

**|INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**Ingeniería en Mantenimiento Industrial**



**“Estudio de prefactibilidad técnico-financiero para la evaluación del  
cambio de la flotilla de los vehículos de carga liviana de combustión  
interna hacia la movilidad eléctrica en la compañía Schneider Electric  
Costa Rica.”**

**Informe de práctica profesional de especialidad para optar por el grado de  
licenciatura en ingeniería en mantenimiento industrial**



**Steven Jesús Campos Cornejo**

**2018160266**

**Cartago, junio 2023**



**Profesor guía**

**Ing. Osvaldo Guerrero**

**Asesores Industriales**

**Ing. Stephanny Flores**

**Tribunal Examinador**

**Ing. Juan José Montero**

**Ing. Julio Rojas**

## **Datos personales**

Nombre completo: Steven Campos Cornejo

Número de cédula: 305210327

Número de carné: 2018160266

Edad: 23 años

Números de teléfono: 86142841

Correos electrónicos: campos.scc14@estudiantec.cr

Dirección exacta de domicilio: 25 metros sur de la última para de Lourdes de agua Caliente,  
Cartago, Costa Rica.

## **Datos de la Empresa**

Nombre: Schneider Electric Costa Rica

Dirección: Centro Corporativo El Cedral Torre 4, piso 1 y 2 Escazú Costa Rica

San José, Costa Rica

Teléfono: +506 22109400

## **Dedicatoria**

A mis padres, Jesús y Sandra y mi hermano Anthony, por ser un apoyo y un pilar fundamental en mi vida para poder llegar hasta donde estoy y por cada palabra de aliento que me dieron durante tantos años.

A todos mis familiares y seres queridos que siempre creyeron en mis capacidades.

A todos mis compañeros y amigos del TEC que fueron piezas fundamentales en cada trabajo y proyecto.

Y a todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida que han aportado su granito de arena no solo a mi sino también a mis compañeros.

## **Agradecimientos**

Principalmente a mi familia, mis padres y mi hermano, que han sido mi motivación en todo este trayecto, que me han dado todo su amor y su cariño para nunca sentirme solo, que han sido capa y espada de cada uno de mis pasos y que sin duda alguna han sacrificado todo lo que han tenido para darme la mejor vida. Sin ellos este camino no sería fácil.

A los amigos que me ha dejado el TEC y principalmente a mis compañeros de carrera que han sido fundamentales y un hombro de donde agarrarse en los momentos más complicados, todos y en especial a Juan Ulloa, Alfredo Ellis, Kevin Alvarado, Andrés Barrantes y otros que han sido motivación del día a día y nos lo he podido nombrar porque se extiende la lista.

A todas las personas que he amado durante toda esta etapa que sin duda han estado acompañando en cada momento y me han dado la dicha de tener mis mejores experiencias dentro y fuera del TEC, sin duda aprovecho este momento para agradecerles y para decirles que estoy orgulloso de cada uno de ellos.

Al TEC que ha sido parte de mi crecimiento profesional y a cada uno de los profesores que han formado parte de mi educación.

Finalmente a la compañía Schneider Electric y en especial a su personal que me ha abierto sus puertas para pertenecer a su equipo de trabajo y han confiado en mí desde el minuto 1.

# Índice de Contenidos

Capítulo 1. Introducción.....	13
Introducción y antecedentes.....	13
Reseña de la empresa.....	14
Planteamiento del problema.....	15
Objetivo general.....	18
Objetivos Específicos .....	18
Justificación .....	18
Viabilidad.....	20
Alcance .....	21
Limitaciones.....	22
Capítulo 2. Marco Metodológico .....	23
Metodología Planteada .....	23
Selección y análisis de la ruta crítica .....	26
Capítulo 3. Marco Teórico.....	27
1. Plan de Descarbonización .....	27
2. Analisis del costo del ciclo de vida útil .....	28
3. Vehículos eléctricos de carga liviana.....	29
3.1. Consumo de un vehículo eléctrico de carga liviana .....	30
3.2. Vehículos eléctricos de carga liviana en Schneider Electric .....	31

3.3. Autonomía de los vehículos eléctricos de carga liviana.....	32
4.Compra de vehículos por medio de arrendamiento .....	33
5. Baterías de LFP.....	34
6. Puntos de carga .....	34
7.Red eléctrica .....	36
8.Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero .....	37
9.Tecnología EURO.....	38
10.Mantenimiento Preventivo.....	38
11.Mantenimiento Correctivo .....	39
Capítulo 4. Análisis de Resultados .....	40
Objetivo Específico 1. Comparar los costos de los vehículos de carga liviana utilizados en Schneider Electric para los trabajos de campo y los vehículos eléctricos de carga liviana que ofrece el mercado, en base a los costos de operación y mantenimiento. ....	40
Especificaciones del vehículo utilizado por Schneider Electric.....	42
Especificaciones de los vehículos eléctricos de carga liviana seleccionados.....	44
Costos por mantenimiento preventivo.....	48
Costos por mantenimiento correctivo.....	50
Relación entre costos por mantenimiento preventivo y correctivo .....	51
Costos de operación de los vehículos de carga liviana de combustión interna y eléctricos.....	54

Objetivo Específico 2. Evaluar las electrolinerías que usarían los vehículos eléctricos de Schneider Electric. ....	59
Caracterización de la tecnología necesaria para los puntos de carga. ....	60
Revisión de las rutas críticas y rutas comunes para los vehículos eléctricos. ....	62
Implementación de puntos carga por ruta crítica.....	63
Costo por infraestructura de puntos de carga. ....	64
Análisis de escenarios.....	65
Escenario 1.Costos asumidos por Schneider Electric.....	65
Escenario 2.Costos asumidos por la empresa a la que se le brinda el servicio .....	65
Escenario 3.Costos divididos entre las compañías .....	65
Escenario 4. No implementación de infraestructura para electrolinerías .....	66
Objetivo Específico 3. Desarrollar el estudio de prefactibilidad técnico-financiero la flota de carga liviana actual de la compañía Schneider Electric hacia la movilidad eléctrica. ....	69
Etapa de adquisición.....	70
Adquisición del vehículo de combustión interna de carga liviana. ....	71
Adquisición del vehículo eléctrico de carga liviana. ....	71
Etapa de operación.....	72
Costos por consumo de energía. ....	72
Costos por mantenimiento. ....	72



Etapa de fin de vida.....	73
Comparación final del análisis de costos del ciclo de vida útil de los vehículos de combustión interna de carga liviana y eléctricos por escenario. ....	73
Análisis de escenarios.....	75
Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental del uso de vehículos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna, basado en los planes y leyes nacionales e internacionales.....	77
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones .....	80
Conclusiones.....	80
Objetivo Específico 1. Comparar los costos de los vehículos de carga liviana utilizados en Schneider Electric para los trabajos de campo y los vehículos eléctricos de carga liviana que ofrece el mercado, en base los costos de operación y mantenimiento.....	81
Objetivo Específico 2. Evaluar las electrolinerías que usarían los vehículos eléctricos de Schneider Electric.....	81
Objetivo Específico 3. Desarrollar el estudio de prefactibilidad técnico-financiero la flotilla de carga liviana actual de la compañía Schneider Electric hacia la movilidad eléctrica.....	83
Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental del uso de vehículos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna, basado en los planes y leyes nacionales e internacionales. ....	83
Recomendaciones .....	83
Capítulo 6. Referencias.....	84

Capítulo 7. Apéndices. ....	90
Apéndice 1. Criterio de selección de los vehículos eléctricos. ....	90
Apéndice 2. Tablas resumen de valor actual neto.....	91
Escenario 1. ....	91
Escenario 2. ....	92
Escenario 3. ....	93
Escenario 4. ....	94
Apéndice 3. Costos del ciclo de vida útil de estudiado de operación de los vehículos. ...	94
Apéndice 4. Costos del ciclo de vida útil en el caso de máxima operación de los vehículos. ....	96
Apéndice 5. Costo por implementación de infraestructura.....	97
Capítulo 7. Anexos. ....	99
Anexo 1. Especificaciones de VAN.....	99
Anexo 2. Plan de mantenimiento preventivo para el vehículo Isuzu D-max.....	100
Anexo 3. Plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos. ....	101
Anexo 4. Especificaciones de productos SE.....	102

## Índice de Figuras

Figura 1. Metodología planteada para el desarrollo del proyecto .....	25
---	----

Figura 2. Comparativa del consolidado de los costos de mantenimiento entre los vehículos de combustión interna (VCI) versus los vehículos eléctricos (VE) en base al incremento de la flotilla.....	53
Figura 3. Registro histórico del costo por litro de combustible en Costa Rica. ....	55
Figura 4. Cargadores con conector CSS.....	62
Figura 5. Estructura de distribución de costos del ciclo de vida útil para vehículos de combustión interna. ....	69
Figura 6. Estructura de distribución de costos del ciclo de vida útil para vehículos eléctricos.....	70
Figura 7. Resumen de los costos del ciclo de vida útil de las flotillas de vehículos por escenario. ....	74
Figura 8. VAN en el escenario 1 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.....	91
Figura 9. VAN en el escenario 1 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.....	91
Figura 10. VAN en el escenario 1 para el vehículo MAXUS T90 EV. ....	91
Figura 11. VAN en todos los escenarios para el vehículo Isuzu D-max.....	92
Figura 12. VAN en el escenario 2 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.....	92
Figura 13. VAN en el escenario 2 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.....	92
Figura 14. VAN en el escenario 2 para el vehículo MAXUS T90 EV. ....	93
Figura 15. VAN en el escenario 3 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.....	93
Figura 16. VAN en el escenario 3 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.....	93
Figura 17. VAN en el escenario 3 para el vehículo MAXUS T90 EV. ....	93

Figura 18. VAN en el escenario 4 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.....	94
Figura 19. VAN en el escenario 4 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico. ....	94
Figura 20. VAN en el escenario 4 para el vehículo MAXUS T90 EV. ....	94
Figura 21. Fórmula del valor actual neto (VAN) .....	99
Figura 22. Plan de mantenimiento preventivo para el vehículo Isuzu D-max. ....	100
Figura 23. Plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos. ....	101

## Índice de Tablas

Tabla 1. Definición del problema (Debiera vs realidad) .....	17
Tabla 2. Comparativa para la selección de la ruta crítica. ....	26
Tabla 3. Vehículos de combustión interna en Schneider Electric Costa Rica.....	41
Tabla 4. Estudio de mercado de los vehículos eléctricos de carga liviana del país. ....	46
Tabla 5. Especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos de carga liviana seleccionados.....	47
Tabla 6. Proyección de kilometraje anual de los vehículos de carga liviana de la compañía. .....	48
Tabla 7. Comparativa de los costos por mantenimiento preventivo. ....	50
Tabla 8. Comparativa de los costos por mantenimiento correctivo. ....	51
Tabla 9. Consolidado de la comparativa de los costos por mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de la flotilla de vehículos.....	52
Tabla 10. Variación del combustible diésel en Costa Rica. ....	55

Tabla 11. Promedio del recorrido mensual de la flotilla de Schneider Electric. ....	56
Tabla 12. Proyección del costo de operación de la flotilla de Schneider Electric en 4 años. .....	57
Tabla 13. Proyección del costo de operación de la flotilla de vehículos eléctricos en 4 años. .....	58
Tabla 14. Consolidado de la comparativa del costo de operación de la flotilla de vehículos. .....	59
Tabla 15. Costo en colones por cada kilómetro recorrido según cada tecnología.....	59
Tabla 16. Rutas críticas de los servicios de Schneider Electric Costa Rica. ....	63
Tabla 17. Costos asociados a la implementación de puntos de carga. ....	64
Tabla 18. Consolidado de rutas críticas mensuales tomando en cuenta el uso de los puntos de carga nacionales. ....	66
Tabla 19. Costos asociados por la no implementación de puntos de carga.....	68
Tabla 20. Datos asociados al costo de adquisición de la flotilla de vehículos de combustión interna. ....	71
Tabla 21. Datos asociados al costo de adquisición de la flotilla de vehículos eléctricos. ....	72
Tabla 22. Consolidado del VAN para el TCO en las flotillas propuestas. ....	75
Tabla 23. Consolidación de porcentajes del TCO para las flotillas estudiadas en comparación a el vehículo de combustión interna. ....	77
Tabla 24. Resumen del consumo proyectado de energía de las flotillas. ....	78
Tabla 25. Factor de emisión de GEI para los vehículos estudiados. ....	79

## **Capítulo 1. Introducción**

### **Introducción y antecedentes**

“Costa Rica aspira a ser una economía moderna, verde y libre de emisiones - y a fortalecer su liderazgo”, así como se menciona en el Plan Nacional de Descarbonización el país tiene un compromiso y una obligación con el proceso de reducción de “emisiones de gases”, este tema es de alta relevancia debido al aumento de temperaturas las cuales están provocando desastres naturales en todo el planeta, esto ha hecho que 70 países tomaran la decisión de reunirse para generar el “acuerdo de París” el cual cuenta con puntos importantes que afectan normativas relacionadas a las emisiones generadas por el uso de vehículos de combustión interna así a su vez implementar tecnologías que favorezcan el medio ambiente, en estos puntos se define que para el 2050 es necesario frenar la tendencia del aumento de temperatura de este siglo de 2°C y reducir el aumento a un 1,5°C según se menciona en la página oficial de las Naciones Unidas.

El interés nace debido a que sin importar que en Costa Rica la producción de energía eléctrica se da en un aproximado del 90% por fuentes de energías renovables, siendo el otro 10% por biomasa o derivados del petróleo en una minoría, en Costa Rica existen diferentes tipos de consumo de energía, es en esta parte donde hay que aclarar que Costa Rica en producción de electricidad es un líder a nivel mundial, sin embargo, según “La Matriz energética de Costa Rica” el consumo de energía por fuente eléctrica solo representa el 21%, por lo que en Costa Rica el 79% del consumo de energía total es generado por fuentes basadas en derivados del petróleo y biomasa, teniendo este primero un 63% y el segundo un 16%, además de esto este

consumo total se divide en diferentes áreas teniendo el área de transporte un 51% del consumo a nivel nacional de energía o bien sería siendo un 81% del uso de derivados del petróleo destinados a la utilización de transporte.

Teniendo estos datos en cuenta, se elabora una investigación teórica con la finalidad de generar un estudio de prefactibilidad el cual se encargue de plantear el cambio total de la flotilla vehicular de combustión interna a la tecnología de vehículos eléctricos, focalizado en los vehículos de carga liviana, ya que esta tecnología es reciente en el país, la cual necesita de un estudio y una verificación de la rentabilidad en su uso.

Como se menciona anteriormente parte de las limitaciones se deben a los pocos estudios que se tienen en torno a los vehículos eléctricos de carga liviana, así a su vez hay que tomar en cuenta las rutas, los puntos de carga y las zonas geográficas ya que son variables por tomar en cuenta que pueden influir en la factibilidad del plan, ya que es necesario tener una buena gestión de la autonomía de los vehículos. Además de esto el costo de la movilidad eléctrica se relacionan directamente al avance que tenga la tecnología, así como lo explica Agencia Internacional de Energías Renovables en su documento “Perspectivas de innovación: Carga inteligente para vehículos eléctricos” el factor más importante que ha llevado a una disminución sustancial de los costos de los vehículos eléctricos en los últimos años es la disminución de los costos de las baterías. Las mejoras en las tecnologías de las baterías han reducido el precio promedio de los paquetes de baterías.

## **Reseña de la empresa**

Schneider Electric es una empresa multinacional con sede en Francia que se especializa en la producción y distribución de productos y soluciones de gestión de energía y

automatización. La empresa ha estado en el negocio por más de 180 años y ha expandido su presencia en más de 100 países en todo el mundo.

En Costa Rica, Schneider Electric es uno de los principales proveedores de soluciones de energía y automatización para diferentes sectores, incluyendo la industria, los edificios, el sector residencial y los servicios públicos. La empresa ha estado operando en Costa Rica por más de 20 años y cuenta con una amplia gama de productos y soluciones, incluyendo sistemas de automatización y control, sistemas de energía renovable, sistemas de distribución eléctrica y sistemas de seguridad.

En términos de sostenibilidad, Schneider Electric ha establecido una serie de objetivos ambiciosos, incluyendo la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero y el fomento de prácticas comerciales sostenibles en toda su cadena de suministro. Además, la empresa también ha lanzado una serie de iniciativas para promover el acceso a la energía limpia en todo el mundo, incluyendo programas para el desarrollo de energías renovables y para la electrificación rural.

## **Planteamiento del problema**

Al nivel del proyecto que se plantea, un estudio de prefactibilidad daría inicios e indicativos para poder garantizar a futuro el uso de vehículos eléctricos y en especial vehículos de carga liviana, este estudio tiene fundamentos científicos que hablan sobre autonomía, condiciones del terreno, eficiencia energética, de ser posible le dará a la sociedad un ambiente más consciente con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero, así a su vez se busca cómo minimizar costos e incrementar la rentabilidad de una tecnología que facilite la movilidad eléctrica. A nivel nacional ya se cuenta con objetivos y metas claras en base a la movilidad eléctrica, estas mismas tienen que promoverse más desde el punto legal, para



fomentar un avance íntegro de las tecnologías que favorezca el medio ambiente, a pesar de esto la contaminación para generar estas tecnologías es un tema de alta relevancia ya que afecta de manera potenciada el estado del medio ambiente, como bien se sabe las tecnologías que fomentan el uso de vehículos eléctricos se fundamenta en el uso de energías no renovables y así a su vez en métodos que no favorecen las bajas emisiones, un ejemplo claro de esto es el uso de generadores eléctricos por medio de carbón, como lo es Estados Unidos de América que cerca del 21% de la generación eléctrica proviene de la quema de carbón para la producción de dicha energía.

Parte de la solución que se desea brindar es tener un panorama claro de como el uso de vehículos de carga liviana eléctricos favorece tanto a la reducción de costo como a bajar localmente las emisiones de  $CO_2$ , así a su vez es deseable involucrar las tecnologías existentes para fomentar el uso de vehículos eléctricos, como lo son toda la gama de productos “EcoStruxure” de la compañía Schneider Electric, la cual se encarga de los puntos de carga, la coordinación y administración de los mismos, así como temas más técnicos como lo son la distribución de cargas para no afectar la red eléctrica del edificio en función al consumo del mismo, el generar más puntos de carga a nivel industrial y por consiguiente a nivel nacional generaría una mayor facilidad para poder tener un transporte mucho más amigable con el ambiente, además de esto se aseguraría de tener una red eléctrica lo suficientemente robusta para poder soportar la movilidad eléctrica.

Las principales variables para tomar en cuenta son el consumo de derivados del petróleo comparadas con la factibilidad que tienen estos costos con la inversión del cambio de flotilla, a su vez un tema de importancia son las emisiones de gases de efecto invernadero que son indicativos de qué tanta factibilidad a nivel ambiental tiene la iniciativa, ya que se relacionan

de manera directa en la base de una solución integral la cual gestione bien las energías y su debida producción y cómo pueden ser utilizadas para tener sistemas más eficientes, seguros y amplios para soportar las demandas de la sociedad, en este caso el usuario final serían aquellas empresas o usuarios individuales que necesiten vehículos de carga liviana para el uso diario.

Tabla 1. Definición del problema (Debiera vs realidad)

		<b>Referencias</b>
<b>Debiera</b>	<p>En 2035, un 30% de la flota de vehículos ligeros–privados e institucionales- será eléctrica.</p> <p>Para el 2050 la energía eléctrica será la fuente de energía primaria para el sector transporte, residencial, comercial e industrial, por lo que el 95% de la flota será de cero emisiones.</p>	<p>“Plan nacional de descarbonización, Costa Rica 2050”</p>
<b>Desviación</b>	<p>Schneider Electric no cuenta con un estudio de prefactibilidad que evalúe la rentabilidad de incorporar vehículos eléctricos con base al análisis del costo del ciclo de vida útil y los objetivos de desarrollo sostenible.</p>	
<b>Realidad</b>	<p>El 100% de los vehículos utilizados en los trabajos de campo de Schneider Electric, se realizan con vehículos de combustión interna sin un estudio del impacto financiero y ambiental de la inversión.</p>	<p>“Base de datos Schneider Electric Centroamérica”</p>

## **Objetivo general**

Desarrollar un estudio de prefactibilidad técnico-financiero en términos energéticos y del costo del ciclo de vida útil de los vehículos eléctricos de carga liviana en comparación a los vehículos de combustión interna, en la compañía Schneider Electric.

