación del vehículo tipo y de las piezas de recambio.
- El elevado costo incremental de la adquisición de autobuses.
- La necesidad de infraestructura de recarga.
- La falta de competitividad del mercado en 10 años.
- La menor autonomía de las baterías.



- La topografía de las ciudades.
- La falta de obtención de personal para el proyecto.
- Las fluctuaciones de demanda importantes sobre todo a la baja.
- La combinación de varias amenazas.

Las principales medidas de mitigación son:

- Implantación del fabricante en la región.
- Realizar un estudio exhaustivo del mercado actual y futuro.
- Almacenar piezas de recambio previstas, involucrando a los proveedores.
- Aplicar tarifas especiales a la energía eléctrica utilizada para el transporte.
- Formar a conductores y mecánicos. Promover una conducción eficiente.
- Crear un incentivo estatal focalizado en el costo de adquisición del vehículo eléctrico.
- Fomentar una política de información.

## 1.8 Marco Legal

En esta sección se encuentran incorporadas las disposiciones particulares que establecen lo que legalmente está aceptado por la sociedad, es decir, lo que se manda, prohíbe o permite. Solo un análisis acabado del marco legal particular de cada proyecto que se evalúa posibilitará calificarlo correctamente para lograr, en su formulación, la optimación de los resultados de una inversión. Al implementarse el proyecto, además de insertarse como una organización social y económica más del país, se constituye en un ente jurídico en el que se entrelazan contactos laborales, comerciales y otros que, al concurrir simultánea y sucesivamente, generan las relaciones económicas que producen las pérdidas y las utilidades de un negocio. De ahí que en la empresa y en todo proyecto se observe un amplio universo legal de derechos y obligaciones provenientes tanto de la ley como de los contratos que se suscriban.

Principales normas:



A pesar de que es un tema actual en el país, aún no se encuentra contemplado el cambio de vehículos sustentables en una ley en Argentina. Recién en el año 2018 mediante el decreto 32/2018 del Ministerio de Transporte de la Nación se habilitó el uso de vehículos eléctricos, incorporando motos, bicicletas y autos eléctricos. Dentro del marco legal que ampara a los vehículos eléctricos se encuentran por el momento proyectos de ley a ser presentados por el senado para convertirlas en ley.

Proyecto de ley 7361-D-2018:

- “REGULACIÓN Y PROMOCIÓN DE LA MOVILIDAD SUSTENTABLE”

Definiciones y Alcance:

- Se crea un Régimen que promoverá diseño, investigación, innovación, desarrollo, producción, comercialización, reconversión y/o utilización de vehículos propulsados por fuentes de energía sustentables y que también promoverá partes, conjuntos y equipos auxiliares en el territorio del país.
- El objetivo de la Ley es promover la utilización creciente y sostenida de vehículos propulsados con fuentes de potencia no convencionales, de producción nacional. Cubre toda la movilidad terrestre: livianos, medianos, pesados, de pasajeros, de carga, la micromovilidad, los experimentales y los designados por la Autoridad de Aplicación.
- Desde el año 2041 no podrán comercializarse vehículos con motor de combustión interna nuevos en el territorio nacional.

ARTÍCULO 4°. – Incentivos económicos.

- a) Reducción del arancel a la importación y repuestos de vehículos eléctricos, amparadas en el artículo 664 de la Ley N° 22.415 (Código Aduanero).
- b) Reducción de la alícuota del Impuesto al Valor Agregado en un 50% para la compra de vehículos eléctricos y sus correspondientes repuestos, para los servicios de mantenimiento y reparación de los vehículos definidos en la presente.
- c) Exención de la obligación del pago de peajes en las autopistas, rutas nacionales y autovías por parte de los vehículos comprendidos en la presente.
- d) Exención del pago de estacionamientos por parte de los vehículos.

ARTÍCULO 9°. – Funciones.



- a) Fomentar y promocionar el uso de vehículos eléctricos y con tecnologías de energías alternativas en todo el territorio de la Nación.
- b) Promover la construcción y puesta en funcionamiento los centros de recarga en el país, en orden a los estándares internacionales.
- c) Promover, mediante campañas educativas, el uso y adquisición de vehículos eléctricos.
- d) Promover la priorización de la utilización de vehículos eléctricos en el transporte público.
- e) Impulsar el desarrollo, investigación e innovación de la movilidad sustentable para la situación de viabilidad económica, técnica, ambiental y operativa en el mercado nacional.
- f) Fomentar la movilidad sustentable estableciendo incentivos económicos al uso de vehículos eléctricos.

Proyecto de ley 1279-D-2018:

- LEY DE PROMOCION DE LA INDUSTRIA DE VEHICULOS ELECTRICOS. FABRICACIÓN, RECONVERSIÓN Y AUTOPARTES.

Proyecto de ley: FOMENTO A LA ELECTROMOVILIDAD EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

ARTÍCULO 9º.-- Renovación de la flota estatal. Se establecerá un plazo no mayor a seis (6) años para que las flotas de vehículos de entes estatales centralizados y descentralizados sean al menos en un ochenta por ciento (80%) eléctricos. Se creará un plan específico que prevea la renovación de la flota vehicular del estado nacional priorizando la adquisición de vehículos eléctricos y con tecnologías carbono-neutrales alternativas a motores de combustión interna, preferentemente de producción nacional.

LEY Nº 4175 (MODIFICADA POR LEY Nº 5551)

REGIMEN DEL SERVICIO PUBLICO DE TRANSPORTE

ARTICULO 39.- TEMPORALIDAD: Las concesiones se otorgarán por tiempo limitado y en ningún caso tendrán una duración mayor de diez (10) años. Como principio serán



adjudicadas por cinco (5) años, prorrogables por otros cinco (5) más a solicitud del concesionario y de acuerdo a las disposiciones de esta Ley y su reglamentación. Sin embargo, la prórroga o renovación quedará sujeta a las modificaciones que se establezcan para la mejor prestación del servicio público en cuanto al número de vehículos, capacidad, horarios, tarifas y demás condiciones que se determinen de acuerdo a los planes sobre la materia y a las disposiciones reglamentarias que en su consecuencia se dicten.

ARTICULO 40.- CONTINUIDAD: Los concesionarios deberán asegurar la prestación regular y continua de los servicios públicos que presten. La autoridad de aplicación tiene – y se reservará expresamente para sí – la potestad de intervenir temporariamente a las concesionarias, o de incautarse de los medios o elementos afectados al servicio y tomar a su cargo la prestación de los mismos para asegurar su continuidad y eficiencia, de acuerdo a las disposiciones de esta Ley y su reglamentación. -

Referido a la normativa de gestión de pilas y baterías se consideran varias normativas de referencia.

La SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN (SAyDS), es Autoridad de Aplicación de las siguientes Leyes y su normativa complementaria:

- Ley N° 23.922 “Aprobación del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”, suscripto en Basilea, Suiza.
- Ley N° 24.051 “Ley de Residuos Peligrosos”, que regula la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos.
- Ley N° 25.675 “Ley General del Ambiente”, que establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.
- Ley N° 26.184 “Ley de Fuentes de Energía Eléctrica Portátil”, que prohíbe en todo el territorio de la Nación la fabricación, ensamblado e importación de pilas y baterías primarias con las características que se establecen, como también la comercialización; y establece la certificación de las pilas y baterías reguladas.



- Ley N° 25.916 “Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios”, que establece presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios.

- Con respecto a los colectivos, en el año 2019 mediante el decreto 284/2019 se autorizó la incorporación de ocho colectivos eléctricos al transporte público en la ciudad de Buenos Aires. Fue una prueba piloto que duró un año con el objetivo de estudiar el funcionamiento y determinar las capacidades, la viabilidad y la optimización de los autobuses eléctricos. Dentro de los resultados más característicos de esta prueba se encuentran:
  - Es la opción más limpia y menos contaminante.
  - Los gases de efecto invernadero y de gases tóxicos para la salud, son reducidos considerablemente cuando se incorporan y se operan vehículos eléctricos.
  - La contaminación sonora es nula.
  - No obstante, sus elevados costos de inversión, la disponibilidad de potencia y lugar en cabecera y la vida útil de las baterías, son las barreras que hoy existen y que desaceleran la llegada de los mismos.
  - Dado el precio de los buses eléctricos y las características de la tecnología es necesario pensar en modelos de negocio diferentes.<sup>6</sup>

### 1.8.1 Proyecto de Ley de Promoción de la Movilidad Sustentable:

#### Beneficios de régimen impositivo para los autobuses eléctricos

- La venta de autos eléctricos, híbridos o a hidrógeno estará exenta de impuestos internos y además los compradores de vehículos sustentables nuevos y sin uso serán beneficiarios de un bono verde de crédito fiscal denominado "VS", y tendrán ciertas características:

---

<sup>6</sup> Fuente: <https://www.buenosaires.gob.ar/jefaturadegabinete/movilidad/noticias/desde-el-gcba-se-presentaron-los-resultados-de-las-primeras>





- Podrán ser utilizados para el pago de la totalidad de los montos a abonar en concepto del IVA e Impuesto a las Ganancias.
- La Autoridad de Aplicación podrá reemplazar el bono de crédito fiscal por un aporte dinerario equivalente.
- Los vehículos de movilidad sustentables fabricados bajo este régimen estarán exentos del Impuesto sobre los Bienes Personales por el lapso de vigencia de este.
- Por inversiones en plantas nuevas o por ampliaciones de plantas existentes, destinados al desarrollo y fabricación de vehículos y bienes de movilidad sustentable, conversión de vehículos que originalmente se fabricaron bajo otra tecnología a movilidad sustentable, electro autopartes, estaciones de recarga, máquinas, instrumentos de medición, software y hardware operativo, gestión, comunicación o equipamiento auxiliar de electromovilidad tendrán un régimen fiscal transitorio, siempre que la puesta en marcha o inicio de producción sea anterior al 31/12/2040.



## CAPÍTULO 2

### Proyectos de Inversión

#### 2.1 Marco teórico

Cuando se habla de Inversión, en general, se entiende a toda aplicación de recursos en un determinado tiempo con la esperanza de obtener mayores beneficios en el futuro. Es decir, toda inversión supone un plazo de tiempo que transcurre entre la aplicación de los recursos y la generación de beneficios. Además, no hay certeza de que se logren los beneficios esperados por lo que el concepto de inversión está íntimamente asociado al de riesgo.

##### 2.1.1 Clasificación de proyectos de inversión

La necesidad de realizar el cambio innovador sin aumentar de manera drástica los gastos tanto para el sector público y/o privado, permite simplificar el análisis de estructura de costos involucrados mediante el aporte de información brindada por la empresa en cuestión. Bajo estas condiciones se plantea diferentes propuestas de inversión de capital, ya que los proyectos de inversión se dividen en:

- Expansión: Proyecto cuya finalidad es incrementar las ventas y/o la adquisición de nuevos activos.
- Reemplazo: Análisis relacionado con la decisión de reemplazar o no un proyecto existente que aun sea productivo por un nuevo activo.

Los proyectos de Inversión suelen clasificarse en dos dimensiones esenciales:

- 1) Según el origen de los recursos que se invierten:
  - a. Privado: los recursos invertidos son proporcionados por personas físicas o jurídicas que no están relacionadas con un estado.
  - b. Público: los recursos que se invierten son de carácter público.



2) Según su objetivo:

- a. Productivos: tienen como objetivo la puesta en marcha de activos para la producción de bienes o servicios que serán comercializados satisfaciendo necesidades de mercado. Se incluyen en esta categoría a los proyectos industriales, comerciales, agropecuarios, mineros, de prestación de servicios, etc.
- b. De adquisición, sustitución o actualización de activos: por ejemplo, la adquisición de máquinas, vehículos, sistemas tecnológicos, etc.
- c. De Infraestructura: por ejemplo, la construcción de vías de comunicaciones, puentes, puertos, la implementación de redes eléctricas o de comunicaciones, etc.
- d. De Desarrollo: por ejemplo, el desarrollo de urbanizaciones, sistemas tecnológicos, sistemas informáticos, etc.
- e. Expansión: Proyecto cuya finalidad es incrementar las ventas y/o la adquisición de nuevos activos.
- f. Reemplazo: Análisis relacionado con la decisión de reemplazar o no un proyecto existente que aun sea productivo por un nuevo activo.

### 2.1.2 Análisis de Reemplazo

La definición de un programa correcto de sustitución de activos representa uno de los elementos fundamentales de la estrategia de desarrollo de una empresa. Un reemplazo postergado más tiempo del razonable puede elevar los costos de producción, perder competitividad ante empresas que se modernizan o incumplir con los plazos de entrega, entre otros problemas fáciles de identificar. Un reemplazo que se anticipa puede ocasionar el desvío de recursos que pudieran tener otras prioridades con mayor impacto positivo para la empresa, además del costo de oportunidad que implica no trabajar con estructuras y costos óptimos.

El estudio de las inversiones de modernización por reemplazo es el más simple de realizar, aunque, como se verá a continuación, se presentan ciertas complejidades asociadas a la manera de seleccionar la información relevante para la toma de la decisión y al procedimiento para construir los flujos de caja adecuados.



La necesidad de sustituir activos en la empresa se origina en varias causas:

- Por capacidad insuficiente de los equipos existentes para enfrentar un eventual crecimiento de la empresa.
- Por un crecimiento en los costos de operación y mantenimiento de los equipos en niveles ineficientes, comparativamente con los de un nuevo equipo.
- Por una productividad decreciente originada en el aumento de horas de detención del activo para someterlo a reparaciones o mejoras.
- Por la obsolescencia –o envejecimiento económico– observada comparativamente en el mejoramiento continuo derivado de los cambios tecnológicos, los cuales hacen aconsejable la renovación de equipos que, aunque no manifiesten un nivel de desgaste suficiente ni costos de mantenimiento crecientes, enfrentan una opción tecnológica nueva con menores costos de operación o mayor eficiencia en la producción.
- Por la destrucción física total asociada con averías irreparables o que, siendo reparables, tengan un costo de arreglo tan alto que no justifique el gasto. Dentro de los proyectos de reemplazo, es posible identificar fundamentalmente tres tipos de opciones básicas.

### 2.1.3 Etapas de un Proyecto de Inversión

En los proyectos de adquisición, sustitución o actualización de activos, de infraestructura o de desarrollo, el objetivo del proyecto es el mismo que el producto del proyecto.

Se pueden identificar tres etapas en la gestión eficaz de un proyecto, todas de una gran importancia:

- La generación de la idea
- El estudio de su viabilidad
- La implementación y operación

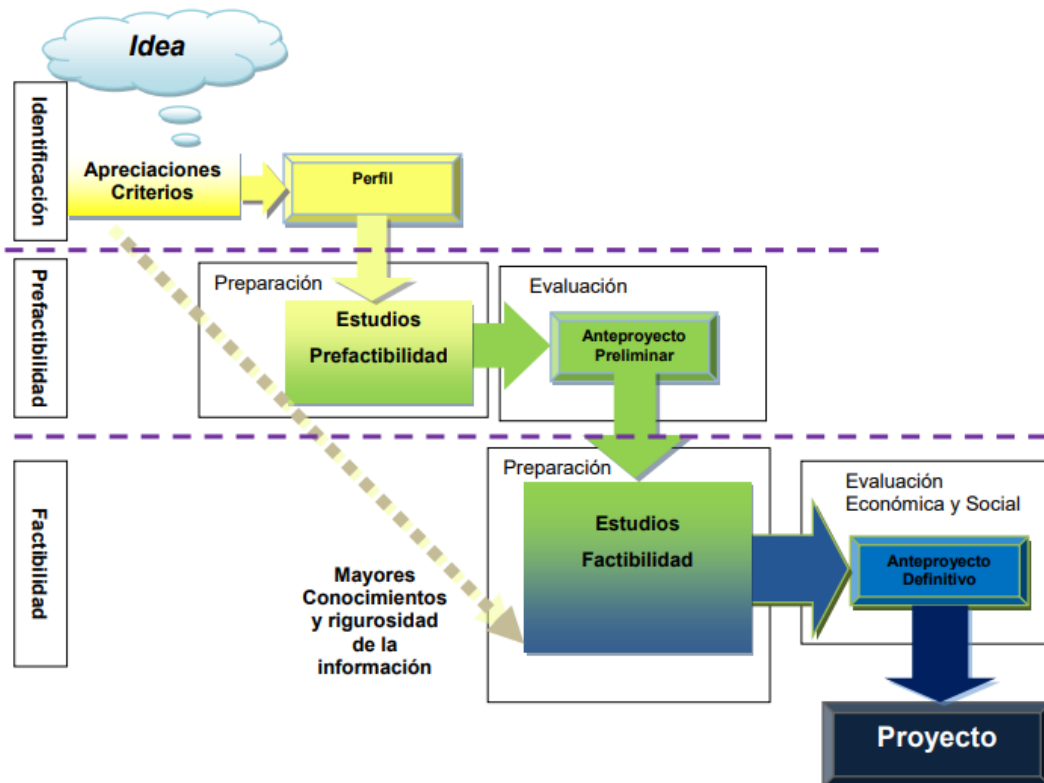
En la primera etapa se trata de encontrar el problema, necesidades insatisfechas o bien ineficiencias que podrían ser mejoradas, así como también oportunidades de negocios que pueden aprovecharse.

En la segunda etapa, el estudio de su viabilidad o preinversión, se finaliza con una propuesta para encomendar la ejecución inmediata del proyecto, su postergación, abandono o bien un estudio ampliatorio del estudio de viabilidad. Este estudio de viabilidad se puede hacer en tres niveles distintos de profundidad, ellos son:

- Perfil
- Prefactibilidad
- Factibilidad.

Se puede reflejar mediante el mapa conceptual del proceso de Formulación y Evaluación de proyectos de inversión las 3 etapas:

*Figura 1 - Mapa conceptual del proceso de Formulación y Evaluación de proyectos*





**Perfil:** Se busca determinar si existe alguna razón que justifique el abandono de una idea antes de que se destinen recursos, a veces de magnitudes importantes, para calcular la rentabilidad en niveles más acabados de estudio.

**Prefactibilidad:** se profundiza la investigación, principalmente en información de fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales relativas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas, entre otras. En términos generales, se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto, proyectándose las cifras.

**Factibilidad:** Se elabora sobre la base de antecedentes precisos obtenidos mayoritariamente a través de fuentes de información primarias. Las variables cualitativas son mínimas, comparadas con las de los estudios anteriores. El cálculo de las variables financieras y económicas debe ser lo suficientemente demostrativo para justificar la valoración de los distintos ítems. Este estudio constituye el paso final de la etapa de preinversión.

#### 2.1.4 Ciclo de Vida de un Proyecto de Inversión:

Un proyecto de inversión, generalmente se desarrolla en un contexto mucho más amplio que el proyecto mismo por lo que, para su desarrollo, se sigue un proceso secuencial, dividido en fases con un fin particular y que determinan un ciclo de vida.

En la tercera y última etapa se reconocen las siguientes fases del ciclo de vida de un proyecto de inversión:

1. Preinversión.
2. Inversión.
3. Operación.
4. Disposición final.

1. Fase de preinversión: Esta fase es analítica y surge a partir de una idea sobre el curso de acción a tomar para resolver un problema, para satisfacer una necesidad que se ha detectado o para aprovechar una oportunidad que presenta el entorno, hasta llegar a la formulación de un proyecto de



inversión factible y conveniente, definiendo claramente su objetivo y cuantificando con la mayor exactitud posible los recursos a invertir.

2. Fase de inversión: En esta fase se realizan acciones y actividades necesarias para alcanzar el objetivo del proyecto. Estas acciones, tales como el diseño definitivo, construcción, instalación, modernización, etc. generan los gastos de inversión propiamente dichos. Normalmente, la puesta en marcha de la operación de un proyecto supone un conjunto de actividades relacionadas con el alistamiento de recursos involucrados, la formación y la capacitación del personal necesario para la operación y el sostén durante la operación
3. Fase de operación: Esta fase comprende la operación efectiva de los recursos invertidos en el proyecto para la producción de los bienes o servicios para obtener los beneficios esperados, satisfaciendo las necesidades para las cuales fue implementado el proyecto. Finaliza cuando dichas necesidades hayan cambiado o desaparecido, o bien, cuando algunos de los recursos en los que se invirtió haya alcanzado el fin de su vida útil física u operativa.
4. Fase de disposición final: Cuando el proyecto se da por finalizado, esta fase comprende las acciones que se llevan a cabo con el objetivo de disponer de los recursos remanentes del proyecto, ya sea transfiriendo o vendiendo los que aún conserven alguna capacidad productora o deshaciendo/inactivando otros.

El análisis de pre-inversión incorpora dos conceptos básicos: la formulación y preparación y la evaluación económica de los resultados cuantitativos del estudio de mercado, técnico, económico y financiero.

*La obtención de información para simular lo que podría requerir el proyecto en materia de inversiones, la determinará de los ingresos y egresos que generará o demandará su operación, más los valores de desecho, constituyen los elementos cuantitativos que deben obtenerse a fin de proceder a construir el flujo de caja. También será necesario determinar en qué momento del tiempo ocurren los hechos*



*señalados, para así evaluar la rentabilidad del proyecto utilizando las tasas de descuento que corresponda, dadas sus características y condiciones.*

*La etapa de preinversión se podría decir que es muy importante ya que es aquella en donde se realizan los estudios tendientes a determinar la viabilidad económica de implementar y llevar a cabo la idea. Esta etapa de preinversión a su vez puede dividirse en tres tipos de estudios que se diferencian fundamentalmente por la cantidad y calidad de información involucrada y por la profundidad con que se aborda el estudio. Estos se pueden denominar de la siguiente manera: el estudio de perfil, de prefactibilidad y de factibilidad. (Fernández Espinoza Raúl, 2007, pág. 20).*

Dentro del estudio se reconocen cinco componentes o fuentes de información: el estudio legal, de mercado, ambiental, técnico y económico.

- En el estudio legal las relaciones internas, con proveedores, arrendatarios y trabajadores, así como las relaciones externas, con la institucionalidad u organismos fiscalizadores, están administradas por un contrato, o bien, por un marco regulatorio que genera costos al proyecto, por lo que influye sobre la cuantificación de sus desembolsos. Uno de los efectos más directos de los factores legales y reglamentarios tiene que ver con los aspectos tributarios. Normalmente existen disposiciones que afectan de manera diferente a los proyectos, dependiendo del bien o servicio que produzcan. Esto se manifiesta en el otorgamiento de permisos y patentes, en las tasas arancelarias diferenciadas para distintos tipos de materias primas o productos terminados, o incluso en la constitución de la empresa que llevará a cabo el proyecto, la cual tiene exigencias impositivas distintas según el tipo de organización que se seleccione.
- El estudio técnico tiene por objeto analizar los diversos aspectos referentes al funcionamiento y operatividad del Proyecto, lo cual lleva implícito el análisis de varios aspectos.
  - Tamaño: está dado por el volumen de producción de bienes o servicios que se espera alcanzar por unidad de tiempo. Se efectúa una evaluación





a través de un proceso de aproximaciones que permita seleccionar un tamaño que se considere óptimo.

- Ingeniería del proyecto: determina la función de producción e involucra el análisis de los siguientes aspectos:
  - **TECNOLOGÍA:** este análisis es importante siempre que existan tecnologías alternativas que puedan ser seleccionadas.
  - **PROCESO DE PRODUCCIÓN O NÚCLEO DE OPERACIONES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO:** se debe realizar un análisis del proceso de producción, en el cual se definan cada una de las fases, desde la recepción de insumos hasta la obtención del producto final.
- Recursos requeridos: relacionado con el proceso de producción y con la definición del tamaño. Se deberán establecer los recursos requeridos los que, en general, se agrupan en los siguientes rubros: Obras Físicas e Instalaciones, Maquinarias y Equipos, Recursos Humanos y Materias Primas.
- Localización: la definición apropiada de dónde se localizará el proyecto tiene una sensible influencia tanto en los ingresos como en los gastos del proyecto. La decisión de localización es normalmente de largo plazo y debe considerar, entre otros, los siguientes factores: disponibilidad y costo de la mano de obra, cercanía de las fuentes de abastecimiento, cercanía del mercado objetivo, medios y costos de transporte, disponibilidad y costos de los terrenos y predios para la instalación de la planta, factores ambientales y climáticos.
- El estudio financiero tiene como objetivo verificar si los ingresos del proyecto ya sean por diferentes fuentes de financiamiento o por generación operativa propia, cubren los egresos tanto de inversión como los costos y gastos operativos, evitando o previendo los “cuellos de botella” en los flujos de fondos del proyecto, permitiendo de esta manera, estimar la necesidad de financiamiento y el momento en que se requiere. Otro componente importante es la determinación de las Fuentes de Financiamiento, esto es el origen de los recursos necesarios para cubrir los gastos del proyecto.



- Estudio ambiental tiene por objetivo analizar las alteraciones de carácter ambiental que un proyecto provoque donde deberán ser minimizadas, al menos hasta cumplir con la legislación vigente, y esa realidad influirá en el estudio de la ingeniería del proyecto y en los valores finales de los costos de inversión y de funcionamiento. (*José Cuozzo. Guía de la cátedra de Formulación y Evaluación de Proyectos*)

## 2.2 Herramientas para implementación del proyecto:

### 2.2.1 Ciclo de vida de un producto

Cuando se estudia el producto en el conjunto de la estrategia comercial, el concepto de ciclo de vida del producto (CVP) ayuda a identificar parte de ese comportamiento esperado.

Pocos son los productos que recién lanzados al mercado alcanzan un nivel constante de ventas, porque ellos mismos o sus marcas son nuevos. En la mayoría de los casos se reconoce un comportamiento variable que responde aproximadamente a un proceso de cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación.