## **Objetivos Específicos**

**Objetivo Específico 1.** Comparar los costos de los vehículos de carga liviana utilizados en Schneider Electric para los trabajos de campo y los vehículos eléctricos de carga liviana que ofrece el mercado, en base los costos de operación y mantenimiento.

**Objetivo Específico 2.** Evaluar las electrolinerías que usarían los vehículos eléctricos de Schneider Electric.

**Objetivo Específico 3.** Desarrollar el estudio de prefactibilidad técnico-financiero a la flota de carga liviana actual de la compañía Schneider Electric hacia la movilidad eléctrica.

**Objetivo Específico 4.** Evaluar el impacto ambiental del uso de vehículos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna, basado en los planes y leyes nacionales e internacionales.

## **Justificación**

La utilización de nuevas tecnologías va de la mano a un cambio del paradigma y de cómo la sociedad afronta los nuevos retos propuestos por una sociedad no tan desarrollada, la implementación de la movilidad eléctrica en el futuro será indispensable, ya que los porcentajes de electrificación vienen en alza, en base a esto los mayores beneficiados serán

aquellos que tenga un alto uso de los vehículos eléctricos , así como lo indica “McKinsey Center for Future Mobility” la rentabilidad de la inversión depende así a su vez de los kilometrajes que recorra dicho vehículo.

La información a generar dará un panorama claro de aquellas variables necesarias para hacer una correcta evaluación de los sistemas de movilidad eléctrica y cómo estos influyen dentro una buena gestión de los recursos energéticos, como es evidente los precios de los combustibles se han visto incrementados por diferentes factores externos que exceden los parámetros normales, entre los que destacan las guerras, los cambios climáticos y las necesidades de algunos países de mantener un poderío energético y económico, esto lleva a tener tecnologías más estandarizadas para el uso común y la electrificación es parte de ellas, es por esto que cada pequeño aporte a las tecnologías es un paso más hacia una tecnología más eficiente y más barata que satisfaga las necesidades humanas así como las ambientales.

El plan de prefactibilidad se verá involucrado directamente en un vacío de conocimiento a nivel nacional, ya que la implementación de vehículos eléctricos y en este caso vehículos de carga liviana se ha realizado desde un sentimentalismo y una desinformación, es por esto que se debe implementar un estudio técnico financiero que esté respaldado por variables ingenieriles que demuestren que el uso de la movilidad eléctrica y las inversiones iniciales son necesarias para un mayor aprovechamiento de los recursos.

Parte de las carencias involucradas son la falta de un mercado fuerte y disponible para la sociedad, ya que se ve limitado a agencias que deciden invertir en un modelo de negocio donde favorece la exclusividad de estas tecnologías a un capital alto, a esto sumándole que a nivel de gobierno siendo un beneficio nacional el aprovechamiento de los propios recursos en pro de la reducción de gastos, se debería incentivar un mejoramiento en la estructura

nacional de potencia que de abasto al uso de tecnologías inminentes, así como brindar mayores facilidades para la adquisición de las mismas.

## **Viabilidad**

Las tecnologías necesarias para esta gestión se encuentran disponibles y listas para ser aplicadas, tanto a los vehículos eléctricos, como a los centros de carga y los reguladores de dichos cargadores son elementos que están a la disposición del consumidor, es por esto que es necesario tener un estudio técnico-financiero que de inicio a una toma de decisiones mejor estructurada y con mayor conocimiento ingenieril, ya que la implementación de estas tecnologías tienen que estar respaldadas por una red eléctrica nacional que aguante la demanda energética que significaría un mayor uso de vehículos eléctricos, además de esto el mejoramiento de la tecnología está siendo acelerada en comparación a unos años atrás.

La compañía cuenta con los recursos financieros necesarios para realizar esta inversión, aun así, este estudio indicará la factibilidad de la ejecución de la propuesta ya que a nivel empresarial es indispensable realizar una gestión basada en argumentos claros, ya que una buena gestión es sinónimo de mayores ganancias y aspiraciones a un crecimiento fundamentado en el aprovechamiento eficiente de los recursos.

La experiencia de la institución en temas de mantenimiento y gestión de la energía a nivel nacional ha sido fundamental para el crecimiento y desarrollo del país, siendo el recurso humano de la mano de las tecnologías avanzadas las que distinguen la calidad de esta, Schneider Electric ha sido pionero en la estandarización de los procesos eléctricos mundiales, es por esto por lo que gestiona cerca de 190 países a nivel mundial con ingenieros y técnicos capacitados.

Schneider Electric no solo cuenta con socios clave para poder realizar una inversión viable de los vehículos eléctricos, sino que también cuenta con toda una gama de cargadores eléctricos así como software gestor de la potencia eléctrica demandada por el uso simultáneo de este tipo de dispositivos, es por esto que la compañía puede convertirse en pionera de la estandarización de los vehículos eléctricos y pionera en la utilización de vehículos eléctricos de carga liviana, los cuales no son comunes a nivel nacional, teniendo únicamente 9 ingresos de vehículos eléctricos relacionados a carga liviana.

### **Alcance**

El alcance de este proyecto es de tipo exploratorio ya que se enfoca en un estudio técnico-financiero de la factibilidad de realizar una inversión para realizar la implementación de vehículos eléctricos de carga liviana dentro de la compañía, este plan está basando en el “Plan de Descarbonización Nacional”, siendo evaluado en las tecnologías actuales y próximas entrantes en el país.

Por medio de la exploración se tendrán los datos necesarios para identificar si las tecnologías actuales son lo suficientemente rentables para disminuir los costos que caen en la utilización de los vehículos de combustión interna.

Así a su vez se tiene un alcance correlacional con los datos obtenidos históricos provenientes de consumos de combustibles, rutas realizadas, mantenimientos necesarios, así como otras variables que indican la factibilidad financiera, así como a nivel ambiental una posible implementación de la tecnología reduce la huella de carbono con la movilidad eléctrica.

A nivel explicativo se tienen observaciones, recomendaciones y generalidades con respecto a en qué etapa se encuentra la tecnología, ya que al tener esto como marco de referencia,

suma indicativos de los alcances que puede llegar a tener la evolución de esta y como la red eléctrica nacional juega un papel fundamental en el mejoramiento continuo.

## **Limitaciones**

Parte de las limitaciones a nivel de recursos humanos, recaen sobre la obtención de datos, ya que estos dependen de los reportes de los consumos que los ingenieros reporten, por otro lado, el análisis de la implementación de una tecnología en crecimiento y no del todo desarrollada deriva en que la precisión de los datos no sea la adecuada, es por este tema que puede llegar a ser necesario de personal dentro de las instituciones (Tecnológico de Costa Rica, Schneider Electric), ya sea como consultores o bien para el uso del laboratorio de vehículos eléctricos del TEC.

A nivel financiero no se debería de tener limitaciones importantes ya que el mismo estudio evaluará todo el tema de costos en base a criterios técnicos.

La confidencialidad no es un tema crucial para el proyecto, ya que los datos específicos de la empresa que se manejan hacen referencia a costos y consumos de combustibles, de todas formas, las inversiones en temas de costos de los vehículos anteriormente utilizados y aquellos posibles a utilizar se podrían categorizar como confidenciales, por lo que sería necesario que ambas partes firmen un documento de confidencialidad de los datos utilizados.

## Capítulo 2. Marco Metodológico

### Metodología Planteada

Objetivo específico planteado	Actividad por realizar	Fuente de información	Análisis de datos con criterios estadísticos.	Resultados esperados
Objetivo específico # 1:	<p>1. Recopilación y estudio de los costos de operación y mantenimiento de los vehículos de combustión interna de carga liviana de Schneider Electric.</p> <p>2. Recopilación y estudio, mediante un análisis de mercado, los costos de operación y mantenimiento de los vehículos eléctricos de carga liviana existentes en el mercado nacional.</p> <p>3. Recolectar información de consumos, rutas recurrentes y críticas mediante el GPS de los vehículos de la empresa, dificultades geográficas, autonomía, rendimiento, capacidad de carga, velocidad de carga eléctrica de los diferentes equipos.</p> <p>4. Comparación de los vehículos eléctricos de carga liviana con respecto a los vehículos de combustión interna.</p>	<p>Datos propios de la compañía, así como datos disponibles del mercado actual vehicular en términos de movilidad eléctrica.</p>	<p>Análisis y comparación de los costos asociados a ambas tecnologías mediante una tabla comparativa de rentabilidad.</p>	<p>Generar un documento comparativo en Excel que contenga las principales variables tanto de los vehículos utilizados por la compañía, así como de los vehículos eléctricos que más se acoplen a las necesidades de la empresa.</p>



<p>Objetivo específico # 2:</p>	<p>1.Recolección de los datos del rendimiento de la red eléctrica y el comportamiento con los puntos de carga existentes, mediante el mapeo de las electrolinerías existentes en el país.</p> <p>2.Analizar el mejoramiento de añadir puntos de carga en las rutas críticas para un mayor soporte, mediante el uso de tecnología Schneider Electric.</p> <p>3.Evaluación de los datos de costos de la implementación de dicha tecnología y el costo de cargar los vehículos.</p>	<p>Datos del mercado de equipos de Schneider Electric. Puntos de carga existentes en el país. Principales registros históricos de la interacción de la red eléctrica con los equipos existentes e instalados en Schneider Electric.</p>	<p>Análisis de las rutas críticas y las rutas usuales, mediante una evaluación de la rentabilidad de incorporar vehículos eléctricos, así a su vez de cuánto afecta en términos de tiempo los recorridos.</p>	<p>Generar una base de datos que sirva como referencia de las rutas críticas, de las rutas más utilizadas y si la implementación de vehículos eléctricos y su autonomía son afectadas, así a su vez relacionando estos datos a los consumos de combustible en comparación al consumo de energía eléctrica, definiendo si la autonomía de los vehículos eléctricos demorará el proceso de transporte.</p>
<p>Objetivo específico # 3:</p>	<p>1.Resumen de todos los datos obtenidos en términos técnicos y financieros, estos mismos serán organizados según su categoría.</p> <p>2. La comparativa de estos datos recaudados serán evaluados por medio de la generación de un estudio de prefactibilidad técnico-financiero.</p>	<p>Datos obtenidos de los objetivos previos, información necesaria de estudios semejantes como guía, además del uso de guías e informes para un adecuado estudio.</p>	<p>Los datos serán analizados por medio del estudio de prefactibilidad técnico-financiero, donde se enfatizará la comparativa de ambas tecnologías.</p>	<p>Generar un documento el cual cuente con el estudio de prefactibilidad, que sirva como recomendación para la empresa en la toma de decisiones, verificando la viabilidad del proyecto.</p>

			Así a su vez las etapas del estudio y aquellos necesarios para su correcto desarrollo.	
Objetivo específico # 4:	1. Desarrollo de un documento que cuente con la información recolectada de las normas, planes y leyes que rigen hacia la dirección del mejoramiento ambiental, desde un punto de vista ingenieril, de negocio y de aprovechamiento de las tecnologías que favorecen un uso adecuado de las energías.	Plan nacional de descarbonización costarricense 2050. Matriz Energética de Costa Rica. Acuerdo de París 2050. Leyes nacionales. Acuerdos internacionales. Planes de mejoramiento energético. Datos de contaminación de los vehículos.	Los datos seleccionados serán clasificados según su impacto ambiental. Una comparación de las tecnologías que utiliza la empresa con respecto a los vehículos eléctricos en términos del aprovechamiento de las energías renovables.	Es necesario obtener un documento que cuente con la medición del impacto ambiental que genera cada uno de los vehículos para la compañía y si se están respetando los proyectos, leyes y políticas que estén a favor del ambiente.

Figura 1. Metodología planteada para el desarrollo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

## Selección y análisis de la ruta crítica

La compañía cuenta con una amplia gama de clientes dentro del GAM (Gran área Metropolitana) así como fuera de ella, así que se evaluaron dos factores importantes para la selección de la ruta crítica, uno de los factores a tomar en cuenta es la ruta más lejana a la cual los ingenieros de campo pueden acudir, esta ruta lejana se obtuvo mediante el sistema de localización de los vehículos de la compañía, ya que cada uno de ellos cuenta con uno, así a su vez se entrevistó al equipo de trabajo para definir la ruta más lejana, en este caso la ruta seleccionada es la ruta Centro Corporativo el Cedral, Trejos Montealegre, San José, San Rafael; en donde se encuentra las oficinas centrales de la compañía, hacía el sector de Auto Mercado Santa Cruz, Provincia de Guanacaste, Santa Cruz; en donde se tiene un contrato con el cliente y se realiza una visita mensual aproximadamente, esta ruta cuenta con 261 km partiendo de oficinas centrales hasta el sitio ubicado en Guanacaste, es decir que el vehículo para realizar un viaje de ida y retorno hacia las oficinas tendría que recorrer aproximadamente 522 km.

Seguidamente se evalúa el siguiente factor para seleccionar la ruta crítica, en este caso se evalúa el lugar más visitado por los ingenieros de campo, este es el sector del El Coyol, Provincia de Alajuela, San José; el cual cuenta con una distancia de 25,5 km desde las oficinas centrales, para gestionar un viaje ida y retorno los vehículos se desplazan un aproximado de 51 km.

En base a estos datos se realiza la selección de la ruta, con ayuda de la Tabla 2.

Tabla 2. Comparativa para la selección de la ruta crítica.

---

### Rutas Críticas

---

<b>Ruta</b>	<b>Lugar</b>	<b>Distancia(km)</b>	<b>Ida y retorno (km)</b>	<b>Nota: Relación de</b>
<b>1</b>	Oficinas centrales-Guanacaste	261	522	la ruta 2 para alcanzar la ruta 1.
<b>2</b>	Oficinas centrales-El Coyol	25,5	51	10,2

**Fuente:** Elaboración propia.

Ahora bien, en este caso la ruta crítica seleccionada es la ruta 1, desde las Oficinas Centrales hasta la provincia de Guanacaste, en específico en Tamarindo en el cantón de Santa Cruz, esto se debe a que para que la ruta 2 se compare con un solo viaje de la ruta 1, esta se debería realizar un aproximado de 10 veces, es decir, es muy poco probable que los ingenieros de campo se desplazan esta cantidad de veces en un día. En resumen la ruta crítica cuenta una distancia de ida y retorno de 522 km como se muestra en la Tabla 2.

## **Capítulo 3. Marco Teórico**

### **1. Plan de Descarbonización**

Es una iniciativa del gobierno costarricense lanzada en 2018 con el objetivo de alcanzar la neutralidad de carbono para el año 2050. El plan se basa en la idea de que el país puede lograr un futuro sostenible, justo y próspero, y busca reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en varios sectores clave de la economía, como el transporte, la energía y la agricultura.

En el sector de transporte, el plan busca promover la adopción de vehículos eléctricos, el uso de combustibles más limpios y la mejora del transporte público. En el sector energético, el plan se enfoca en aumentar la generación de energía renovable y reducir la dependencia del país de los combustibles fósiles. También se ha establecido una meta para la reducción de

emisiones en la agricultura y se ha establecido un objetivo ambicioso para la conservación de los bosques del país.

Además de las medidas específicas en cada sector, el plan también busca promover la innovación y la investigación para desarrollar tecnologías y prácticas más sostenibles y reducir el impacto ambiental de la economía del país. En este sentido, el gobierno ha establecido una serie de incentivos y medidas de apoyo para fomentar la inversión en tecnologías limpias y proyectos sostenibles.

El Plan Nacional de Descarbonización de Costa Rica es considerado como uno de los más ambiciosos del mundo en términos de lucha contra el cambio climático. El país es uno de los líderes mundiales en el uso de energía renovable y ha establecido un objetivo ambicioso de alcanzar el 100% de energía renovable para el año 2030. Además, la iniciativa ha recibido el apoyo de organizaciones internacionales y ha sido reconocida como una de las mejores prácticas para la reducción de emisiones en todo el mundo.

## **2. Análisis del costo del ciclo de vida útil**

El análisis de ciclo de vida (ACV) es una técnica que se utiliza para evaluar el impacto ambiental de un producto, proceso o actividad a lo largo de su ciclo de vida completo, desde la extracción de materias primas hasta el desecho final.

El análisis de costo del ciclo de vida útil (ACCV) es una extensión del ACV que se enfoca en evaluar el costo con un énfasis en el impacto ambiental de un producto o sistema durante su vida útil, es decir, desde la producción hasta el fin de su uso. Esto incluye la evaluación de la energía y los materiales necesarios para fabricar, transportar, usar y desechar el producto o sistema.

El ACVU se divide en varias etapas:

**Definición del alcance:** En esta etapa se establece el objetivo del análisis, se define el producto o sistema a evaluar y se delimitan los límites del análisis.

**Análisis de inventario:** Se recopila y analiza información sobre los materiales, energía y emisiones asociadas con el ciclo de vida del producto o sistema.

**Evaluación de impacto:** Se evalúa el impacto ambiental de los datos del inventario utilizando herramientas como la evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV), que permite identificar y evaluar los efectos ambientales relevantes.

**Interpretación:** Se interpretan los resultados y se comunican de manera efectiva para apoyar la toma de decisiones informadas.

El ACCV es una herramienta útil para evaluar el impacto ambiental de los productos y sistemas, lo que permite a los fabricantes identificar oportunidades de mejora y a los consumidores tomar decisiones de compra más informadas. Además, también puede ser utilizado por los reguladores para establecer estándares ambientales y por las empresas para evaluar el impacto ambiental de sus operaciones y productos.

### **3. Vehículos eléctricos de carga liviana**

Los vehículos eléctricos de carga liviana son una alternativa interesante para aquellos que buscan una forma más ecológica y económica de transportar bienes. Estos vehículos están diseñados específicamente para transportar cargas de hasta varios cientos de kilogramos y están equipados con baterías eléctricas en lugar de motores de combustión interna.

En términos de rendimiento, los vehículos eléctricos de carga liviana tienen algunas ventajas significativas en comparación con sus contrapartes con motores de combustión interna. En primer lugar, son mucho más eficientes en cuanto a la energía que utilizan para transportar la misma carga. Además, producen muy poco ruido y emisiones, lo que los hace ideales para su uso en áreas urbanas y suburbanas.

En cuanto a la duración de la batería, la autonomía de estos vehículos puede variar dependiendo del modelo y de la carga que se esté transportando. En general, sin embargo, se espera que la mayoría de los vehículos eléctricos de carga liviana tengan una autonomía de entre 100 y 200 kilómetros con una sola carga.

En resumen, los vehículos eléctricos de carga liviana son una alternativa interesante para aquellos que buscan una forma más ecológica y económica de transportar bienes. Estos vehículos tienen algunas ventajas significativas en términos de eficiencia, emisiones y ruido, y están equipados con características adicionales para facilitar la conducción y la seguridad.

### **3.1. Consumo de un vehículo eléctrico de carga liviana**

El consumo de energía de un vehículo eléctrico de carga liviana es un tema importante en el desarrollo de la tecnología de vehículos eléctricos. Un artículo académico publicado en la revista "Energies" en 2021 aborda este tema y proporciona algunas conclusiones interesantes.

El artículo señala que el consumo de energía de un vehículo eléctrico de carga liviana depende de varios factores, como la masa del vehículo, la aerodinámica, la eficiencia del motor y el comportamiento del conductor. Además, el artículo destaca que el ciclo de conducción también tiene un gran impacto en el consumo de energía.

Los autores del artículo realizaron un estudio experimental para medir el consumo de energía de un vehículo eléctrico de carga liviana en diferentes condiciones de conducción. El estudio encontró que el consumo de energía variaba ampliamente según las condiciones de conducción, pero que el ciclo de conducción estándar europeo (NEDC) proporcionaba una buena indicación del consumo de energía en condiciones de conducción normales.

El artículo también destaca que la eficiencia energética de un vehículo eléctrico de carga liviana puede mejorarse mediante la adopción de técnicas como la recuperación de energía durante la frenada y la optimización de la gestión térmica del vehículo. (Gao, Y., & Yang, H., 2021)

### **3.2. Vehículos eléctricos de carga liviana en Schneider Electric**

Los vehículos eléctricos funcionan mediante la utilización de baterías LFP recargables que alimentan un motor eléctrico. La electricidad almacenada en las baterías se utiliza para hacer funcionar el motor, que convierte la energía eléctrica en energía mecánica para hacer funcionar las ruedas del vehículo. Funcionan con energía eléctrica almacenada en baterías que se cargan desde una fuente externa, como un enchufe eléctrico o una estación de carga.

La mayoría de los vehículos eléctricos tienen una transmisión automática que permite al conductor controlar la velocidad y la dirección del vehículo, y algunos modelos también tienen características adicionales, como la capacidad de recuperar energía mientras se frena. Esta función permite que el motor eléctrico actúe como un generador y convierte la energía cinética en electricidad, que se almacena en la batería y se puede utilizar para alimentar el vehículo en el futuro.



Los vehículos eléctricos de carga liviana son una opción sostenible y rentable para empresas que necesitan transportar bienes y productos a través de distancias cortas o medias.

En el caso de Schneider Electric en Costa Rica, la implementación de vehículos eléctricos de carga liviana podría proporcionar varios beneficios. En primer lugar, reduciría la huella de carbono de la compañía al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la operación de vehículos. Además, al utilizar la energía eléctrica renovable de Costa Rica, se podrían reducir los costos de combustible y mantenimiento, lo que aumentaría la eficiencia operativa y reduciría los costos a largo plazo.

### **3.3. Autonomía de los vehículos eléctricos de carga liviana.**

Según un estudio de investigación titulado "Autonomy of Electric Light Commercial Vehicles: A Review of Measurement, Modeling and Simulation" publicado en la revista *Energies* en 2020, la autonomía de los vehículos eléctricos de carga liviana varía significativamente en función de varios factores, como el tamaño de la batería, la eficiencia energética del motor y las condiciones de conducción.

El estudio también señala que la autonomía promedio de los vehículos eléctricos de carga liviana es de alrededor de 150-250 km en condiciones ideales de conducción, y que en situaciones de carga máxima o condiciones climáticas extremas, la autonomía puede reducirse significativamente.

En cuanto a Costa Rica, un estudio publicado en la revista *Ciencia, Tecnología y Sociedad* en 2019 evaluó la viabilidad de la adopción de vehículos eléctricos para el transporte de carga en el país. Los resultados mostraron que, en promedio, la autonomía de los vehículos

eléctricos de carga liviana disponibles en el mercado costarricense varía entre 100 y 200 kilómetros, lo que puede limitar su uso en ciertas rutas de transporte de larga distancia.

#### **4.Compra de vehículos por medio de arrendamiento**

El arrendamiento de vehículos, también conocido como leasing, es una alternativa para adquirir un vehículo en la que se establece un contrato de arrendamiento entre una empresa de leasing y el arrendatario (el usuario final), que puede ser una persona física o una empresa.

En este contrato, el arrendatario paga una cuota periódica por el uso del vehículo durante un plazo determinado, en el que se establece una cantidad de kilómetros a recorrer. Al finalizar el contrato, el arrendatario tiene la opción de adquirir el vehículo por un valor residual establecido previamente, devolverlo o renovar el contrato de arrendamiento.

A nivel mundial, el arrendamiento de vehículos ha tenido un crecimiento constante en los últimos años debido a los beneficios que ofrece, como una menor inversión inicial, flexibilidad en el uso del vehículo, deducción de impuestos, entre otros. Según un informe de Global Leasing Report, en 2020 se registró un total de 44,5 millones de unidades arrendadas en todo el mundo.

En Costa Rica, el arrendamiento de vehículos ha sido una alternativa de adquisición muy popular para empresas que necesitan contar con flotas de vehículos para su operación, debido a que les permite contar con vehículos nuevos sin tener que invertir grandes sumas de dinero y sin la necesidad de preocuparse por su mantenimiento y venta posterior. Según un informe del Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica, en el 2019 se registraron un total de 9.277 unidades arrendadas en el país.

## **5. Baterías de LFP**

La tecnología de baterías de fosfato de litio (LFP, por sus siglas en inglés) se está convirtiendo en una opción cada vez más popular para los vehículos eléctricos debido a su alta densidad energética, su larga vida útil y su seguridad mejorada en comparación con otras tecnologías de baterías de iones de litio.

Las baterías LFP también son menos propensas a experimentar un fenómeno conocido como "thermal runaway", que puede llevar a la combustión o explosión de la batería. Además, las baterías LFP no contienen cobalto, un material que puede ser costoso y problemático debido a la escasez de suministro y a las preocupaciones sobre su impacto ambiental y su explotación laboral.

Un informe académico publicado en 2020 por la revista científica "Sustainability" destaca que las baterías LFP tienen una larga vida útil, pueden soportar un alto número de ciclos de carga y descarga sin experimentar una degradación significativa, lo que las convierte en una opción atractiva para los vehículos eléctricos que requieren una alta durabilidad.

Además, el informe también menciona que las baterías LFP tienen una buena eficiencia energética y una baja tasa de autodescarga, lo que significa que pueden mantener una carga durante períodos más largos sin necesidad de recarga. Esto las convierte en una opción atractiva para los vehículos eléctricos que requieren una mayor autonomía y una carga más rápida. (Yin, J., Wang, C., Zhang, J., & Zou, Y. ,2020)

## **6. Puntos de carga**

Los puntos de carga para vehículos eléctricos son una parte crucial de la infraestructura necesaria para hacer que los vehículos eléctricos sean una opción práctica y conveniente para

los conductores. En el artículo se destacan varios puntos importantes sobre los puntos de carga para vehículos eléctricos.

El artículo señala que los puntos de carga para vehículos eléctricos se pueden clasificar en tres categorías principales: cargadores de nivel 1, cargadores de nivel 2 y cargadores de nivel 3 (también conocidos como cargadores rápidos). Cada tipo de cargador tiene diferentes características en términos de velocidad de carga, voltaje y amperaje, y puede ser adecuado para diferentes situaciones y necesidades de carga.

El artículo también menciona que la ubicación y la accesibilidad de los puntos de carga son un factor importante para su éxito. Los puntos de carga deben estar convenientemente ubicados en lugares donde los conductores puedan acceder fácilmente a ellos, y deben estar disponibles en lugares como estacionamientos, garajes y calles públicas.

Otro punto importante que se destaca en el artículo es la necesidad de interoperabilidad entre los diferentes proveedores de puntos de carga. Los conductores no deberían tener que preocuparse por si su vehículo es compatible con un cargador en particular, por lo que se están desarrollando estándares y protocolos para garantizar que los vehículos eléctricos puedan cargar en cualquier punto de carga.

Finalmente, el artículo destaca la importancia de la sostenibilidad en la implementación de puntos de carga para vehículos eléctricos. La energía utilizada para alimentar los puntos de carga debe provenir de fuentes renovables para maximizar los beneficios ambientales de la transición a los vehículos eléctricos. (Liu, J., Wang, C., & Yin, J. ,2021)

## **7.Red eléctrica**

La adopción masiva de vehículos eléctricos tendrá un impacto significativo en la red eléctrica existente. Un informe académico publicado en la revista "Renewable and Sustainable Energy Reviews" en 2018 examina este tema y proporciona algunas conclusiones importantes.

El informe destaca que la carga de los vehículos eléctricos puede tener un impacto significativo en la demanda de energía eléctrica en la red. Si se carga una gran cantidad de vehículos eléctricos al mismo tiempo, podría producirse una carga pico en la red eléctrica, lo que podría llevar a problemas de estabilidad y congestión en la red. Sin embargo, si se utiliza una carga inteligente y programada, es posible minimizar el impacto en la red eléctrica y aprovechar la capacidad de la red para cargar los vehículos eléctricos.

El informe también destaca que la adopción de vehículos eléctricos podría tener un impacto positivo en la integración de fuentes de energía renovable en la red eléctrica. Los vehículos eléctricos pueden actuar como una fuente de almacenamiento de energía, lo que permite una mayor integración de energía solar y eólica en la red eléctrica. Además, si los vehículos eléctricos se cargan con energía renovable, podrían reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte.

Finalmente, el informe destaca la necesidad de políticas y estrategias adecuadas para abordar los desafíos de la integración de vehículos eléctricos en la red eléctrica. Es importante que los gobiernos y los reguladores trabajen con los operadores de la red eléctrica y los proveedores de servicios de carga para desarrollar estrategias que permitan la adopción masiva de vehículos eléctricos sin comprometer la estabilidad y la fiabilidad de la red eléctrica. (Zhang, C., Chen, S., & Zhao, D. ,2018).

## **8. Analisis de las emisiones de gases de efecto invernadero**

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los vehículos son una de las principales causas del cambio climático. Los vehículos emiten dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otros gases como metano, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles, que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. Estos gases se acumulan en la atmósfera y atrapan el calor del sol, provocando un aumento de la temperatura global.

Los efectos del cambio climático pueden ser graves y pueden afectar el medio ambiente de muchas maneras. Algunos de los efectos del cambio climático incluyen:

El aumento del nivel del mar, lo que puede provocar inundaciones costeras y erosionar las playas. El aumento de la frecuencia y la intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, ciclones, sequías e inundaciones. La alteración de los patrones climáticos y la disminución de las precipitaciones, lo que puede afectar a la agricultura y a la disponibilidad de agua potable. La pérdida de biodiversidad y la extinción de especies, debido a la alteración de los ecosistemas y la degradación del hábitat natural.

Para reducir las emisiones de GEI de los vehículos y mitigar los efectos del cambio climático, se están implementando políticas y medidas en todo el mundo. Estas medidas incluyen la promoción de vehículos más eficientes en cuanto al consumo de combustible, la electrificación del transporte y la mejora de la infraestructura de transporte público. También se están implementando políticas para fomentar el uso de combustibles alternativos y renovables, como biocombustibles y energía eléctrica de fuentes renovables, para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar las emisiones de GEI.

## **9.Tecnología EURO**

Las normas EURO establecidas por la Unión Europea, establecen límites para las emisiones de contaminantes en los vehículos nuevos y se han ido actualizando con el tiempo con el fin de reducir la contaminación atmosférica generada por el transporte.

El artículo comienza revisando la historia de las normas EURO desde su inicio en 1992 hasta la norma más reciente, EURO 6. A continuación, los autores analizan la eficacia de los sistemas de control de emisiones y su impacto en la calidad del aire urbano, enfocándose especialmente en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas.

Se evalúan los resultados de varios estudios de emisiones en condiciones de conducción real, tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados. En general, los resultados muestran que los vehículos diésel emiten más NOx en el mundo real que en las pruebas de laboratorio, lo que ha generado controversia y llevado a la implementación de nuevos procedimientos de prueba para vehículos.

El estudio también destaca las limitaciones de los sistemas de control de emisiones y su efectividad en diferentes condiciones de conducción. Por ejemplo, los sistemas de tratamiento de gases de escape pueden no funcionar correctamente a bajas temperaturas o en situaciones de tráfico intenso.

## **10.Mantenimiento Preventivo**

Según el informe "Importancia del mantenimiento preventivo en vehículos" (García, 2019), el mantenimiento preventivo es una estrategia esencial para garantizar la seguridad y el buen rendimiento de los vehículos. El mantenimiento preventivo consiste en realizar acciones

planificadas y sistemáticas para detectar y corregir problemas antes de que se conviertan en fallas mayores.

El mantenimiento preventivo puede incluir inspecciones regulares, cambios de aceite, sustitución de piezas gastadas, ajustes y limpiezas. El objetivo principal es aumentar la vida útil del vehículo, prevenir accidentes, reducir los costos de reparación y mejorar la eficiencia en el consumo de combustible.

## **11.Mantenimiento Correctivo**

Según el informe "Mantenimiento correctivo de vehículos" (Martínez, 2020), el mantenimiento correctivo se refiere a la reparación de problemas o fallas ya existentes en los vehículos. El mantenimiento correctivo se realiza cuando ocurre una avería, un mal funcionamiento o una reducción en el rendimiento del vehículo.

El mantenimiento correctivo puede implicar la sustitución de piezas, la reparación de sistemas y la resolución de problemas técnicos. El objetivo principal es restaurar el vehículo a su estado operativo normal y garantizar su funcionamiento seguro y eficiente.

Sin embargo, el mantenimiento correctivo puede ser más costoso que el mantenimiento preventivo, ya que implica la reparación de problemas mayores y puede llevar a tiempos de inactividad del vehículo. Por lo tanto, es importante realizar inspecciones regulares y mantenimiento preventivo para reducir la necesidad de mantenimiento correctivo.

En resumen, el mantenimiento correctivo es una práctica importante para reparar problemas y fallas en los vehículos, pero debe ser utilizado de manera complementaria al mantenimiento preventivo.



## **Capítulo 4. Análisis de Resultados**

**Objetivo Específico 1. Comparar los costos de los vehículos de carga liviana utilizados en Schneider Electric para los trabajos de campo y los vehículos eléctricos de carga liviana que ofrece el mercado, en base los costos de operación y mantenimiento.**

Según el modelo económico planteado en el estudio de la Universidad de California llamado “Vehículos eléctricos en los Estados Unidos, Un nuevo modelo con previsiones a 2030”, se menciona que parte del modelo se base en un análisis hacia el aprovechamiento de las energías y la mejora energética, a pesar de esto no se puede abstraer un modelo económico de los factores de motivación o inconvenientes que hacen que el cliente tome la decisión de la compra de automóviles eléctricos, destacando 3 factores en específico, 1) el precio de compra en relación con los autos a gasolina; 2) incertidumbre sobre los costos operativos; y 3) inquietudes/preguntas sobre su rango o capacidad. Así a su vez un factor externo pero de igual forma importante es el número de adopción de los clientes a estas tecnologías, ya que son estas mismas las que extienden la cobertura de servicios de las compañías que tienen como negocio alguna característica con movilidad eléctrica.

Como base esencial para el desarrollo de este objetivo es necesario enfatizar en estos tres puntos y relacionarlos entre sí para poder caracterizar tanto los vehículos de combustión interna utilizados por Schneider Electric Costa Rica, así como los vehículos eléctricos de carga liviana que ofrece de momento el mercado nacional.

De esta manera y mediante una revisión a la flotilla con la que cuenta Schneider Electric en sus instalaciones, se tiene que la compañía cuenta con una flotilla variada por vehículos

eléctricos de uso confidencial y no confidencial, vehículos livianos de combustión interna tanto para el área comercial como para el área de servicios y además cuenta con 10 vehículos de combustión interna de carga liviana los cuales son utilizados por los ingenieros de carga para portar herramientas y equipos de prueba para los trabajos respectivos, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Vehículos de combustión interna en Schneider Electric Costa Rica.

Número	Código de GPS	Empresa	Modelo/Placa	Nombre del ingeniero asignado	Distancia consolidada (km)
1	3979	Schneider	Isuzu D-max CL-324289	Isaac Salas	5797
2	3993	Schneider	Isuzu D-Max CL-324284	Julio González	6345
3	4525	Schneider	Isuzu D-Max AGV-2531	Mauricio Viquez	8872
4	4526	Schneider	Isuzu D-Max AGV-2785	Gustavo González	9121
5	4528	Schneider	Isuzu D-Max AGV-2612	Michael Montoya	7513
6	4529	Schneider	Isuzu D-Max AGV-2797	Danny Zelaya	8389
7	4530	Schneider	Isuzu D-Max AGV-2782	Níger Castellanos	11252
8	4542	Schneider	Isuzu D-Max AGV-2796	Carlos Arias	8374
9	4563	Schneider	Isuzu D-max AGV-2767	Cesar Bolaños	5473
10	3292	Schneider	Isuzu D-Max CL-314188	Sin Asignar	1930
<b>Total</b>					73066

Fuente: Elaboración propia.

Como parte de la construcción de la Tabla 3 se analiza la distancia recorrida por lo vehículos de la empresa, es importante mencionar que los actuales vehículos de la compañía son utilizados desde el 15 de agosto del 2022, según la información que recolectada esto debido a que se hizo un cambio de flotilla recientemente, debido a que los automóviles de la

compañía se cambian cada 4 años, ya que se compran por medio de “leasing” o arrendamiento, en este caso funciona de la siguiente manera, Schneider Electric Costa Rica selecciona el vehículo que cumpla con unas necesidades específicas, como los son la viabilidad el automotor, la capacidad de carga, la seguridad a nivel técnica y otras características, la compañía CSI Leasing la cual tiene alrededor de 20 años de servicio en el país, se encarga de la compra de toda la flotilla de la compañía, dado contratos de 3 a 5 años, donde el arrendatario paga una cuota mensual por dicho automóvil y cuando el contrato se finaliza el porcentaje restante del costo a pagar es completado por la empresa y puede llegar a ser vendido a sus colaboradores. Este método es común en empresas multinacionales.

En base a esta información los vehículos de carga liviana de la compañía tienen una antigüedad menor a 1 año, es importante destacar mediante las entrevistas con el departamento financiero no se ha realizado en la compañía ningún estudio técnico-financiero que ayude a seleccionar cuál es la mejor opción de vehículo que favorezca las necesidades de los trabajos de campo.

### **Especificaciones del vehículo utilizado por Schneider Electric.**

Como se observa en la Tabla 3, el vehículo seleccionado por la empresa es de la marca Isuzu en específico el modelo D-Max de carga liviana, el Isuzu D-Max es una camioneta de tamaño mediano producida por Isuzu Motors. La versión que se comercializa en Costa Rica presenta varias características relevantes en términos de rendimiento, comodidad y seguridad.

En términos de motorización, el Isuzu D-Max cuenta con un motor diésel de 4 cilindros de 3.0 litros que produce una potencia máxima de 177 caballos de fuerza y un torque máximo de 380 Nm a 1800-2800 rpm. Este motor está acoplado a una transmisión manual de 6

velocidades o una transmisión automática de 5 velocidades. Algunas de las características técnicas son:

- Motor: diésel, de 4 cilindros, 3.0L, 16 válvulas, con sistema de inyección directa por common rail y turbocompresor con intercooler. Puede generar una potencia máxima de 177 HP a 3600 RPM y un torque máximo de 380 Nm a 1800-2800 RPM.
- Transmisión: manual de 6 velocidades o automática de 5 velocidades con modo manual secuencial.
- Tracción: trasera o 4x4 con selección electrónica.
- Suspensión delantera: independiente con doble horquilla y resortes helicoidales.
- Suspensión trasera: eje rígido con resortes semielípticos.
- Frenos: discos ventilados en las ruedas delanteras y tambor en las ruedas traseras.
- Neumáticos: 255/65 R17 o 255/60 R18 (dependiendo del modelo).
- Capacidad de carga: 1045 kg.
- Capacidad de remolque: 3500 kg.
- Dimensiones: longitud de 5295 mm, ancho de 1860 mm y altura de 1795 mm.
- Distancia entre ejes: 3125 mm.
- Capacidad del tanque de combustible: 76 litros.

Según las especificaciones proporcionadas por el fabricante, la capacidad del tanque de combustible del Isuzu D-Max varía según la versión del modelo. En la versión de doble

cabina, la capacidad del tanque de combustible es de 76 litros, mientras que en la versión de cabina sencilla es de 76.4 litros.

El rendimiento de combustible del vehículo puede variar dependiendo de varios factores, como las condiciones de manejo, la carga que se transporta y el terreno en el que se circula. Sin embargo, según pruebas de consumo realizadas por la Revista Motores en Costa Rica, el Isuzu D-Max tiene un rendimiento promedio de 10 km/litro, lo que significaría que con un tanque lleno se podrían recorrer alrededor de 764 km en la versión de doble cabina y 770 km en la versión de cabina sencilla.

### **Especificaciones de los vehículos eléctricos de carga liviana seleccionados.**

Ahora bien, para la selección de los vehículos eléctricos, estos mismos tienen que cumplir con las expectativas de los vehículos de carga liviana seleccionados por la empresa.

La principal característica por tomar en cuenta es la autonomía que tiene el vehículo eléctrico ya que esto se relaciona directamente en el rendimiento del vehículo para hacer rutas largas. Un estudio publicado en la revista Transportation Research Part D: Transport and Environment en 2020 analizó la autonomía de los vehículos eléctricos de carga liviana en diferentes países, incluyendo China, Estados Unidos y Europa. Los resultados mostraron que, en promedio, la autonomía de estos vehículos varía entre 100 y 200 kilómetros, dependiendo del modelo y la capacidad de la batería.

Según un informe académico publicado en la revista Renewable and Sustainable Energy Reviews, la vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos puede variar significativamente según el tipo de batería, las condiciones de uso y el mantenimiento.

En general, se ha observado que las baterías de iones de litio utilizadas en los vehículos eléctricos modernos tienen una vida útil de alrededor de 8 a 10 años o de 160,000 a 320,000 kilómetros, además, la vida útil de las baterías de los vehículos eléctricos puede verse afectada por varios factores, como la temperatura ambiente, la frecuencia de carga y descarga, la velocidad de carga, la profundidad de descarga, la calidad de la batería y el mantenimiento adecuado. Por ejemplo, se ha demostrado que las baterías de iones de litio tienen una vida útil más corta en climas cálidos, mientras que la carga y descarga frecuentes y la carga rápida pueden reducir la vida útil de la batería.