En la etapa de introducción, las ventas se incrementan levemente, mientras que el producto se hace conocido, la marca obtiene prestigio o se impone la moda. Si el producto es aceptado, se produce un crecimiento rápido de las ventas, las que, en su etapa de madurez, se estabilizan para llegar a una etapa de declinación en la cual las ventas disminuyen rápidamente. El tiempo que demore el proceso y la forma que adopte la curva dependerán de cada producto y de la estrategia global que se siga en cada proyecto en particular. La importancia de intentar determinar el ciclo de vida de un producto se manifiesta al considerar que el nivel de ventas afectará directamente al momento de recepción de los ingresos, e indirectamente a los desembolsos, ya que el programa de producción deberá responder a las posibilidades reales de vender el producto. Si bien la determinación del ciclo de vida de un producto es una tarea compleja y con resultados no siempre confiables, es posible intentar una aproximación



basándose en la evolución de las ventas de otros productos de la industria o de artículos similares en otras regiones o países.

En la etapa de introducción, el rol protagónico lo desempeña la estrategia de producto, pues al lanzar un concepto nuevo e innovador, si este no cumple con las expectativas esperadas, de nada sirve proporcionarlo o comercializarlo con precios atractivos; por lo tanto, una vez que el producto comprobó ser bueno y pasa a su etapa de crecimiento y desarrollo, entonces la subestrategia que desempeña un rol protagónico es la de promoción y publicidad, pues justamente lo que se busca en esta etapa es generar mayor penetración y abarcar más segmentos de mercado.

Una vez que el producto se masifica y, por consiguiente, entran nuevos competidores, entonces la estrategia que se hace más sensible es la de precio. Por último, cuando el producto entra a su fase de declinación por obsolescencia, cuando se reinventa, o bien, cuando se deja morir, nuevamente la estrategia de producto desempeña un rol protagónico si la decisión de la empresa es la de continuar. (*Sapag Chain & Sapag Chain, 2008, pág. 53*).



## CAPÍTULO 3

### Análisis de mercado

La industria de autobuses se encuentra dentro del sector automovilístico y del transporte público urbano. Según una investigación de *Mordor Intelligence*<sup>7</sup>, este mercado tuvo ingresos de ARS\$50,25 billones en el año 2019. La tendencia positiva se ve afectado seriamente por el impacto económico de la pandemia en el año 2020, no obstante, se espera un índice de crecimiento anual del 7,58% para los años 2021 a 2025.

El sector de transporte espera una transición tecnológica importante con la llegada de la electromovilidad. Para una implementación exitosa se deberán tener en cuenta una serie de variables, como las capacidades productivas y tecnológicas, la configuración de los mercados externos y la escala necesaria para producir en forma competitiva. A medida que el mercado de vehículos eléctricos alcance mayor masificación, sus costos de producción van a ir disminuyendo hasta que los costos de producción de los vehículos eléctricos igualen a los precios de los vehículos con motor de combustión interna. Otro escenario sería que los vehículos se empiecen a producir desde el inicio de la cadena de valor hasta el ensamblado del vehículo final.

#### 3.1 Proyección del mercado del Vehículo Eléctrico en Argentina

Particularmente en Argentina, se espera que para el 2030 existan al menos 70.000 vehículos eléctricos de acuerdo con el “E-Mobility Readyness Plan” (Ministerio del Medio Ambiente, 2012). Un informe de BYD detalla que la demanda en América

---

<sup>7</sup> Mordor Intelligence es una empresa de investigación de mercado global que brinda diversos servicios, como informes de investigación de mercado, informes de investigación de la industria, investigación de mercado personalizada.



Latina entre 2023 al 2030 variará entre 52.000 a 220.000 unidades que dependerán de los cambios regulatorios, el desarrollo de la tecnología y la aceptación por parte del público.

En Argentina, es considerable el costo de los vehículos importados, a diferencia de Chile, que, por normativa impositiva, es menor. En Latinoamérica la demanda por vehículos eléctricos se proyecta en crecimiento, según el informe “La Incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina” (Gómez Galvez, et al., 2016) que cita un estudio de Frost & Sullivan titulado “Strategic Analysis of the Electric Passenger Car Market in Latin America: A Market Outlook to Design Policy Guidelines for Electric Vehicle Adoption in the Region”. Con estos datos y considerando que la implementación de los vehículos eléctricos en todo el mundo se vio afectada por la pandemia del año 2020, es de esperar en los próximos años un aumento en la proyección de ventas.

### 3.2 Descripción de la Oportunidad de Negocios

La proyección de demanda a nivel mundial para los próximos años se encuentran beneficiados principalmente Estados Unidos, algunos países de Europa y China, siendo este último el principal fabricante de autobuses eléctricos y exportador número uno en el mundo. La oportunidad del asentamiento de fábricas de ómnibus eléctricos en Sudamérica es un fenómeno global, abriendo nuevas oportunidades. Países como Argentina y Chile son el foco para las empresas extranjeras exportadoras, debido a la ubicación estratégica, que no solo permitirá ser más competitivos, sino que también entregará una mayor flexibilidad a los productores de vehículos regionales debido al menor *transit time* (flujo de traslado del producto) a los puntos estratégicos de comercialización, como son Brasil (Sao Paulo), Chile (Antofagasta).

Este factor es relevante en la industria al ser un factor observado en la cadena de valor y valorado por los productores de automóviles eléctricos. Por otro lado, los productos provenientes de China hacia Brasil demoran aproximadamente un mes de traslado por barco y desde EE. UU. más de 20 días (Searates, 2019).



### 3.3 Análisis de reemplazo

En primer lugar, la opción de sustitución de activos se evalúa sin considerar el nivel de operación ni el nivel de ingresos. Cuando un reemplazo no tiene impacto sobre los ingresos de operación de la empresa, estos pasan a ser irrelevantes para la decisión, por lo que la evaluación deberá elegir la opción de menor valor actual de los costos proyectados. Los únicos ingresos relevantes serán los que se encuentran relacionados con la venta del equipo que se reemplaza, en este caso los colectivos actuales. La empresa debe decidir si continuar con los vehículos actuales o sustituirlos por nuevos, basándose en el criterio de mínimo costo. Si incluyera los beneficios, estos serían irrelevantes por ser el mismo para ambas opciones. Pero, como no se ven modificados con el reemplazo, la opción de mínimo costo será siempre la de mayor utilidad. La alternativa sin reemplazo es más conveniente por ser la de mínimo costo o la de mayor beneficio neto.

Sin embargo, es posible identificar la sustitución de activos con cambios en los niveles de producción, ventas o ingresos. Cuando la decisión de reemplazo de un activo hace que se modifiquen los niveles de productividad o que se generen nuevos ingresos o alteración en el precio del producto, tanto los ingresos como los costos asociados al cambio, pasan a ser relevantes para la decisión.

También existe la opción de imprescindibilidad de la sustitución de un activo, con o sin cambio en el nivel de operación. Cuando la empresa debe necesariamente hacer el reemplazo de algún equipo, por ejemplo, cuando el activo está deteriorado u obsoleto, la situación base no existe y se debe evaluar cuál de las opciones existentes en el mercado es la más conveniente.<sup>8</sup>

En este proyecto se argumenta que no hay modificaciones en el nivel de ingreso debido a que con el reemplazo no hay impactos en la toma de decisión, donde el único ingreso es la venta del ómnibus actual, situación planteada en uno de los escenarios propuestos.

Desde un punto de vista mecánico, la sustitución de activos se hace debido al tipo de motor que utilizan los autobuses.

---

<sup>8</sup> Marco teórico extraído del capítulo 13 del libro "Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación" 2º Edición - NASSIR SAPAG CHAIN



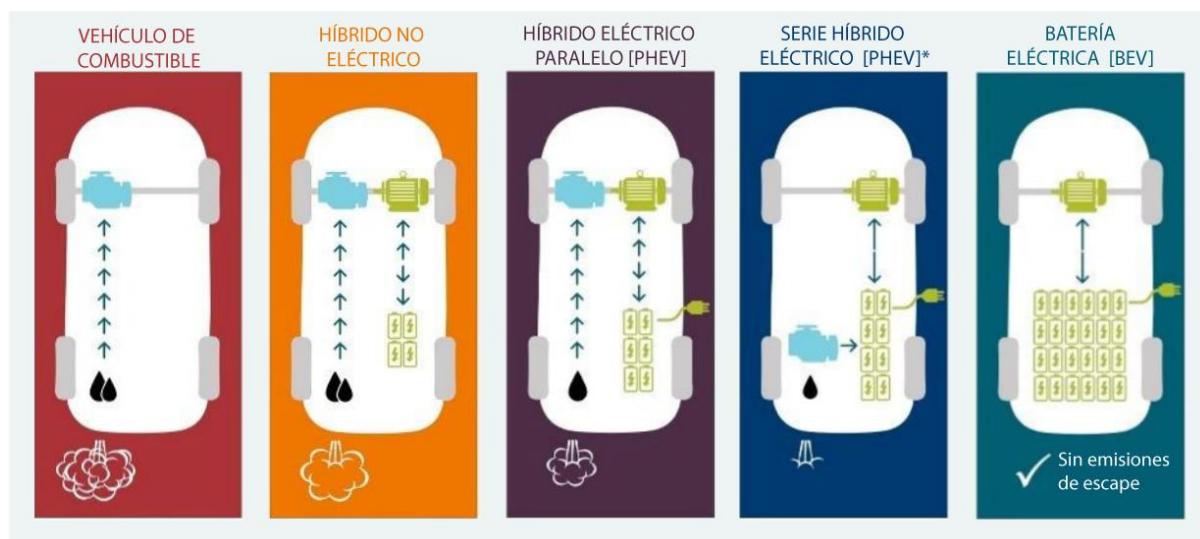
Existen actualmente diferentes tipos de acople del motor eléctrico, se pueden nombrar, el acople de dos motores funcionando al mismo tiempo, o el caso de autos deportivos para prestaciones deportivas que constan con más de dos motores, como ser un motor a combustión y tres motores eléctricos, los cuales aportan en conjunto una potencia superior a los 600 CV.

Dentro de los diferentes tipos de propulsión tenemos:

- Vehículos a combustible: El motor de combustión interna consta de cilindros, pistones, inyectores de combustible y bujías. Combinados, estos componentes queman combustible y dejan salir los gases de escape de los cilindros. Al repetir el proceso, crea energía que impulsa el automóvil.
- Vehículos no eléctricos (híbridos): combina al menos un motor eléctrico con un motor a gasolina para mover el auto, y su sistema recupera energía a través del frenado regenerativo. A veces, el motor eléctrico hace todo el trabajo; otras veces, el motor de gasolina y, en ocasiones, trabajan juntos.
- PHEV (híbrido eléctrico paralelo): es aquel en el que tanto su motor eléctrico como el térmico están conectados a las ruedas del vehículo. El propulsor térmico es el que mueve principalmente el vehículo y el eléctrico básicamente ayuda al motor térmico a mover el coche.
- PHEV (híbrido eléctrico serie): es aquel que se mueve sólo con la potencia que suministra el motor eléctrico (la electricidad llega desde la batería o desde su motor térmico, que actúa como generador pero que no está conectado a las ruedas).
- En otra categoría diferente, podemos nombrar los vehículos eléctricos puros (BEV), el cual, cuentan solamente con el motor eléctrico y con un banco de baterías de alta densidad que aportan una mayor autonomía con respecto al caso anterior de los autos híbridos.

A continuación, se pueden visualizar los diferentes tipos de motores mencionados anteriormente según su tipo de propulsión.

Figura 2 - Tipos de Propulsión



Entre las diferentes alternativas planteadas, las autoras se enfocan en el último caso, donde los vehículos completamente eléctricos denominados “vehículos puros”, son libres al 100% de emisiones al medio ambiente.

### 3.4 Crecimiento del mercado de Autobuses Eléctricos

Según datos publicados por *GEVO*<sup>9</sup> (año 2018) China concentra la mayoría de las ventas mundiales de autobuses eléctricos a batería e híbridos. En el año 2017 se encontraban en circulación doscientos cincuenta autobuses impulsados por celdas de combustible. En 2018 hubo un descenso de ventas, las cuales fueron aproximadamente cien mil unidades, donde el 85% fueron vehículos eléctricos. Las ventas acumuladas disponibles para otros países sugieren que dos mil cien autobuses eléctricos adicionales están actualmente en circulación en Europa, Japón y los Estados Unidos. Las demás ciudades del mundo aún no han realizado grandes inversiones en autobuses eléctricos.

<sup>9</sup> Gevo, Inc. es una empresa de productos químicos renovables y biocombustibles. Opera en el sector de la sostenibilidad, siguiendo un modelo de negocio basado en el concepto de Economía Circular.





Sin embargo, algunas ciudades europeas y norteamericanas comprometidas con el medio ambiente y la mitigación del cambio climático han comenzado a proyectar la implementación de autobuses eléctricos y se han comprometido a invertir en vehículos eléctricos para reemplazos e implementar a mediano plazo a la flota pública. La mayoría de los autobuses eléctricos vendidos hasta la fecha fueron fabricados por empresas chinas para el mercado interno, siendo dos los fabricantes principales, BYD<sup>10</sup> y Yutong<sup>11</sup>. Ambas empresas producen autobuses urbanos eléctricos de diversos tamaños. Cada empresa fabrica un modelo de autobús eléctrico interurbano, el más vendido fue el BYD de doce metros que tiene una capacidad<sup>12</sup> de batería de alrededor de 330 kWh que le permite recorrer más de 250 km (BYD, 2018) y diferentes configuraciones que están disponibles en el mercado.

En Europa hay una gran variedad de fabricantes, como Volvo, Solaris y VDL, que ofrecen distintos modelos innovadores para el mercado europeo. Por ejemplo, algunas de ellos utilizan aluminio para reducir el peso del vehículo, o con un menor tamaño del paquete de baterías.

En los Estados Unidos, el protagonista es Proterra<sup>13</sup>, fundado por un ex empleado de Tesla, que se especializa exclusivamente en autobuses eléctricos. Proterra fabrica componentes del cuerpo del autobús utilizando fibra de carbono y dispone de autobuses con hasta 440 kWh de capacidad de la batería, que equivale a 480 kilómetros de rango.

BYD ya ha vendido varias flotas en Uruguay, Brasil, Ecuador, Colombia y Chile. Este último, desde marzo del 2019 ha sumado cien autobuses Yutong E12<sup>14</sup> a su flota de autobuses eléctricos, la cual ya contaba con cien autobuses BYD K9 y uno Yutong E12 de prueba. Lo que posicionaría a Chile entre los países con la flota más grande de autobuses eléctricos para transporte público en el mundo y la más grande de

---

<sup>10</sup> BYD es una automotriz a nivel multinacional de origen chino. Tiene su sede en Xi'an, provincia de Shaanxi. Fundada en enero de 2003. Marca global, basada en la fabricación de vehículos, produce también autobuses y camiones eléctricos, bicicletas eléctricas y baterías recargables.

<sup>11</sup> Yutong es un fabricante de autobuses fundado en 1963, en la ciudad China de Zhengzhou, provincia de Henan. La compañía fabrica carrocerías para autobuses y microbuses de uso urbano e interurbano, como también se encuentra en la industria de la maquinaria pesada.

<sup>12</sup> Ver anexo IV en la Bibliografía

<sup>13</sup> Proterra es una empresa estadounidense de almacenamiento de energía y automoción con sede en Burlingame, California. La empresa diseña y fabrica autobuses de tránsito eléctricos y sistemas de carga eléctrica.

<sup>14</sup> El E12 es el autobús eléctrico completo de 12m equipados con baterías de 422 kWh, los vehículos son capaces de un alcance operativo diario de más de 300 kms con una sola carga, sujeto a sus condiciones operativas específicas

Latinoamérica. Además, la ciudad colombiana de Medellín incorporó sesenta y cuatro autobuses de la empresa BYD, dando los primeros pasos en Latinoamérica hacia una movilidad de emisiones cero.

En Argentina la provincia de Mendoza adjudicó una licitación para importar doce autobuses BYD y seis estaciones de carga en conjunto con Zhongtong<sup>15</sup>, que aportaría seis autobuses y tres estaciones de carga.

*Figura 3 - Colectivo eléctrico (Ciudad de Mendoza, actualidad)*



### 3.4.1 Entorno internacional inestable

La pandemia mundial de Covid-19 en el año 2020 incidió en el escenario financiero internacional generando cambios en la estructura económica mundial que retrasaron el crecimiento en las tendencias económicas mundiales.

La automotriz china BYD había anunciado en 2018 la comercialización de buses eléctricos en la Argentina junto a su representante local CTS Auto, resaltando su experiencia de que la marca ya comercializó buses eléctricos en Chile. CTS Auto y BYD manifestaron sus intenciones de producir buses eléctricos y baterías de litio en alianza con los gobiernos de Salta y Córdoba. El plan proponía comenzar con el

<sup>15</sup> Zhongtong Bus Holding Co., Ltd. es una empresa de fabricación de autobuses china basada en Liaocheng, Provincia de Shandong Provincia. Es una de las mayores fabricantes de autobuses de China



ensamblado de 300 buses eléctricos en el primer año de inversión del proyecto y la incorporación de 300 empleados, siendo el objetivo al cuarto año de fabricar 600 unidades y duplicar la cantidad de empleados.

BYD<sup>16</sup> busca la unificación con otros países o multinacionales para atacar los intereses actuales y plantear objetivos a largo plazo. Según los anuncios de expansión en el mercado brasileño para 2020 la empresa busco diversificarse con la fabricación de chasis de autobuses eléctricos en Campiñas, estado San Pablo en espera de un aumento de la demanda de autobuses eléctricos, luego del retroceso experimentado en el mercado local considerando que en 2019 BYD vendió 450 buses a Colombia, 300 a Chile y en Brasil solo pudo vender 50 unidades. La compleja y cambiante situación económica internacional post-pandemia planteo mayores desafíos para la empresa, que debió considerar el debilitamiento de la situación macroeconómica y el bajo impacto de las políticas de estímulo en nuestro país para los dispositivos de los vehículos con un mercado con tendencia débil.

### 3.4.2 Estrategia principal

El mercado objetivo de los autobuses eléctricos son los países subdesarrollados como se observa en algunas ciudades de Latinoamérica que han mostrado mayores tasas de renovación de flota como Bogotá con 297 unidades renovadas; San José de Costa Rica con 156 vehículos al año, Medellín (Colombia) con 134 y Santiago de Chile con 83 unidades.

Con apoyo de CAF-Banco de Desarrollo de América Latina y la Agencia Francesa de Desarrollo- AFD se realizó un estudio sobre la electrificación en el sistema de colectivos para la ciudad de Buenos Aires. En el mismo se plantea para la primera fase la renovación de 300 buses en 2025 que permitirían reducir 9000Tn anuales de CO<sub>2</sub>. En la fase dos se impulsaría la renovación de 900 colectivos al 2035 y en la fase 3, 1800 unidades con lo que se evitaría la emisión de 70.000Tn de CO<sub>2</sub>,

---

<sup>16</sup> <https://www.gestiopolis.com/internacionalizacion-empresarial-caso-byd-vehiculos-nueva-energia/>

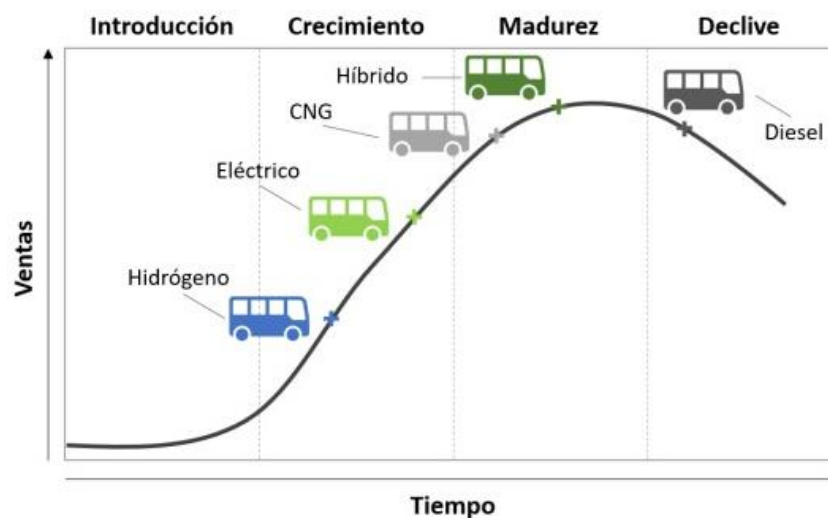
un importante aporte que la ciudad se propone con su compromiso de ser carbono neutral para 2050.

A nivel nacional y en particular para la ciudad de Buenos Aires, el estudio sobre movilidad eléctrica identifica oportunidades y retos basados en cuatro ejes: económicos, institucionales, normativos y ambientales. Entre los más destacados se mencionan los menores costos de operación de los buses eléctricos, la reducción de gases de efecto invernadero lo que permitiría una mejor calidad de aire y salud; el impulso de acuerdos con proveedores tecnológicos u operadores energéticos y el desarrollo de normativas que promuevan la inclusión de un porcentaje mínimo de flota eléctrica en las ciudades.

Esta iniciativa sobre Ciudades y Cambio Climático tiene a la movilidad eléctrica como un componente importante y cuenta con financiamiento externo para implementar proyectos de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades de países latinoamericanos, incluido la Argentina con el propósito de sensibilizar y elevar el conocimiento en la región para reforzar capacidades locales y favorecer la implementación efectiva de políticas públicas.

### 3.5 Análisis del Ciclo de Vida

*Figura 4 - Autobuses según tecnología de propulsión según el ciclo de vida*





Siguiendo la teoría explicada anteriormente en el ítem 2.1.4, se puede ubicar a los autobuses eléctricos dentro de la etapa de crecimiento, esto se puede determinar por el tipo de demanda que está teniendo el producto a nivel mundial mientras se hace conocido por sus características particulares. En la actualidad, como se mencionó anteriormente; varios países ya están implementando este tipo de ómnibus en el servicio público, lo cual hace que se vaya conociendo el producto y esto incentive a que otros gobiernos lo adquieran. Según Bloomberg<sup>17</sup> se estima que para el 2030 sea el año donde más porcentaje de ventas se tenga en el mercado mundial, estando por encima de los autos convencionales con menor porcentaje de ventas. Esto iría de la mano con la venta de los colectivos convencionales, los cuales se desvanecerían con la electrificación del transporte.

Teniendo en cuenta lo desarrollado hasta ahora y considerando la curva de ciclo de vida, se puede concluir que para esa fecha los autobuses eléctricos estarían en la etapa de madurez.

### 3.6 Conclusión del Estudio de Mercado

En Argentina la electromovilidad es una estrategia medioambiental para reducir las emisiones del sector transporte y cuenta con incentivos que buscan en el mediano plazo que los vehículos eléctricos sean producidos localmente. Para el caso de buses eléctricos, empresas como BYD buscan incorporarse al mercado nacional en la medida que las condiciones macroeconómicas favorezcan sus inversiones

La industria automotriz posee un fuerte mercado local y en el Mercosur; pero la existencia de combustibles alternativos como el gas natural (GnC yGnL) y el biodiesel para el transporte público, resultan un desincentivo a la conversión.

La normativa de fomento a la electromovilidad, deberían incluir incentivos fiscales y económicos a la oferta como las exenciones arancelarias, exenciones de impuestos al valor agregado, IVA, u otros impuestos.

---

<sup>17</sup> Ver Anexo V en la bibliografía



La gran extensión geográfica y el gran tamaño del mercado automotor de Argentina requieren para el transporte público de una importante inversión en infraestructura de carga rápida para corredores viales muy extensos.



## CAPÍTULO 4

### Estudio técnico del proyecto

En este apartado se analizan las especificaciones técnicas del proyecto, se detalla el caso de estudio, las condiciones del vehículo actual, las alternativas propuestas y su localización.

#### 4.1 Explicación general de la estructura del caso

Las decisiones de reemplazo de activos son importantes en las empresas para evitar principalmente un resultado negativo y la insuficiencia en la producción y/o mantenimientos excesivos. En este caso en particular se debe tomar en cuenta las características tecnológicas del vehículo a reemplazar.

Se busca disminuir los costos de transporte personal simultáneamente mientras se aporta al medio ambiente, ya que este tipo de movilidad no emite gases contaminantes, lo cual tendría un resultado positivo en la salud de las personas.

En la sección 3.3 Análisis de reemplazo, nos encontramos con los principales BEV disponibles, los cuales se tendrán en cuenta para hacer una elección final conforme a las necesidades del proyecto. Si bien en el mercado nacional no existe aún producción de autobuses eléctricos, existen algunos fabricantes extranjeros de ómnibus eléctricos que instalarán plantas de ensamblado en el país. Mientras esto ocurre, se consideran autobuses eléctricos internacionales importados.

Se procede a la recopilación de las especificaciones técnicas necesarias para llevar adelante el proyecto y al análisis de condiciones necesarias para la elaboración de un presupuesto. El proyecto propone una sustitución de diez vehículos pertenecientes a la flota de la empresa “El urbano” por ómnibus eléctricos.

Una discusión recurrente a nivel mundial sobre las estrategias de promoción de vehículos eléctricos es la disponibilidad de infraestructura pública de carga de baterías. Ante la falta de esta, no tendría sentido una oferta de mercado de vehículos eléctricos. Por otro lado, el estado aun no estaría dispuesto a asumir la gran inversión de instalar la infraestructura, sin existir una oferta de mercado correspondiente. Esto es uno de los obstáculos que enfrenta Argentina para la introducción de vehículos y autobuses eléctricos. Al ser BYD la empresa fabricante (al igual que BMW, Nissan y KIA), asumirá el costo de instalación de sus propias estaciones de recargas, por lo que no se verá impactado en el costo de inversión del proyecto.

BYD cuenta con la iniciativa de colocar sus propios cargadores en el mismo predio donde se encuentra el sector privado de la empresa “El Urbano”, sin previa ampliación. De esta forma cuando se guarden los ómnibus a fin de turno se procederá a cargarlos durante la noche.

*Figura 5 - Cargador conectado a un autobús eléctrico*



Imitando a otros países como Colombia, se prepara que en un futuro las estaciones de carga se encuentren en puntos en común como son los centros comerciales, parques, universidades, o aeropuertos.





## 4.2 Elección de una alternativa eléctrica

Las principales causas que conlleva a la realización del proyecto son la intención de hacer hincapié en el sector ambiental y en los elevados costos de combustibles fósiles. El propósito de disminución de emisiones se basa principalmente en el análisis de la no dependencia de este tipo de fuente de energía. Alternativas como los vehículos híbridos actuales no son sostenibles a largo plazo, adicionalmente solo soluciona en parte los problemas de contaminación, los cuales se explicarán a continuación.

Para la finalidad de transporte público, dentro de las alternativas planteadas, se encuentran principalmente dos opciones:

- Trolebuses eléctricos
- Colectivos eléctricos

Desde el punto de vista ambiental, se pueden mencionar que los trolebuses alimentados por una red eléctrica no pueden ser alternativas viables por su mayor consumo en comparación a los trolebuses con rieles, el rozamiento del neumático es mayor que el rozamiento de un riel, lo que requiere más energía para mover la misma masa. Por otro lado, los trolebuses conectados a una red requieren mayor costo de alimentación. Las autoras encuentran esto como una desventaja desde su diseño. Otro punto en contra de los trolebuses es el alto costo de instalación de las catenarias y el gran impacto visual negativo que genera en las grandes ciudades.

Aunque esta alternativa queda descartada por los motivos mencionados, se debe tener en cuenta en un futuro la opción intermedia entre trolebús y BEV<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> BEV (*Battery Electric Vehicle*): Vehículo eléctrico de batería es un vehículo eléctrico alimentado por baterías.



En la elección entre las alternativas de Trolebuses y Autobuses eléctricos, se opta por el segundo caso 100% eléctricos dados los argumentos comentados anteriormente.

Con la motivación de reducir el costo de adquisición de los vehículos eléctricos, se plantea un ingreso por venta de la flota de los buses actuales. Este análisis se detallará más adelante en el Estudio Económico.

Con respecto a la demanda del servicio prestado, al sustituir el activo, se seguirá brindando el mismo servicio a la misma frecuencia por similitud en cantidad de pasajeros disponibles en ambos vehículos (convencional y eléctrico). Por lo tanto, se plantea abastecer la misma demanda mensual actual.

#### 4.2.1 Ingreso por ventas de ómnibus

El ómnibus actual se compró a un valor de \$1.018.248,96. En ese momento la cotización de dólar a pesos era de \$20,30. La inflación de EE.UU acumulada al año 2021 fue de 9,75% por lo tanto se considera un valor de precio original de compra de USD 50.160. No obstante, para obtener el valor neto del autobús al momento de su venta se utiliza el valor económico.

Para obtener el precio en el que se encuentra actualmente se recurren a distintos nichos de mercado del modelo actual del autobús. Se investigó el precio de mercado de un vehículo que cumpla con las mismas características técnicas del actual. En la siguiente tabla se muestra la ficha técnica del vehículo.

*Tabla 1 - Ficha técnica ómnibus actual*

<b>Marca</b>	Mercedes Benz
<b>Chasis</b>	OF 1722
<b>Motor</b>	OM 924
<b>Ciclo</b>	Diésel
<b>Nivel de emisiones</b>	4
<b>Año</b>	2013-2015



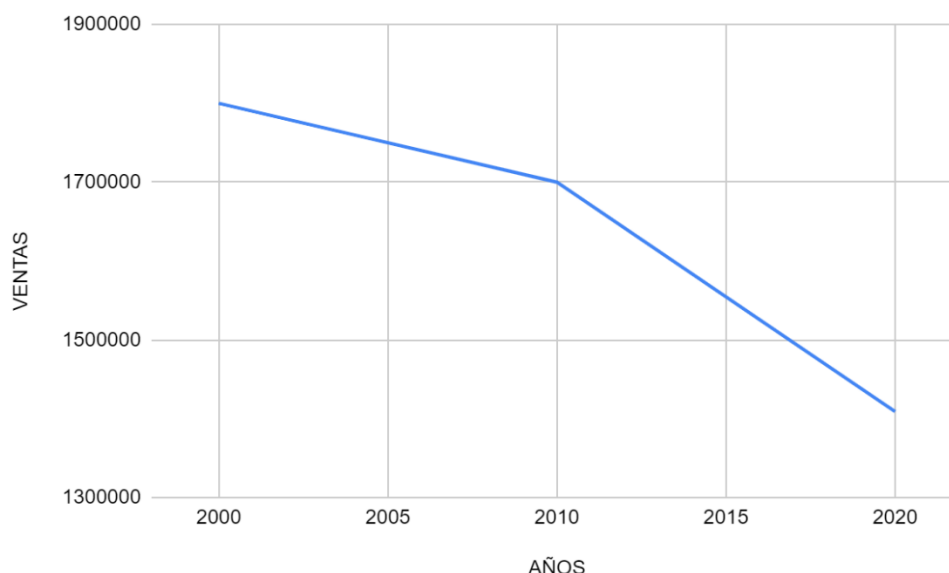
<b>Potencia máxima</b>	160 CV a 2300 rpm
<b>Torque máximo</b>	810 Nm a 1500 rpm
<b>Tanque de combustible diésel</b>	300
<b>Largo [mts]</b>	11770
<b>Ancho [mts]</b>	2,427
<b>Peso bruto total [Kg]</b>	17000

El precio se obtiene de la plataforma Mercado Libre<sup>19</sup>. El cual es de ARS \$5.000.000 en pesos argentinos. Este valor en dólares equivale a USD 55.579.

Se asume que los potenciales interesados serían las empresas competidoras de “El Urbano”, que buscan unidades similares al brindar el mismo servicio.

En el siguiente gráfico se observa la información de la Cámara de Comercio e Industria sobre la tendencia negativa en la venta de colectivos usados convencionales en todo el país.

Gráfico 1 - Información de las ventas de colectivos usados convencionales



La compra de automóviles particulares y su principal competidor el servicio de taxi compartidos, han tenido un aumento significativo. Además, por la antigüedad de las unidades usadas, las compañías deciden alargar la vida útil cada vez más,

<sup>19</sup> Mercado Libre es una empresa argentina dedicada al comercio electrónico en Latinoamérica.

generando ciclos de renovación de activos cada vez más largos. Junto con eso se estima una reducción en el precio de venta, lo que trae aparejado una disminución en el ingreso.

### 4.3. Planteamiento del caso de estudio

Al considerar la necesidad del reemplazo de un activo físico, es importante aclarar que el reemplazo será por un activo físico diferente (con mejor tecnología).

#### 4.3.1 Situación actual

*Figura 6 - Ómnibus de línea 47 - San Salvador de Jujuy - Jujuy*



El ómnibus que se encuentra actualmente en las calles es el que se muestra en la imagen anterior. Es un colectivo convencional de la empresa El Urbano SRL<sup>20</sup>.

El chasis para el autobús Mercedes Benz OF1722 fue proyectado para operar en el transporte interurbano y urbano con importante demanda de pasajeros. Permite el montaje de carrocerías de 12,5 metros de longitud. Está equipado con un motor MB

---

<sup>20</sup> El Urbano S.R.L. es una empresa líder en la industria de transporte de pasajeros y opera principalmente en el norte del país.



OM 924 LA<sup>21</sup>, con 218 CV de potencia y par motor de 810 Nm, que cumple las normas de emisión de contaminantes *Euro III*. El consumo promedio de un autobús diésel de 12 metros es de 2,5 km/litro. Se utilizan diez vehículos para realizar el recorrido de la línea 47. Se describe en la siguiente tabla la ficha técnica del vehículo.

Tabla 2 - Ficha técnica Ómnibus línea 47

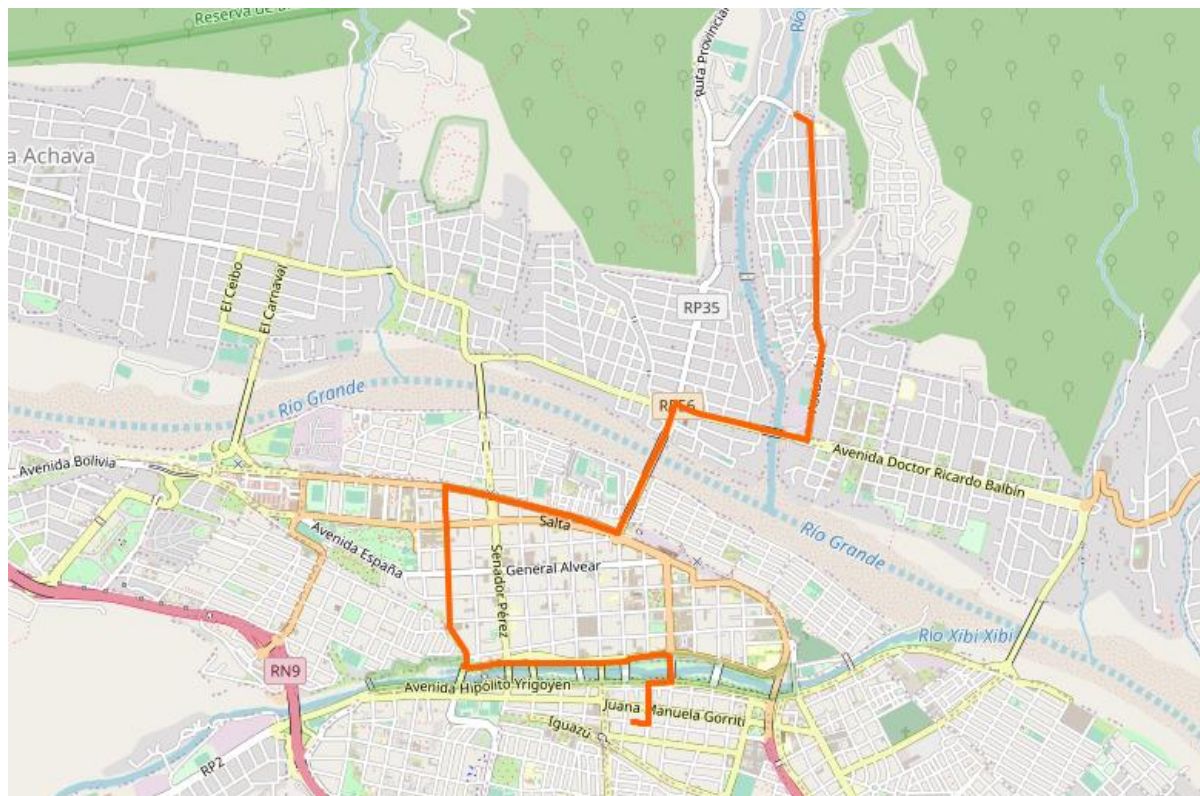
Marca	Mercedes Benz
Chasis	OF 1722
Motor	OM 924
Ciclo	Diésel
Nivel de emisiones	4
Año	2013-2015
Potencia máxima	160 CV a 2300 rpm
Torque máximo	810 Nm a 1500 rpm
Transmisión	Manual
Tanque de combustible diésel	300
Largo [mts]	11770
Ancho [mts]	2,427
Peso bruto total [Kg]	17000

#### 4.3.2 Localización del proyecto

La ruta estudiada es el trayecto que recorre el ómnibus de la línea 47, en la ciudad de San Salvador de Jujuy, Provincia de Jujuy. El viaje contiene veintiséis paradas: Desde Alem y Urdidínea hasta Calle 72. Comienza en la terminal de autobuses de la ciudad ubicada en la Calle Leandro N. Alem al 900, y recorre una zona del centro hasta pasar el Puente Senador Pérez y llega al barrio Campo Verde hasta la calle N° 72 donde culmina su recorrido. La distancia de este circuito es de aproximadamente 7 km por viaje. (Figura N° 6)

<sup>21</sup> Con respecto a los colectivos, en el año 2019 mediante el decreto 284/2019 se autorizó la incorporación de ocho colectivos eléctricos al transporte público en la ciudad de Buenos Aires. Fue una prueba piloto que duró un año con el objetivo de estudiar el funcionamiento y determinar las capacidades, la viabilidad y la optimización de los autobuses eléctricos.

Figura 7 - Recorrido estudiado - Ciudad de San Salvador de Jujuy



### 4.3.3 Detalles del volumen del servicio prestado

En la siguiente tabla se detallan los kilómetros recorridos por la línea 47 y el tiempo en el que realiza los viajes.

Tabla 3 - Detalles de trayecto y vehículo.

Línea	Km recorridos	Trayecto inicio y fin de jornada	Km total	Tiempo prom-total	Pasajeros sentados	Velocidad promedio
47	6,86 km	2,4 km	8,06 km	45,7 min	31	16,7 km/h

A partir de la información otorgada por la empresa para el mes de agosto 2021 se resume:

- Viaje de ida: 6,86 km
  - Viaje de vuelta: 6,86 km
- Distancia total por viaje completo: 13,72 km



Si un viaje demora 45,7 min entonces, para dos turnos de 8 horas = 20 vueltas en el día. Por lo tanto:

Por día:

- En 20 vueltas dedicadas al trayecto del servicio, realiza:

$$20 \times 13,72 \text{ km} = 274,4 \text{ km}$$

- En 2 vueltas con respecto al inicio y cierre de jornada (trayecto desde la empresa a la primera parada y la última parada al estacionamiento). Al recorrido del trayecto se le suma 2,4 km por la distancia hacia la empresa, por lo tanto, la distancia total es 16,12 km:

$$2 \times 16,12 \text{ km} = 32,24 \text{ km}$$

Distancia total que realiza en un día contemplando el recorrido de inicio y fin es de: 306,64 km.

Por mes: (trabaja de lunes a domingos)

- $304,64 \text{ km} \times 30 \text{ días} = 9139,2 \text{ km/mes}$

A este último número se le agrega un porcentaje de 4% del total del recorrido por semana en desviaciones de ruta, ya que la distancia a recorrer es por una zona céntrica de la ciudad que se ve afectada por manifestaciones y cortes de ruta por mantenimiento por parte de municipalidad de la ciudad, entre otros. Por lo tanto, la distancia final por mes es 10.639 km/mes

La velocidad promedio es de 16,7 km/h por condiciones del recorrido, entonces:

- El tiempo en realizar una vuelta completa es de  $0,82 \text{ h} = 49,3 \text{ min}$

Debido al trayecto de inicio y fin de jornada, al tiempo se le agrega lo que se demora en hacer esos 2,4 km, sumando así entonces 8,63 min.

Entonces:



- Tiempo de recorrido incluyendo las paradas realizadas de 57,93 min = 1h (aproximado).

#### 4.3.4 Disponibilidad de activos para el proyecto

Se eligió el ómnibus eléctrico y se analizó su rentabilidad comparativa con respecto a la unidad convencional debido a que uno de los objetivos del proyecto es demostrar la ventaja frente a los vehículos convencionales que resultan contaminantes para el ambiente.

La disponibilidad de ómnibus eléctricos en el mercado es:

Ómnibus eléctricos de origen chino:

- BYD
- Yutong

Ómnibus de origen europeo:

- Volvo
- Solaris
- VDL

Los parámetros que fueron considerados para la elección del ómnibus son: La distancia por viaje, paradas, número de viajes diarios, características del prototipo, cantidad de pasajeros, tipo de batería, capacidad y peso de la batería y también, la tecnología de frenado. Esta última mecánica es la misma para todos los casos, por ende, no será tenido en cuenta para la elección.

Se evalúan las dimensiones y se seleccionó la opción más compatible con el actual autobús, ya que no se pretende modificar la capacidad de personas al transportar, definida por la empresa en función de la zona y la frecuencia establecida por barrios.

El motivo por el cual no se está contemplando la alternativa de vehículos híbridos es debido a su baja sustentabilidad respecto a los eléctricos. Si solo se considerara esta opción, entonces si es aceptable tomar esta alternativa como





reemplazo del actual. Este tipo de unidad resuelve parcialmente el problema de las emisiones, al ser un vehículo intermedio entre uno de combustión tradicional y uno eléctrico de cero emisiones. No elimina totalmente las emisiones contaminantes generadas por el motor de gasolina o diésel. Otro factor para considerar es su alto costo de mantenimiento debido a que contiene más piezas que el bus eléctrico y es sometido a movimientos de fricción, lo cual genera mayor desgaste.

En un análisis de costo por kilómetro recorrido y de mantenimiento, el mismo favorece a los vehículos eléctricos. Un trabajo del Banco Mundial (World Bank, 2019) demuestra que el TCO (en dólares por kilómetro recorrido) de autobuses eléctricos en Buenos Aires es superior al del resto de las tecnologías consideradas (diésel, gas natural comprimido y biocombustibles). Esta diferencia explica la gran inversión necesaria o requerida para obtener los buses eléctricos y el efecto negativo de los subsidios al diésel. Ante esta situación, podrían redireccionarse los fondos destinados al subsidio del diésel para subsidiar el financiamiento de los autobuses eléctricos y potenciar su difusión.

Como hipótesis, se puede plantear que esto no debería afectar significativamente la tarifa del servicio en Argentina, ya que los costos de energía por kilómetro recorrido de los colectivos eléctricos representan menos de la mitad que los de combustible por kilómetro recorrido de uno diésel, y reducen en un 30% los costos de mantenimiento.<sup>22</sup>

Se descartan los ómnibus de origen europeo debido a que no cumplen con las dimensiones similares al ómnibus actual y apuntan a alimentarse por hidrógeno, por lo tanto, solo se tiene en cuenta las unidades de origen chino. Además, en Suramérica estas marcas ya se encuentran funcionando en varias ciudades. Para el siguiente análisis se detallan las siguientes opciones:

- Opción 1: Yutong E12
- Opción 2: BYD K9G.

Primeramente, se analizará las características técnicas de la opción uno y dos, detallando sus respectivas ventajas y desventajas, para luego realizar el estudio

---

<sup>22</sup> <https://www.argentina.gob.ar/electromovilidad>

económico y financiero y evaluar de esta manera la factibilidad de la sustitución de activos en cuestión.

Primer caso: Yutong E12

*Figura 8 - Bus Yutong E12*



*Tabla 4 - Ficha técnica Bus Yutong E12*

Modelo	E12
Costo	\$ 450.000 USD
Largo	12 metros
Ancho	2.55 metros
Alto	3.44 metros
Peso en vacío	13000 kg
Consumo	1 km/kWh
Motor	Motor eléctrico PMSM Yutong
Potencia de motor	P <sub>máx</sub> 350 kW
Torque	2400 Nm
Frenado	Sistema de frenado regenerativo. Suministro de aire del compresor de accionamiento eléctrico
Pack de batería	12 paquetes de baterías con capacidad de 324 kWh.
Rango	220 km
Cant de pasajeros	32 pasajeros (sentados) 90 (parados)

Segundo caso: BYD K9G

*Figura 9 - BYD K9G*



*Tabla 5 - Ficha técnica Bus BYD K9G*

<b>Modelo</b>	BYD K9G
<b>Costo</b>	\$ 350.000 USD
<b>Largo</b>	12.5 metros
<b>Ancho</b>	2.55 metros
<b>Alto</b>	3.44 metros
<b>Peso en vacío</b>	14130 kg
<b>Consumo</b>	1,248 km/kWh
<b>Motor</b>	AC síncrono de imanes permanentes. Dos motores en rueda.
<b>Potencia de motor</b>	P máx. 150 kW x 2 (402 HP).
<b>Torque</b>	1100 Nm
<b>Frenado</b>	Sistema de frenado regenerativo.
<b>Pack de batería</b>	12 paquetes de batería de litio – hierro – fosfato con capacidad de 324 kWh.
<b>Rango</b>	250 km
<b>Cant de pasajes</b>	32 pasajeros

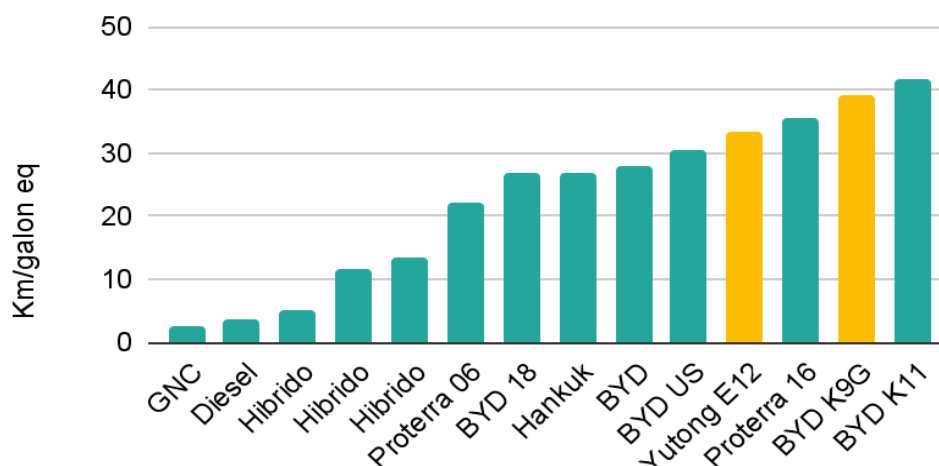
*(Datos extraídos de la página oficial BYD)*

### 4.3.5 Ventajas y desventajas de cada caso

En el siguiente gráfico se visualizan catorce modelos de autobuses con sus respectivas eficiencias calculadas en relación km/galón equivalente. Se encuentran distinguidos en diferente color las dos alternativas a elegir en este proyecto.

Gráfico 2 - Eficiencia energética de autobuses. Fuente: theicct.org

#### Eficiencia energética de autobuses



Se observa que el autobús YUTONG E12 se encuentra cuarto por su eficiencia energética, mientras que el colectivo BYD K9G se encuentra segundo. No es posible considerar el BYD modelo K11 ya que no se encuentra disponible en el mercado internacional con destino a Sudamérica.

Este porcentaje de eficiencia energética es relevante al considerar su valor económico. Esto se debe a que las fuentes energéticas tradicionales tienen un carácter limitado y son cada vez más caras, generando una dependencia del mercado exterior. Además, tienen un impacto relevante sobre el ambiente.

En el país ya existen iniciativas hacia la transformación de la matriz energética, buscando oportunidades hacia las energías renovables, ej.: Parque Solar Cauchari, Jujuy<sup>23</sup>. Por lo tanto, a nivel productivo las empresas y las diferentes administraciones públicas están poniendo en marcha un número cada vez mayor de medidas e iniciativas para apostar por las energías provenientes de las fuentes renovables y por

<sup>23</sup> <http://jemse.gob.ar/2020/12/04/solar-cauchari-se-puso-en-marcha-el-parque-mas-grande-de-la-region/>



la sostenibilidad, de tal manera que sirvan como guía de ahorro energético y, por ende, contribuyan a que el planeta sea más sostenible.

La empresa BYD (Build Your Dreams), se presenta como una compañía “ecologista” iniciando con la fabricación de baterías recargables que exporta a nivel mundial. Se asume que la mejor calidad de baterías se destina a sus propios productos garantizando la calidad de los vehículos. Además, inauguró en 2020 su tercera fábrica en Brasil, ubicada en el Polo Industrial de Manaus (PIM), donde ensambla baterías y cuenta con una planta instalada en Colombia, que próximamente ensamblará autobuses eléctricos.

A fines del 2017 la automotriz china manifestó su interés en instalar en Argentina una planta de fabricación de vehículos eléctricos ubicada en la provincia de Jujuy y declaró que serán autobuses urbanos de 12,5 m de largo 100% eléctricos con uso de baterías, características compatibles con el modelo K9G. (Autoblog, 2018)

Dentro del proyecto de BYD, se utilizarán diferentes tipos de baterías, sin embargo, el objetivo a largo plazo es instalar una planta para producir sus propias baterías de Ion Litio en Argentina, debido a esto es su notable interés regional.

Las dimensiones del chasis son 12,5 metros de largo y 2,55 metros de ancho, con un peso aproximado con carga completa de diecisiete toneladas como se describe en la tabla anterior. Cuenta con una caja de velocidades manual de cinco al frente y uno en reversa que será utilizada para buscar relaciones que optimicen el rendimiento del motor eléctrico. La potencia del motor eléctrico *ALPHA ELECTRIC* necesaria es de 60 kW con picos de 100 KW, mínimos para un manejo austero.

#### 4.3.6 Recursos humanos

La empresa “El Urbano” cuenta con una cantidad de personal designado a tareas administrativas, operarios, inspectores y personal de mantenimiento, entre otros. La cantidad de personal no se verá afectada por la implementación del proyecto debido que se contempla una inducción previa a todos los empleados relacionados con la nueva forma de trabajo.

A pesar del gran salto tecnológico en los nuevos modelos, desde su diseño, fabricación, hasta eficiencia en el funcionamiento, la necesidad de que el conductor se encuentre capacitado y de contar con personal calificado para abordar los



conocimientos técnicos básicos para el mantenimiento de los activos, por el momento, es imperativa.