De esta forma se realiza un estudio de mercado con las principales marcas y distribuidores de vehículos eléctricos de carga liviana del país, en este caso se seleccionaron 12 vehículos diferentes, que se asemejan a las capacidades de los vehículos de combustión interna, en este punto es importante mencionar que a nivel del corporativo en Costa Rica el diseño del vehículo cumple un factor importante, debido a que estos vehículos representan la imagen de la compañía, en particular los vehículos de carga liviana seleccionados son vehículos del tipo pick-up, es por esto que es importante mantener la imagen de la empresa con respecto a sus vehículos. De estos mismos, se seleccionan dos en una clasificación mala debido a características como la carga útil que es baja, la comercialización en Costa Rica que es reciente y la capacidad de la batería debido a que es baja. Así a su vez se seleccionaron 7 con clasificación regular, ya que cumplen las características, pero no conservan el diseño seleccionado por la compañía. Finalmente se determinó 3 modelos diferentes que cumplen con las capacidades y con el diseño deseado por la compañía.

Tabla 4. Estudio de mercado de los vehículos eléctricos de carga liviana del país.

Número	Marca y Modelo	Carga Útil (kg)	Batería (kWh)	Autonomía (km)	Clasificación
1	Nissan e-NV200	705	40	200	Regular
2	Renault Kangoo Z.E.	640	33	270	Regular
3	Peugeot Partner EV	685	22,5	170	Regular
4	Citroën Berlingo EV	675	22,5	170	Regular
5	JAC iEV7S Cargo	415	40	300	Mala
6	MAXUS T90 EV	850	89	400	Buena
7	Maxus EV80	950	56	200	Regular
8	Dongfeng Rich 6 EV	800	68	340	Buena
9	BYD T3	700	42	300	Regular
10	DFSK Glory E3	550	42	300	Regular
11	Foton BJ5039XXY	550	27	150	Mala
12	JMC Vigus eléctrico	1000	60	340	Buena

**Fuente:** Elaboración propia.

El criterio de selección se especifica en el [apéndice 1](#).

En base al estudio de mercados, los tres modelos seleccionados son el vehículo Dongfeng Rich 6 EV comercializado por CoriMotors con las sucursales de venta DFM|ZNA, seguidamente se selecciona el vehículo MAXUS T90 EV comercializado por el grupo asiático automotriz SAIC Motor, así a su vez se seleccionó el vehículo JMC Vigus eléctrico comercializado por VEINSA Motors. Dichos vehículos cumplen con las características básicas necesarias para los trabajos realizados por la empresa Schneider Electric Costa Rica. Parte de sus especificaciones técnicas generales se muestra en la Tabla 5, en la cual se evalúan las características esenciales para la selección de un vehículo eléctrico de carga liviana. Los primeros dos vehículos seleccionados son fabricados e importados desde China y finalmente el último vehículo seleccionado corresponde a tecnología japonesa. Las características presentadas son tomadas de las fichas técnicas de cada uno de los vehículos y sus datos son extraídos de pruebas realizadas en laboratorio en un ambiente controlado, es por esto que los

vehículos puestos a prueba en una conducción normal tienden a tener menos prestaciones de las que indican los fabricantes. Estas especificaciones van a depender de la velocidad de conducción, temperatura ambiente, condiciones climáticas, y algunos factores externos, según indican los manuales de uso.

Tabla 5. Especificaciones técnicas de los vehículos eléctricos de carga liviana seleccionados.

<b>Características técnicas</b>	<b>Vehículo (Marca y Modelo)</b>		
	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus Eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Batería (kWh)</b>	68	60	89
<b>Autonomía (km)</b>	340	332	350
<b>Carga Útil (kg)</b>	800	1000	850
<b>Tiempo de Carga estándar (de 0 a 80%)</b>	8 horas	10 horas	7,5 horas
<b>Tiempo de Carga rápida (de 0 a 80%)</b>	45 minutos	1 hora	45 minutos
<b>Potencia (kW)</b>	120	120	130
<b>Potencia (Hp)</b>	161	161	177
<b>Torque (Nm)</b>	420	320	310

**Fuente:** Extraídos de la ficha técnica.

Parte de las limitantes recaen en no tener datos precisos de las especificaciones de los vehículos debido a que las tecnologías son recientes y la implementación de estos vehículos está en una etapa temprana, es decir, no se han utilizado en el país para realizar una comprobación de que la ficha técnica se asocia por completo a los datos reales del comportamiento de un vehículo eléctrico de carga liviana en las carreteras nacionales, de igual forma parte de la información recolectada demuestra que los vehículos tienen características muy similares con una leve ventaja en el vehículo MAXUS T90 EV que presenta mayores prestaciones, esto debido principalmente a la capacidad de su batería y la potencia de su motor eléctrico, como se observa en la tabla anterior.



La comparación de los costos en mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo se efectuarán de manera dividida debido a que se tiene registro de los mantenimientos correctivos de la compañía, a pesar de tener los registros se utilizara como dato el mayor costo por mantenimiento correctivo como indicador. La comparativa del vehículo de combustión interna utilizado actualmente por la empresa se realizará con el conjunto de vehículos seleccionada en la Tabla 5.

### **Costos por mantenimiento preventivo**

Los costos de mantenimiento preventivo de los vehículos de combustión interna de la empresa se realizan por el encargado de cada vehículo, en este caso se asocian a los costos de la compañía por medio de la tarjeta corporativa, de los registros de la tarjeta se obtuvo que el costo por mantenimiento de cada vehículo de carga liviana de la compañía se divide en dos tractos cada 5 000 kilómetros se realiza el primero con un costo de ₡140 000,00 colones y cada 10 000 kilómetros el segundo con un costo de ₡280 000,00 colones, en base a esto y a los kilómetros recorridos se obtiene el costo anual de mantenimiento preventivo. De la Tabla 3 se obtuvo el consolidado de kilometraje recorrido por los vehículos de la compañía desde el día 14 de agosto del 2022, el cual se tiene un total de 73 066 kilómetros recorridos por 10 vehículos de la compañía.

Tabla 6. Proyección de kilometraje anual de los vehículos de carga liviana de la compañía.

	<b>Kilómetros recorridos</b>
<b>Consolidado total de kilometraje en 7 meses</b>	73066,0
<b>Promedio ponderado de distancia recorrida en 7 meses (unidad)</b>	7306,6

<b>Promedio ponderado de distancia recorrida aproximado en 1 mes (unidad)</b>	1043,8
<b>Promedio ponderado de distancia recorrida proyectado a 1 año (unidad)</b>	12525,6

**Fuente:** Elaboración propia.

Es de importancia enfatizar que el promedio ponderado de distancia recorrida proyectado a 1 año por cada vehículo es una aproximación al dato real, debido a que el consolidado de kilometraje se implementó en una fecha menor al año, por lo que fue necesario proyectar el dato a 12 meses. En base a la tabla anterior se identificó que la distancia recorrida por un vehículo de la compañía es de 12 525,60 kilómetros anuales, es decir se le aplican 2 mantenimientos preventivos anuales, el de 5 000 kilómetros y el de 10 000 kilómetros.

El plan de mantenimiento del vehículo de combustión interna se encuentra en el [anexo 2](#).

Para el costo de mantenimiento de los vehículos eléctricos se realizó una ponderación de los costos de cada unidad debido a que los valores de mantenimiento preventivo de los vehículos eléctricos de carga liviana no está estandarizado debido a que la tecnología es reciente, de igual forma, la compañía Schneider Electric cuenta con un porcentaje de vehículos livianos eléctricos, los cuales, cuentan con un mantenimiento preventivo cada 5 000 kilómetros de forma gratuita y un mantenimiento preventivo a los 10 000 kilómetros con un costo aproximado de ₡100 000 colones, de igual forma se realizó la cotización del mantenimiento preventivo que se ejecuta en Chile, el cual cuenta con una mayor tiempo de tener la tecnología de vehículos eléctricos de carga liviana y el valor ronda entre los ₡100 000 colones y los ₡300 000 colones dependiendo del vehículo.

Tabla 7. Comparativa de los costos por mantenimiento preventivo.

<b>Vehículo</b>	<b>Costo total por mantenimiento preventivo anual por unidad</b>	<b>Costo total por mantenimiento preventivo 4 años por unidad</b>	<b>Costo total por mantenimiento preventivo 4 años 10 vehículos</b>	<b>% de ahorro para la flotilla de vehículos eléctricos</b>
<b>Isuzu D-max</b>	€420 000,00	€1 680 000,00	€16 800 000,00	
<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>				
<b>JMC Vigus eléctrico</b>	€100 000,00	€400 000,00	€4 000 000,00	76%
<b>MAXUS T90 EV</b>				

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 6, en este caso el porcentaje de ahorro por mantenimiento del vehículo eléctrico es cerca del 76%, como se menciona en el “Center for Entrepreneurship & Technology” de la universidad de California en su artículo “Vehículos eléctricos en los Estados Unidos 2030” debido a que un tren motriz eléctrico tiene un 25 % vehículo eléctricomantenimiento relacionados a un ahorro por cambios de aceite, reemplazo de frenos, mantenimiento de la transmisión, el mantenimiento preventivo de un vehículos eléctrico es menor al de un vehículo de combustión interna.

### **Costos por mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo de los vehículos de la empresa se obtiene de igual forma de los registros de la tarjeta corporativa, los mismos son consultados por cada gestor de los vehículos y se obtienen costos variados, para mantener una concordancia en la elaboración de costos, se tomará el valor del mantenimiento correctivo como el caso crítico a considerar, esto principalmente para evaluar la rentabilidad de los vehículos. Ahora bien se identificaron 3 problemas comunes asociados al mantenimiento correctivo, esto se relacionan principalmente al cambio de batería y al cambio de llantas principalmente. En base a esto y

a la cotización realizada por la agencia vehicular Grupo Q encargada de los mantenimientos preventivos y correctivos, se obtiene la suma por mantenimiento correctivo.

Tabla 8. Comparativa de los costos por mantenimiento correctivo.

<b>Vehículo</b>	<b>Costo total por mantenimiento correctivo anual por unidad</b>	<b>Costo total por mantenimiento correctivo 4 años por unidad</b>	<b>Costo total por mantenimiento correctivo 4 años 10 vehículos</b>	<b>% de ahorro para la flotilla de vehículos eléctricos</b>
<b>Isuzu D-max</b>	∅370 000,00	∅1 480 000,00	∅14 800 000,00	
<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>				100%
<b>JMC Vigus eléctrico</b>	∅0,00	∅0,00	∅0,00	
<b>MAXUS T90 EV</b>				

**Fuente:** Elaboración propia.

Con base a la tabla anterior y partiendo de la teoría del artículo “Comparación del costo total de propiedad de los vehículos eléctricos de batería y vehículos con motor de combustión”, los vehículos bajo una conducción normal, el mantenimiento correctivo incrementa a partir del año 4, en este caso se toma el valor de mantenimiento correctivo es de ∅0 colones ya que el arrendamiento sería de máximo 4 años, esto ligado con los registros de la empresa donde se evidencia que el mantenimiento correctivo de la flotilla eléctrica de la empresa se ve reducida debido al efectivo del mantenimiento preventivo.

### **Relación entre costos por mantenimiento preventivo y correctivo**

Luego de hacer la separación de los costos por mantenimiento preventivo y por mantenimiento correctivo se realizará el consolidado de los datos, es importante hacer la unión del costo por mantenimiento para realizar las proyecciones de vida útil. Los costos por mantenimiento a su vez dependen de los convenios que se tengan con las empresas de

adquisición de los vehículos, es decir, muchas empresas cuentan con regalías para el primer mantenimiento debido a la garantía, a la compra de una flotilla grande y a algunos términos en los contratos, es importante mencionar que para los datos recolectados se despreció todos estos beneficios para obtener el escenario más crítico.

Tabla 9. Consolidado de la comparativa de los costos por mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de la flotilla de vehículos.

<b>Vehículo</b>	<b>Costo total por mantenimiento preventivo y correctivo anual por unidad.</b>	<b>Costo total por mantenimiento preventivo y correctivo 4 años por unidad.</b>	<b>Costo total por mantenimiento preventivo y correctivo 4 años 10 vehículos.</b>	<b>% de ahorro para la flotilla de vehículos eléctricos.</b>
<b>Isuzu D-max</b>	¢790 000,00	¢3 160 000,00	¢31 600 000,00	
<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>				
<b>JMC Vigus eléctrico</b>	¢100 000,00	¢400 000,00	¢4 000 000,00	87%
<b>MAXUS T90 EV</b>				

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de la tabla anterior se identifica que con la comparativa por el costo de mantenimiento se puede obtener un 87% de ahorro, a pesar de que el ahorro es significativo en porcentaje, la evaluación del ahorro del costo por mantenimiento por el uso de vehículos eléctricos es de ¢20 700 00 colones en 4 años para 10 vehículos, este costo para la compañía es poco más no insignificante. Es importante mencionar que a pesar de que la flotilla de vehículos incrementa los porcentajes de ahorro se mantienen estables, ya que tienen una línea de tendencia lineal, ahora bien entre mayor sea el incremento de la flotilla mayor será el ahorro para la organización.

Es importante entender que en la medida que la tecnológica de la movilidad eléctrica crezca así crecerán los datos estadísticos de los mantenimientos preventivos y correctivos que son necesarios para el uso diario de los vehículos, de igual forma el incremento de dicha tecnología creará un panorama más claro de la probabilidad de que el mantenimiento correctivo sea necesario para dichos vehículos, este mismo se verá afectado directamente a factores como la temperatura ambiente de uso, el cuidado del vehículo, la forma de conducción y el avance hacia una tecnología más fiable.

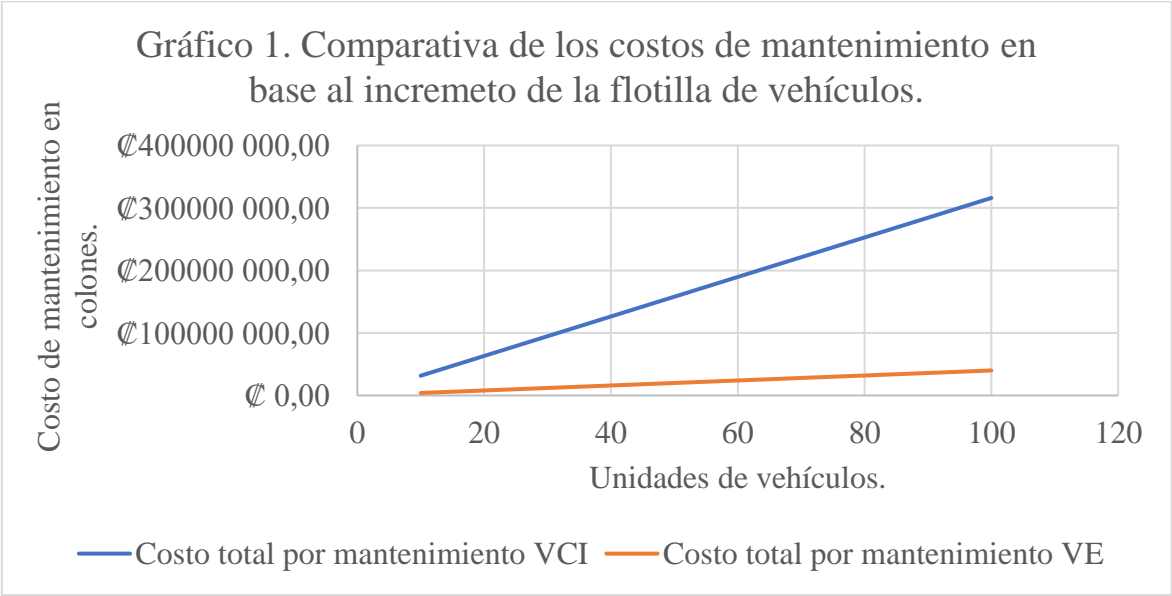


Figura 2. Comparativa del consolidado de los costos de mantenimiento entre los vehículos de combustión interna (VCI) versus los vehículos eléctricos (VE) en base al incremento de la flotilla.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el gráfico 1, los vehículos tienen una tendencia creciente que relaciona el incremento de la flotilla de vehículos con el costo por mantenimiento, a pesar de esto, cada grupo de vehículos tiene una pendiente diferente, es decir, la pendiente del costo de

mantenimiento para los vehículos de combustión interna es mayor a la del costo por mantenimiento por vehículos eléctricos.

A modo de ejemplo, se puede identificar que con una flotilla de 100 vehículos el costo de mantenimiento para los vehículos de combustión interna es de ₡316 000 000,00 colones y el costo por mantenimiento de vehículos eléctricos es de ₡40 000 000 colones, es decir mantenemos un 87% de ahorro en el uso de automotores eléctricos, pero en términos de costos tendríamos un ahorro de ₡276 000 000 colones en 4 años de duración del arrendamiento. Estos datos favorecen el uso de los vehículos eléctricos dentro de la compañía ya que impactaría directamente al crecimiento del número de vehículos y a sus gastos asociados a mantenimiento.

### **Costos de operación de los vehículos de carga liviana de combustión interna y eléctricos**

Para los costos de operación se tienen dos limitantes significativas, la primera es que los costos por combustible de la empresa están asociados a un centro de costos único, es decir no existe un consolidado del costo del combustible para cada vehículo, en segundo lugar la tecnología de los vehículos eléctricos de carga liviana es muy reciente, partiendo que los vehículos eléctricos seleccionados fueron lanzados a partir del 2022 y hasta el 2023 fueron comercializados en el país, esta información es necesaria para identificar que no existen datos relacionados a los consumos de los vehículos, únicamente se tienen los datos relacionados a la ficha técnica dada por el fabricante, como se mencionó anteriormente estos datos no se asemejan a los datos precisos y a las prestaciones que tienen la tecnología de vehículos eléctricos. Para definir de manera correcta el costo de operación es necesario identificar el costo en base al consumo diario de combustible por distancia recorrida, para definir estos

datos se realizó en base al promedio de costo de combustible registrado por la Autoridad Reguladora de Servicios Públicos (ARESEP). A continuación se muestra a manera de ejemplo el incremento de los combustibles en Costa Rica, esta sección se definirá de manera amplia en el objetivo específico 4.

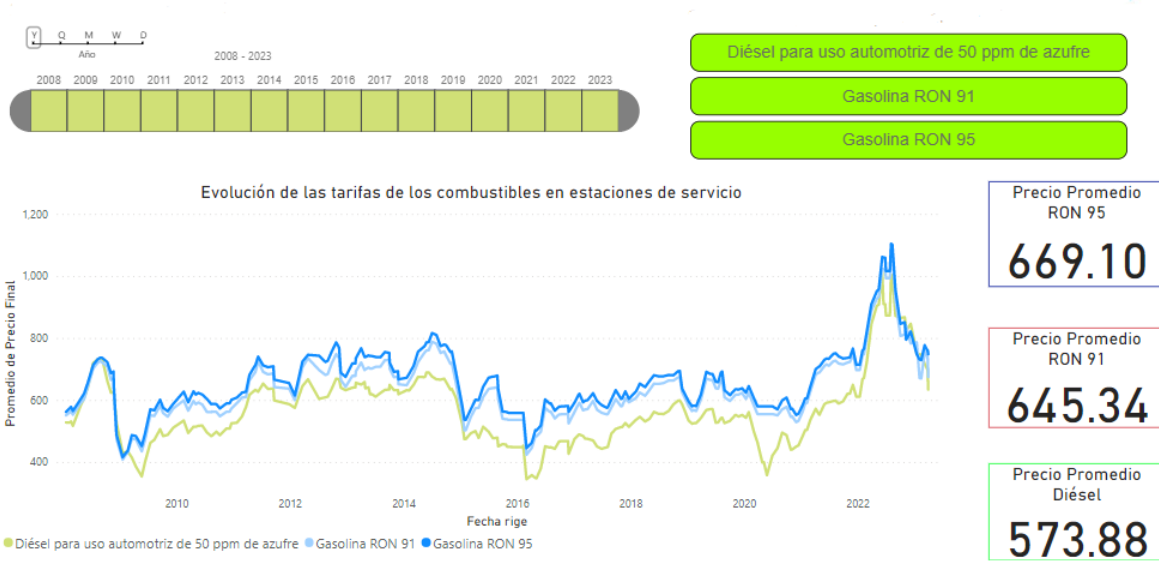


Figura 3. Registro histórico del costo por litro de combustible en Costa Rica.

Fuente: Recopilado del ARESEP.

En base a lo datos tomados de la ARESEP, el costo del combustible diésel, el cual es el combustible utilizado por los vehículos de la empresa, ha fluctuado de manera significativa teniendo valores diferente mensualmente. Para esto se comparará el promedio diario dividido mensualmente de la distancia recorrida por cada vehículo, la distancia recorrida en kilómetros por litro de combustible y finalmente el costo del combustible mensualmente a partir de la adquisición de los vehículos de la empresa.

Tabla 10. Variación del combustible diésel en Costa Rica.

Año	2022					2023			Promedio
Mes	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	



<b>Costo del combustible (colones)</b>	€1 000,0	€872,0	€865,0	€824,0	€846,0	€750,0	€748,0	€717,0	<b>€814,0</b>
--	----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------------

Fuente: Datos recopilados de la ARESEP.

Como se observa en la tabla anterior, el precio del combustible en Costa Rica ha tenido variaciones que rondan entre los €1 000 colones y los €717 colones por litro de combustible diésel, teniendo un promedio de €814 colones. Estos datos son de relevancia mensualmente para sacar el costo de consumo de combustible de los vehículos de manera más exacta, debido a que mediante el promedio de distancia recorrida mensual se aproxima mejor el costo total de operación. Es importante mencionar que según las reseñas y la ficha técnica el vehículo de la empresa realiza un aproximado de 10 kilómetros por litro.

Tabla 11. Promedio del recorrido mensual de la flotilla de Schneider Electric.

Número de vehículo	2022					2023		
	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
	Promedio de kilometraje recorrido (km/día)							
<b>1</b>	1,0	38,2	16,9	21,0	27,0	41,4	35,8	13,3
<b>2</b>	0,0	33,5	32,7	9,7	36,3	25,1	42,7	34,6
<b>3</b>	0,0	23,4	4,2	85,5	30,3	38,9	50,5	71,0
<b>4</b>	0,0	67,1	53,0	46,1	28,8	14,8	14,3	86,3
<b>5</b>	2,5	38,7	37,2	47,1	44,1	39,5	20,6	21,3
<b>6</b>	0,0	56,7	28,6	61,3	10,8	29,3	37,4	61,9
<b>7</b>	0,1	44,3	76,2	52,6	61,5	54,1	44,4	42,6
<b>8</b>	0,0	25,6	28,7	86,3	3,1	40,2	47,1	54,3
<b>9</b>	0,0	0,0	0,9	31,7	42,7	22,3	31,3	59,3
<b>10</b>	0,0	20,4	39,4	0,1	0,2	2,8	0,0	0,0

Fuente: Datos recolectados del GPS.

La tabla anterior está generada de los datos de distancia recorrida diaria dentro de cada mes se promediaron y se obtuvo la información anterior, como se observa los vehículos en agosto del 2022 prácticamente no fueron utilizados, aun así, es importante tener referencia desde el día de adquisición.

Para la siguiente tabla, se parte de la limitante que no se tienen un año de registros completos que relacionen distancia recorrida en conjunto a el costo del combustible en ese momento, para generar una proyección con mayor precisión de costo de operación de la flotilla de vehículos de combustión interna de la empresa, como se menciona en “Rangos de costos de producción de combustibles fósiles, 2010-2030” la Agencia Internacional de Energía (AIE) publicó en 2020 un informe sobre la evolución del mercado del petróleo en el que se proyecta que el precio del petróleo crudo aumentará gradualmente hasta alcanzar los \$76 dólares por barril en 2030, actualmente se encuentra cerca de \$86 dólares. Este tema será profundizado en el objetivo específico 4.

Tabla 12. Proyección del costo de operación de la flotilla de Schneider Electric en 4 años.

Número de vehículo	Costo total del consumo de combustible registrado	Proyección de costo del consumo de combustible diario	Proyección de costo del consumo de combustible anual	Proyección de costo del consumo de combustible en 4 años
1	¢466 507,10	¢2 073,36	¢756 778,18	¢3 027 112,74
2	¢509 438,30	¢2 264,17	¢826 422,13	¢3 305 688,52
3	¢696 819,80	¢3 096,98	¢1 130 396,56	¢4 521 586,26
4	¢738 556,80	¢3 282,47	¢1 198 103,25	¢4 792 413,01
5	¢613 542,60	¢2 726,86	¢995 302,44	¢3 981 209,76
6	¢671 253,20	¢2 983,35	¢1 088 921,86	¢4 355 687,43
7	¢913 275,60	¢4 059,00	¢1 481 535,97	¢5 926 143,89
8	¢662 623,20	¢2 944,99	¢1 074 922,08	¢4 299 688,32
9	¢425 088,30	¢1 889,28	¢689 587,69	¢2 758 350,75
10	¢166 333,60	¢739,26	¢269 830,06	¢1 079 320,25
<b>Total</b>	<b>¢5 863 438,50</b>	<b>¢26 059,73</b>	<b>¢9 511 800,23</b>	<b>¢38 047 200,93</b>

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos obtenidos del recorrido en kilómetros de los vehículos de la compañía en relación con el costo del combustible de cada mes, se proyecta que el costo por consumo de

combustible diésel anual es ₡9 511 800,23 colones para una flotilla de 10 vehículos, en los 4 años de arrendamiento este valor sería de aproximadamente ₡38 047 200,93 colones.

Tabla 13. Proyección del costo de operación de la flotilla de vehículos eléctricos en 4 años.

<b>Número de vehículo</b>	<b>Costo total del consumo de energía proyectado</b>	<b>Proyección de costo del consumo de energía diario</b>	<b>Proyección de costo del consumo de energía anual</b>	<b>Proyección de costo del consumo de energía en 4 años</b>
<b>1</b>	₡200 232,11	₡889,92	₡324 820,97	₡1 299 283,89
<b>2</b>	₡219 160,38	₡974,05	₡355 526,84	₡1 422 107,34
<b>3</b>	₡306 444,58	₡1 361,98	₡497 121,21	₡1 988 484,84
<b>4</b>	₡315 045,20	₡1 400,20	₡511 073,33	₡2 044 293,31
<b>5</b>	₡259 503,85	₡1 153,35	₡420 972,91	₡1 683 891,64
<b>6</b>	₡289 761,45	₡1 287,83	₡470 057,47	₡1 880 229,86
<b>7</b>	₡388 651,31	₡1 727,34	₡630 478,79	₡2 521 915,18
<b>8</b>	₡289 243,34	₡1 285,53	₡469 216,98	₡1 876 867,91
<b>9</b>	₡189 040,94	₡840,18	₡306 666,41	₡1 226 665,64
<b>10</b>	₡66 663,44	₡296,28	₡108 142,91	₡432 571,66
<b>Total</b>	<b>₡2 523 746,60</b>	<b>₡11 216,65</b>	<b>₡4 094 077,82</b>	<b>₡16 376 311,28</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para entender bien los datos obtenidos de la tabla anterior, es importante mencionar que el costo para la carga de los vehículos eléctricos es de ₡182,72 colones por cada kWh, según lo indica la ARECEP como tarifa fija, partiendo de los datos de obtenidos de recorrido diario, se puede proyectar que con una flotilla de 10 vehículos eléctricos en cuatro años tendría un costo de operación de ₡16 376 311,28 colones.

Para este objetivo de momento no es necesario definir el tiempo que demora cargar los vehículos eléctricos y el costo para la empresa de tener tiempos muertos, a su vez existen días en específico que la distancia recorrida supera la mayor autonomía de los vehículos eléctricos, todo esto será tomado en cuenta como parte de las recomendaciones. Seguidamente se muestra una tabla resumen para evidenciar el ahorro del uso de los vehículos eléctricos.

Tabla 14. Consolidado de la comparativa del costo de operación de la flotilla de vehículos.

Clase de vehículo	Costo total por consumo registrado	Proyección de costo por consumo diario	Proyección de costo por consumo anual	Proyección de costo por consumo en 4 años	% de ahorro para la flotilla de vehículos eléctrico
<b>Isuzu D-max</b>	¢5 863 438,50	¢26 059,73	¢9 511 800,23	¢38 047 200,93	
<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>					
<b>JMC Vigus Eléctrico</b>	¢2 523 746,60	¢11 216,65	¢4 094 077,82	¢16 376 311,28	57%
<b>MAXUS T90 EV</b>					

Fuente: Elaboración propia.

Con la información anterior se identificó que el porcentaje de ahorro por el costo de operación al utilizar vehículos eléctricos es del 57%, esto destaca que el uso de vehículos eléctricos cuenta con un mayor beneficio debido principalmente a que el costo en Costa Rica de cada kWh para recorrer un kilómetro es menor al costo de combustible diésel para recorrer un kilómetro, como se refleja en la tabla 14.

Tabla 15. Costo en colones por cada kilómetro recorrido según cada tecnología.

<b>Proyección del costo en colones por kilómetro recorrido con combustible diésel</b>	<b>¢81,40</b>
<b>Proyección del costo en colones por kilómetro recorrido con motores eléctricos</b>	<b>¢34,54</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **Objetivo Específico 2. Evaluar las electrolineras que usarían los vehículos eléctricos de Schneider Electric.**

Como parte de la implementación de la movilidad eléctrica es importante entender que el uso masivo de vehículos eléctricos afecta directamente la red eléctrica, ya que es un consumo

elevado no contemplado para la red, como se menciona en el plan de descarbonización nacional “en 2035, un 30% de la flota de vehículos ligeros – privados e institucionales- será eléctrica. En 2050, el 95% de la flota será de cero emisiones. Para el 2050 la energía eléctrica será fuente de energía primaria para el sector transporte, residencial, comercial e industrial.” A su vez Schneider Electric Global cuenta con una unidad de negocio especializada en la descarbonización, llamada “Net-Zero” la cual se encarga de hacer edificios sustentables, la implementación de esta tecnología a nivel mundial ha contribuido a los dueños de edificios y residencias para garantizar energía renovable, de momento para el proyecto la generación de energía no es un tema a tocar, debido a que queda fuera de los alcances, aun así este departamento cuenta con tecnología relacionada a la gestión e implementación de cargadores para vehículos eléctricos, denominada “EcoStruxure, para la automatización de la movilidad eléctrica”.

### **Caracterización de la tecnología necesaria para los puntos de carga.**

En este punto es necesario caracterizar los cargadores de los vehículos para identificar cuáles puntos de carga o electrolinerías son funcionales para el uso de los vehículos eléctricos. Partiendo de esto, como primer punto a tratar es identificar los tipos de cargadores que tienen cada uno de los vehículos y con cuales son compatibles en el mercado.

Tabla 16. Caracterización de los cargadores de los vehículos eléctricos seleccionados.

<b>Características</b>	<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>	<b>JMC Vigus eléctrico</b>	<b>MAXUS T90 EV</b>
<b>Tipo de batería</b>	Litio Ternario CATL	Fosfato de hierro y litio	Litio - fierrofosfato (LFP) - CATL
<b>Tipo de cargador</b>	CCS1	CCS1	CCS2
<b>Carga de corriente alterna AC (V)</b>	220	220	240

<b>Corriente de entrada AC (A)</b>	32	32	32
<b>Potencia de entrada AC (kW)</b>	7,04	7,04	6,6
<b>Carga de corriente directa DC (V)</b>	500	500	1000
<b>Corriente de entrada DC (A)</b>	125	80	500
<b>Potencia de entrada DC (kW)</b>	30	20	90

**Fuente:** Datos recolectados de la ficha técnica.

Como se observa en la tabla anterior, una de las principales características de los cargadores es el tipo de cargador, como menciona CharIN e ISO/IEC, CCS es una sigla que significa "Combined Charging System" y se refiere a un estándar de carga que se utiliza en vehículos eléctricos para permitir la carga tanto de corriente continua como de corriente alterna a través de un solo puerto de carga. Existen dos tipos de puertos de carga CCS1 y CCS2, que difieren principalmente en su capacidad de carga de corriente continua y en su diseño físico. El estándar CCS1 se utiliza principalmente en los mercados de América del Norte y Asia, mientras que el CCS2 se utiliza en Europa y otras partes del mundo. El puerto de carga CCS1 tiene cinco pines en su conector, mientras que el CCS2 tiene siete pines.

Esto significa que el puerto CCS2 tiene pines adicionales para la comunicación de datos y una mayor capacidad de carga de corriente continua, lo que le permite ofrecer velocidades de carga más rápidas que el CCS1. En otras palabras, el CCS2 puede proporcionar un mayor voltaje y corriente que el CCS1. A pesar de que a nivel comercial no existe la estandarización con el conector de los cargadores, debido a que existen alrededor de 10 tipos diferentes de conectores, los necesarios para los vehículos seleccionados son de tipo CCS. Según la página "PlugShare", la cual brinda el servicio de visualización de los puntos de carga actuales, Costa Rica cuenta con un total de 250 puntos de carga de los cuales únicamente 46 son del tipo CCS. Esta cantidad de electrolineras disponibles hace que la viabilidad decaiga, por lo que

es necesario tomar en cuenta la implementación de más puntos de carga para brindar soporte a los vehículos eléctricos propuestos.



Figura 4. Cargadores con conector CSS.

**Fuente:** Tomado de internet.

### **Revisión de la rutas críticas y rutas comunes para los vehículos eléctricos.**

Partiendo de la [tabla 2](#), donde se destaca la ruta crítica y la ruta más frecuente se identificó en primer lugar una ruta crítica de 522 kilómetros, teniendo en cuenta que la autonomía máxima de los vehículos eléctricos seleccionados es de 350 kilómetros, es necesario una recarga del vehículo para el viaje de regreso, ahora bien con normalidad los trabajos en campo que involucran estas distancias requieren que la persona encargada tenga como mínimo un día de descanso para la ejecución del trabajo. Teniendo esto en cuenta la carga del vehículo se tiene que realizar ya sea en las instalaciones de descanso o bien en la instalación donde se realiza el trabajo, esto afecta directamente a que las instalaciones cuenten con un punto de carga, ahora bien partiendo de la disponibilidad de la empresa y de la gama de productos con la que cuenta Schneider Electric Costa Rica se puede disponer la tecnología de movilidad eléctrica para estas instalaciones. Esto involucra un costo añadido para el proyecto o bien la venta de la tecnología. Parte de la implementación de los puntos de carga es que generan

beneficios e incentivos financieros a locales que cuenten con puntos de carga públicos, privados y residenciales, en base a “Ley N° 9518, Ley de Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico y su reforma mediante Ley N°10.209” la cual se adjunta en el Sistema Costarricense de Información Jurídica.

### **Implementación de puntos carga por ruta crítica**

Con base a la información del punto anterior y con el fin de garantizar factibilidad de los vehículos fuera de la Gran Área Metropolitana (GAM), se evaluó la implementación de punto de carga específicos en las rutas críticas donde se ejecutan servicios por parte de los ingenieros de campo de la compañía Schneider Electric Costa Rica.

Tabla 16. Rutas críticas de los servicios de Schneider Electric Costa Rica.

<b>Ruta</b>	<b>Lugar</b>	<b>Distancia(km)</b>	<b>Ida y retorno (km)</b>
<b>1</b>	Oficinas centrales-Tamarindo	261	522
<b>2</b>	Oficinas centrales-Upala	224	448
<b>3</b>	Oficinas centrales-Liberia	207	414
<b>4</b>	Oficinas centrales-Nicoya	199	398
<b>5</b>	Oficinas centrales-CAIS (Cañas)	159	318
<b>6</b>	Oficinas centrales-Los Chiles	175	350
<b>7</b>	Oficinas centrales-Parrita	135	270
<b>8</b>	Oficinas centra-Inolasa (Puntarenas)	82,8	165,6
<b>9</b>	Oficinas centrales-Guápiles	72,3	144,6

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se recopiló en la tabla 16, se identifican por medio de los registros del GPS y por medio de los contratos de servicios de Schneider Electric 9 rutas fuera de la GAM que superan la distancia del mínimo de autonomía de los vehículos eléctricos seleccionados que es de 332 kilómetros, partiendo de esto y que las condiciones geográficas y de carga son variables, se tomaron las nueve rutas como críticas, en otras palabras es necesario la implementación de puntos de carga en cada una de las localidades para garantizar mayor



soporte y con esto mayor viabilidad en el proyecto, de esta manera se realizó el análisis de costo por infraestructura.

### **Costo por infraestructura de puntos de carga.**

Para los costos por implementación de la infraestructura, se garantiza el uso de tecnología Schneider Electric, debido principalmente a la correlación del proyecto, además de contar con la tecnología necesaria para el balance de carga, esto permite que según los valores preestablecidos los cargadores regulen su capacidad para evitar una sobrecarga del sistema, ahora bien es necesario realizar el estudio eléctrico para cada una de las instalaciones, debido a esto se asocian a los costos del proyecto costos por el estudio de la red eléctrica, planos de la instalación, honorarios del ingeniero a cargo, así como la mano de obra y el costo por materiales. Estos costos se encuentran desglosados en el [apéndice 2](#).

Tabla 17. Costos asociados a la implementación de puntos de carga.

	<b>Costo de un punto de carga</b>	<b>Costo de 9 puntos de carga</b>
Subtotales materiales	₡ 5 366 042,67	₡ 48 294 384,03
Cobro del ingeniero	₡ 563 434,48	₡ 5 070 910,32
Estudios preliminares para anteproyecto	₡ 107 320,85	₡ 965 887,68
Mano de obra	₡ 1 073 208,53	₡ 9 658 876,81
<b>Total</b>	<b>₡ 7 110 006,54</b>	<b>₡ 63 990 058,84</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 17 la implementación de nueve puntos de carga para garantizar la viabilidad del proyecto en zonas lejanas a la GAM involucra un costo por infraestructura de ₡63 990 058,84 colones.

La vida útil de los cargadores según la garantía de los equipos a utilizar y así como menciona la página oficial de Schneider Electric es de 3 años, sin embargo con el adecuado

mantenimiento y uso correcto de los mismos la vida útil puede extenderse por más de 5 años, así que como parte los gastos asociados al proyecto, se evalúa el cambio de la unidad de carga cada 4 años manteniendo la congruencia con la duración de los vehículos durante el arrendamiento, según las cotizaciones realizadas el cambio del dispositivo de carga tiene un costo de ₡3 985 259,13 colones por cada punto de carga instalado.

## **Análisis de escenarios**

### **Escenario 1. Costos asumidos por Schneider Electric**

Para este caso, la compañía Schneider Electric asumiría el costo total de la implementación de la infraestructura, es decir dichos costos serán asociados al monto total del proyecto, teniendo esto en cuenta y por utilizarse tecnología de la compañía, el valor de los equipos sería cerca del 30% menor al mencionado, sin embargo será tomado el valor total de la Tabla 17 proyectando el caso más crítico donde este beneficio no existiría.

### **Escenario 2. Costos asumidos por la empresa a la que se le brinda el servicio**

En este punto la compañía a la que se le brinda el servicio asumiría los costos por la implementación de la infraestructura, este rubro le generaría un porcentaje de ganancia a la compañía enfocado en el subtotal de los materiales, en este caso la implementación de cada punto de carga es de ₡5 429 642,67 colones por cada una de las nueve locaciones mencionadas como rutas críticas fuera de la GAM, en pocas palabras Schneider Electric tendría una ganancia de ₡ 48 866 784,03 colones.

### **Escenario 3. Costos divididos entre las compañías**

En este escenario se evalúa la posibilidad de que ambas compañías asuman un porcentaje del 50% del costo total de la implementación de puntos de carga, en este caso Schneider Electric

asumiría un total de ₡ 35 632 030,02 colones, y el local al cual se le instalaría el punto de carga el otro 50% de la implementación, es importante identificar que Schneider Electric contaría a su vez con una ganancia de ₡24 433 392,02 colones, asociado a la mitad del valor de los materiales, siendo el valor final a asumir por Schneider Electric de ₡11 198 638,01 colones.

#### **Escenario 4. No implementación de infraestructura para electrolineras**

Finalmente, es necesario evaluar la no implementación de puntos de carga para los vehículos eléctricos, en este punto no se adjunta un costo por infraestructura debido a que a nivel nacional se cuenta con los suficientes puntos de carga para tomar algunas desviaciones en la ruta y hacer la carga de los vehículos, a su vez involucra las horas del ingeniero de campo para realizar la debida carga en carretera, lo cual impacta directamente en costos por el uso de las electrolineras y así a su vez el costo por hora del personal de Schneider Electric, es de relevancia indicar que la hora de un ingeniero de campo ronda aproximadamente en \$100 dólares y normalmente para estas giras es necesario enviar dos ingenieros para mantener la seguridad de los trabajos, según lo especifica la gerente de servicios Stephanny Flores, de igual forma la carga del vehículo impacta directamente en un monto adicional a los costos de operación debido a que es necesario tomar algunas rutas alternas lo que involucra directamente en más tiempo en carretera, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18. Consolidado de rutas críticas mensuales tomando en cuenta el uso de los puntos de carga nacionales.