Dentro del área de mantenimiento se subdividirá en subáreas, de esta forma cada área estará designado a posibles fallos por parte de los vehículos. Asimismo, recibirán una capacitación sobre conocimientos básicos para crear una polivalencia que ayudará a los posibles problemas ocasionales. Entre los profesionales involucrados se designará a un supervisor encargado del proyecto, para continuar con la estructura centralizada de la empresa, respetando la distribución de las actividades y responsabilidades ya asignadas. Se realizará una inducción semanal desde el inicio del proyecto hasta en la etapa de su puesta en marcha.

En resumen, la empresa ya cuenta con el sector de personal técnico destinado al mantenimiento, quienes se espera que adquieran una destreza para abordar el nuevo desafío del proyecto, es decir, los conocimientos, la experiencia, el desarrollo y las habilidades necesarias para realizar tareas específicas.

#### 4.3.7 Instalaciones edilicias

La empresa cuenta con un galpón industrial para realizar los mantenimientos preventivos y para guardar vehículos con algunas fallas o unidades que requieran reparación. El predio cuenta con acceso libre para vehículos pesados. No se contempla una ampliación de la zona de estacionamiento de los vehículos ni una ampliación del predio mismo.

##### 4.3.7.1 Instalaciones de recarga

En el mercado de autobuses eléctricos existen diferentes tipologías de los equipos usados para la recarga de baterías. Los diferentes equipos permiten diferentes estrategias de recarga en conjunto con las características de las baterías de los vehículos descritas anteriormente, que a su vez determinan la logística diaria de preparación y operación de los vehículos. Aunque ciertos equipos son recomendados específicamente para ciertas estrategias de recarga, existen algunas opciones intermedias en el mercado. A su vez, estos componentes tienen especial



importancia debido al consumo y demanda de energía eléctrica que pueden requerir, así como de la infraestructura de soporte como subestaciones, transformadores, etc., necesaria para su funcionamiento.

Los vehículos BEV presentan baterías mucho más grandes y de tecnología superior que permiten, con el mismo principio de los híbridos, alimentar el o los motores eléctricos del vehículo a altas velocidades y con una autonomía de distancia que puede llegar a ser superior a los 500 km. Como son vehículos diseñados para uso urbano en su mayoría, las nuevas tecnologías de baterías de iones de litio han permitido superar el miedo de quedarse sin batería a medio camino (lo que impedía la masificación de este mercado).

La recarga de la batería se efectúa por una fuente eléctrica externa, a través de un dispositivo de carga conectado a la corriente directa. Los aspectos más llamativos de este tipo de vehículo con sistema de propulsión 100% eléctrico, más allá del confort de su conducción y su superioridad técnico-ecológica, es que su funcionamiento no implica ruido ni ningún tipo de emisión contaminante o de gases de efecto invernadero.

Otro factor determinante de la mecánica del mercado de vehículos eléctricos son los tipos de cargadores disponibles.

La infraestructura de carga de EV se clasifica en tres tipos.

- Carga Lenta AC o Nivel 1, se refiere a realizar la carga mediante una toma de corriente alterna estándar en hogares y oficinas. No requiere instalación especial, y la carga se hace mediante un enchufe de hogar de tres clavijas. Este tipo de carga no posee caja de control ya que cuenta con una conexión directa al enchufe. Prácticamente, todos los vehículos eléctricos disponibles en el mercado vienen con un cable que se puede conectar directo a una toma de corriente. A pesar de que permite la carga en el hogar, no permite la carga pública y su tiempo promedio de carga oscila entre ocho y diez horas.
- Carga Rápida AC o Nivel 2, se refiere a realizar la carga mediante corriente alterna que exige la instalación de un equipo de carga con modificaciones eléctricas, para acceder a una corriente de mayor nivel. El nivel 2 ofrece carga a través de 208V o 240V, dependiendo de las tomas de electricidad. La caja de



control se encuentra en un dispositivo de protección en el cable o caja de control en cable. Normalmente, este tipo de cargadores requiere de una instalación especial ya que la demanda de energía es mayor, y el cable no puede ser enchufado directamente a la corriente. Permite la carga tanto en el hogar como pública, y cuenta con un tiempo de carga promedio que oscila entre 4 y 6 horas.

- Carga DC (direct current) se refiere a la carga de corriente directa, la cual es el modelo de carga más rápido disponible en el mercado. El cargador opera a 480V y la batería se recarga en menos de 30 minutos. Las estaciones de carga DC se instalan únicamente en lugares públicos que cuentan con la infraestructura necesaria para su operación.

Es importante tomar en cuenta que, en función del tamaño de la flota, la estrategia de recarga y las características de los equipamientos, la operación de los autobuses eléctricos se traduce en una demanda de energía llevada a los puntos en donde se realiza la recarga. El costo de implementación de infraestructura tiene la finalidad de convertir la corriente alterna que reciben de la red de suministro eléctrico en corriente continua al interior del vehículo para luego transmitirla a las baterías. Para la situación del caso de estudio se utiliza el segundo nombrado anteriormente “AC nivel 2”, el cual alcanza una potencia de entre 4 kW y 22 kW.<sup>24</sup> La recarga se logra luego de 4 horas. Para la instalación de una infraestructura pública el rol del Estado toma un papel importante al promover dichas inversiones complementarias desde el gobierno nacional.

La zona donde se colocará la estación es en la concesionaria de la empresa china BYD. Se plantea como estrategia de oportunidad la recarga nocturna de los EVs. Con cinco estaciones de recarga para diez ómnibus se considera una estación de tamaño chico. Existen tres principales tecnologías utilizadas para la recarga de autobuses eléctricos:

- mediante enchufe (plug-in): La recarga mediante enchufe se suele utilizar en la recarga nocturna en las terminales, con una potencia de 150-250 kW
- por pantógrafo: La recarga de oportunidad durante el recorrido

---

<sup>24</sup> IEA, 2019; Moradewicz, 2019





- recarga inductiva o inalámbrica: Recarga inductiva de alta potencia (igual o mayor a 300 kW) está siendo crecientemente testeada en la mayoría de las pruebas piloto

Los costos de la infraestructura necesaria para la instalación serán adoptados por la empresa china BYD, por lo que en el análisis económico se contará con recursos no reembolsables. Es por esto que no son tenidos en cuenta ante la construcción más adelante del flujo de fondos.

El alto costo de instalación de recarga es factor para considerar en cualquier mercado de vehículos, y en el caso del mercado de vehículos eléctricos no es la excepción. Hacia 2025, se espera que el costo de todos los tipos de cargadores se reduzca hasta 40% considerando los siguientes aspectos:

- Mayor competencia por la entrada de nuevas empresas al mercado, por ejemplo, empresas de electricidad que buscan asociarse con fabricantes de cargadores para ofrecer servicios adicionales a la oferta de electricidad.
- La evolución en el uso de tecnologías y materiales relacionados a la manufactura de los cargadores.
- Incremento en la demanda debido a la evolución del mercado de vehículos eléctricos a nivel global.

#### 4.3.8 Gestión del Mantenimiento

Actualmente el mantenimiento es considerado como factor esencial en la economía de una empresa, que cuenta con una planificación para evitar improvisaciones que generan pérdidas. Para que el servicio se desempeñe eficientemente en su función, los componentes deber ser adecuadamente diseñados, optimizados y revisados periódicamente.

Consideramos que los costos variables están directamente relacionados con la prestación del servicio de transporte, es decir, que dependen del nivel de actividad del servicio de transporte urbano, de esta forma su relación es directamente proporcional.



Los costos de mantenimientos son de gran importancia a la hora de realizar el estudio económico-financiero.

Debido a la singularidad de la empresa, así como sus metas, la forma de organización y la naturaleza del proceso productivo, las instalaciones que dan soporte a la producción y mantenimiento, no se verán alteradas por el proyecto.

Un equipo que presenta una avería o anomalía demanda un mantenimiento, el cual puede ser preventivo o correctivo.

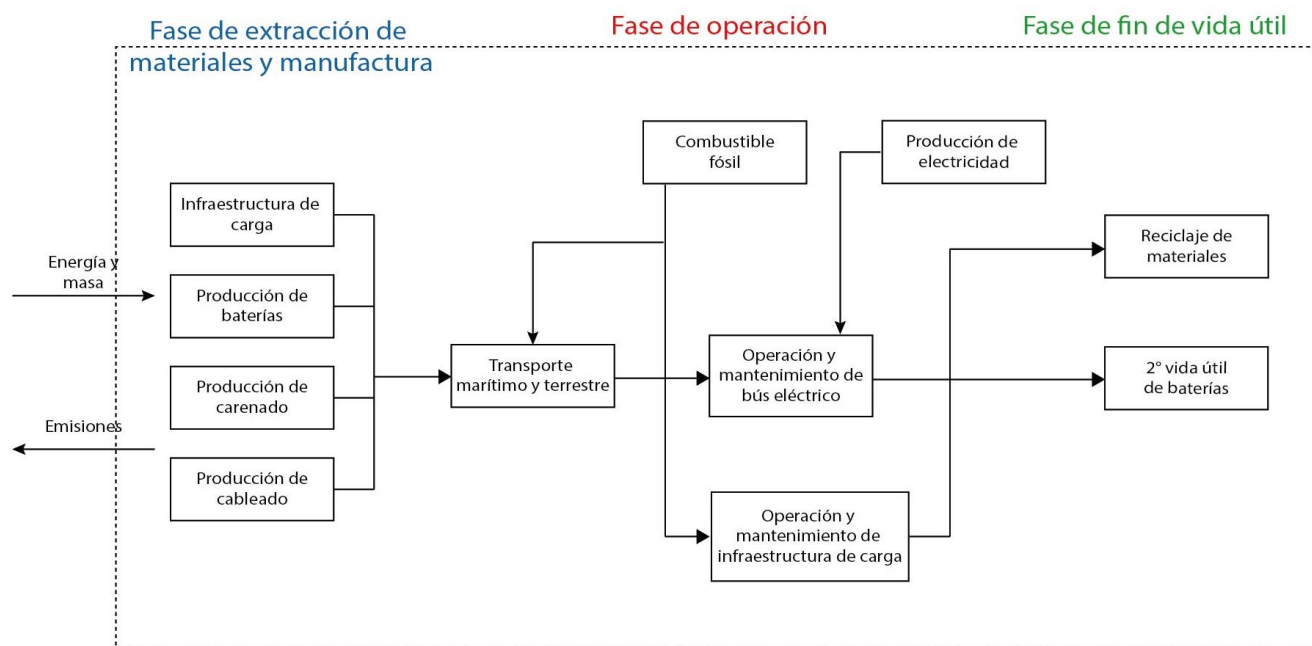
- Preventivo: Consta de actividades planeadas que se realizan cada una frecuencia determinada para evitar la ocurrencia de anomalías y, además, evitar las averías potenciales. Incluye inspecciones parciales o generales, monitoreo de parámetros, ajustes, tareas de lubricación, entre otros.
- Correctivo: Actividades realizadas después de que se ha producido la avería, con el objetivo de repararlo y devolver al equipo las establecidas. Usualmente estos imprevistos ocasionan indisponibilidad del equipo, lo que demanda acciones de reparación emergente.

#### 4.4 Análisis de Ciclo de Vida del producto

Según la Norma ISO 14040, el Análisis de Ciclo de Vida es una técnica para determinar luego los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto. Reuniendo un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los objetivos del estudio.

Se plantea el desarrollo de la siguiente figura mediante un diagrama dividido en tres bloques principales: manufactura, operación y fin de la vida útil. La línea punteada indica los límites del ciclo de vida del estudio. Este análisis servirá de base para el estudio ambiental del vehículo.

Figura 10 - Diagrama de Ciclo de Vida de los autobuses eléctricos.



Con respecto a la manufactura del autobús eléctrico, este consta de cuatro procesos: producción de infraestructura de carga, baterías, carenado y cableado, cada uno de estos procesos comienza con la extracción de materias primas las cuales deben ser procesadas. Aunque su enfoque está centrado sobre los vehículos livianos, sus resultados son escalables a los buses eléctricos. En esta etapa aún no se considera como impacto directo con la empresa ya que va a adquirir el ómnibus recién en la siguiente etapa.

En lo que refiere a la fase de uso, la misma está compuesta por dos procesos, el uso propiamente dicho, en el cual el bus tendrá ciclos de carga y descarga de las baterías que producirán una degradación del activo a lo largo del tiempo y por otro lado el mantenimiento.

En la fase que corresponde al fin de la vida útil de los activos se propone para las baterías una segunda vida útil, considerando distintos escenarios de degradación. Por otro lado, a los demás componentes se les da un tratamiento más general y se considera solo su proceso de reciclaje en su conjunto. La razón detrás de esta decisión es que en la actualidad las baterías de ion-litio son los elementos más costosos de producir desde el punto de vista económico y ambiental, lo que ameritan un estudio más profundo.



## 4.5 Conclusión del Estudio Técnico

El costo de adquisición inicial de los autobuses eléctricos BYD es muy alto comparativamente con el costo de compra de los autobuses diésel, siendo la diferencia más de diez a uno con respecto al convencional. Es por ello que, para que la transición energética sea económicamente viable, la compra de los autobuses eléctricos debe ser dirigida hacia inversionistas privados y el Estado, donde se debe impulsar a través de un régimen de promoción industrial la adopción de vehículos eléctricos.

Al analizar la unidad de transporte a diésel de la línea 47 de la empresa “El Urbano” se encontró que consume aproximadamente 51.000 litros anual, teniendo en cuenta que son cincuenta líneas diferentes con diez autobuses por línea. El ahorro en combustible sería de treinta millones de pesos lo que resulta relevante para incentivar el cambio.

El transporte con unidades eléctricas no utilizará combustible subsidiado para funcionar. Esto podría impactar en el componente social del transporte público debido a que el boleto está relacionado al costo de combustible. No obstante, no se descarta la opción de un subsidio del costo de la alimentación eléctrica debido a posible ley a aprobar, la cual cuenta con el subsidio a la electricidad. Por lo tanto, ésta es una medida que requiere una decisión política de los estados nacional y provincial.

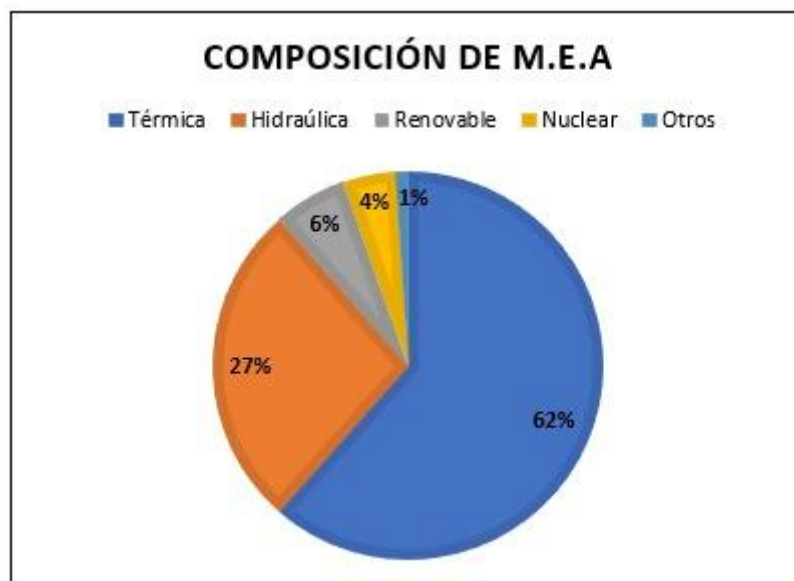
Por otra parte, con respecto al costo de mantenimiento, los autobuses alimentados con baterías tienen un mantenimiento mucho más económico que puede reducir a menos de la mitad los costos en comparación al mantenimiento de un bus diésel.

## CAPÍTULO 5

### Estudio Ambiental

Dentro de este estudio se conocerán como impactan las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de vehículos a combustión interna. Primeramente, para poder conocer dichos cálculos de las emisiones de gases de efecto invernadero se debe detallar la composición de la matriz energética. Estudiando solo el caso de Argentina, se tiene una matriz con preponderancia en la generación térmica (62%), seguido de generación por fuentes renovables (38%) dentro de las cuales se incluyen la hidráulica, solar, eólica, entre otras. En el siguiente gráfico se observan los porcentajes de la composición de la matriz energética actual de Argentina.

Gráfico 3 - Composición de M.E.A



#### 5.1 Ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero

Esta sección incluye un método para estimar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (*GEI*<sup>25</sup>), que implica reemplazar la flota de colectivos que realizan el recorrido estudiado.

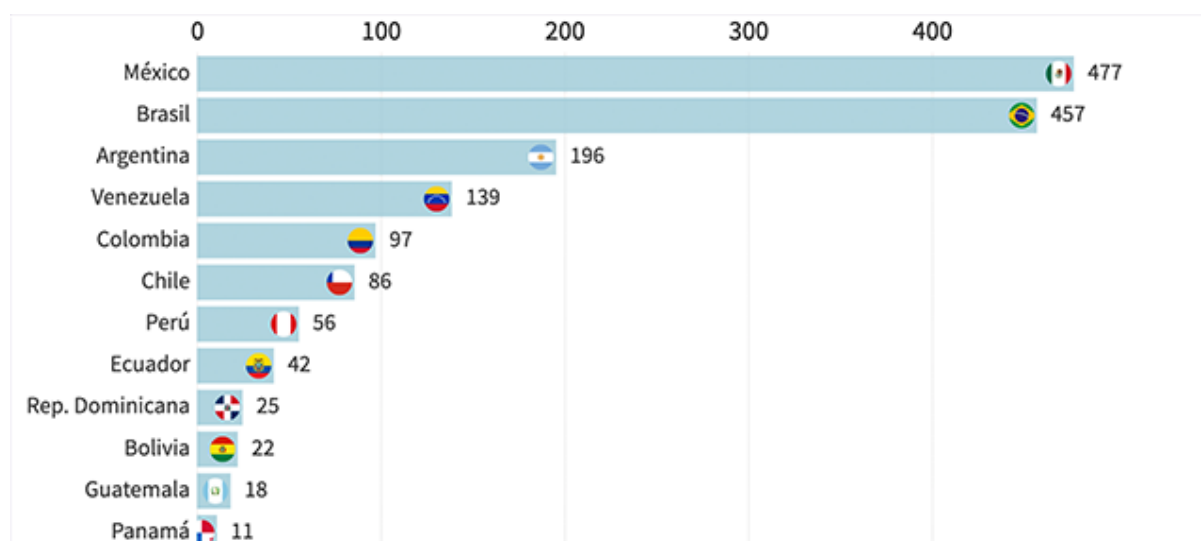
Para estimar se basa en un análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> tanto en el uso de combustibles fósiles como en conversión de energía eléctrica. Se adiciona a lo anterior la Contribución de cada país al aporte Nacional Decisivo (NDC, abreviatura en inglés) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

*NDC* es un compromiso nacional con la comunidad internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Los ODS son objetivos que marcan los países a largo plazo y que implican tomar medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

El informe “*Movilidad eléctrica. Oportunidades para Latinoamérica*”, publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), muestra de forma gráfica el porcentaje de reducción de gases de efecto invernadero definido en los compromisos nacionales en algunos países de América del Sur.

Gráfico 4 - Países que emitieron dióxido de carbono en últimos 20 años



<sup>25</sup> Un gas de efecto invernadero (GEI) es un gas atmosférico que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la principal causa del efecto invernadero.



En el siguiente ítem se analiza las emisiones producidas durante las diferentes etapas del ciclo de vida de la combustión diésel y la energía eléctrica incluyendo la distribución hasta la disposición final. Argentina se encuentra en tercer lugar en un análisis de América del Sur.

## 5.2 Emisiones de CO<sub>2</sub> para ambas tecnologías

A partir del consumo de cada autobús (eléctrico y convencional) utilizados por la línea, y la huella de carbono asociada a la matriz energética y al proceso productivo del combustible diésel, es posible calcular las toneladas abatidas de dióxido de carbono al incorporar la tecnología alternativa.

### 5.2.1 Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> de combustibles fósiles

Para entender el impacto y la problemática que generan los autobuses convencionales en el efecto invernadero, se precisa entender el ciclo completo de producción de combustible, además de las emisiones directamente asociadas al consumo de este. Para ello, es necesario cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero de todo el proceso de producción del diésel. Se estima las emisiones de todas las actividades relacionadas a la producción y uso de combustibles fósiles.

A continuación, se detalla en el siguiente diagrama las emisiones de GEI correspondientes a cada proceso del ciclo de vida del combustible fósil. Es decir, desde la extracción del recurso natural y los materiales, producción, distribución y el uso del producto.

El factor resultante será utilizado para el cálculo de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Este factor sirve para utilizar una misma unidad de comparación entre las emisiones de GEI de las distintas tecnologías, para poder comprender cual es el impacto que genera cada una. Se determina el diagrama con un factor de emisión de gGEI/L (gramos de gases de efecto invernadero) que luego se compara con el factor correspondiente al autobús eléctrico.



Se calcula el equivalente de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> a kilogramos de CO<sub>2</sub>, luego por medio del factor de emisión del transporte de autobuses urbanos de 2610 gCO<sub>2</sub>/litro consumido, se estima las emisiones que realiza el VC.

### Pasaje de unidades

$10.180 \times 10^{-3}$  toneladas métricas de gCO<sub>2</sub>/L de diésel = 10,180 Kilogramos de CO<sub>2</sub>/galón de diésel.

El trayecto que realiza el autobús diésel es de 8.376 lt por mes, con una tasa promedio de consumo de 2,5 km/lt, consume 20.940 litros de combustible. Se cotiza este monto obtenido para obtener el ahorro (en dólares) que se obtendría por dejar de emitir esa cantidad de CO<sub>2</sub> contemplando todo el ciclo de vida del combustible fósil.

*Tabla 6 - Detalles de emisiones de CO<sub>2</sub>*

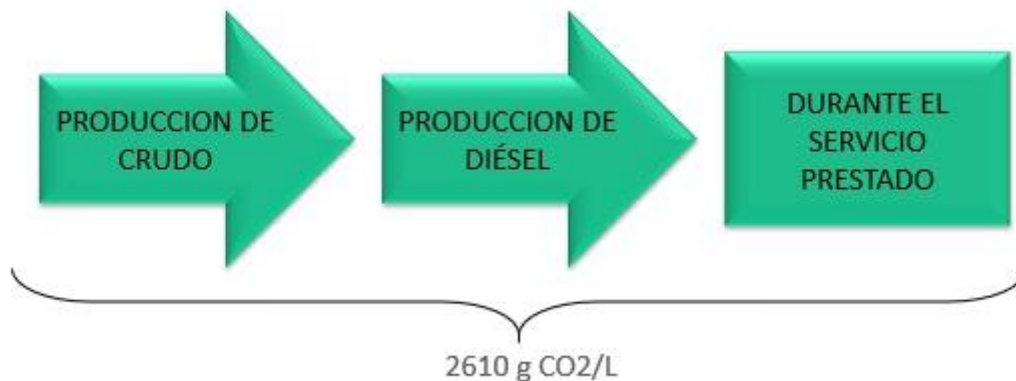
Tipo de tecnología	Factor de emisión [g/Litro diésel]	consumida [Lt diésel]	Tn de CO <sub>2</sub> por bus
Diésel	2610	20.940	54653,4

Las emisiones en función de la distancia recorrida varían de acuerdo con múltiples factores, como por ejemplo las características y la velocidad del vehículo. El valor obtenido está calculado para un solo vehículo por lo cual, se estudia la flota perteneciente a la línea 47 que cuenta con diez vehículos. Las emisiones emitidas por esa flota son:

$$\begin{aligned} &54653,4 \text{ Tn de CO}_2 * 10 \\ &= 546534 \text{ Tn de CO}_2 \end{aligned}$$



Figura 11 - Ilustración de producción de CO<sub>2</sub> ómnibus convencional



### 5.2.2 Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> de la energía eléctrica

Se realiza la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero durante la etapa de uso, que es la etapa que está directamente relacionada con el consumo de energía eléctrica.

Se realiza la misma metodología de cálculo que se utilizó para calcular las emisiones directas del vehículo de combustión interna.

#### Reducciones de electricidad (kilovatios-hora):

La fórmula siguiente para calcular la equivalencia de gases de efecto invernadero usa la tasa de emisión marginal de CO<sub>2</sub> promedio *ponderada de los EE. UU. de la AVERT*<sup>26</sup> para convertir las reducciones de kilovatios-hora en unidades de emisiones de dióxido de carbono evitadas.

Se calcula el equivalente de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> a kilovatios-hora de CO<sub>2</sub>, luego por medio del factor de emisión para autobuses eléctricos, se estima las emisiones que realiza el VE.

#### Pasaje de unidades del factor de emisión

$$1,562.4 \text{ lb CO}_2/\text{MWh} \times (4.536 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas/lb}) \times 0.001 \text{ MWh/kWh} = 7.09 \times 10^{-4} \text{ toneladas métricas de CO}_2/\text{kWh} = 0.709 \text{ tn de CO}_2/\text{MWh}$$

<sup>26</sup> Este cálculo no incluye gases de efecto invernadero que no sean CO<sub>2</sub>. Incluye pérdidas de energía en los cables. Fuente: EPA (2020) AVERT, datos de la tasa de emisión marginal de CO<sub>2</sub> promedio ponderada de los EE. UU. del año 2019. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., Washington, D.C



El consumo del autobús BYD K9G al realizar 10.639 km por mes, con una tasa promedio de consumo de 1,2 MWh/km, es 12766 MWh. Luego se utiliza el factor de emisión de  $7.09 \times 10^{-4}$  toneladas métricas de CO<sub>2</sub>/MWh para obtener los kilogramos de CO<sub>2</sub> que genera el autobús eléctrico y poder compararlo con el cálculo realizado en el apartado anterior.