<b>Ruta</b>	<b>Rutas Críticas</b> Lugar	<b>Tiempo normalmente</b>		<b>Tiempo con paradas</b>		<b>Tiempo de recarga</b>	
		Ida	Retorno	Ida	Retorno	Ida	Retorno
<b>1</b>	Oficinas centrales-Tamarindo	3,5 h	3,5 h	4 h	4 h	23 min	46 min

2	Oficinas centrales-Upala	3,5 h	3,5 h	3,5 h	3,5 h	8 min	30 min
3	Oficinas centrales-Liberia	3 h	3 h	3 h	3 h	8 min	40 min
4	Oficinas centrales-Nicoya	3 h	3 h	3 h	3 h	7 min	30 min
5	Oficinas centrales-CAIS (Cañas)	2,5 h	2,5 h	2,5 h	2,5 h	0 min	20 min
6	Oficinas centrales-Los Chiles	3,5 h	3,5 h	3,5 h	3,5 h	0 min	60 min
7	Oficinas centrales-Parrita	2 h	2 h	2 h	2 h	0 min	30 min
8	Oficinas centra-Inolasa (Puntarenas)	1 h	1 h	1 h	1 h	0 min	30 min
9	Oficinas centrales-Guápiles	1,5 h	1,5 h	1,5 h	1,5 h	0 min	30 min
<b>Sumatoria de tiempo</b>		47 h		48,0 h		6,03 h	
<b>Diferencia de tiempo total</b>						7,03 h	

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se refleja en la tabla anterior, en la mayoría de rutas críticas el tiempo de viaje de los vehículos eléctricos no difiere en relevancia con respecto a los vehículos de combustión interna, esto en específico por la cercanía de las electrolineras a los puntos de trabajo, para este caso se parametrizó la carga de la batería de la siguiente manera, los vehículos parten de las oficinas centrales con un 100% de carga en la batería y a lugar de trabajo se espera una carga de la batería del 50%, involucrando cualquier inconveniente en carretera y teniendo en cuenta que según las reseñas de los vehículos utilizados en otros países tanto la carga útil como el rendimiento de la batería no son los que refleja la ficha técnica del fabricante, tienden a variar según el modelo, el manejo del vehículo, las condiciones externas y la carga útil del mismo, según especifica la revista “European Federation for Transport and Environment”, de igual forma de la carga sobrante de las batería hacia las oficinas centrales se espera una llegada a lugar de 20% de carga de las baterías. La información de la tabla anterior se realizó mediante el uso de la plataforma “abetterrouteplanner.com”, el cual es un software abierto para proyectar los tiempos en carretera y el porcentaje de las baterías para vehículos

eléctricos. Dando como resultado, para las nueve rutas críticas un total de 6,03 horas de carga y una diferencia en total de 7,03 horas por el uso de vehículos eléctricos.

Ahora bien, partiendo de que los servicios para estas rutas críticas son de aproximado 3 visitas mensuales se generó una tabla de costos asociados a este escenario.

Tabla 19. Costos asociados por la no implementación de puntos de carga

<b>Costo por hora ingeniero</b>	¢53 600,0
<b>Rutas críticas</b>	9
<b>Frecuencia de las visitas</b>	3
<b>Costo operativo (por mes)</b>	¢162 900,0
<b>Costo operativo (anual)</b>	¢1 954 800,0
<b>Costo anual por 2 ingenieros</b>	¢2 261 920,0
<b>Costo total anual</b>	¢4 216 720,0
<b>Costo total 4 años</b>	¢16 866 880,0

Fuente: Elaboración propia.

La no implementación de electrolinerías tiene un total de costo de ¢16 866 880,0 colones asociados al uso de personal de la empresa, así a su vez al costo por el uso de las electrolinerías las cuales aproximadamente tienen un valor de ¢150,0 colones por minuto de carga. De igual forma hay criterios de seguridad como lo pueden ser el exponer un vehículo de la compañía a ambientes no controlados, el cual puede contar con herramienta de alto costo, lo que involucraría a criterio de la encargada de servicios y la planificación de esta, por lo que esto queda fuera del alcance del proyecto.

**Objetivo Específico 3. Desarrollar el estudio de prefactibilidad técnico-financiero la flota de carga liviana actual de la compañía Schneider Electric hacia la movilidad eléctrica.**

Con los datos obtenidos en los objetivos anteriores se desarrolló el costo del ciclo de vida útil (CCV), donde se establecen las cuatro etapas necesarias para el desarrollo de este, el cual engloba la etapa de adquisición e infraestructura, operación, mantenimiento y disposición final, estos costos tienen un periodo en el tiempo de 4 años, debido principalmente al arrendamiento de los vehículos utilizado por la compañía que se maneja en este lapso.



Figura 5. Estructura de distribución de costos del ciclo de vida útil para vehículos de combustión interna.

Fuente: Elaboración propia.

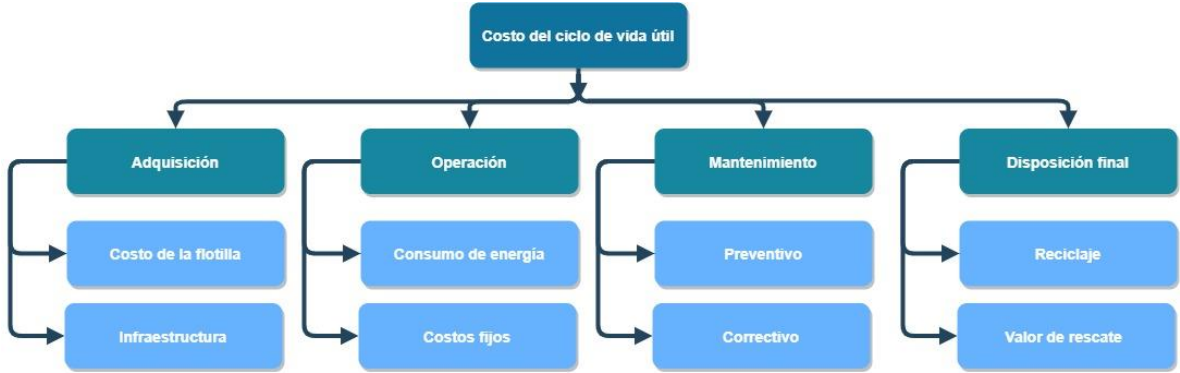


Figura 6. Estructura de distribución de costos del ciclo de vida útil para vehículos de eléctricos.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se muestra anteriormente se tienen las dos estructuras planteadas para cada uno de los vehículos, las principales diferencias entre ambas radican en que en la estructura de costo del ciclo de vida útil de los vehículos eléctricos para mantener la viabilidad del proyecto es indispensable el aumento de electrolineras y con ello un costo por la implementación de la infraestructura necesaria, así a su vez cuenta con una etapa en la disposición final relacionada al valor de rescate de los vehículos. Es necesario mencionar que el valor de la inversión de los vehículos eléctricos de carga liviana se suministró en dólares, así que para calcular los costos en colones de esta sección se utilizó el tipo de cambio de venta del dólar para el día 25 de abril del 2023 publicado por el Banco Central de Costa Rica con un valor de ₡ 536,0 por dólar.

### **Etapa de adquisición.**

Para este punto es indispensable recalcar que los vehículos de la compañía se obtienen por medio de arrendamiento con la compañía CSI Leasing, de esta forma las cotizaciones pertinentes se realizaron con esta empresa, brindando un servicio de cuotas mensuales durante 48 meses, el equivalente a 4 años, este monto incluye tanto el costos del vehículo como el seguro del mismo, este método se utiliza principalmente para que la compañía Schneider Electric no realice la inversión completa del vehículo, de igual forma es necesario mencionar que los vehículos después de este lapso pueden ser devueltos a la compañía arrendadora o bien se le extiende el beneficio a los colaboradores de la compañía para realizar la compra del vehículo por un monto del 30% del valor original de vehículo. Esta información

es de alta relevancia ya que es un método distinto de compra de vehículos al utilizado convencionalmente.

### **Adquisición del vehículo de combustión interna de carga liviana.**

Partiendo de la información anterior se generó la tabla resumen de los costos asociados al vehículo de combustión interna de carga liviana utilizado por Schneider Electric, como ya se ha mencionado es de la marca Isuzu modelo D-Max 2023 con un precio de venta en Costa Rica de \$43 900 dólares.

Tabla 20. Datos asociados al costo de adquisición de la flotilla de vehículos de combustión interna.

<b>Vehículo</b>	<b>Isuzu D-max</b>
<b>Valor</b>	\$43 900,00
<b>Cuota mensual (\$)</b>	\$1 152,13
<b>Cuota mensual (₡)</b>	₡617 543,47
<b>Cuota en 1 año</b>	₡7 410 521,60
<b>Cuota en 4 años</b>	₡29 642 086,40
<b>Cuota en 1 año para 10 vehículos</b>	₡74 105 216,00
<b>Cuota en 4 años para 10 vehículos</b>	₡296 420 864,00

**Fuente:** Datos suministrados por CSI Leasing.

Con base a los datos obtenidos anteriormente, el costo de adquisición de la flotilla de 10 vehículos de combustión interna de carga liviana es de ₡296 420 864,00 colones.

### **Adquisición del vehículo eléctrico de carga liviana.**

De igual forma, para los vehículos eléctricos de carga liviana seleccionados, al costo de cada vehículo es necesario sumarle el costo por la implementación de la infraestructura de puntos de carga para mantener la viabilidad del proyecto. Así mismo el costo de la infraestructura para los puntos de carga será analizado por escenarios en la tabla resumen de los costos asociado al ciclo de vida útil.



Tabla 21. Datos asociados al costo de adquisición de la flotilla de vehículos eléctricos.

<b>Vehículo</b>	<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>	<b>JMC Vigus eléctrico</b>	<b>MAXUS T90 EV</b>
<b>Valor</b>	\$45 000,00	\$56 000,00	\$56 900,00
<b>Cuota mensual (\$)</b>	\$1 328,45	\$1 438,58	\$1 473,11
<b>Cuota mensual (₡)</b>	₡712 049,20	₡771 080,67	₡789 585,17
<b>Cuota en 1 año</b>	₡8 544 590,40	₡9 252 968,00	₡9 475 022,08
<b>Cuota en 4 años</b>	₡34 178 361,60	₡37 011 872,00	₡37 900 088,32
<b>Cuota en 1 años para 10 vehículos</b>	₡85 445 904,00	₡92 529 680,00	₡94 750 220,80
<b>Cuota en 4 años para 10 vehículos</b>	₡341 783 616,00	₡370 118 720,00	₡379 000 883,20

**Fuente:** Datos suministrados por CSI Leasing.

### **Etapa de operación.**

#### **Costos por consumo de energía.**

Así como se mencionó en el [objetivo 1](#) y a modo de resumen, el costo de operación para el vehículo de combustión interna es de ₡81,40 colones por cada kilómetro recorrido y para el vehículo eléctrico es de ₡34,54 colones por cada kilómetro recorrido, estos datos proyectados a cuatro años equivalen a un total de ₡38 047 200,93 colones y ₡16 376 311,28 colones, respectivamente para una flotilla de 10 vehículos.

#### **Costos por mantenimiento.**

De igual forma referenciado con el [objetivo 1](#), el costo consolidado por mantenimiento para 10 vehículos en los cuatro años para el vehículo de combustión interna es de ₡31 600 000,00 colones y para el vehículo eléctrico es de ₡4 000 000,00 colones, partiendo de un kilometraje anual de 12 525,6 kilómetros.

Los datos mencionados anteriormente referenciados a la etapa de operación serán presentados en la tabla resumen.

## **Etapa de fin de vida.**

Como parte de las políticas de Schneider Electric en conjunto con la empresa arrendadora CSI Leasing, los vehículos que adquiera la empresa serán vendidos a los colaboradores, teniendo estos mismos un costo del 30% del valor original de vehículo una vez finalizado el arrendamiento, por este motivo y teniendo en cuenta que la garantía de los vehículos y de las baterías, a los vehículos que correspondan, son de 5 años o 100 000 kilómetros para el vehículo y de 8 años o 200 000 kilómetros para las baterías, todo el proceso de la etapa de fin de vida, como lo puede ser el reciclaje o bien el valor de rescate se descarta, es decir el colaborador que cuente con el beneficio del vehículo puede realizar la compra directa con la compañía arrendadora, en pocas palabras Schneider Electric evita cualquier costo para la etapa de fin de vida.

## **Comparación final del análisis de costos del ciclo de vida útil de los vehículos de combustión interna de carga liviana y eléctricos por escenario.**

Una vez recopilado todo los datos con referencia a los costos del ciclo de vida útil de ambas flotillas se generó una tabla resumen, esta misma cuenta con los costos por mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, a su vez con los costos de operación, el cual involucra los costos por el consumo de energía, según corresponda la tecnología y caracterizados por el costo consumido en cada kilómetro y finalmente con los datos del costo por adquisición, que en el caso de la flotilla de vehículos eléctrico se la añade el costo por la implementación de la infraestructura.

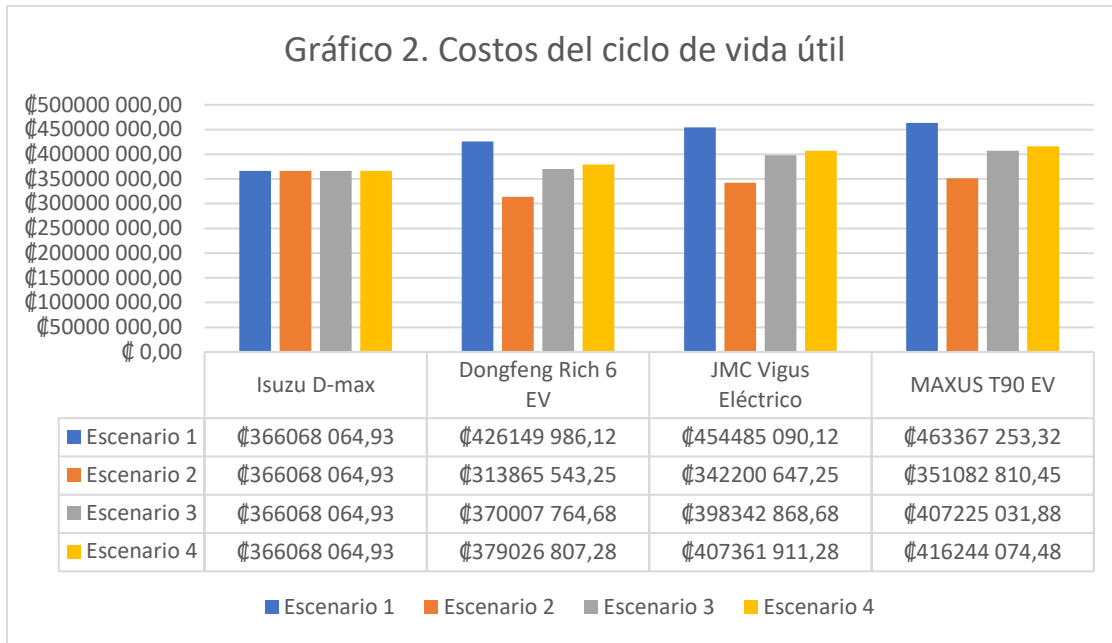


Figura 7. Resumen de los costos del ciclo de vida útil de las flotillas de vehículos por escenario.

**Fuente:** Elaboración propia.

Analizando un único ciclo de la implementación de la movilidad eléctrica o bien la no implementación, el único escenario donde el valor total de costo del ciclo de vida útil de un vehículo eléctrico es menor al ciclo de vida útil del vehículo de combustión interna, según los datos obtenidos es el escenario 2, donde el costo por infraestructura es pagado en su totalidad por la compañía a la cual Schneider Electric le brinda servicios, esto principalmente a que se obtiene ganancia de la tecnología implementada. De igual forma como se muestra en el [apéndice 4](#), se realizó el caso más crítico en donde cada uno de los 10 vehículos recorren la mayor distancia proyectada que aproximadamente 13 000 kilómetros y el único escenario viable es el escenario 2.

## Análisis de escenarios

Ahora bien partiendo de los datos obtenidos del costo de ciclo de vida útil de ambas flotillas es necesario obtener el TCO que por sus siglas en inglés es el costo total de propiedad, que evalúa los costos ya mencionados y seccionados anualmente, con su respectiva tasa de inflación, que para este caso en específico y con la información actual proveniente del Banco Central de Costa Rica es del 4,42%, por otro lado para realizar proyectos de inversión es necesario la utilización de la tasa de interés o tasa de descuento, estas mismas varían con respecto al proyecto y según L.D. Danny Harvey en su artículo “Costo y desempeño energético de vehículos ligeros avanzados: Implicaciones para estándares y subsidios” una tasa de interés del 3% es cercana a la tasa a la que se podrían financiar los automóviles en los países desarrollados, ya sea a través de préstamos bancarios o a través de concesionarios de automóviles, y es suficiente para realizar el VAN, por lo que se utilizó 3% como tasa de interés.

Una vez teniendo definido estos datos es necesario realizar la proyección para cada uno de los vehículos y así a su vez para cada uno de los escenarios ya presentados.

Tabla 22. Consolidado del VAN para el TCO en las flotillas propuestas.

	<b>Isuzu D-max</b>	<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>	<b>JMC Vigus Eléctrico</b>	<b>MAXUS T90 EV</b>
<b>Escenario 1</b>	-C333 051 614,41	-C394 884 794,39	-C421 230 139,83	-C429 488 576,35
<b>Escenario 2</b>	-C333 051 614,41	-C290 485 232,80	-C316 830 578,24	-C325 089 014,77
<b>Escenario 3</b>	-C333 051 614,41	-C342 685 013,60	-C369 030 359,04	-C377 288 795,56
<b>Escenario 4</b>	-C333 051 614,41	-C349 961 570,16	-C361 733 615,48	-C385 674 499,48

**Fuente:** Elaboración propia.

Llegado este punto y partiendo del costo del uso de vehículos de combustión interna evaluado en 4 años, siendo este dato comparado en los cuatro escenarios, el único escenario donde los

vehículos ofrecen un beneficio económico es en el escenario 2, como ya se ha mencionado esto principalmente a que los costos por adquisición se ven reducidos por la implementación de infraestructura de puntos de carga la cual genera un beneficio económico directamente relacionado a la venta de equipo Schneider Electric a las compañías a las cuales ya se les ofrece servicio, como se ha mencionado este escenario tiene una baja probabilidad, ya que es una inversión que necesitarían realizar dichas empresas, lo cual no es muy común que se realice en el mercado este tipo de negocios, a pesar de que genera beneficio para ambas compañías y a su vez incrementa el beneficio a nivel país.

Con base a estos datos, parte del volumen de los costos asociados a los vehículos eléctricos es su gran brecha de costos relacionados al costo de adquisición e implementación de puntos de carga para zonas críticas, según el informe de mercado de la compañía Polaris, encargada de realizar estudios de mercado para la toma de decisiones, el mercado de las batería está relacionado directamente entre un 30% y un 50% al costo de los vehículos eléctricos y se espera que el crecimiento de este negocio de la actualidad al 2030 incremente en un 18,9%, lo que impactaría directamente no solo a que el valor de adquisición de los vehículos disminuya, si no a su vez que esta tecnología sea más aceptada por los consumidores, a pesar del esto la precisión del porcentaje de reducción de costos por una tecnología más barata es relevante para un estudio aparte y es parte de las limitaciones de este proyecto.

Toda esta información se encuentra detallada en el [apéndice 3](#).

Finalmente en la siguiente tabla se identifican los porcentajes de ahorro para el escenario 2, así como los porcentajes de incremento de costos para los demás escenarios.

Tabla 23. Consolidado de porcentajes del TCO para las flotillas estudiadas en comparación a el vehículo de combustión interna.

	<b>Dongfeng Rich 6 EV</b>	<b>JMC Vigus Eléctrico</b>	<b>MAXUS T90 EV</b>
<b>Escenario 1</b>	16%	21%	22%
<b>Escenario 2</b>	-15%	-5%	-2%
<b>Escenario 3</b>	3%	10%	12%
<b>Escenario 4</b>	5%	8%	14%

**Fuente.** Elaboración propia.

Como ya se mencionó, el único escenario en donde se cuenta con porcentajes negativos por la reducción de costos por el uso de vehículos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna es en el escenario 2.

**Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental del uso de vehículos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna, basado en los planes y leyes nacionales e internacionales.**

Para este análisis es importante aclarar que únicamente se evalúa la etapa de uso, que en este caso es la más importante, de igual forma en la literatura se especifica de manera extendida la etapa de producción y la etapa de desecho de las dos tecnologías estudiadas.

El enfoque de la norma EURO menciona principalmente las unidades de emisión CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

Ahora bien antes de obtener la emisiones de GEI por medio de los datos que ofrece el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), es relevante la información del consumo total de energía en kWh, partiendo de la literatura ya mencionada, para los vehículos de combustión interna estudiados se consumió 1 litro de combustible por cada 10 kilómetros y el poder calórico del diésel tiene un valor de 37,64 MJ/litro según la Refinadora Costarricense de Petróleo y su

equivalente de 1 MJ = 0,2778 kWh según se menciona en el artículo de “Universities and Colleges Climate Commitment for Scotland”, es posible obtener el consumo de energía para los vehículos de combustión interna teniendo estos factores de conversión. De igual forma para los vehículos eléctricos y según cada una de las fichas técnicas de los mismos se genera un ponderado del consumo kWh por cada kilómetro recorrido este valor es de 0,189 kWh/km.

Tabla 24. Resumen del consumo proyectado de energía de las flotillas.

	<b>Un vehículo</b>	<b>Flotilla de 10 vehículos</b>
<b>Distancia recorrida anualmente (km)</b>	12525,6	125256,0
<b>Energía consumida por un vehículo de combustión interna (kWh)</b>	13097,3	130972,6
<b>Energía consumida por vehículo eléctrico (kWh)</b>	2367,8	23677,9
<b>Porcentaje de ahorro</b>		81,9%

Fuente: Elaboración propia.

Como se refleja en la tabla anterior y partiendo de las variables de conversión, recorriendo la misma distancia durante un año se obtiene un ahorro de energía consumida del 81,9% por el uso de vehículos eléctricos.

Contando con las emisiones por el uso de aceite lubricante, debido a que ambas tecnologías utilizan este mismo para la lubricación de sus componentes, es decir, según la ficha técnica anualmente cada uno de los vehículos es sometido a cambio de aceite por lubricación, el cual

será analizando más adelante, se generó la tabla correspondiente que reúne los factores de emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) que afectan directamente a cada uno de los vehículos estudiados según su tipo de tecnología.

Tabla 25. Factor de emisión de GEI para los vehículos estudiados.

<b>Tipo de factor</b>	
<b>kg CO2/L diésel</b>	2,613
<b>kg CO2/L Lubricante</b>	2,549
<b>g CH4 / L diésel</b>	0,149
<b>g N2O / L diésel</b>	0,154
<b>kg CO2 e/kWh (Generación eléctrica)</b>	0,04

Fuente: Elaboración propia con datos tomados por IMN 2022.

Para los vehículos de combustión interna se utilizan cada uno de los factores anteriormente mencionados exceptuando el de generación eléctrica, así mismo para la flotilla de vehículos eléctricos se utiliza únicamente el factor por lubricación y el factor por generación eléctrica.

Para ambas tecnologías de los vehículos seleccionados, se realiza el cambio de aceite de lubricación dos veces por año, ahora bien para los vehículos de combustión interna el cambio de aceite, este mismo se especifica en el [anexo 2](#), es de 6,6 litros por cada uno de los mantenimientos preventivos realizados (2 por años, según ficha técnica), de igual forma para los vehículos eléctricos según la ficha técnica de cada vehículo, se utiliza aceite para la transmisión trasera, la dirección asistida y el sistema de frenado, especificado a profundidad en el [anexo 3](#), se utiliza cerca de cuatro litro por cada vehículo por cada mantenimiento preventivo.

Tabla 26. Consolidado de emisiones de GEI por tecnología de flotilla vehicular.

	<b>Reducción</b>
<b>En un año</b>	



<b>Tipo de factor</b>	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV	
<b>kg CO2 d</b>	32729,39	-	-	-	97,11%
<b>kg CO2 L</b>	31927,75		20,39		99,94%
<b>g CH4</b>	1866,31	-	-	-	
<b>g N2O</b>	1928,94	-	-	-	
<b>kg CO2 (Generación eléctrica)</b>	-		947,12		
<b>Para 4 años de estudio</b>					
<b>t CO2 d</b>	130,9175712	-	-	-	97,11%
<b>t CO2 L</b>	127,7110176		0,08		99,94%
<b>g CH4</b>	7465,2576	-	-	-	
<b>g N2O</b>	7715,7696	-	-	-	
<b>t CO2 (Generación eléctrica)</b>	-		3,79		

**Fuente:** Elaboración propia.

Así como se observa en la tabla anterior, el impacto ambiental por el uso de la movilidad eléctrica reduce cerca de un 98% menos que el uso de combustibles diésel para los vehículos de combustión interna.

## Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

Las siguientes conclusiones están proyectadas a 4 años, el cual es el rango de estudio del proyecto y evaluado para 10 vehículos, que representan la flota actual de vehículos de la compañía.

**Objetivo Específico 1. Comparar los costos de los vehículos de carga liviana utilizados en Schneider Electric para los trabajos de campo y los vehículos eléctricos de carga liviana que ofrece el mercado, con base en los costos de operación y mantenimiento.**

- Se identifica que cada uno de los vehículos de combustión interna de la empresa recorren anualmente cerca de 12 525,6 kilómetros.
- Se evidencia un ahorro por mantenimiento preventivo por el uso de vehículos eléctricos de carga liviana del 76% y un ahorro por mantenimiento correctivo de 100% mediante el uso de vehículos eléctricos por encima de vehículos de combustión interna de carga liviana.
- Por costos de operación relacionando ambas tecnologías se evidencia un ahorro del 57% por el uso de vehículos eléctricos de carga liviana.

**Objetivo Específico 2. Evaluar las electrolinerías que usarían los vehículos eléctricos de Schneider Electric.**

- Se identificaron nueve rutas críticas a lo largo de país, lo que involucra el uso de electrolinerías, ya sea utilizando las ya existentes a nivel nacional o bien implementado un punto de carga en cada una de las zonas por visitar.
- Se analizaron 4 escenarios diferentes relacionados a la implementación de infraestructura de puntos de carga y un escenario por el uso de la infraestructura de electrolinerías existentes en el país.

**Escenario 1. Costos asumidos por Schneider Electric.**

- Se analizó el escenario de implementación de infraestructura de puntos de carga el cual Schneider Electric asumiría todos los costos, dando como resultado ₡63 990 058,84 colones que se añadirían a los costos totales por el uso de vehículos eléctricos.

#### **Escenario 2. Costos asumidos por la empresa a la que se le brinda el servicio.**

- Se evaluó la posibilidad de que la empresa a la cual se le brinda servicios se haga cargo por los costos de la implementación de los puntos de carga, lo cual generaría una ganancia al proyecto de ₡ 48 866 784,03 colones, debido a la venta de productos Schneider Electric.

#### **Escenario 3. Costos divididos entre las compañías.**

- Se evalúa la posibilidad de que cada compañía asuma un 50% de los costos totales por la implementación de electrolineras, lo cual añadiría ₡7 847 837,40 colones al proyecto.

#### **Escenario 4. No implementación de infraestructura para electrolineras.**

- Finalmente, se evaluó la utilización de las electrolineras existentes en el país, el cual involucra una diferencia de tiempo de 7 horas mensuales por el uso de vehículos eléctricos en comparación al tiempo normal de una ejecución con vehículos de combustión interna, generando un costo asociado de ₡16 866 880,0 colones.

**Objetivo Específico 3. Desarrollar el estudio de prefactibilidad técnico-financiero a la flota de carga liviana actual de la compañía Schneider Electric hacia la movilidad eléctrica.**

- En la etapa de adquisición se encontró que la adquisición de vehículos eléctricos es entre un 13% y un 22% más costoso que la adquisición de vehículos de combustión interna.
- Según la sumatoria de los costos de ciclo de vida útil y realizando el costo total de propiedad el único escenario en donde los costos totales de los vehículos eléctricos de carga liviana son menores a los costos totales del uso de vehículos de combustión interna de carga liviana es en el escenario 2,

**Objetivo Específico 4. Evaluar el impacto ambiental del uso de vehículos eléctricos en comparación a los vehículos de combustión interna, basado en los planes y leyes nacionales e internacionales.**

- Finalmente, el uso de vehículos eléctricos genera un 98% menos de emisiones de gases de efecto invernadero al medio ambiente en comparación a los vehículos convencionales.

**Recomendaciones**

Una vez finalizado el proyecto, es recomendable realizar un plan piloto con un vehículo eléctrico de carga liviana, esto principalmente para verificar los datos de los fabricantes y el rendimiento de los vehículos en condiciones reales, ya que como se mencionó en el objetivo 1 y según reseñas de los usuarios, los vehículos eléctricos si se ven afectados por las condiciones externas, las buenas prácticas de conducción y la carga útil. De igual forma es

una manera practica de verificar las prestaciones de las baterías de los vehículos, debido principalmente a que estas mismas están siendo actualizadas constantemente y la tecnología de esta no para de avanzar, condiciones como lo son la autonomía, la capacidad y velocidad de carga y el deterioro son fuentes de estudio y propuesta para un segundo paso del proyecto. Así como se identificó en el proyecto se esperaría que el avance de estas incremente para poder alcanzar los planes de descarbonización nacionales e internacionales.

Así a su vez, el estudio de mercado de los vehículos eléctricos se realizó únicamente a nivel nacional, por lo que es recomendable realizar el estudio de vehículos eléctricos de carga liviana más utilizados a nivel internacional, ya que se tiene conocimiento que la tasa de importación de estos vehículos es mucho más grande que a nivel nacional.

De momento a nivel legislativo los vehículos eléctricos cuentan con bastantes beneficios e incentivos no obstante la puesta en marcha de estos mismos no está especificada de manera correcta, así que se esperaría que a nivel nacional puedan aumentar y favorecer más a que esta tecnología incremente.

El tema de etapa de fin de fin de vida para los vehículos eléctricos es un estudio completo el cual se recomienda realizar, debido a que tanto la creación de baterías de Ion Litio como el desecho de estas, está siendo motivo de investigación en el impacto ambiental, ya que se ha identificado de manera internacional que el manejo de estas no se realiza con los rubros necesarios para preservar el medio ambiente.

## **Capítulo 6. Referencias.**

- Villalobos González, W., & Hernandez , R. (04 de Abril de 2018). *Comparación de la normativa ambiental costarricense con países de América y Europa (España)*.  
Obtenido de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2405/2974>
- A. Chatzipanagi, J. P. (Junio de 2022). *Evolution of European light-duty vehicle CO2 emissions based on recent certification datasets*. Obtenido de Transportation Research Part D: Transport and Environment:  
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103287>
- Abbas Ghandi, S. P. (Octubre de 2020). *Global CO2 impacts of light-duty electric vehicles*.  
Obtenido de Transportation Research Part D: Transport and Environment:  
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102524>
- American Petroleum Institute . (2022). *Climate Action Framework*. Obtenido de  
<https://www.api.org/climate>
- ARESEP. (Marzo de 2023). *Tarifas de combustibles de Costa Rica*. Obtenido de  
<https://web.aresp.go.cr/ws.datosabiertos/Services/IE/TarifaCombustible.svc/ObtenerHistoricoTarifasHidrocarburos>
- Castañeda, J. A. (2019). Viabilidad de la adopción de vehículos eléctricos para el transporte de carga en Costa Rica. *Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- Dec, J. E. (2009). *Advanced compression-ignition engines—understanding the in-cylinder processes*. Obtenido de Proceedings of the Combustion Institute:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1540748908001739?via%3Dihub>

- EMBER. (2022). *Global Electricity Review* . Obtenido de [https://ember-climate.org/app/uploads/2022/03/SP\\_Report-GER22.pdf](https://ember-climate.org/app/uploads/2022/03/SP_Report-GER22.pdf)
- EVEXPERT. (2023). *Connector types for EV charging around the world*. Obtenido de <https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/connector-types-for-ev-charging-around-the-world>
- Gao, Y. &. (2021). Energy Consumption of Light Commercial Electric Vehicles: A Review and Experimental Study. *Energies*.
- García, J. (2019). Importancia del mantenimiento preventivo en vehículos. *Revista Tecnológica - FITEC*.
- Global Leasing Report. (2021). *Global Leasing Report 2021*. Retrieved. *Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica*.
- Gobierno de Costa Rica. (24 de Febrero de 2019). *PLAN NACIONAL DE DESCARBONIZACIÓN*. Obtenido de Ministerio Ambiente y Energía-Costa Rica: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf>
- Guarnieri, M. (2012). *Looking back to electric cars*. Obtenido de Third IEEE HISTory of ELection-technology CONference (HISTELCON): <https://ieeexplore.ieee.org/document/6487583>
- Harvey, L. D. (Marzo de 2018). *Cost and energy performance of advanced light duty vehicles: Implications for standards and subsidies*. Obtenido de Energy Policy: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.063>

Ihobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (Enero de 2020). *Comparativa ambiental entre diferentes alternativas de vehículos*. Obtenido de [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/comparativa\\_vehiculos/es\\_def/adjuntos/Comparativa-Vehiculos.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/comparativa_vehiculos/es_def/adjuntos/Comparativa-Vehiculos.pdf)

Instituto Meteorológico Nacional. (2020). *Factores de emisión de gases de efecto invernadero*. Obtenido de <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/publicaciones/factoresemission/factoresemission2020/offline/FactoresEmision-GEI-2020.pdf>

International Energy Agency. (13 de Diciembre de 2022). *Electric Vehicles: Total Cost of Ownership Tool*. Obtenido de <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/electric-vehicles-total-cost-of-ownership-tool>

International Renewable Energy Agency. (2019). *PERSPECTIVAS DE INNOVACIÓN CARGA INTELIGENTE PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS*. Obtenido de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA\\_Innovation\\_Outlook\\_EV\\_smart\\_charging\\_2019\\_ES.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_Innovation_Outlook_EV_smart_charging_2019_ES.pdf)

IRENA. (s.f.). *Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA)*. Obtenido de [https://energia.gob.es/REI/relaciones-energeticas-internacionales/organismos-internacionales/Paginas/agencia-internacional-energias-renovables.aspx#:~:text=IRENA%20es%20una%20organizaci%C3%B3n%20intergubernamental,renovable%22%20\(Art%C3%ADculo%20II\).](https://energia.gob.es/REI/relaciones-energeticas-internacionales/organismos-internacionales/Paginas/agencia-internacional-energias-renovables.aspx#:~:text=IRENA%20es%20una%20organizaci%C3%B3n%20intergubernamental,renovable%22%20(Art%C3%ADculo%20II).)



- ISO. (2014). *Auditorías energéticas*. Obtenido de ISO 50002:  
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:50002:ed-1:v1:es:sec:A>
- Isuzu. (2020). *ISUZU D-MAX MANUAL DEL PROPIETARIO Y DEL CONDUCTOR*.  
Obtenido de [https://www.isuzu.co.jp/world/ci/om/pdf/europe\\_es\\_2020.pdf](https://www.isuzu.co.jp/world/ci/om/pdf/europe_es_2020.pdf)
- Lebeau, P. (2019). *How to Improve the Total Cost of Ownership of Electric Vehicles: An Analysis of the Light Commercial Vehicle Segment*. Obtenido de  
<https://www.mdpi.com/2032-6653/10/4/90>
- Li, X. &. (2020). Autonomy of Electric Light Commercial Vehicles: A Review of Measurement, Modeling and Simulation. *Energies*.
- Liu, J. W. (2021). Research on the Charging Infrastructure of Electric Vehicles Based on Sustainability. *Sustainability*.
- Martínez, A. (2020). Mantenimiento correctivo de vehículos. *Revista Tecnológica - FITEC*.
- MÉNDEZ, R. R. (s.f.). *Baterías eléctricas: retos y oportunidades*. Obtenido de  
<https://leka.uaslp.mx/index.php/universitarios-potosinos/article/view/225/155>
- Montero, D. Z., & Ramírez García, R. (Octubre de 2016). *Matriz Energética de Costa Rica*.  
Obtenido de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12979.pdf>
- Morales, V. V. (1 de Marzo de 2020). *Valor actual neto (VAN)*. Obtenido de  
Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>
- Naciones Unidas. (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible* .  
Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

- Piedra, M. C. (2021). *Estado de la Nación*. Obtenido de CONSEJO NACIONAL DE RECTORES: <https://estadonacion.or.cr/informes/>
- POLARIS Market Place. (Octubre de 2022). *EV Battery Market Share, Size, Trends, Industry Analysis Report, By Method (Wire Bonding, Laser Bonding); By Battery; By Propulsion; By Vehicle; By Battery Capacity; By Battery Form; By Material; By Region; Segment Forecast, 2022 - 2030*. Obtenido de <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/electric-vehicle-battery-market>
- Registro Nacional. (2023). *Vehículos eléctricos en Costa Rica*. Obtenido de <https://energia.minae.go.cr/?p=5634>
- República de Costa Rica. (2015). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de Costa Rica*. Obtenido de Secretaría de Planificación del Subsector Energía (SEPSE) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE): [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44285/1/S1800543\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44285/1/S1800543_es.pdf)
- Singh, B., & Dubey, P. K. (Abril de 2022). *Distributed power generation planning for distribution networks using electric vehicles: Systematic attention to challenges and opportunities*. Obtenido de Journal of Energy Storage: <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.104030>
- Sistema Costarricense de Información Jurídica. (25 de Enero de 2018). *Incentivos y promoción para el transporte eléctrico*. Obtenido de [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=85810](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=85810)

Yaovaja, K. (17 de Noviembre de 2017). *Reduction of fine particulate matter (PM2.5) emission from light-duty diesel vehicle idling using compressed natural gas (CNG) in dual fuel mode*. Obtenido de AIP:

<https://pubs.aip.org/aip/acp/article/2681/1/020024/2832618/Reduction-of-fine-particulate-matter-PM2-5>

Yin, J. W. (2020). A Review on Lithium Iron Phosphate-Based Cathode Materials for Electric Vehicle Batteries.

Z. Samaras, J. B.-K. (2016). Trends in Real-World Emissions from Diesel Vehicles: A Critical Review. *Environmental Science & Technology*.

Zhang, C. C. (2018). Impact of electric vehicles on power systems and energy sources: A review of models and tools. *Renewable and Sustainable Energy*.

ZNA. (s.f.). *Manual de usuario RICH 6 Eléctrico*. Obtenido de <https://media.autecomobility.com/recursos/pdf/manuales/Dongfeng/Manual-de-Propietario-Rich-6.pdf>

## **Capítulo 7. Apéndices.**

### **Apéndice 1. Criterio de selección de los vehículos eléctricos.**

Así como se especifica en el objetivo específico 1, para la selección de los vehículos seleccionados se partió principalmente de las características de los vehículos, tomando en cuenta aquellos con mejor capacidad de las baterías, así como su autonomía, de igual forma un criterio importante para la compañía Schneider Electric es el aspecto del vehículo, ya que

se prioriza la funcionabilidad así como mantener la imagen o bien la estructura que se utiliza a nivel mundial, por lo que se calificaron como buenos aquellos vehículos pick-ups que contaran con la mayores prestaciones.

## Apéndice 2. Tablas resumen de valor actual neto.

### Escenario 1.

Año	Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-¢405 773 674,84	-¢405 773 674,84			
Costo de operación	-¢4 094 077,82	-¢4 275 036,06	-¢4 463 992,65	-¢4 661 301,13	-¢4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-¢1 000 000,00	-¢1 044 200,00	-¢1 090 353,64	-¢1 138 547,27	-¢1 188 871,06
Flujo neto de efectivo	-¢405 773 674,84	-¢5 319 236,06	-¢5 554 346,29	-¢5 799 848,40	-¢6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%				
Tasa de interes	3%				
k inflacionario	7,6%				
VAN	-¢394 884 794,39				

Figura 8. VAN en el escenario 1 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.

Fuente: Elaboración propia.