Tabla 7 – Cantidad de CO<sub>2</sub> que emite un ómnibus

Tipo de tecnología	Factor de emisión [tnCO <sub>2</sub> /MWh]	Energía consumida [MWh]	Tn de CO <sub>2</sub> por bus
Eléctrico	0,709	12.766	9051,1

A partir de los resultados obtenidos en los ítems anteriores, se hace una comparación de ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidas en la sustitución de los autobuses de combustión interna por colectivos eléctricos. No se tiene en cuenta la emisión de gases durante la generación de energía eléctrica, resultando en una reducción de varias toneladas anuales por colectivo. Los valores hallados anteriormente representan una disminución del 83% de emisiones respecto a la utilización de un colectivo a motor diésel.

### 5.3 Disposición final de las baterías de Ion-Litio

Con respecto a las emisiones producidas durante el final de vida útil de un autobús convencional y uno eléctrico, la principal diferencia radica en la eliminación de las baterías, necesaria para la gestión de residuos. Debido al uso cada vez mayor de baterías de Ion-Litio en diversos sectores industriales, como los equipos electrónicos de consumo (teléfonos móviles, computadoras, etc.) y el sector del transporte, las mismas están en constante evolución.

Según el estudio *"Autobuses eléctricos en las ciudades. Hacia un aire más limpio y menos dióxido de carbono"*, realizada por *Bloomberg New Energy Finance (2018)*, la eliminación y la gestión de baterías usadas en la Unión Europea (UE) están



actualmente sujetas a la Directiva de la UE 2006/66 / EC. Sin embargo, la legislación se estructura principalmente en torno a minimizar las emisiones de mercurio y cadmio.

La Unión Europea publicó una nueva legislación específica para baterías usadas de vehículos eléctricos en 2018. Por lo tanto, la acción del gobierno es considerar la promulgación de leyes que exijan que las baterías usadas se devuelvan a ciertas empresas responsables del reciclaje, lo que puede generar una gran cantidad de ingresos en el negocio del reciclaje de baterías.

Cada vez se desarrollan más procesos de reciclaje hidrometalúrgico para baterías de iones de litio. Estos métodos de procesamiento son más costosos, pero pueden producir materiales refinados que puedan reutilizarse para fabricar baterías de iones de litio. Sin embargo, se debe considerar el costo de eliminación y se debe sopesar el precio y la cantidad de materiales reciclados.

Otra posible solución es la reutilización de las baterías. Según el estudio realizado por *Bloomberg New Energy Finance* (2018), a partir de la información proporcionada por las garantías de las baterías de distintos fabricantes de autobuses, la vida media estimada de las baterías es de alrededor de siete a diez años. Como se ha comentado, se prevé un reciclaje o reutilización de las baterías tras su vida útil.

Por otra parte, la empresa BYD anunció que instalaría baterías de autobuses eléctricos de segunda vida en un proyecto de almacenamiento de energía en la provincia de Hunan, China. Estas ideas ayudarán a una mejor comprensión del potencial que se tiene al usar baterías de autobús en aplicaciones de segunda vida en el futuro. Si es económicamente atractivo, esto podría ayudar a aumentar los valores residuales del bus eléctrico. Además, existe la posibilidad de reutilizar baterías en estaciones de carga de autobuses eléctricos.

El objetivo es un uso sostenible de las baterías y la estabilización de la demanda energética, evitando picos de consumo energético durante la carga de los autobuses eléctricos presentes en la flota.

Cuando se combina un gran número de baterías, se pueden reutilizar para introducir ajustes en la oferta y la demanda energética, gestionar las fluctuaciones de frecuencia, así como las oscilaciones de voltaje en los sistemas de distribución. Así, el acumulador se carga en los periodos valle y los autobuses pueden usar esta carga en los periodos punta. Por tanto, comparando con los sistemas de combustión diésel, los cuales no tienen uso luego de su fin de ciclo de vida, el reciclaje de baterías implica



un ahorro de costos, estabilización del uso de la red eléctrica y contribución a la sustentabilidad del medioambiente.

## 5.4 Conclusión del estudio ambiental

### 5.4.1 Premisas de Disminución de emisiones de $CO_2$

El cambio climático es uno de los problemas ambientales que más impacto ha tenido en el mundo en los últimos años, sus efectos negativos se observan en todo el planeta. El calentamiento global está directamente relacionado con las actividades humanas, la actividad industrial y principalmente a través de su nivel de consumo. Los gases de efecto invernadero (GEI) producidos por estas actividades humanas (agricultura, ganadería, industria, etc.) en un futuro producirán mayores emisiones de estos gases y, como resultado, agravando el efecto invernadero que conduce al cambio climático y sus consecuencias conocidas.

Los países desarrollados estimulan las ventas de los vehículos eléctricos como una acción que los ayudará a lograr una mayor independencia energética, descarbonar el transporte y alcanzar los objetivos con relación al cambio climático.

### 5.4.2 La reducción de emisiones de $CO_2$ .

Las reducciones de emisiones  $CO_2$  no es tomado en cuenta como indicador referente para la decisión final, pero se considera importante poder cuantificar el cuidado del medio ambiente y de esta forma concientizar al lector.

Desde el punto de vista económico-ambiental, la disminución de emisiones de  $CO_2$  puede cotizarse debido a la relación por cada tonelada de  $CO_2$  la cual si deja de emitirse equivale a 93 USD<sup>27</sup>. Este valor multiplicado por las toneladas de  $CO_2$  ahorradas para la implementación del proyecto forma parte del ahorro producido tanto económico como en emisiones de gas de efecto invernadero. Agregando a la

---

<sup>27</sup> Precio de emisión de Dióxido de Carbono en agosto de 2022 en <https://es.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>



disminución de costos en emisiones de gases se adiciona también la huella de carbono, donde va a calcular menores mediciones de emisiones en el proceso de producción (la batería de iones de litio es responsable de casi la mitad del CO<sub>2</sub> emitido durante su fabricación), producción previa de la energía a utilizar y de los materiales a utilizar en la fabricación del autobús.

#### 5.4.3 Emisiones directas

Incluye las emisiones causadas por el consumo de combustibles fósiles en el transporte. No se midieron los valores de emisión de la totalidad de la flota de autobuses de combustión circulante, sólo se analiza el caso de estudio de la línea 47, pero se estima que están dentro de los límites que marca la ley debido a que los vehículos se han utilizado durante diez años en algunos casos. Este ítem ya fue explicado con sus cálculos en la reducción de emisiones de gases.

##### Galones de diésel consumidos:

En el preámbulo de la reglamentación conjunta de la EPA y el Departamento de Transporte del siete de mayo del 2010, se estableció los estándares iniciales de economía de combustible del Programa nacional para los modelos de los años 2012-2016. Las agencias indicaron que se acordó usar un factor de conversión común de *10,180 grs de emisiones de CO<sub>2</sub> por galón de diésel consumido*<sup>28</sup> (Registro Federal 2018).

Como referencia, para obtener la cantidad de kilogramos de CO<sub>2</sub> emitidos por galón de diésel quemado, el contenido de calor del combustible por galón se multiplica por kg de CO<sub>2</sub>. Este valor supone que todo el carbón en el diésel se convierte en CO<sub>2</sub> (IPCC 2006).

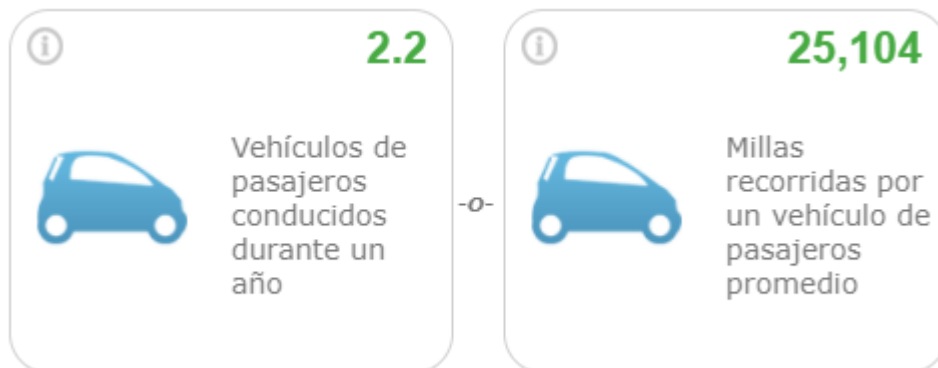
A continuación, en base a la cantidad de galones de Diesel consumidos por parte del ómnibus convencional se obtienen valores equivalentes de dióxido de carbono en función de los factores de emisión por el consumo energético o

---

<sup>28</sup> Densidad del gasoil a 15° C: 900 kg/m<sup>3</sup> (Real decreto 1088/2010).

reducciones de electricidad de otras formas posibles. En la siguiente figura se puede visualizar estas equivalencias.

*Figura 12 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: autos*



*Figura 13 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: combustible*



*Figura 14 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: petróleo*



Figura 15 - Equivalente emisiones de gases de efecto invernadero: teléfonos celulares



Figura 16 - Equivalente en emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por: residuos



Figura 15 - Equivalente en emisiones de gases de efecto invernadero evitadas por lámparas



#### 5.4.4 Emisiones indirectas

El impacto en la red del sistema propuesto se puede considerar desde la perspectiva de la energía o la potencia. En cuanto al suministro de energía, dado que el vehículo contiene un cargador de 32 kW, se requiere un punto de suministro de



energía trifásico de 380V y 80<sup>a</sup>. El mismo debe contener una protección termomagnética y un disyuntor diferencial al final del recorrido y en el lugar de almacenamiento. Desde la perspectiva de la red, debería ser predecible que una conexión equivalga a una pequeña industria o al consumo de siete apartamentos.

#### 5.4.5 Comparaciones específicas

Existen tres partes principales en que los VE se diferencian de los VC:

El primer elemento es el motor, el cual existe de dos tipos principales, los de corriente alterna y los de corriente directa, siendo los motores AC los más utilizados para el mercado para mayor desempeño, tanto así que Tesla<sup>29</sup> los utiliza, específicamente los de tipo asincrónico.

Sistemas electrónicos: estos sistemas contienen toda la electrónica del vehículo como controladores, aceleradores, etc. Una de las principales funciones que transforma la corriente DC de una batería a corriente AC para ser alimentado el motor, además en ciertos casos hacen un retorno de energía hacia la batería, enviada por un freno regenerativo. La batería, también llamada fuente de energía provee la energía a todos los sistemas y principalmente al motor para poder moverlo, en conjunto con el motor es la dupla más importante dentro de un vehículo eléctrico para que este tenga un correcto funcionamiento. Al adentrarse en los vehículos eléctricos se reconoce como uno de los principales componentes la batería, su importancia es tal que la autonomía y el precio del vehículo depende del tipo y tamaño de la misma. Este acumulador de energía almacena la electricidad mediante elementos electroquímicos, un proceso con pérdidas mínimas que permite un rendimiento próximo al 90%. (Electro movilidad, 2018)

---

<sup>29</sup> Tesla es una empresa estadounidense liderada por Elon Musk, que diseña, fabrica y vende automóviles eléctricos, componentes para la propulsión de vehículos eléctricos y baterías domésticas.





## CAPÍTULO 6

### Estudio Económico

#### 7.1 Introducción

La empresa El Urbano, dedicada a brindar el servicio de transporte público en la ciudad de San Salvador de Jujuy opera desde hace más de treinta años. Cuentan con un amplio conocimiento en este rubro y tienen como misión brindar un buen servicio a sus pasajeros abarcando cada vez más zonas de la ciudad. En 2019 propusieron como objetivo mejorar la calidad de su servicio. Es importante mencionar que la mayoría de sus flotas cuentan con vehículos antiguos. Esto sucedió por consecuencia de la exponencial expansión poblacional que se dio en los últimos diez años en la provincia por la creación de nuevos barrios hacia las afueras de la ciudad.

La empresa muestra interés en innovar y con lo demás relacionado con la sustitución de sus vehículos. Para este proyecto es de vital importancia tener presente que muchos de los vehículos actuales a reemplazar aún son viables para su función, por lo tanto, se tendrá en cuenta una opción con el objeto de la reubicación de estos hacia otras líneas.

Con respecto a la fuente de financiamiento, con la premisa principal de reducción de una cantidad significativa de 54653,4Tn de CO<sub>2</sub>, se decide recurrir a una fuente externa. Será necesaria una evaluación de las condiciones y requisitos para acceder a recursos de fuentes bilaterales y multilaterales de fondos verde. Un porcentaje del financiamiento se ocuparán organismos mundiales que financian proyectos relacionados con la protección del medioambiente y la mitigación o adaptación al cambio climático.



El encargado de financiar será el ente denominado Fondo Verde para el Clima (GCF)<sup>30</sup>. Con el tiempo se espera que este instrumento se convierta en el principal mecanismo de financiamiento multilateral para apoyar las acciones climáticas en los países en desarrollo.

Los países receptores pueden presentar propuestas de financiamiento a través de las Autoridades Nacionales Designadas. Los países receptores tendrán acceso directo a través de entidades de implementación acreditadas subnacionales, nacionales y regionales, que propongan y establezcan, si las mismas cumplen determinadas normas fiduciarias. También se puede acceder a financiación del Fondo Verde para el Clima a través de entidades de implementación multilaterales, tales como los bancos de desarrollo multilaterales y los organismos de las Naciones Unidas.

En función de la inversión total necesaria, se distinguen cuatro categorías de proyectos:

- Grande: Mayor de USD 250 millones.
- Mediano: Mayor de USD 50 millones y menor o igual a USD 250 millones.
- Pequeño: Mayor de USD 10 millones y menor o igual a USD 50 millones.
- Micro: Menor o igual a USD 10 millones.

### Análisis de criterios

El Fondo Verde para el Clima considera seis criterios de inversión específicos para elegir la actividad, así como los factores de evaluación indicativos. La entidad acreditada desarrollará sus propuestas de financiación evaluando estos criterios. Se debe cumplir al menos un subcriterio de cada uno de los seis criterios principales. De esta forma, el GCF utiliza los siguientes criterios generales para evaluar los programas o proyectos propuestos:

- Potencial impacto (mitigación y adaptación de impactos)

---

<sup>30</sup> El Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés) fue adoptado como mecanismo financiero de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) a finales de 2011.



- Potencial de cambio de paradigma (impacto más allá de una inversión puntual en un proyecto o programa)
- Potencial de desarrollo sostenible (beneficios y prioridades más amplios: económicos, sociales y ambientales)
- Necesidades del beneficiario (vulnerabilidad y necesidades de financiamiento del país beneficiario y su población)
- Participación del país (grado de participación del país beneficiario y capacidad de implementar un proyecto o programa financiado)
- Eficiencia y eficacia (solidez económica y financiera del programa o proyecto)

Al tratarse de una empresa que se encuentra en marcha y no un proyecto nuevo, se encuentra irrelevante analizar los ingresos, donde el préstamo es no reembolsable. Estos si se tendrán en cuenta en la construcción del flujo de caja del proyecto, no obstante, serán insignificantes para el cálculo de indicadores finales. Un aspecto importante para remarcar es que todos los costos son expresados en dólares, por lo tanto, se verá afectado por otro porcentaje inflacionario.

Para acceder al convenio de Fondo Verde se deben cumplir algunos requisitos:

#### Análisis de cumplimiento de los criterios de elegibilidad

El proyecto de sustitución de la flota de autobuses convencionales por autobuses eléctricos en Argentina cumple los requisitos necesarios para postular al Fondo Verde al suponer, principalmente, un proceso relevante en la mitigación del cambio climático. En cuanto al Fondo Verde del Clima, se cumplen los seis criterios generales descritos previamente para evaluar el proyecto:

- Potencial impacto. La introducción de autobuses eléctricos supone un ahorro significativo de emisiones de gases de efecto invernadero, definido en el apartado anterior.
- Potencial de cambio de paradigma. Implantar el proyecto de electromovilidad en el transporte público permite dar visibilidad a este tipo de proceso. Por tanto, potencia la adopción del proyecto en otros países. A su vez, al sustituir de forma



gradual la flota de autobuses, también supone un potencial desarrollo del proyecto en la región, hasta conseguir que el total de la flota conste únicamente de autobuses eléctricos. También ayudan las oportunidades para orientar soluciones innovadoras, nuevas líneas de mercado y modelos de negocio.

- Potencial de desarrollo sostenible. La introducción de buses eléctricos genera claros beneficios socioeconómicos. De esta forma, promueve externalidades ambientales, como la mejora de la calidad del aire y, por tanto, una mejora esperada en la salud de los habitantes de la región.
- Necesidades del beneficiario. Potencia las oportunidades para que el fondo derribe las barreras financieras presentes en la electromovilidad, de forma especial, el elevado costo de adquisición de los autobuses eléctricos.
- Participación del país. El proyecto incluye mejoras en las políticas estratégicas nacionales, en caso de ser necesarias. Además, se han realizado proyectos piloto que respaldan la capacidad del país de implementar el proyecto.
- Eficiencia y eficacia. Se aplican las explicaciones de cómo se consideran y utilizan las mejores tecnologías disponibles, así como se especifican las innovaciones o modificaciones realizados en base a las mejores prácticas de la industria

A su vez, los proyectos también cumplen los criterios de elegibilidad del Fondo para el Medio Ambiente Global:

- Ser de un país elegible. Los países están representados en el Consejo del GEF a través de treinta y dos miembros y los respectivos suplentes, cada uno designado por grupos de países. Todos los países nombran a funcionarios nacionales como puntos focales, responsables de las relaciones con la Secretaría y las agencias del GEF.
- Cumplir con las prioridades de desarrollo sostenible nacionales. Los proyectos de electromovilidad están en consonancia con las políticas medioambientales de los gobiernos.
- El proyecto debe abordar una o más áreas focales del GEF. El proyecto cumple con el área focal destinada a la mitigación del cambio climático. Además, cabe destacar que el GEF-7 promueve la innovación y adopción de nuevas



tecnologías y políticas bajas en carbono, entre las que se encuentran las tecnologías de accionamiento eléctrico y la electromovilidad.

- El proyecto debe buscar financiación del GEF solo para los costos incrementales destinados a lograr beneficios ambientales globales. La introducción de autobuses eléctricos supone un elevado costo incremental en la adquisición de los vehículos respecto a los autobuses convencionales.

Se involucra a la sociedad civil en el diseño e implementación del proyecto. El proyecto beneficia a los habitantes de la región al favorecer la descontaminación del aire y proporcionar un servicio de calidad.

## 7.2 Análisis de sustitución

### Fundamentos de Análisis de Reemplazo

*Todos los proyectos que se originan en empresas en funcionamiento pueden ser evaluados por dos procedimientos alternativos. El primero de ellos, consiste en proyectar por separado los flujos de la situación actual y de la situación nueva. El otro, busca proyectar el flujo incremental entre ambas situaciones. Ambas alternativas conducen a un resultado idéntico. (Sapag Chain – Cap. 14 – Construcción de flujo de caja).*

Para este estudio, como ya se mencionó antes, se excluyen los ingresos por considerarse irrelevante para la decisión. Se construyen los flujos de fondos de ambas opciones detalladas a continuación donde solo se consideran los costos que difieren al realizar el reemplazo:

- Opción A. Mantener la situación actual de la empresa sin vender ninguna flota.
- Opción B. Reemplazo del activo por vehículos eléctricos.

## 7.3 Construcción del flujo de caja general

El flujo de caja este compuesto por cuatro elementos básicos:

- Egresos iniciales



- Ingresos y egresos de operación
- Momento en el que ocurren estos ingresos y egresos
- Valor de desecho o salvamento del proyecto

## 7.3.1 Ómnibus actual

### 7.3.1.1 Egresos iniciales:

Al no existir una inversión inicial para la flota actual, debido a que no se va a vender la misma, en este apartado solo se tendrá en cuenta los valores reflejados en el inciso 4.2.1 del Estudio Técnico, donde el precio de venta de los vehículos actuales es de USD 50.160. El proyecto plantea una sustitución de diez ómnibus en total, por lo tanto, a este número se multiplicará al final y se harán los cálculos solo para una unidad a modo de simplificar el procedimiento.

### 7.3.1.2 Ingresos y egresos de operación

En este apartado se toman en cuenta gastos contables que permiten reducir la utilidad contable sobre la cual deberá pagarse el impuesto correspondiente. Conocidos como *no desembolsables*, están constituidos por las depreciaciones de los activos fijos, la amortización de activos intangibles y el valor libro o contable de los activos que se venden.

Aunque existen muchos métodos para calcular la depreciación, generalmente se acepta la convención de que es suficiente aplicar el método de depreciación lineal o línea recta, sin valor residual. Se calcula la depreciación del vehículo actual:

$$\text{depreciación anual} = \frac{\text{Valor del activo} - \text{Valor Residual estimado}}{n}$$

$$\text{depreciación anual} = \text{USD } 4.564,56$$



### Cálculo de capital de trabajo

No habrá cambios en los activos circulantes para el periodo que se está examinando. Por lo que el cálculo del capital no se tendrá en cuenta para este proyecto.

#### 7.3.1.3 Costos de Operación

Pueden ser directos o indirectos. Los directos están compuestos por los materiales directos y la mano de obra directa, que debe incluir remuneraciones, indemnizaciones y otros desembolsos relacionados con un salario. Los costos indirectos se componen por: la mano de obra indirecta (jefes de servicio, choferes, personal de reparación y mantenimiento, personal de limpieza), los materiales indirectos (repuestos, combustibles y lubricantes, útiles de aseo) y los gastos indirectos, como *energía* (electricidad, gas, vapor), comunicaciones, seguros, etcétera.

Del estudio técnico se extrae la información para poder visualizar cuales son los consumos del vehículo actual. El consumo en promedio es de 40 litros por cada 100 km por lo tanto realizan 2,5 litros por km. Los mismos se detallan a continuación:

- Costos de consumo:

*Tabla 8 – Resumen de consumo vehículo actual*

	Diesel	
Consumo de combustible	2,50	litros/km
Consumo en un recorrido/día	692	litros
Consumo en un recorrido/mes	20760	litros
Consumo en un recorrido/año	249120	litros
Precio de kWh / Lts de comb	\$ 0,93	U\$D
Costo de consumo total	\$ 231.177	U\$D

- Costos de neumáticos: La empresa “El urbano” indica que sus unidades ocupan un juego de neumáticos cada diez meses, luego de esta reposición se utilizan dos neumáticos nuevos destinados a las llantas direccionales. A los cuatro neumáticos posteriores se les realiza una tarea que implica recubrirlo con una



disolución de caucho para que de esta forma se prolongue más su vida útil. Entonces, a estos seis neumáticos se les designa un rendimiento del 75% de los neumáticos en función al tipo de terreno que recorren para brindar el servicio.

*Tabla 9 - Resumen de costos de neumáticos*

	Diesel
Cantidad de neumaticos nec	6
Costo unitario	\$ 462
Costo total de neumaticos	\$ 2.772,00
Rendimiento de neumaticos f(km)	75%
Costo total de neumaticos por veh	\$ 3.715,82
Costo total de neumaticos DE FLOTA	\$ 37.158,18

- Costos de mantenimiento: En la siguiente tabla se exponen los costos de mantenimiento preventivo del vehículo actual.

*Tabla 10 - Resumen costos mantenimiento autobús actual*

Area de mantenimiento	Detalles	Intervalo	Costo [U\$D]
Tren motriz	Cambiar aceites de engranajes del eje motriz.	Mensual	\$ 90,65
	Revisar los arneses de alto y bajo voltaje de motor de rueda.	Mensual	\$ 45,32
	Revisar el estado de rendimiento de aceleracion y desaceleracion.	Mensual	\$ 58,92
	Revisar conjunto de radiador de aceite.	Mensual	\$ 76,60
	Reemplace filtro y aceite del motor	Semestral	\$ 543,88
Anti-corrosion chasis	Revisar abrazadera, soportes y juntas.	Anual	\$ 933,65
	Revisar componentes desgastados.	Anual	\$ 1.087,75
Sistema de freno	Revisar carrera libre del pedal de freno.	Mensual	\$ 90,65
	Revisar las piezas de fijacion del sistema de freno.	Mensual	\$ 99,71
	Revisar rendimiento del freno de servicio y freno de estacionamiento.	Mensual	\$ 135,97
Compresor de aire	Limpiar el elemento de filtro de admision.	Trimestral	\$ 462,29
	Revisar almohadillas	Trimestral	\$ 924,59
Sistema de direccion	Revisar apriete de pernos y tuercas de direccion.	Mensual	\$ 58,92
	Verificar si existe fuga de aceite, o daño externo en el radiador	Mensual	\$ 45,32
	Revisar apriete de rotulas en la barra.	Mensual	\$ 70,70
Sistema de refrigeracion	Revisar ventilador electronico	Mensual	\$ 30,82
	Reemplazar refrigerante / Revision de liq. refrigerante	Semanal	\$ 280,79
	Revisar estado de mangueras de refrigeracion	Mensual	\$ 2,72
Sistema de marcha	Revisar las piezas de fijacion de suspensiones	Mensual	\$ 105,15
	Revisar los amortiguadores.	Mensual	\$ 3,08
	(Otros..)	Mensual	\$ 147,75

La información expuesta sobre el mantenimiento correctivo es cedida por el fabricante y se resume en la siguiente tabla:





Tabla 11 - Resumen de mantenimiento correctivo vehículo actual

Diesel	Costo por vehiculo	\$ 384,80
	Costo total de flota	\$ 3.848,00

Se toma este valor como un promedio de todos los costos de mano de obra del servicio que realiza el mantenimiento correctivo; sin embargo, no se contempla el precio de la pieza deteriorada o sin funcionamiento si se requiriese un recambio.

## 7.3.2 Ómnibus eléctrico

### 7.3.2.1 Egresos iniciales

Corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto, es decir, lo requerido para financiar el primer periodo.

El costo del autobús nuevo de USD 350.000, es el valor de venta directo desde el fabricante. Al igual que en la situación actual se multiplicará por diez los valores debido a la cantidad que forman parte de la flota en estudio.

### 7.3.2.2 Ingresos y egresos de operación

Para el vehículo nuevo se utiliza una vida útil de quince años en base a la información recolectada. Usualmente la empresa trabaja con un modo de operación hasta la rotura, es decir, los ómnibus permanecen en las calles hasta que dejen de funcionar. Se calcula la depreciación del ómnibus nuevo a quince años.

$$\text{depreciación anual} = \frac{\text{Valor del activo} - \text{Valor Residual estimado}}{n}$$

$$\text{depreciación anual} = \text{USD } 19.833,33$$



### 7.3.2.3 Costos de Operación

Del estudio técnico se extrae la información operacional. Actualmente el costo de la energía eléctrica cotiza a \$0,15 USD/kWh. A continuación, se detallan los costos indirectos:

- El gasto de energía se determina según el consumo del vehículo, el cual es 1,248 kWh/Km. En la siguiente tabla se puede visualizar el consumo de del vehículo eléctrico estudiado.

*Tabla 17 - Resumen de consumo vehículo actual*

	Electrico	
Consumo de combustible	1,25	<i>kWh/km</i>
Consumo en un recorrido/dia	345	<i>kWh</i>
Consumo en un recorrido/mes	10363	<i>kWh</i>
Consumo en un recorrido/año	124361	<i>kWh</i>
Precio de kWh / Lts de comb	\$ 0,15	U\$D
Costo de consumo total	\$ 18.654	U\$D

- Costos de neumáticos: Es clave la observación de que los neumáticos de los autobuses eléctricos tienen una menor duración con respecto al convencional. Esto se debe a que el vehículo es mucho más pesado. Por lo tanto, afecta al rendimiento, el cual en comparación al convencional es menor, con un valor de 59%.

*Tabla 12 - Resumen costo neumáticos*

	Electrico
Cantidad de neumaticos nec	6
Costo unitario	550
Costo total de neumaticos	\$ 3.300,00
Rendimiento de neumaticos f(km)	59%
Costo total de neumaticos por veh	\$ 5.570,56
Costo total de neumaticos DE FLOTA	\$ 55.705,60

- Costos de mantenimiento preventivo: Entre los principales ahorros que pueden diferenciarse con la otra opción se encuentran en el cambio de filtros,



lubricantes y mantenimiento en sistema de dirección y freno. En los sistemas, que si se presentan costos más elevados en comparación al ómnibus actual es en el de refrigeración y de marcha.

*Tabla 18 – Tabla de costos de mantenimiento del autobús nuevo*

Area de mantenimiento	Detalles	Intervalo	Costo [U\$D]
Tren motriz	Cambiar aceites de engranajes del eje motriz.	Mensual	\$ 55,00
	Revisar los arneses de alto y bajo voltaje de motor de rueda.	Mensual	\$ 45,32
	Revisar el estado de rendimiento de aceleracion y desaceleracion.	Mensual	\$ 58,92
	Revisar conjunto de radiador de aceite.	Mensual	\$ 76,60
	Reemplace filtro y aceite del motor	Semestral	\$ 139,88
Anti-corrosion chasis	Revisar abrazadera, soportes y juntas.	Anual	\$ 933,65
	Revisar componentes desgastados.	Anual	\$ 670,00
Sistema de freno	Revisar carrera libre del pedal de freno.	Mensual	\$ 146,65
	Revisar las piezas de fijacion del sistema de freno.	Mensual	\$ 99,71
	Revisar rendimiento del freno de servicio y freno de estacionamiento.	Mensual	\$ 135,97
Compresor de aire	Limpiar el elemento de filtro de admision.	Trimestral	\$ 269,00
	Revisar almohadillas	Trimestral	\$ 92,59
Sistema de direccion	Revisar apriete de pernos y tuercas de direccion.	Mensual	\$ 58,92
	Verificar si existe fuga de aceite, o daño externo en el radiador	Mensual	\$ 5,32
	Revisar apriete de rotulas en la barra.	Mensual	\$ 70,70
Sistema de refrigeracion	Revisar ventilador electronico	Mensual	\$ 56,82
	Reemplazar refrigerante / Revision de liq. refrigerante	Semanal	\$ 280,79
	Revisar estado de mangueras de refrigeracion	Mensual	\$ 2,72
Sistema de marcha	Revisar las piezas de fijacion de suspensiones	Mensual	\$ 105,15
	Revisar los amortiguadores.	Mensual	\$ 3,08
	(Otros..)	Mensual	\$ 499,75

Usualmente cuando se controla un área se encuentra mutuamente relacionada con otros aspectos, lo cual esto eleva el costo de mantenimiento.

- El mantenimiento correctivo se representa mediante los siguientes costos individuales contemplando la flota. Al ser vehículos nuevos se estima que el costo por mantenimiento correctivo de sus primeros años de funcionamiento sea mínimo. Por información del fabricante en base a datos históricos, este monto no es considerado en los primeros tres a cinco años de su vida útil. En este proyecto será incorporado en el Flujo de Fondos luego del periodo cuatro.

*Tabla 19 - Resumen de mantenimiento correctivo vehículo eléctrico*

<u>Electrico</u>	Costo por vehiculo	\$ 3.600,00
	Costo total de flota	\$ 36.000,00



Los costos de mantenimiento pueden ser elevados debido a que incluye costo del personal y el tiempo de reparación. Este último se espera que sea mayor debido a que el personal de mantenimiento no cuenta con el *know-how* del funcionamiento del ómnibus eléctrico. Sin embargo, no se contemplará dentro de este costo el precio de pieza de repuesto ni su tiempo de espera.

#### 7.3.2.4 Gastos de operación

Para la situación del VE, los costos de operación del proyecto están relacionados con el costo de publicidad. Estos se tendrán en cuenta en la construcción del flujo de caja del activo nuevo. La difusión es parte del cumplimiento del convenio existente entre la empresa y el Estado. Se considera un costo de \$2000 (USD) anuales. Esta información fue prevista por la empresa en base a experiencias pasadas. Luego este último dato es multiplicado por diez vehículos. El costo anual resulta de USD \$20000 con estrategias que han sido estudiadas en el Estudio de Mercado detallada en la conclusión del inciso 3.5. Con respecto a las instalaciones edilicias no se realizará modificación del lay-out de la empresa (*Ver Estudio Técnico – Instalaciones edilicias*).

#### 7.3.2.5 Gastos financieros

El objeto de este capítulo es el comportamiento económico, por lo que se hará énfasis en el cálculo del financiamiento, independientemente quien de los entes financie.

Cuando se trata de proyectos financiados por terceros, están constituidos por los gastos de intereses de los préstamos obtenidos. Se plantea una hipótesis de financiamiento: Un gran porcentaje del financiamiento será asumido por terceros, para esta opción será obtenido por el Fondo Verde, lo restante por capital propio. El monto de la inversión a financiar por el Fondo Verde es de USD \$2.500.000,00. Este monto corresponde a la categoría “Pequeño” de proyectos a financiar por el ente. Esta financiación es un pilar de gran importancia al momento del análisis del flujo de caja.



Gracias a esta participación, existe la posibilidad de que el proyecto se considerase factible. Los incentivos quedan justificados por los beneficios socioeconómicos (de un rango de magnitud de miles de millones de USD) generados por el ahorro de emisiones contaminantes, analizados en el Estudio Ambiental. Además, la impulsión de la electromovilidad supone la oportunidad de ampliar la industria vehicular a las nuevas tecnologías limpias.

Para comenzar la construcción del flujo de caja del proyecto, y poder medir la rentabilidad de toda la inversión, se calcula el efecto del financiamiento a fin de poder calcular el impacto económico de la deuda.

Además, debido a que es un proyecto nuevo se desconoce el porcentaje de impuesto que incluirá el mismo, pero se estima un monto debido a la ley de electromovilidad, la cual aún no ha sido sancionada.

Como los intereses del préstamo son un gasto afecto a impuesto, deberá diferenciarse qué parte de la cuota pagada es interés y cuál es amortización de la deuda. A continuación, se realiza el cálculo para luego incorporar el interés antes de impuesto, mientras que la amortización de capital no afecta al impuesto.

La empresa inversionista obtendrá un préstamo inicial de \$2.500.000 USD a una tasa de interés real de 1,2% que deberá pagar en cuotas anuales iguales durante un periodo de veinticinco años. Se procede a calcular el monto de las respectivas cuotas y la composición de cada una de ellas entre intereses y amortización.

El monto de la cuota anual se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$C = P * \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde: C es el valor de la cuota, P el monto del préstamo, i la tasa de interés y n el número de cuotas en las que se pagará el crédito.

Para la resolución de la fórmula anterior, se usa la función financiera *PAGO* en Excel. Se introducen los datos y se obtiene que el valor de la cuota es de USD \$266.795.

*Figura 16 - Función financiera PAGO (Excel)*

Argumentos de función ? X

---

**PAGO**

Tasa  ↑ = 0,012

Nper  ↑ = 10

Va  ↑ = -2500000

Vf  ↑ = número

Tipo  ↑ = número

= 266795,1614

Calcula el pago de un préstamo basado en pagos y tasa de interés constantes.

**Vf** es el valor futuro o saldo en efectivo que se desea lograr después de efectuar el último pago y que se asume 0 (cero) si se omite.

---

Resultado de la fórmula = 266795,1614

[Ayuda sobre esta función](#)

Para diferenciar la parte de la cuota que corresponde a los intereses de lo que es amortización, se elabora una tabla de desarrollo del crédito.

*Tabla 13 - Desarrollo de financiación*

Años	Saldo deuda [USD]	Cuota [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]
1	\$ 2.500.000	\$ 266.795	\$ 30.000	\$ 236.795
2	\$ 2.263.205	\$ 266.795	\$ 27.158	\$ 239.637
3	\$ 2.023.568	\$ 266.795	\$ 24.283	\$ 242.512
4	\$ 1.781.056	\$ 266.795	\$ 21.373	\$ 245.422
5	\$ 1.535.633	\$ 266.795	\$ 18.428	\$ 248.368
6	\$ 1.287.266	\$ 266.795	\$ 15.447	\$ 251.348
7	\$ 1.035.918	\$ 266.795	\$ 12.431	\$ 254.364
8	\$ 781.554	\$ 266.795	\$ 9.379	\$ 257.417
9	\$ 524.137	\$ 266.795	\$ 6.290	\$ 260.506
10	\$ 263.632	\$ 266.795	\$ 3.164	\$ 263.632

Para medir la rentabilidad final del proyecto se incluye el efecto del financiamiento en el flujo de caja general. Se incorporarán el monto del préstamo, los intereses anuales y la amortización de capital de cada periodo.



Por consiguiente, con la información recopilada se procede a la construcción del flujo de caja de las dos situaciones y luego se analiza una serie de ítems:

- FF A → Situación actual
- FF B → Situación de reemplazo por eléctricos

Consideraciones:

- No se tendrá en cuenta en esta construcción de flujo de fondos los ingresos y los costos fijos debido a que se consideran un factor común en ambas situaciones y el estudio de reemplazo no modificaría nada de ellos.
- En la opción B se considerará la venta de la flota actual con el fin de poder disminuir la inversión inicial de la flota eléctrica.
- Los indicadores a utilizar en este apartado son:
  - Tasa de descuento (TAR)

*La tasa de descuento del proyecto, o tasa de costo de capital, es el precio que se paga por los fondos requeridos para cubrir la inversión. Representa una medida de la rentabilidad mínima que se exigirá al proyecto, según su riesgo, de manera tal que el retorno esperado permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de la operación, los intereses que deberán pagarse por aquella parte de la inversión financiada con préstamos y la rentabilidad que el inversionista le exige a su propio capital invertido. (Libro: Sapag Chain, Cap. 16 – Costo de capital)*

Se utilizan valores en moneda dólar. Las tasas que se eligieron tienen asociado el porcentaje inflacionario correspondiente a EE. UU. en el último periodo.

- El costo de oportunidad (CO)

Se estima en función a la tasa que ofrecen los bancos para un plazo fijo equivalente al monto de la inversión necesaria para el proyecto, es decir el piso de rentabilidad exigida. Debido a la reciente alta inflación, los bonos de



la serie “I” adquiridos antes de finales de abril del 2022, rendirán un 7.12% durante los próximos seis meses<sup>31</sup>. De esta forma se adopta como referencia estos bonos de ahorro protegidos contra la inflación, emitidos y garantizados por el Departamento del Tesoro de Estados Unidos.

○ La prima por riesgo (PR)

Corresponde a una decisión personal, fundada en la volatilidad de los mercados, la incertidumbre político-económica y al riesgo que se considera por el proyecto.

La siguiente tabla muestra los componentes de la TAR utilizada, la cual exige un 9% de rentabilidad:

*Tabla 14 - Componentes de la TAR*

<b>CO</b>	7%
<b>PR</b>	2%
<b>TAR</b>	9%

<sup>31</sup> Fuente: <https://www.aarp.org/espanol/dinero/presupuesto-y-ahorro/info-2021/bonos-de-la-serie-i-contra-inflacion-ar.html>





*Tabla 21 - Flujo de fondos - Situación actual "A"*

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Egresos</b>											
Alimentación combustible		\$ 231.177,00	\$ 247.359,39	\$ 264.674,55	\$ 283.201,77	\$ 303.025,89	\$ 324.237,70	\$ 346.934,34	\$ 371.219,74	\$ 397.205,13	\$ 425.009,49
Limpieza (común y COVID)		\$ 39.600,40	\$ 42.372,43	\$ 45.338,50	\$ 48.512,19	\$ 51.908,05	\$ 55.541,61	\$ 59.429,52	\$ 63.589,59	\$ 68.040,86	\$ 72.803,72
Depreciación		\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64
Neumáticos		\$ 37.158,18	\$ 39.759,25	\$ 42.542,40	\$ 45.520,36	\$ 48.706,79	\$ 52.116,27	\$ 55.764,40	\$ 59.667,91	\$ 63.844,67	\$ 68.313,79
Mantenimiento preventivo		\$ 35.179,83	\$ 37.642,42	\$ 40.277,39	\$ 43.096,81	\$ 46.113,59	\$ 49.341,54	\$ 52.795,45	\$ 56.491,13	\$ 60.445,51	\$ 64.676,69
Mantenimiento correctivo		\$ 3.848,00	\$ 4.117,36	\$ 4.405,58	\$ 4.713,97	\$ 5.043,94	\$ 5.397,02	\$ 5.774,81	\$ 6.179,05	\$ 6.611,58	\$ 7.074,39
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		<b>\$ 422.609,06</b>	<b>\$ 444.054,95</b>	<b>\$ 467.166,87</b>	<b>\$ 492.063,41</b>	<b>\$ 518.871,50</b>	<b>\$ 547.726,97</b>	<b>\$ 578.775,18</b>	<b>\$ 612.171,71</b>	<b>\$ 648.083,03</b>	<b>\$ 686.687,30</b>
Impuestos		\$ 63.391,36	\$ 66.608,24	\$ 70.075,03	\$ 73.809,51	\$ 77.830,72	\$ 82.159,04	\$ 86.816,28	\$ 91.825,76	\$ 97.212,45	\$ 103.003,10
Depreciación		\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64	\$ 45.645,64
<b>Utilidad neta</b>		<b>\$ 404.863,34</b>	<b>\$ 423.092,35</b>	<b>\$ 442.737,48</b>	<b>\$ 463.899,54</b>	<b>\$ 486.686,42</b>	<b>\$ 511.213,56</b>	<b>\$ 537.604,55</b>	<b>\$ 565.991,59</b>	<b>\$ 596.516,22</b>	<b>\$ 629.329,85</b>
Inversión	\$ -										
Valor se salvamento											\$ 45.144,04
<b>Flujo de caja</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 404.863,34</b>	<b>\$ 423.092,35</b>	<b>\$ 442.737,48</b>	<b>\$ 463.899,54</b>	<b>\$ 486.686,42</b>	<b>\$ 511.213,56</b>	<b>\$ 537.604,55</b>	<b>\$ 565.991,59</b>	<b>\$ 596.516,22</b>	<b>\$ 674.473,89</b>



*Tabla 22 - Flujo de fondos - Situación de reemplazo "B"*

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Ingreso - venta de vehículos</b>	\$ 555.790,00															
<b>Egresos</b>																
Alimentación eléctrica	\$ 186.541,06	\$ 203.329,75	\$ 221.629,43	\$ 241.576,08	\$ 263.317,92	\$ 287.016,54	\$ 312.848,03	\$ 341.004,35	\$ 371.694,74	\$ 405.147,27	\$ 441.610,52	\$ 481.355,47	\$ 524.677,46	\$ 571.898,43	\$ 623.369,29	
Limpieza (común y COVID)	\$ 39.600,40	\$ 43.164,44	\$ 47.049,24	\$ 51.283,67	\$ 55.899,20	\$ 60.930,12	\$ 66.413,84	\$ 72.391,08	\$ 78.906,28	\$ 86.007,84	\$ 93.748,55	\$ 102.185,92	\$ 111.382,65	\$ 121.407,09	\$ 132.333,73	
Depreciación	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	
Interés préstamo	\$ 30.000,00	\$ 27.158,46	\$ 24.282,82	\$ 21.372,67	\$ 18.427,60	\$ 15.447,19	\$ 12.431,01	\$ 9.378,64	\$ 6.289,65	\$ 3.163,58	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Neumáticos	\$ 55.705,60	\$ 60.719,11	\$ 66.183,83	\$ 72.140,37	\$ 78.633,01	\$ 85.709,98	\$ 93.423,88	\$ 101.832,02	\$ 110.996,91	\$ 120.986,63	\$ 131.875,42	\$ 143.744,21	\$ 156.681,19	\$ 170.782,50	\$ 186.152,92	
Mantenimiento preventivo	\$ 20.015,79	\$ 21.817,21	\$ 23.780,76	\$ 25.921,02	\$ 28.253,92	\$ 30.796,77	\$ 33.568,48	\$ 36.589,64	\$ 39.882,71	\$ 43.472,15	\$ 47.384,65	\$ 51.649,27	\$ 56.297,70	\$ 61.364,49	\$ 66.887,30	
Mantenimiento correctivo					\$ 36.000,00	\$ 39.240,00	\$ 42.771,60	\$ 46.621,04	\$ 50.816,94	\$ 55.390,46	\$ 60.375,60	\$ 65.809,41	\$ 71.732,26	\$ 78.188,16	\$ 85.225,09	
Inducción de personal	\$ 18.000,00	\$ 19.620,00	\$ 21.385,80	\$ 23.310,52	\$ 25.408,47	\$ 27.695,23	\$ 30.187,80	\$ 32.904,70	\$ 35.866,13	\$ 39.094,08	\$ 42.612,55	\$ 46.447,68	\$ 50.627,97	\$ 55.184,48	\$ 60.151,09	
Publicidad	\$ 20.000,00	\$ 21.800,00	\$ 23.762,00	\$ 25.900,58	\$ 28.231,63	\$ 30.772,48	\$ 33.542,00	\$ 36.560,78	\$ 39.851,25	\$ 43.437,87	\$ 47.347,27	\$ 51.608,53	\$ 56.253,30	\$ 61.316,09	\$ 66.834,54	
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	<b>\$ 568.196,18</b>	<b>\$ 595.942,30</b>	<b>\$ 626.407,20</b>	<b>\$ 659.838,25</b>	<b>\$ 732.505,08</b>	<b>\$ 775.941,64</b>	<b>\$ 823.519,97</b>	<b>\$ 875.615,60</b>	<b>\$ 932.637,93</b>	<b>\$ 995.033,21</b>	<b>\$ 1.063.287,90</b>	<b>\$ 1.141.133,81</b>	<b>\$ 1.225.985,85</b>	<b>\$ 1.318.474,58</b>	<b>\$ 1.419.287,29</b>	
Impuestos	\$ 28.409,81	\$ 29.797,11	\$ 31.320,36	\$ 32.991,91	\$ 36.625,25	\$ 38.797,08	\$ 41.176,00	\$ 43.780,78	\$ 46.631,90	\$ 49.751,66	\$ 53.164,39	\$ 57.056,69	\$ 61.299,29	\$ 65.923,73	\$ 70.964,36	
Depreciación	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$ 738.119,71</b>	<b>\$ 764.478,51</b>	<b>\$ 793.420,17</b>	<b>\$ 825.179,67</b>	<b>\$ 894.213,16</b>	<b>\$ 935.477,89</b>	<b>\$ 980.677,30</b>	<b>\$ 1.030.168,15</b>	<b>\$ 1.084.339,37</b>	<b>\$ 1.143.614,88</b>	<b>\$ 1.208.456,84</b>	<b>\$ 1.282.410,45</b>	<b>\$ 1.363.019,89</b>	<b>\$ 1.450.884,18</b>	<b>\$ 1.546.656,26</b>	
<b>Inversión</b>																
Inversión en flota	-\$ 3.500.000,00															
Préstamo	\$ 2.500.000,00															
Amortización de la deuda	\$ 236.795,16	\$ 239.636,70	\$ 242.512,34	\$ 245.422,49	\$ 248.367,56	\$ 251.347,97	\$ 254.364,15	\$ 257.416,52	\$ 260.505,52	\$ 263.631,58						
Valor de salvamento															\$ 479.354,36	
<b>Flujo de caja</b>	<b>-\$ 444.210,00</b>	<b>\$ 501.324,54</b>	<b>\$ 524.841,81</b>	<b>\$ 550.907,83</b>	<b>\$ 579.757,18</b>	<b>\$ 645.845,60</b>	<b>\$ 684.129,92</b>	<b>\$ 726.313,15</b>	<b>\$ 772.751,64</b>	<b>\$ 823.833,85</b>	<b>\$ 879.983,30</b>	<b>\$ 1.208.456,84</b>	<b>\$ 1.282.410,45</b>	<b>\$ 1.363.019,89</b>	<b>\$ 1.450.884,18</b>	<b>\$ 2.026.010,61</b>



*Tabla 23 - Flujo de fondos incremental*

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Ingreso - venta de vehículos</b>	\$ 555.790,00															
<b>Egresos</b>																
Alimentación eléctrica	-\$ 44.635,94	\$ 44.029,64	\$ 43.045,12	\$ 41.625,69	\$ 39.707,97	\$ 37.221,16	\$ 34.086,31	\$ 30.215,40	\$ 25.510,39	\$ 19.862,22	-\$ 441.610,52	-\$ 481.355,47	-\$ 524.677,46	-\$ 571.898,43	-\$ 623.369,29	
Limpieza (común y COVID)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Depreciación	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	
Interés préstamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Neumáticos	\$ 18.547,43	\$ 20.959,86	\$ 23.641,43	\$ 26.620,01	\$ 29.926,22	\$ 33.593,71	\$ 37.659,47	\$ 42.164,11	\$ 47.152,24	\$ 52.672,83	\$ 131.875,42	\$ 143.744,21	\$ 156.681,19	\$ 170.782,50	\$ 186.152,92	
Mantenimiento preventivo	-\$ 15.164,05	-\$ 15.825,22	-\$ 16.496,64	-\$ 17.175,79	-\$ 17.859,67	-\$ 18.544,77	-\$ 19.226,97	-\$ 19.901,49	-\$ 20.562,80	-\$ 21.204,54	\$ 47.384,65	\$ 51.649,27	\$ 56.297,70	\$ 61.364,49	\$ 66.887,30	
Mantenimiento correctivo	-\$ 3.848,00	-\$ 4.117,36	-\$ 4.405,58	-\$ 4.713,97	\$ 30.956,06	\$ 33.842,98	\$ 36.996,79	\$ 40.442,00	\$ 44.205,36	\$ 48.316,07	\$ 60.375,60	\$ 65.809,41	\$ 71.732,26	\$ 78.188,16	\$ 85.225,09	
Inducción de personal	\$ 18.000,00	\$ 19.620,00	\$ 21.385,80	\$ 23.310,52	\$ 25.408,47	\$ 27.695,23	\$ 30.187,80	\$ 32.904,70	\$ 35.866,13	\$ 39.094,08	\$ 42.612,55	\$ 46.447,68	\$ 50.627,97	\$ 55.184,48	\$ 60.151,09	
Publicidad	\$ 20.000,00	\$ 21.800,00	\$ 23.762,00	\$ 25.900,58	\$ 28.231,63	\$ 30.772,48	\$ 33.542,00	\$ 36.560,78	\$ 39.851,25	\$ 43.437,87	\$ 47.347,27	\$ 51.608,53	\$ 56.253,30	\$ 61.316,09	\$ 66.834,54	
<b>Utilidad antes de impuestos</b>	\$ 145.587,13	\$ 239.154,61	\$ 243.619,83	\$ 248.254,74	\$ 289.058,36	\$ 297.268,49	\$ 305.933,10	\$ 315.073,20	\$ 324.710,26	\$ 334.866,22	\$ 40.672,67	\$ 30.591,31	\$ 19.602,64	\$ 7.624,98	-\$ 5.430,66	
Ahorros impositivos	-\$ 34.981,55	-\$ 36.811,13	-\$ 38.754,67	-\$ 40.817,60	-\$ 41.205,47	-\$ 43.361,96	-\$ 45.640,28	-\$ 48.044,98	-\$ 50.580,56	-\$ 53.251,44	\$ 53.164,39	\$ 57.056,69	\$ 61.299,29	\$ 65.923,73	\$ 70.964,36	
Depreciación	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 152.687,69	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	\$ 198.333,33	
<b>Utilidad neta</b>	\$ 333.256,37	\$ 428.653,43	\$ 435.062,19	\$ 441.760,03	\$ 482.951,52	\$ 493.318,14	\$ 504.261,07	\$ 515.805,86	\$ 527.978,51	\$ 540.805,35	\$ 185.841,60	\$ 171.867,96	\$ 156.636,68	\$ 140.034,59	\$ 121.938,31	
<b>Inversión</b>																
Inversión en flota	-\$ 3.500.000,00															
Préstamo	\$ 2.500.000,00															
Amortización de la deuda	\$ 236.795,16	\$ 239.636,70	\$ 242.512,34	\$ 245.422,49	\$ 248.367,56	\$ 251.347,97	\$ 254.364,15	\$ 257.416,52	\$ 260.505,52	\$ 263.631,58						
Valor de salvamento															\$ 479.354,36	
<b>Flujo de caja</b>	-\$ 444.210,00	\$ 96.461,20	\$ 189.016,73	\$ 192.549,85	\$ 196.337,54	\$ 234.583,96	\$ 241.970,17	\$ 249.896,92	\$ 258.389,34	\$ 267.472,99	\$ 277.173,77	\$ 185.841,60	\$ 171.867,96	\$ 156.636,68	\$ 140.034,59	\$ 601.292,67



A continuación, se plantean ciertas cuestiones:

- El ingreso por brindar su servicio principal (Ingreso por pasajes) no es tenido en cuenta en los flujos de fondos, no obstante, se detallan en el inciso 4.3.4 dentro del estudio técnico.
- En este tipo de proyectos se pretende que existe un beneficio en el ahorro de costos al elegir una alternativa u otra. Estos se denominan diferenciales por expresar un incremento (o disminución) de los costos totales. Se estudia si estos costos diferenciales ayudan a disminuir la inversión inicial que requiere el reemplazo.
- Se añadirá el costo de la deuda calculada en gastos financieros (*Ver Tabla 19 - Desarrollo de Financiación*). Estos son deducibles de impuestos, lo cual tiene un impacto positivo que debe incluirse en el flujo de caja del eléctrico. Es incluido con la finalidad de medir la rentabilidad de los recursos invertidos en el proyecto.
- Debido a que el proyecto actualmente se encuentra en una etapa de evaluación primaria, no es posible detallar las inversiones previas a su puesta en marcha. Debido a esto no se contemplarán costos como el de estaciones de recarga para los ómnibus, recambio de baterías ni un área privada destinada al mantenimiento específico de eléctricos. Por lo tanto, no se tendrán en cuenta en la construcción del flujo de fondos.
- Los ahorros impositivos de USD \$35.000 en el primer año, hasta alcanzar los USD \$70.000 en el último periodo vienen dados por los beneficios por descuentos en el pago de IVA e Impuesto a las Ganancias. Argentina será el primer país de la región con políticas de largo plazo, fijando condiciones e incentivos hasta 2040, lo cual será una ventaja para la discusión.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup><https://www.iprofesional.com/impuestos/356321-promocion-de-autos-electricos-baja-impuestos-para-su-fabricacion>



### 7.3.3 Alternativas de Inversión con diferentes vidas útiles

El análisis de proyectos de adquisición, sustitución, actualización o alquiler de activos fijos se sitúa en la evaluación de proyectos de inversión con alternativas que producen iguales beneficios. En casos de tratarse de los mismos beneficios para ambas alternativas, el desarrollo se reduce al análisis de la minimización de costos. La mejor alternativa será aquella que genere los beneficios buscados al menor costo.

Cuando se analizan estos tipos de proyectos se deben considerar los siguientes aspectos esenciales:

- Inversión
- Costos de Operación y Mantenimiento
- Valor de salvamento al momento de su reemplazo
- Depreciación

Si las alternativas tienen igual vida, el análisis es bastante sencillo en la medida en que se conozcan los costos, con calcular el Valor Presente Neto (VAN) de cada alternativa y compararlos, se podría tener un resultado de cuál es el proyecto más conveniente (el de mayor VAN). Sin embargo, si las alternativas tienen diferentes vidas útiles, se debe buscar un mecanismo para equilibrar las vidas útiles y de esta forma poder compararlos. Se plantean tres diferentes alternativas posibles para lograr esto:

- Extender la vida de la alternativa más corta.
- Reducir la vida de la alternativa más larga.
- Considerar reemplazos hasta igualar las vidas útiles

*(Libro: Apunte de la cátedra, autor Ing. José Cuozzo. Cap. IV Proyectos de sustitución de Activos. Tercerización. Pág. 4)*

*El autor BACA URBINA señala que "(...) Se presenta el problema de vidas útiles distintas para alternativas mutuamente exclusivas, con una solución distinta a lo tradicional propuesta por el autor, quien sostiene que este tipo de problemas es ficticio, ya que en la práctica se deben o se pueden ajustar las vidas útiles de distintas inversiones, con un simple ajuste en el valor de salvamento. Por lo tanto, los problemas que se presentan con la vida útil distinta derivan en ajustar el valor de*



*salvamento para encontrar una solución razonable y aceptable.” (pág. 153)  
Fundamentos de Ingeniería Económica (2007)*

Por lo tanto, la metodología a aplicar es la siguiente:

1. Se procede al cálculo del Valor de Salvamento de ambos vehículos.
2. Siguiendo a autor antes mencionado se ajusta el Valor de Salvamento de ambos autobuses a un mismo horizonte con el fin de realizar la comparación.
3. Con estos datos se utiliza el método del Valor Equivalente o Costo Anual Operativo para su comparación.
4. Se analiza resultados.

#### 1. Valor de salvamento:

*“Valor de salvamento (VS) o valor de rescate (VR) son sinónimos que significan el valor de mercado de un activo, en cualquier momento de su vida útil. A su vez, valor de mercado significa el valor monetario al que puede ser vendido un activo en el año n.” (pág. 135) Fundamentos de Ingeniería Económica (2007)*

Para el caso de estudio, como la empresa dispone de una flota de diez vehículos actuales a sustituir, el valor de salvamento es el valor monetario que se puede obtener por la venta de éstos. Para el caso de los vehículos eléctricos, es decir un activo que se pretende adquirir, se estima la vida útil proporcionado por el fabricante. Este último cálculo podría ser impreciso. Para este análisis se supondrá que antes de invertir en la nueva flota eléctrica se contará con la venta de la flota de los ómnibus actuales. De esta forma se pretende disminuir la inversión inicial requerida.

La fórmula por aplicar es la siguiente:



### Valor de salvamento de flota actual

$$VS = \text{Precio original} - (\text{Depreciación} * t \text{ (años)}) \quad (1)$$
$$VS \text{ bus actual} = \text{USD } 50.160,05 - (\text{USD } 4.564,56 * 10)$$
$$VS \text{ bus actual} = \text{USD } 4514,40$$
$$VS \text{ flota actual} = \text{USD } 45.144$$

### Valor de salvamento de flota eléctrico

$$VS = \text{Precio original} - (\text{Depreciación} * t \text{ (años)}) \quad (1)$$
$$VS \text{ bus eléctrico} = \text{USD } 345.435,44 - (\text{USD } 19.833,33 * 15)$$
$$VS \text{ bus eléctrico} = \text{USD } 47.935,44$$
$$VS \text{ flota eléctrico} = \text{USD } 479.354,40$$

### 2. Ajuste de Valor de Salvamento para realizar la comparación:

Siendo la vida útil del colectivo convencional de diez años y quince para el eléctrico, para su comparación se estima un horizonte de análisis de diez años. De esta forma se utiliza el segundo mecanismo definido en el inciso 7.3.3, el cual acorta la vida útil del activo con periodo más largo.

Luego, en el método de Periodo Óptimo de Sustitución se va a calcular específicamente a cuantos años debería sustituirse el autobús actual para que se tenga el mínimo valor en cuanto a gastos.

A continuación, se procede a un nuevo cálculo del valor de salvamento de las alternativas según la siguiente fórmula:

$$P - \left( \frac{P - VS}{n} \right) * t = \text{valor de salvamento en el periodo } n$$

Cálculo de ajuste de VS del Vehículo nuevo eléctrico:

$$\begin{aligned}
 Vs \text{ bus eléc.} &= USD 345.435,44 - \left[ \frac{USD 345.435,44 - USD 47.935,44}{15} \right] * 10 \\
 &= USD 147.102,10
 \end{aligned}$$

El valor de salvamento ajustado del ómnibus nuevo a diez años va a ser mayor debido a que se acorta tiempo de utilización. Este cálculo se realiza para confrontar ambas alternativas y poder llegar a una solución.

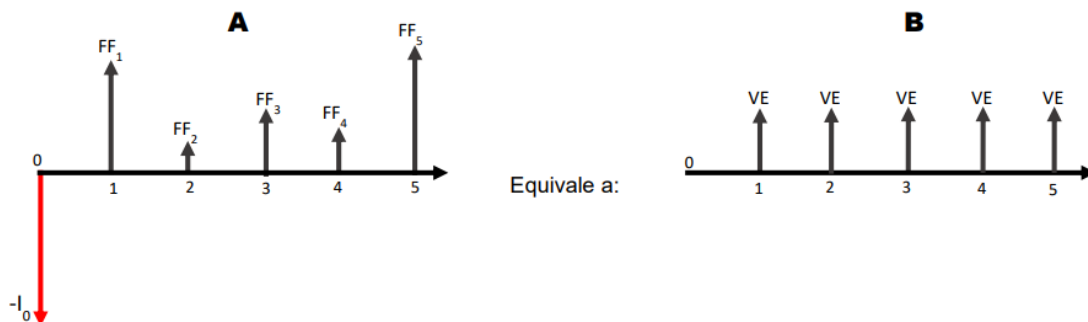
Ahora bien, una vez obtenido este resultado se procede al cálculo del Costo Anual Operativo.

3. Cálculo del Costo Anual Operativo:

El Valor Anual Equivalente, (o su variante el Costo Anual Operativo) es otro método utilizado para la evaluación de alternativas, en especial, en situaciones donde los activos tienen vida útil diferente.

Una sección fundamental luego de la formulación del flujo de fondos es la determinación de la decisión a tomar. Por esta razón se procede al cálculo del Valor Anual Equivalente.

Valor Equivalente (VE): Busca *una equivalencia* entre un perfil de flujo de fondos general, con los flujos de fondos de distintos periodos y otro con todos los flujos de fondos iguales a VE. Gráficamente se expresa en la siguiente imagen:



Si se igualan los respectivos VAN, es decir:



$$VAN_A = VAN_B$$

$$VAN_A = -I_0 + \sum_{t=1}^n FF_t / (1+r)^t$$

$$VAN_B = \sum_{t=1}^n VE_t / (1+r)^t = VE \cdot \sum_{t=1}^n 1 / (1+r)^t$$

Donde:

n: números de periodos

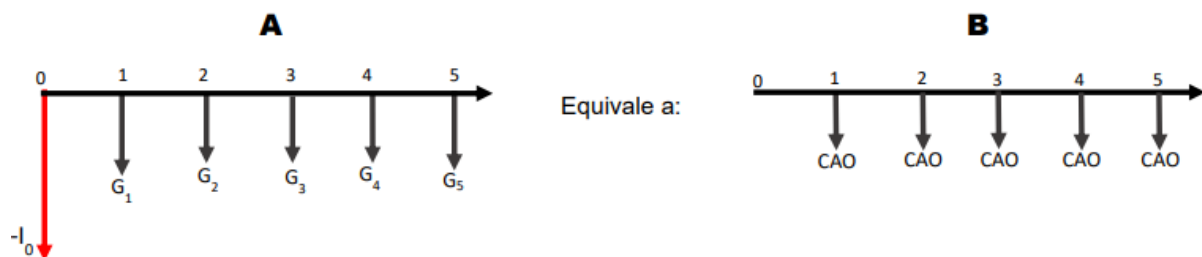
r= TAR

Por lo tanto, la ecuación queda:

$$VE = \frac{VAN_A}{a(n,r)}$$

En los casos en que los periodos están referidos a años, al VE se lo denomina Valor Anual Equivalente (VAE).

Para esta sección, solo serán considerados los egresos es decir *gastos* (en particular costos). Se empleará un indicador que se estima de igual manera que el Valor Anual Equivalente: el *Costo Anual Operativo (CAO)* o Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE). Gráficamente similar al VAE, se puede expresar:



Siguiendo el razonamiento explicado para el caso VAE se llega a la siguiente expresión:

$$CAO = \frac{-I_0 - \sum_{t=1}^n Gt / (1+r)^t}{a(n,r)}$$

Donde Gt = Gastos de OyM correspondiente al año t.



(Libro: *Guía de la cátedra*, autor: Ing. José Cuozzo, cap. IV *Proyectos de sustitución de Activos. Tercerización. Pág. 2*)

El problema planteado en el presente proyecto resulta de una decisión entre alternativas mutuamente exclusivas significa que, al seleccionar una de ellas, las demás estarán descartadas. Al utilizar un indicador que involucre solamente datos de costos, puede asumirse que su valor será representado con un signo negativo. Finalmente, se elegirá la opción de menor costo. Ahora bien, se los representa en el siguiente gráfico:

Gráfico 5 - Alternativa actual

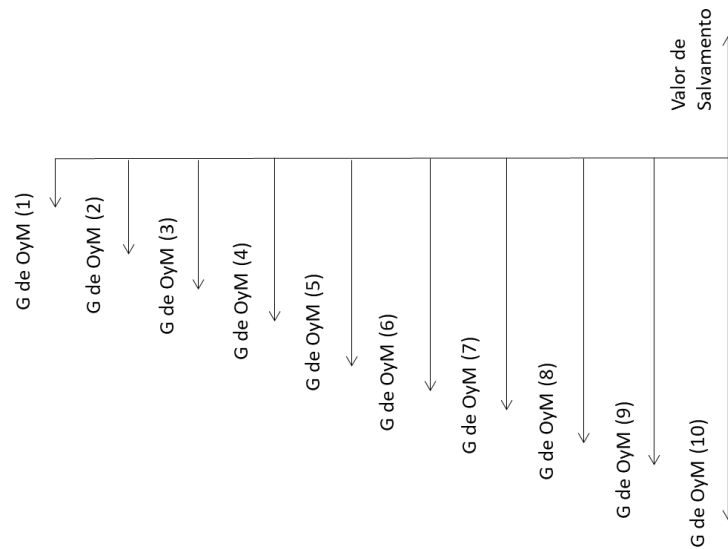
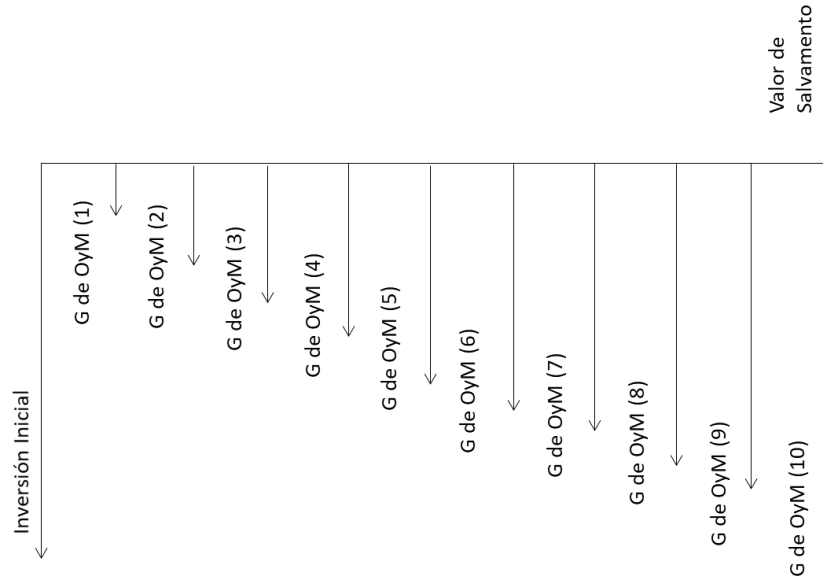


Diagrama del vehículo nuevo eléctrico:

*Gráfico 6 - Alternativa nueva*



Para transformar el diagrama anterior a un diagrama equivalente se pretende expresar los gastos del ómnibus convencional de diez años como una anualidad igual.

En este caso al no considerar los ingresos, se procede al método de evaluación económico más conveniente que consiste en calcular el valor presente de los gastos de cada alternativa y elegir la alternativa que genere menos gastos a igual beneficio.

$$CAO = \frac{-I_0 - \sum_1^n Gt/(1+r)^t}{a(n,r)}$$

$$CAO = \frac{VP}{a(n,r)}$$

Con el Coeficiente de equivalencia a:

$$a = \frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n * r}$$

Cálculo del Valor Presente (VP) para la flota de ómnibus convencionales:

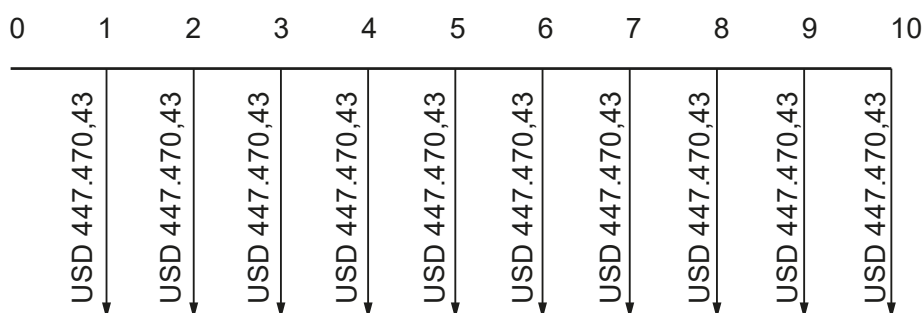
$$\begin{aligned}
 VP\ 1 = & \frac{USD\ 110.818 + USD\ 231.177}{(1+r)^1} + \frac{USD\ 118.575 + USD\ 247.359}{(1+r)^2} + \\
 & \frac{USD\ 126.875 + USD\ 264.674}{(1+r)^3} + \frac{USD\ 135.756 + USD\ 283.201}{(1+r)^4} + \\
 & \frac{USD\ 145.259 + USD\ 303.025}{(1+r)^5} + \frac{USD\ 155.427 + USD\ 324.237}{(1+r)^6} + \\
 & \frac{USD\ 166.307 + USD\ 346.934}{(1+r)^7} + \frac{USD\ 177.949 + USD\ 371.219}{(1+r)^8} + \\
 & \frac{USD\ 190.405 + USD\ 397.205}{(1+r)^9} + \frac{USD\ 203.734 + USD\ 425.009 - V_s}{(1+r)^{10}}
 \end{aligned}$$

$$VP\ 1 = USD\ 2.871.712,04$$

$$CAO\ 1 = \frac{USD\ 2.871.712,04}{6,4176} = USD\ 447.470,43$$

El grafico resultante del vehículo actual es el siguiente:

*Gráfico 7 - Calculo CAO de vehículo actual*



Cálculo del Valor Presente (VP) para la flota de ómnibus eléctricos:

$$\begin{aligned}
 VP\ 2 = & USD\ 3.454.354,36 + \frac{USD\ 75.721 + USD\ 186.541}{(1+r)^1} \\
 & + \frac{USD\ 82.536 + USD\ 203.329}{(1+r)^2} +
 \end{aligned}$$



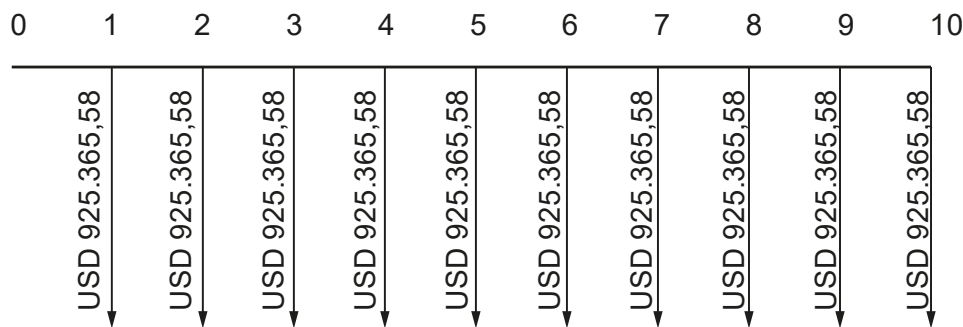
$$\begin{aligned}
 & \frac{USD\ 89.964 + USD\ 221.629}{(1+r)^3} + \frac{USD\ 98.061 + USD\ 241.576}{(1+r)^4} + \\
 & \frac{USD\ 142.886,92 + USD\ 263.317}{(1+r)^5} + \frac{USD\ 155.427 + USD\ 287.016}{(1+r)^6} + \\
 & \frac{USD\ 169.763 + USD\ 312.848}{(1+r)^7} + \frac{USD\ 185.042 + USD\ 341.004}{(1+r)^8} + \\
 & \frac{USD\ 201.696 + USD\ 371.694}{(1+r)^9} + \frac{USD\ 219.849 + USD\ 405.147 - V_s}{(1+r)^{10}}
 \end{aligned}$$

$$VP\ 2 = USD\ 3.454.354,36 + USD\ 2.484.325,16$$

$$CAO\ 2 = \frac{USD\ 3.015D\ 3.454.354,36 + USD\ 2.484.325,16 \cdot 2,335,72}{6,4176} = USD\ 925.365,58$$

El grafico resultante del vehículo nuevo eléctrico es el siguiente:

*Gráfico 8 - Calculo CAO de vehículo eléctrico*



Como resultado de este análisis, se debe optar por seguir con la flota convencional, debido a que tiene un menor costo anual, ya que los valores obtenidos son:

$$CAO\ 1 = USD\ 447.470,43 < CAO\ 2 = USD\ 925.365,58$$

Se menciona en que los cálculos realizados se consideraron una convención de signos donde los gastos se toman con un valor positivo solo con la finalidad de facilitar el desarrollo. La interpretación correcta conlleva a afirmar que la flota actual



posee un Costo Operativo Anual aproximadamente la mitad de lo que poseería la flota eléctrica. Éste último se encuentra más elevado dada la gran inversión inicial requerida para la compra. Aun teniendo en cuenta la venta de la flota de los colectivos actuales no es suficiente para disminuir este monto.

A pesar de que el reemplazo no sea recomendado desde un punto de vista económico, se procede a continuar el estudio con otros métodos para la sustitución de activos para completar los objetivos del proyecto.

Como en el caso de estudio se plantea vidas diferentes de los activos, se incorpora el concepto de vida útil y vida económica. Se considera como vida económica de un activo al periodo durante el cual un activo tiene capacidad para producir rendimientos para la empresa. En cambio, la vida útil es el período en el que se espera utilizar el activo por parte de la empresa. El concepto de vida económica reemplaza al concepto de vida útil del activo. Aplicado a este caso de estudio, muchos vehículos pueden mantenerse funcionando, añadiendo costos de operación y mantenimiento que pueden resultar costosos.

#### Determinación de la Vida Económica

En el marco del análisis de sustitución de activos fijos se emplea el concepto de vida económica por el cual se entiende al periodo en el cual el VAE es mínimo. Desde el punto de vista económico se acepta que la Vida Económica de un Activo Fijo se toma como el Periodo Óptimo para la Sustitución de este, es decir:

#### **Vida económica = Periodo Óptimo de Sustitución (POS)**

Se procede a determinar el POS del ómnibus actual, es decir el periodo de tiempo más conveniente en que debe mantenerse en servicio el colectivo.



*Tabla 15 – Resumen de costos de OyM*

t	Gastos de mantenimiento	Gastos de operación	Gastos de OyM
1	\$ 110.818,01	\$ 231.177,00	\$ 341.995,01
2	\$ 118.575,27	\$ 247.359,39	\$ 365.934,66
3	\$ 126.875,54	\$ 264.674,55	\$ 391.550,09
4	\$ 135.756,83	\$ 283.201,77	\$ 418.958,60
5	\$ 145.259,81	\$ 303.025,89	\$ 448.285,70
6	\$ 155.427,99	\$ 324.237,70	\$ 479.665,70
7	\$ 166.307,95	\$ 346.934,34	\$ 513.242,29
8	\$ 177.949,51	\$ 371.219,74	\$ 549.169,26
9	\$ 190.405,98	\$ 397.205,13	\$ 587.611,10
10	\$ 203.734,39	\$ 425.009,49	\$ 628.743,88

Se observa que se supone que, con el tiempo, el activo se vuelve obsoleto por lo que aumentan sus gastos de operación y mantenimiento. A medida que el activo *envejece* su costo por capital disminuye, ya que estos costos incluyen costos de diseño, construcción e instalación, entre otros. En cambio, los costos de operación y mantenimiento aumentan. En la siguiente tabla se presentan los cálculos del VAE.

*Tabla 16 - Determinación del POS*

t	VA Costo OyM	VA Valor del mercado	VAN	a(n,r)	VAE
1	\$ 313.756,89	\$ 472.899,08	-\$ 2.661.798,03	0,92	-\$ 2.901.359,85
2	\$ 307.999,88	\$ 390.467,13	-\$ 2.436.230,09	1,76	-\$ 1.384.921,04
3	\$ 302.348,51	\$ 318.423,76	-\$ 2.205.924,96	2,53	-\$ 871.461,15
4	\$ 296.800,83	\$ 255.615,40	-\$ 1.971.932,48	3,24	-\$ 608.673,76
5	\$ 291.354,94	\$ 201.008,18	-\$ 1.735.184,76	3,89	-\$ 446.102,91
6	\$ 286.008,98	\$ 153.675,98	-\$ 1.496.507,98	4,49	-\$ 333.601,23
7	\$ 280.761,11	\$ 112.789,71	-\$ 1.256.633,14	5,03	-\$ 249.681,09
8	\$ 275.609,53	\$ 77.607,60	-\$ 1.093.813,31	5,53	-\$ 197.624,04
9	\$ 270.552,48	\$ 47.466,42	-\$ 775.794,42	6,00	-\$ <b>129.401,58</b>
10	\$ 265.588,21	\$ 21.773,59	-\$ 871.429,52	6,42	-\$ 135.786,23

El VAE es mínimo en el año nueve, por lo que se asume que el POS es de nueve años. Se puede observar que, si se sustituye, los gastos anuales comenzarán a aumentar. Como ya se mencionó anteriormente el autobús a combustión interna puede prestar servicios en la misma empresa por unos años más.



### Determinación del valor mínimo de sustitución:

Mediante este método se logrará conocer el mínimo Valor de Sustitución (VSust) o valor de canje de un activo fijo actualmente en uso para analizar la conveniencia de su sustitución por un activo nuevo con las mismas prestaciones. En estas situaciones se opera a partir de la equiparación del CAO del activo nuevo con el CAO del activo en uso.

Se parte de:

$$CAO_{BUS ACTUAL} = CAO_{BUS NUEVO}$$

Donde el CAO<sub>BUS NUEVO</sub> es:

$$CAO_{BUS NUEVO} = \frac{-(I_{nueva} - VSust) - a_{nueva}(n, r)G_{OyM} + VS_{nueva}/(1+r)^n}{a_{nueva}(n, r)}$$

Con:

VSust: mínimo Valor de Sustitución de la máquina actual

G<sub>OyM</sub>: gasto de operación y mantenimiento de máquina nueva

VS<sub>nueva</sub>: Valor de Salvamento de máquina nueva

Entonces:

$$VSust = CAO_{BUS NUEVO} * a_{nueva}(n, r) - \frac{VS_{nueva}}{(1+r)^n} + I_{nueva} + a_{nueva}(n, r)G_{OyM}$$

$$VSust = USD 447.470,43 * 6,4176 - USD 19.069,33 + USD 3.454.354,36 + 4.035.063$$

$$VSust = USD 821.763,85$$

Este valor de canje obtenido en el cálculo anterior refleja a cuanto se debe vender como monto mínimo la flota actual de colectivos para que la sustitución de activos sea conveniente. Para poder vender la flota al precio de mercado al que se encuentra en la actualidad, aproximadamente este valor extra de USD 265.973,85 (la diferencia entre el Vsust y el Valor de mercado de la flota actual) equivale a cinco colectivos convencionales (*Tabla 22 - Flujo de fondos - Situación de reemplazo "B"*).





En un principio, se deberían vender quince autobuses para poder solventar los gastos que incurre la compra de diez vehículos eléctricos. Sin embargo, si se quisiese verificar la última afirmación se debería analizar nuevamente todos los cálculos incurridos en este capítulo.

## 7.4 Conclusiones

Este capítulo es la última etapa del proyecto de sustitución de activos. En este análisis, su importancia se engloba en las inversiones que va a realizar una empresa o inversionistas, los riesgos y estados financieros.

Luego de observar los resultados se llega a las siguientes conclusiones:

- A partir del análisis del Costo Anual Operativo se concluye que a pesar de los ahorros que se generarían principalmente en el sector de mantenimiento y en consumo, no es conveniente realizar el reemplazo de la flota actual por una eléctrica.
- Al hallar el valor mínimo de sustitución de USD 821.763,85, se percata que con el precio que ofrece el mercado por la flota (USD 555.790) no es posible solventar la inversión. A primera vista la diferencia que se necesita para alcanzar el mínimo costo de sustitución equivale a la venta de cinco vehículos convencionales más de lo previsto. Como hipótesis se plantea que con la venta quince buses convencionales se puede saldar la gran inversión que requiere la compra de diez ómnibus eléctricos.
- El colectivo actual se vuelve obsoleto por el aumento de costos de operación y mantenimiento y por disminución de costos por capital. Por lo tanto, el VAE determina que a los nueve años este vehículo se debe sustituir por quedar en desuso.
- Un aspecto positivo que se encontró al realizar la investigación de financiamiento es que, si bien el Fondo Verde fue elegido para solventar este proyecto, actualmente también se encuentran dispuestos otros entes como: BYD, empresas chinas y ENEL, para financiar en este tipo de segmento.
- Se puede considerar tercerizar la realización del mantenimiento por el fabricante. Quien se compromete a dar un servicio de mantenimiento con base



a una tarifa en función a los kilómetros realizados. Queda a comprobar la rentabilidad de esta alternativa. Por lo tanto, la empresa no debe responsabilizarse de tener personal capacitado ni stock de repuestos para potenciales desperfectos, solo debe centrarse en brindar un buen servicio a los ciudadanos.

- Dada que la inversión tiene una dimensión de siete a uno, lo que se buscó obtener fue un ahorro diferencial en el costo de consumo donde el vehículo convencional consume 2,5 litros/km y el eléctrico 1,25 kWh/km. Es destacable mencionar que la autonomía del autobús eléctrico es de 250 km, el 18% de este depende de la habilidad del conductor y de otros factores externos como temperatura, terreno, altura, etc. Por lo tanto, los datos planteados en el consumo eléctrico son totalmente teóricos y no deben ser utilizados para tomar decisiones específicas.

Con toda esta información que nos brinda este apartado se pudo demostrar que no es rentable la sustitución. Los métodos calculados muestran la conveniencia de quedarse con la actual flota de vehículos convencionales.



## CAPÍTULO 8

### Conclusiones generales

El proyecto plantea como principal activo a los colectivos con motores diésel, los cuales son altamente ineficientes, ruidosos, contaminantes e incómodos. Sin embargo, actualmente cuentan con un costo de inversión inicial menor en caso de ser reemplazados por algún activo similar y un costo de mantenimiento, el cual entra dentro de los presupuestos de las compañías de transporte, haciéndolos de esta manera relativamente rentable. Pero existen otros costos no evidentes, como los efectos nocivos en la salud y la comodidad de los pasajeros.

En consecuencia, existe la posibilidad de reemplazar las unidades diésel por unidades eléctricas, con innovación, usando tecnologías limpias que permiten disminuir el impacto sonoro y con más comodidades para el pasajero. Los colectivos con motores eléctricos requieren menor mantenimiento y tienen un ciclo de vida más largo, ya que están diseñados para durar mínimamente una década.

Como factor clave que podría afectar a la sustitución se encuentra el mayor costo que el convencional, pero con la evolución de la tecnología es posible que dentro de diez a veinte años los precios disminuyan, favoreciendo la transición total a tecnologías más limpias. El futuro escenario nos debe encontrar preparados; con modelos y prototipos basados en estas tecnologías.

Por lo tanto, para que la electromovilidad esté presente en Argentina, se requiere que el gobierno nacional y los gobiernos provinciales promuevan de manera conjunta políticas y estrategias que permitan una estabilidad, sostenibilidad y preferencias al uso de transporte público con cero emisiones y amigable con el medioambiente dada la importancia de reducir la emisión de contaminantes en el servicio y disminuir los efectos de estos en la salud humana.



A través del estudio de mercado, se expone la transformación que va a generar el utilizar vehículos eléctricos debido a ciertas leyes que facilitarán a que sea la alternativa más viable, dejando de lado el uso de los convencionales y otros. Por otra parte, dentro del proyecto se opta por tomar como producto de reemplazo a los vehículos puros o 100% eléctrico ya que fomenta a la cero emisión de gases. Dado este auge por el cuidado del medioambiente, se analiza el ciclo de vida del producto donde se demuestra que el mismo se encuentra en la etapa de crecimiento. Se espera que para dentro de 10 años, los autobuses eléctricos se ubiquen en la cúspide de la curva siendo esta la etapa de madurez.

Para conocer más en detalle a los autobuses, dentro del estudio técnico se detallan alternativas y sustituciones con modelos innovadores que incluye un análisis comparativo detallando ventajas y desventajas en cuanto a los consumos.

En lo que se refiere a las estaciones de carga y recarga, requieren la instalación y estandarización de infraestructura considerando los limitados recursos y la existencia a futuro de la demanda de los distintos vehículos que se comercialicen en el país, incluyendo al transporte público.

Como comparación de método de propulsión entre sustitutos, actualmente en Argentina, el transporte público a diésel esta subsidiado, se espera que los nuevos proyectos de ley contemplen subsidios a la electricidad que permitan afrontar en las primeras fases del proyecto los costos de mantenimiento para los autobuses eléctricos.

Por otra parte, el estudio ambiental evidencia que Argentina se encuentra comprometida desde el año 2016 en la reducción de CO<sub>2</sub> y en la promoción de la electromovilidad, existiendo mayor conciencia ciudadana sobre la problemática generada por la emisión de gases y la contaminación atmosférica. La misma está relacionada de forma directa con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) generada por el transporte.

El análisis comparativo detallado en el apartado 5.2.1 muestra que el autobús eléctrico genera emisión cero de CO<sub>2</sub> y dimensiona la cantidad de toneladas de dióxido de carbono que emite un autobús, dando como resultado un total de 9051,1Tn, por el contrario, los autobuses a diésel logran emitir un total de 54653,4Tn de CO<sub>2</sub>. De este modo, se da como resultado que, realizando el cambio de autobuses a combustión interna por eléctricos, se reduce un 83% de toneladas de CO<sub>2</sub> de emisión.



Para motivar a la incorporación de buses eléctricos y disminuir la emisión de gases, se debe fomentar políticas que incluyan: subsidio para la adquisición; disminución en los impuestos; mejora en las condiciones de financiamiento (créditos blandos, mayores plazos), precios promocionales y reducción de tasas de importación y Bonos Verdes, Sociales y Sustentables (Bonos SVS), valores negociables destinados a financiar proyectos con beneficios sociales, ambientales o una combinación de ambos.

Además, se requieren políticas públicas y programas de incentivos para impulsar en el mercado automotriz la electromovilidad para el transporte público con estrategias orientadas a las provincias y municipios y una legislación sobre el cobro de las recargas dado que en el país las empresas encargadas de la distribución eléctrica son las únicas habilitadas para el cobro de energía.

Dado que dentro del proyecto no se puede contemplar todavía las distintas políticas nombradas anteriormente, los resultados económicos para los buses eléctricos son negativos con respecto a los buses diésel, Esto conlleva a que el reemplazo no es conveniente financieramente desde el punto de vista del inversionista.

A modo de resumen, el presente trabajo demostró que la transición de buses convencionales a eléctricos resulta no ser factible desde un punto de vista económico. Para esto se realiza un análisis de mercado, técnico y ambiental que aporta información actualizada para futuras discusiones sobre oportunidades y desafíos a considerar en la transición energética en el transporte público de Jujuy

Para finalizar, de acuerdo con los puntos anteriormente planteados, las autoras quieren reflejar a través de este proyecto que es posible mejorar la calidad de vida de las personas apoyando la concientización por el cuidado del ambiente. Para que este sea eficaz, el objetivo diecisiete de la ODS, menciona una buena relación y comunicación entre los gobiernos, el sector privado, público y la sociedad para poder facilitar las inversiones a fin de atraerlas y fortalecer el desarrollo sostenible. Para ello debe contar con un fuerte apoyo y rol activo de parte del estado que promueva la transición energética. No obstante, también será un pilar importante la participación de entidades bancarias o financieras que faciliten las inversiones para el uso de los vehículos eléctricos con tecnologías innovadoras y sostenibles.



## Bibliografía

- Jujuy: Buscan incrementar la producción de litio en la provincia - ONCE DIARIO  
<https://www.hcdn.gob.ar/proyectos/textoCompleto.jsp?exp=7361-D-2018&tipo=LEY>  
<https://www.diputados.gov.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=1279-D-2018>  
<http://boletinoficial.jujuy.gob.ar/?p=45534>
- CUOZZO José. (2020). *Guía de la cátedra de Formulación y Evaluación de Proyectos*. Córdoba.
- FERNÁNDEZ ESPINOZA Saúl. (2007). *Los Proyectos de Inversión*. Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 1° edición.
- SAPAG CHAIN Nassir; SAPAG CHAIN Reinaldo, SAPAG Puelma. José Manuel. (2008). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México. Editorial McGRAW-HILL. 6° edición.
- LAMBIN Jean, GALLUCCI Carlos, Sicurello Carlos. (2008). *Dirección de Marketing*. México. Editorial McGRAW-HILL. 2° edición.
- KOTLER, Philip y ARMSTRONG, Gary. (2013). *Fundamentos de marketing*. México. Editorial Pearson Educación. 11° edición.
- <https://www.bloomberg.com/latam/blog/crecera-mercado-de-autobuses-electricos-mas-rapido-que-el-de-automoviles-electricos-mientras-que-el-uso-de-vehiculos-convencionales-se-desvanece/>
- <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-incorporaci%C3%B3n-de-los-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>
- <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a2cfae3992efcebdb4fb90f1c75bb6c3/Mercedes-Benz-Omnibus-O-405?hl=es>
- <https://theicct.org/publications/EV-battery-manufacturing-emissions>
- <https://bydelectrico.com/ec/portfolio/bus-electrico-k9g/>
- <http://noticias.espanol.autocosmos.com/2020/07/16/por-que-cuesta-menos-el-mantenimiento-de-un-automovil-electrico-versus-uno-de-combustion>
- [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt\\_5\\_-\\_electromovilidad.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_5_-_electromovilidad.pdf)
- <https://www.16valvulas.com.ar/que-es-euro-5-para-vehiculos-pesados/>
- <https://espanol.epa.gov/espanol/ciencia-y-tecnologia>



[https://www.swisscontact.org/\\_Resources/Persistent/b/6/0/d/b60d0595293dc9f6ea9654b5808575a6e082ce00/CalacPlus\\_Estudio-An%C3%A1lisis-LCA-Buses-EI%C3%A9ctricos\\_Final.pdf](https://www.swisscontact.org/_Resources/Persistent/b/6/0/d/b60d0595293dc9f6ea9654b5808575a6e082ce00/CalacPlus_Estudio-An%C3%A1lisis-LCA-Buses-EI%C3%A9ctricos_Final.pdf)

Balances Energéticos | Argentina.gob.ar

Microsoft Word - (2019-11-10) SintesisBalancesEnergeticos2018\_pub.docx  
(energia.gob.ar)

<https://es.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data>

<https://ember-climate.org/app/uploads/2022/02/Global-Electricity-Review-2021-Argentina-Translated.pdf>

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-incorporaci%C3%B3n-de-los-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf><https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

BACA URBINA Gabriel. (2007). *Fundamentos de Ingeniería Económica*. México. Editorial McGRAW-HILL Interamericana. 4° edición.



## ANEXO

### ANEXO I

Al respecto, el presidente de JEMSE, Felipe Albornoz, indicó que “el principal objetivo es generar modelos alternativos para la transición de movilidad eléctrica del transporte público en Argentina a partir del Litio jujeño”.

Asimismo, señaló que “el Litio se constituyó a nivel mundial en un elemento clave en la transformación energética en los últimos tiempos” y subrayó que “el Litio es una de las principales materias primas para la industria del almacenamiento de energía y vehículos eléctricos”. Cabe destacar que JEMSE, empresa jujeña de energía y minería, tiene por objetivo fundacional promover la transformación productiva sustentable de Jujuy, a través de alianzas público-privadas. Además del mencionado Albornoz, también tomaron parte de la reunión Marcos Actis, vicepresidente del Área Institucional de la Universidad de La Plata y colaboradores.

### ANEXO II

El Gobierno prepara un proyecto para intervenir en la guerra del Litio. En medio de una puja de inversiones de más de siete países, el Ministerio de la Producción prepara una norma de electromovilidad para exigir a las compañías que fabriquen las baterías en base de Litio en la Argentina; los alcances de la medida.

Una guerra silenciosa entre empresas extranjeras de más de siete países se libra desde hace varios años en el noroeste argentino por la extracción del Litio, el denominado "oro blanco" de la nueva era. El esquema sustancial de esta batalla consiste en la explotación de este mineral valioso para la elaboración de baterías, pero el gobierno está dispuesto a intervenir en este millonario negocio para redefinir la matriz productiva.

El ministro de Producción, Matías Kulfas, ya tiene listo el borrador de un proyecto de ley de electromovilidad que el gobierno impulsará en marzo en el Congreso para redefinir la industrialización del Litio, incorporar los productores de autopartes y fomentar la investigación.





[...De esta manera, el ministro de Producción remarcó que el proyecto minero del gobierno hacia el futuro consistirá en que la extracción del Litio sea inclusiva para que haya una cadena productiva que involucre a las pymes, que se genere empleo y que las comunidades donde está la minería se desarrollen en su conjunto.

La explotación del Litio se despliega hoy en un preciado triángulo conformado en la cordillera de los Andes que une a la Argentina, Bolivia y Chile. Allí compiten centenares de compañías de Estados Unidos, Canadá, Japón, Australia, Corea del Sur, Italia y China para extraer este mineral que escasea en el mundo entero. Una dura batalla se despliega allí entre empresarios por la adquisición de zonas de explotación del Litio...]

El "oro blanco" resulta esencial para la fabricación de baterías de celulares, computadoras portátiles, autos eléctricos y otras maquinarias de la industria de nuevas tecnologías. El tema es que la mayoría de los inversores extranjeros se llevan el Litio en crudo para producir las baterías en sus países y dejan una mínima parte de las regalías en la Argentina.

La industria mundial de baterías a base de Litio se produce en el extranjero salvo tres contados casos de empresas Italia, Japón y China que desde hace dos años empezaron a instalar fábricas de batería en Jujuy y Salta. Pero el gobierno quiere hacer de esas excepciones una regla y así impulsa el proyecto de ley de electromovilidad que apunta redefinir todo el esquema productivo del Litio en el norte argentino.

[... La intención del gobierno es avanzar cuanto antes en una ley de electromovilidad para industrializar el Litio, incorporando a los productores de autopartes y a grupos de investigación...]

[... En líneas generales el proyecto de electromovilidad del gobierno consistirá en la implementación de un sistema de incentivos a la inversión productiva para desarrollar baterías y autobuses eléctricos en el país con la mayor cantidad posible de componentes nacionales. Ya hay conversaciones sobre el tema del gobierno con los referentes Adefa que nuclea a las automotrices, Afac (autopartistas) y el gremio de Smata para promover esta reconversión de los yacimientos nacionales de Litio.

Las principales potencias mundiales invierten hoy en la extracción de Litio, aunque algunos de estos avanzan en el desarrollo local de baterías. En el caso de China, la administración de Xi Jinping ya firmó un acuerdo con la Argentina para promover la



radicación en nuestro país de la empresa automotriz Jiangsu Jiankang Automobile (JJA). El objetivo del convenio es que esa compañía fabrique vehículos eléctricos y baterías en Argentina.

El canciller Felipe Solá solicitó hace unos días a su par de Japón, Motegi Toshimitsu, que la automotriz Toyota avance en el país con la fabricación de baterías de Litio, mineral que extrae en la Argentina, como parte del desarrollo de la cadena de valor vinculada a la electromovilidad. Este proyecto ya está bastante avanzado en Jujuy y Salta. En ese sentido, Solá aseguró que "si el futuro son los autos eléctricos, el país puede ser un gran exportador" de las baterías de Litio, componente esencial de los nuevos vehículos.

Toyota Tsusho posee el 25% del proyecto minero Sales de Jujuy, de extracción de Litio en el salar de Olaroz (Jujuy), en asociación con la minera Orocobre, que ostenta el 66,5% y Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (Jemse), tenedora del 8,5% restante. Ese consorcio en 2018 anunció su expansión en el salar de Olaroz, con una inversión de USD 295 millones cuya ejecución se encuentra en marcha desde mediados de 2019.

Además, el gobernador de Jujuy, Gerardo Morales, anunció que Toyota utilizará Litio de su provincia para las baterías que usarán sus vehículos híbridos fabricados en la región.

También en Jujuy se propone el desarrollo de la inversión de la empresa italiana FAAM que provee el aporte del know-how productivo y comercial para procesar el carbonato de litio, producir baterías y comercializarlas en otros mercados.

Según datos de la Bolsa de Valores de Rosario, en el 2025 el sector minero del Litio podría aportar el 10% de las divisas generadas hoy por el campo y la agroindustria. Y destacó que hay cinco emprendimientos en prueba de factibilidad de proceso de elaboración de baterías de Litio en el país.

## ANEXO III

BYD es el único fabricante de vehículos eléctricos que domina las tecnologías de control de baterías, motores eléctricos y vehículos. Las baterías de fosfato de hierro



patentadas de BYD son el corazón de la empresa y proporcionan energía segura y confiable a todos nuestros vehículos y sistemas de almacenamiento de energía. Fundada en 1995 como pionera en tecnología de baterías, BYD es el patrocinador oficial de Mother Nature. La misión de BYD es cambiar el mundo mediante la creación de un ecosistema completo de cero emisiones impulsado por energía limpia que reduzca la dependencia mundial del petróleo. Los productos innovadores de BYD son líderes en múltiples sectores, incluidos los automóviles, autobuses, camiones medianos y pesados y montacargas eléctricos a batería; el sistema de monorraíl SkyRail; sistemas de almacenamiento de energía y generación de energía solar; y electrónica de consumo.

## ANEXO IV

La capacidad representa energía específica en amperios-hora (Ah). Ah es la corriente de descarga que puede entregar una batería a lo largo del tiempo. Puede instalar una batería con un Ah superior al especificado y obtener un tiempo de ejecución más prolongado; también puede usar un paquete un poco más pequeño y esperar un tiempo de ejecución más corto. Los cargadores tienen cierta tolerancia en cuanto a la clasificación Ah (con el mismo voltaje y química); una batería más grande simplemente tardará más en cargarse que un paquete más pequeño, pero la discrepancia Ah no debe exceder el 25 por ciento. Las baterías de arranque europeas están marcadas en Ah; América del Norte utiliza la capacidad de reserva (RC). RC refleja el tiempo de descarga en minutos a una descarga de 25A.

## ANEXO V

La electrificación del transporte terrestre se convertirá en un punto clave para la segunda mitad de los 2020s, gracias a la baja en los costos de las baterías y su fabricación a gran escala, generando que las ventas de automóviles eléctricos lleguen



a un 28% y las de autobuses eléctricos a 84% en sus respectivos mercados globales para el año 2030.

La última predicción a largo plazo de Bloomberg New Energy Finance (BNEF por sus siglas en inglés) muestra un incremento récord en las ventas mundiales de vehículos eléctricos (EVs por sus siglas en inglés) de 1.1 millones el año pasado a 11 millones para 2025 y llegando a 30 millones en 2030, a medida que se establecen ventajas de costos en comparación con los vehículos de combustión interna (ICE por sus siglas en inglés). China encabezará esta transición con ventas que representan casi el 50% del mercado mundial de vehículos eléctricos en 2025 y 39% para el 2030.

Se espera que el número de vehículos ICE de gasolina o diésel vendidos al año comience a disminuir a mediados de la década de los 2020s, mientras que los vehículos eléctricos ganarán un mejor lugar en el mercado. Para 2040, se proyecta una venta de 60 millones de vehículos eléctricos, un equivalente al 55% del mercado mundial de vehículos ligeros. Los automóviles de 'movilidad compartida' serán un elemento pequeño pero creciente (ver datos más adelante).

El avance de los autobuses eléctricos será incluso más rápido que el de los autos eléctricos, según el análisis de BNEF. El estudio muestra que para 2019 los autobuses eléctricos en casi todas las configuraciones de carga tendrán un costo total de propiedad menor que el de los autobuses municipales convencionales. Existen más de 300.000 autobuses eléctricos en los caminos de China, y los modelos eléctricos están en camino para dominar el mercado global a finales de la década de 2020s.

Colin McKerracher, analista principal de transporte avanzada para BNEF, dijo: "los desarrollos en los últimos 12 meses y los planes de los fabricantes para el despliegue de modelos junto con las nuevas regulaciones sobre contaminación urbana han reforzado nuestra visión en las perspectivas de los vehículos eléctricos. Los cambios en nuestro pronóstico, en comparación con el del año anterior es modesto en lo que respecta a los automóviles. Consideramos hoy que los vehículos eléctricos representarán el 55% de las ventas de vehículos ligeros en 2040, en lugar del 54% y representarán el 33% del total de automóviles en el mundo".



“Lo nuevo dentro de este pronóstico son los autobuses eléctricos. China ha liderado este mercado con un estilo espectacular al representar el 99% del total mundial del año pasado. El resto del mundo seguirá esa tendencia y para 2040 esperamos que el 80% del total mundial de la flota de autobuses municipales sea eléctrico”.

El ritmo de conversión a vehículos eléctricos para el transporte variará dependiendo del país, particularmente en los próximos 12 años, ya que algunos mercados están más adelantados que otros. BNEF estima que para 2030, los vehículos eléctricos conformarán más del 44% de las ventas de vehículos de línea ligera en Europa, 41% de las ventas en China, 34% en Estados Unidos, y 17% en Japón. Sin embargo, la escasez de infraestructura para la recarga y la falta de modelos con precios accesibles retrasarán el mercado en India, de modo que los vehículos eléctricos compondrán solo el 7% de las ventas de automóviles nuevos en ese país en 2030.