Año	Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-¢434 108 778,84	-¢434 108 778,84			
Costo de operación	-¢4 094 077,82	-¢4 275 036,06	-¢4 463 992,65	-¢4 661 301,13	-¢4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-¢1 000 000,00	-¢1 044 200,00	-¢1 090 353,64	-¢1 138 547,27	-¢1 188 871,06
Flujo neto de efectivo	-¢434 108 778,84	-¢5 319 236,06	-¢5 554 346,29	-¢5 799 848,40	-¢6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%				
Tasa de interes	3%				
k inflacionario	7,6%				
VAN	-¢421 230 139,83				

Figura 9. VAN en el escenario 1 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

Año	Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-¢442 990 942,04	-¢442 990 942,04			
Costo de operación	-¢4 094 077,82	-¢4 275 036,06	-¢4 463 992,65	-¢4 661 301,13	-¢4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-¢1 000 000,00	-¢1 044 200,00	-¢1 090 353,64	-¢1 138 547,27	-¢1 188 871,06
Flujo neto de efectivo	-¢442 990 942,04	-¢5 319 236,06	-¢5 554 346,29	-¢5 799 848,40	-¢6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%				
Tasa de interes	3%				
k inflacionario	7,6%				
VAN	-¢429 488 576,35				

Figura 10. VAN en el escenario 1 para el vehículo MAXUS T90 EV.

Fuente: Elaboración propia.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición	-¢296 420 864,00	-¢296 420 864,00				
Costo de operación	-¢9 511 800,23		-¢9 932 221,80	-¢10 371 226,01	-¢10 829 634,20	-¢11 308 304,03
Costo de mantenimiento	-¢7 900 000,00		-¢7 900 000,00	-¢7 900 000,00	-¢7 900 000,00	-¢7 900 000,00
Flujo neto de efectivo		-¢296 420 864,00	-¢17 832 221,80	-¢18 271 226,01	-¢18 729 634,20	-¢19 208 304,03
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interés	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-¢333 051 614,41					

Figura 11. VAN en todos los escenarios para el vehículo Isuzu D-max.

Fuente: Elaboración propia.

## Escenario 2.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-¢293 489 231,97	-¢293 489 231,97				
Costo de operación	-¢4 094 077,82		-¢4 275 036,06	-¢4 463 992,65	-¢4 661 301,13	-¢4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-¢1 000 000,00		-¢1 044 200,00	-¢1 090 353,64	-¢1 138 547,27	-¢1 188 871,06
Flujo neto de efectivo		-¢293 489 231,97	-¢5 319 236,06	-¢5 554 346,29	-¢5 799 848,40	-¢6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interés	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-¢290 485 232,80					

Figura 12. VAN en el escenario 2 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.

Fuente: Elaboración propia.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-¢321 824 335,97	-¢321 824 335,97				
Costo de operación	-¢4 094 077,82		-¢4 275 036,06	-¢4 463 992,65	-¢4 661 301,13	-¢4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-¢1 000 000,00		-¢1 044 200,00	-¢1 090 353,64	-¢1 138 547,27	-¢1 188 871,06
Flujo neto de efectivo		-¢321 824 335,97	-¢5 319 236,06	-¢5 554 346,29	-¢5 799 848,40	-¢6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interés	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-¢316 830 578,24					

Figura 13. VAN en el escenario 2 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-¢330 706 499,17	-¢330 706 499,17				
Costo de operación	-¢4 094 077,82		-¢4 275 036,06	-¢4 463 992,65	-¢4 661 301,13	-¢4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-¢1 000 000,00		-¢1 044 200,00	-¢1 090 353,64	-¢1 138 547,27	-¢1 188 871,06
Flujo neto de efectivo		-¢330 706 499,17	-¢5 319 236,06	-¢5 554 346,29	-¢5 799 848,40	-¢6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interés	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-¢325 089 014,77					

Figura 14. VAN en el escenario 2 para el vehículo MAXUS T90 EV.

Fuente: Elaboración propia.

### Escenario 3.

Año	Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-€349 631 453,40	-€349 631 453,40			
Costo de operación	-€4 094 077,82	-€4 275 036,06	-€4 463 992,65	-€4 661 301,13	-€4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-€1 000 000,00	-€1 044 200,00	-€1 090 353,64	-€1 138 547,27	-€1 188 871,06
Flujo neto de efectivo	-€349 631 453,40	-€5 319 236,06	-€5 554 346,29	-€5 799 848,40	-€6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%				
Tasa de interes	3%				
k inflacionario	7,6%				
VAN	-€342 685 013,60				

Figura 15. VAN en el escenario 3 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.

Fuente: Elaboración propia.

Año	Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-€377 966 557,40	-€377 966 557,40			
Costo de operación	-€4 094 077,82	-€4 275 036,06	-€4 463 992,65	-€4 661 301,13	-€4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-€1 000 000,00	-€1 044 200,00	-€1 090 353,64	-€1 138 547,27	-€1 188 871,06
Flujo neto de efectivo	-€377 966 557,40	-€5 319 236,06	-€5 554 346,29	-€5 799 848,40	-€6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%				
Tasa de interes	3%				
k inflacionario	7,6%				
VAN	-€369 030 359,04				

Figura 16. VAN en el escenario 3 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

Año	Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición(infraestructura)	-€386 848 720,60	-€386 848 720,60			
Costo de operación	-€4 094 077,82	-€4 275 036,06	-€4 463 992,65	-€4 661 301,13	-€4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-€1 000 000,00	-€1 044 200,00	-€1 090 353,64	-€1 138 547,27	-€1 188 871,06
Flujo neto de efectivo	-€386 848 720,60	-€5 319 236,06	-€5 554 346,29	-€5 799 848,40	-€6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%				
Tasa de interes	3%				
k inflacionario	7,6%				
VAN	-€377 288 795,56				

Figura 17. VAN en el escenario 3 para el vehículo MAXUS T90 EV.

Fuente: Elaboración propia.

## Escenario 4.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición	-€341 783 616,00	-€341 783 616,00				
Costo de operación	-€8 310 797,82		-€8 678 135,08	-€9 061 708,65	-€9 462 236,18	-€9 880 467,02
Costo de mantenimiento	-€1 000 000,00		-€1 044 200,00	-€1 090 353,64	-€1 138 547,27	-€1 188 871,06
Flujo neto de efectivo		-€341 783 616,00	-€9 722 335,08	-€10 152 062,29	-€10 600 783,45	-€11 069 338,08
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interes	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-€349 961 570,16					

Figura 18. VAN en el escenario 4 para el vehículo Dongfeng Rich 6 EV.

Fuente: Elaboración propia.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición	-€370 118 720,00	-€370 118 720,00				
Costo de operación	-€8 310 797,82		-€4 275 036,06	-€4 463 992,65	-€4 661 301,13	-€4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-€1 000 000,00		-€1 044 200,00	-€1 090 353,64	-€1 138 547,27	-€1 188 871,06
Flujo neto de efectivo		-€370 118 720,00	-€5 319 236,06	-€5 554 346,29	-€5 799 848,40	-€6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interes	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-€361 733 615,48					

Figura 19. VAN en el escenario 4 para el vehículo JMC Vigus Eléctrico.

Fuente: Elaboración propia.

Año		Año 0	1	2	3	4
Costo de adquisición	-€395 867 763,20	-€395 867 763,20				
Costo de operación	-€8 310 797,82		-€4 275 036,06	-€4 463 992,65	-€4 661 301,13	-€4 867 330,64
Costo de mantenimiento	-€1 000 000,00		-€1 044 200,00	-€1 090 353,64	-€1 138 547,27	-€1 188 871,06
Flujo neto de efectivo		-€395 867 763,20	-€5 319 236,06	-€5 554 346,29	-€5 799 848,40	-€6 056 201,70
Inflación interanual	4,4%					
Tasa de interes	3%					
k inflacionario	7,6%					
VAN	-€385 674 499,48					

Figura 20. VAN en el escenario 4 para el vehículo MAXUS T90 EV.

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice 3. Costos del ciclo de vida útil de estudiado de operación de los vehículos.

---

### Escenario 1

---

	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	€296 420 864,00	€341 783 616,00	€370 118 720,00	€379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	€63 990 058,84	€63 990 058,84	€63 990 058,84
<b>Costo de operación</b>	€38 047 200,93	€16 376 311,28	€16 376 311,28	€16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	€31 600 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00
<b>Total</b>	€366 068 064,93	€426 149 986,12	€454 485 090,12	€463 367 253,32
<b>Escenario 2</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	€296 420 864,00	€341 783 616,00	€370 118 720,00	€379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	-€48 294 384,03	-€48 294 384,03	-€48 294 384,03
<b>Costo de operación</b>	€38 047 200,93	€16 376 311,28	€16 376 311,28	€16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	€31 600 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00
<b>Total</b>	€366 068 064,93	€313 865 543,25	€342 200 647,25	€351 082 810,45
<b>Escenario 3</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	€296 420 864,00	€341 783 616,00	€370 118 720,00	€379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	€7 847 837,40	€7 847 837,40	€7 847 837,40
<b>Costo de operación</b>	€38 047 200,93	€16 376 311,28	€16 376 311,28	€16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	€31 600 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00
<b>Total</b>	€366 068 064,93	€370 007 764,68	€398 342 868,68	€407 225 031,88
<b>Escenario 4</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	€296 420 864,00	€341 783 616,00	€370 118 720,00	€379 000 883,20
<b>Costo de horas ingeniero</b>	-	€16 866 880,00	€16 866 880,00	€16 866 880,00
<b>Costo de operación</b>	€38 047 200,93	€16 376 311,28	€16 376 311,28	€16 376 311,28



<b>Costo por mantenimiento</b>	€31 600 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00
<b>Total</b>	€366 068 064,93	€379 026 807,28	€407 361 911,28	€416 244 074,48
<b>Resumen de resultados</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus Eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Escenario 1</b>	€366 068 064,93	€426 149 986,12	€454 485 090,12	€463 367 253,32
<b>Escenario 2</b>	€366 068 064,93	€313 865 543,25	€342 200 647,25	€351 082 810,45
<b>Escenario 3</b>	€366 068 064,93	€370 007 764,68	€398 342 868,68	€407 225 031,88
<b>Escenario 4</b>	€366 068 064,93	€379 026 807,28	€407 361 911,28	€416 244 074,48

**Fuente:** Elaboración propia.

#### Apéndice 4. Costos del ciclo de vida útil en el caso de máxima operación de los vehículos.

<b>Escenario 1</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	€296 420 864,00	€341 783 616,00	€370 118 720,00	€379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	€63 990 058,84	€63 990 058,84	€63 990 058,84
<b>Costo de operación</b>	€59 261 438,93	€16 376 311,28	€16 376 311,28	€16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	€31 600 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00
<b>Total</b>	€387 282 302,93	€426 149 986,12	€454 485 090,12	€463 367 253,32
<b>Escenario 2</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	€296 420 864,00	€341 783 616,00	€370 118 720,00	€379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	-€48 294 384,03	-€48 294 384,03	-€48 294 384,03
<b>Costo de operación</b>	€59 261 438,93	€16 376 311,28	€16 376 311,28	€16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	€31 600 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00	€4 000 000,00
<b>Total</b>	€387 282 302,93	€313 865 543,25	€342 200 647,25	€351 082 810,45
<b>Escenario 3</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV

<b>Costo de adquisición</b>	¢296 420 864,00	¢341 783 616,00	¢370 118 720,00	¢379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	¢7 847 837,40	¢7 847 837,40	¢7 847 837,40
<b>Costo de operación</b>	¢59 261 438,93	¢16 376 311,28	¢16 376 311,28	¢16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	¢31 600 000,00	¢4 000 000,00	¢4 000 000,00	¢4 000 000,00
<b>Total</b>	¢387 282 302,93	¢370 007 764,68	¢398 342 868,68	¢407 225 031,88
<b>Escenario 4</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Costo de adquisición</b>	¢296 420 864,00	¢341 783 616,00	¢370 118 720,00	¢379 000 883,20
<b>Costo de infraestructura</b>	-	¢16 866 880,00	¢16 866 880,00	¢16 866 880,00
<b>Costo de operación</b>	¢59 261 438,93	¢16 376 311,28	¢16 376 311,28	¢16 376 311,28
<b>Costo por mantenimiento</b>	¢31 600 000,00	¢4 000 000,00	¢4 000 000,00	¢4 000 000,00
<b>Total</b>	¢387 282 302,93	¢379 026 807,28	¢407 361 911,28	¢416 244 074,48
<b>Resumen de resultados</b>				
	Isuzu D-max	Dongfeng Rich 6 EV	JMC Vigus Eléctrico	MAXUS T90 EV
<b>Escenario 1</b>	¢387 282 302,93	¢426 149 986,12	¢454 485 090,12	¢463 367 253,32
<b>Escenario 2</b>	¢387 282 302,93	¢313 865 543,25	¢342 200 647,25	¢351 082 810,45
<b>Escenario 3</b>	¢387 282 302,93	¢370 007 764,68	¢398 342 868,68	¢407 225 031,88
<b>Escenario 4</b>	¢387 282 302,93	¢379 026 807,28	¢407 361 911,28	¢416 244 074,48

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice 5. Costo por implementación de infraestructura.

Artículo	Marca	Cantidad	Precio de unidad(colones)	Total
Magnetotérmico, Acti9 iC40N, 3P +N, 40 A, C curva, 6000 A (IEC 60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)	Schneider Electric	1	¢300 283,54	¢300 283,54

Schneider Electric EVB3S07NCAM EVlink Pro AC/AC Metal, 7.4kW, 32A, T2 cable, RDC 6mA, RCD Asi30mA, MNx, MID	Schneider Electric	1	¢3 985 259,13	¢3 985 259,13
<b>Subtotal</b>			<b>¢4 285 542,67</b>	

Artículo	Marca	Cantidad [m]	Precio de unidad(colones)	Total
<b>MAQUINAS</b>				
<b>8</b>	Ecoplus	70	2900	¢203 000,00
<b>1</b>	Ecoplus	70	4800	¢336 000,00
<b>4</b>	Ecoplus	70	2900	¢203 000,00
<b>Subtotal</b>			<b>¢742 000,00</b>	

Artículo	Marca	Cantidad	Precio de unidad(colones)	Total
<b>Tubo conduit EMT 3/4" 3m</b>	Amanco	20	3375	¢67 500,00
Tubo conduit EMT 1" 3m	Amanco	20	8695	¢173 900,00
Curvas conduit EMT	Rymco	20	2500	¢50 000,00
Conectores conduit EMT	Topaz	20	700	¢14 000,00
Unión conduit EMT	Topaz	20	1000	¢20 000,00
<b>Subtotal</b>			<b>¢325 400,00</b>	

Artículo	Marca	Cantidad	Precio de unidad(colones)	Total
<b>Varilla de puesta a tierra 1", 3m</b>	Copperweld	1	13100	¢13 100,00
<b>Subtotal</b>			<b>¢13 100,00</b>	

	Costo de un punto de carga	Costo de 9 puntos de carga
Subtotales materiales	¢ 5 366 042,67	¢ 48 294 384,03
Cobro del ingeniero	¢ 563 434,48	¢ 5 070 910,32
Estudios preliminares para anteproyecto	¢ 107 320,85	¢ 965 887,68
Mano de obra	¢ 1 073 208,53	¢ 9 658 876,81
<b>Total</b>	<b>¢ 7 110 006,54</b>	<b>¢ 63 990 058,84</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo 7. Anexos.

### Anexo 1. Especificaciones de VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Figura 21. Fórmula del valor actual neto (VAN)

Fuente: (Morales, 2020)

$F_t$  son los flujos de dinero en cada periodo  $t$

$I_0$  es la inversión realiza en el momento inicial ( $t = 0$ )

$n$  es el número de periodos de tiempo

$k$  es el tipo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

## Anexo 2. Plan de mantenimiento preventivo para el vehículo Isuzu D-max.

### Programa de mantenimiento para funcionamiento en condiciones severas

Condiciones de conducción

A: Trayectos cortos y repetidos

B: Conducción por carreteras accidentadas

C: Conducción por carreteras polvorientas

D: Conducción con temperaturas extremadamente bajas o por carreteras con sal

E: Conducción con remolque o subida de pendientes con frecuencia

F: Conducción continua a baja velocidad y/o con baja carga

G: Apagado frecuente del motor durante la regeneración de DPD

Elemento de la revisión	Intervalo de revisión	Condición
Aceite del motor	Sustitución cada 5.000 km (3.000 millas)	C, E, F, G, A+D
Filtro del aceite del motor	Sustitución cada 10.000 km (6.000 millas)	C, E, F, G, A+D
Montaje y tubos de escape	Inspección cada 10.000 km (6.000 millas)	A, B, D
Elemento del depurador de aire	Inspección cada 5.000 km (3.000 millas) Sustitución cada 20.000 km (12.000 millas)	C
Flojedad o daños en el sistema de la dirección	Inspección cada 5.000 km (3.000 millas)	B
Juntas cardán y manguitos	Inspección del desgaste y lubricación cada 5.000 km (3.000 millas)	B, C
Aceite de transmisión manual	Sustitución cada 20.000 km (12.000 millas) después del primer reemplazo a los 10.000 km (6.000 millas)	B
Líquido de la transmisión automática	Inspección cada 40.000 km (24.000 millas) Sustitución cada 80.000 km (49.000 millas)	B, E, A+D
Aceite de la caja de la transferencia	Sustitución cada 20.000 km (12.000 millas) después del primer reemplazo a los 10.000 km (6.000 millas)	B
Aceite del diferencial	Sustitución cada 20.000 km (12.000 millas) después del primer reemplazo a los 10.000 km (6.000 millas)	B
Desgaste del disco y la pastilla de los frenos de disco delanteros	Inspección cada 5.000 km (3.000 millas)	A, B, C
Desgaste del tambor y del forro del freno trasero	Inspección cada 5.000 km (3.000 millas)	A, B, C

Figura 22. Plan de mantenimiento preventivo para el vehículo Isuzu D-max.

Fuente: Ficha técnica del Isuzu D-max

### Anexo 3. Plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos.

USO NORMAL	X 1000 KMS Meses	30	60	90	Tiempo
		24	48	72	Total hr
<b>MOTOR</b>					
Realizar prueba de presión de tapa del depósito y comprobar condiciones de los conductos y conexiones del sistema de refrigeración.		-	R	-	0,1
Compruebe el nivel y la concentración de refrigerante en el motor y, de ser necesario, añada refrigerante.		R	R	R	0,1
Cambiar líquido el refrigerante.		-	C	-	0,2
Comprobar soporte de motor.		R	R	R	0,1
Compruebe si hay perturbación y daños en la tubería del sistema de vacío.		R	R	R	0,1
<b>FRENOS</b>					
Revise nivel líquido de frenos y ductos del sistema de frenos. Llenar con líquido de frenos cuando sea necesario.		R	-	R	0,1
Cambiar líquido de frenos		-	C	-	0,4
Comprobar estado de pastillas de freno delanteras y traseras y zapatas de freno de estacionamiento, así como el recorrido de la palanca de este, ajústelo y reemplácelo cuando sea necesario.		R	R	R	1
Revise el juego del pedal de freno y ajústelo cuando sea necesario.		R	R	R	0,1
<b>SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN</b>					
Comprobar estado de fijaciones y retenes de la suspensión delantera y traseras.		R	R	R	0,1
Comprobar la confiabilidad y efectividad de las conexiones de los terminales, rótulas y los pernos de sujeción del sistema de dirección y suspensión		R	R	R	0,1
Revisar rodamiento de masa trasera; estado y presión neumáticos. Rotación de neumáticos; revise y apriete los pernos hasta el par indicado.		R	R	R	0,1
Alineación, balanceo y rotación (Adicional al valor de la mantención)		R	R	R	---
Compruebe el juego libre del volante y ajústelo cuando sea necesario.		R	R	R	0,1
<b>TRANSMISIÓN</b>					
Comprobar estado fuelles de homocinetica		R	R	R	0,1
Cambiar aceite de transmisión (incluyendo gollilla del tapón de drenaje).		C	C	C	0,2

**Nota:** "I": Inspeccionar, si procede, Regular, lubricar, Ajustar, Sopletear, Reparar o Sustituir, si es necesario; "C": Cambiar. "R" Realizar. Utilizar siempre repuestos originales y lubricantes indicados por Comercial Motores de Los Andes S.P.A. No mezclar refrigerantes. La reposición de nivel de refrigerante debe ser por medio de agua destilada. No utilizar aditivos en el combustible.

USO NORMAL	X 1000 KMS Meses	30	60	90	Tiempo
		24	48	72	Total hr
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
Comprobar estado del cableado de alto voltaje (color naranja) en busca de cualquier interferencia, desgaste o daño. (Mantener protocolo de seguridad)		R	R	R	0,2
Comprobar estado de conectores de bajo voltaje e inspeccione asimismo que sus conexiones sean apropiadas y confiables.		R	R	R	0,2
Comprobar estado de conectores de alto voltaje e inspeccione asimismo que sus conexiones sean apropiadas y confiables. (Mantener protocolo de seguridad)		R	R	R	0,2
Comprobar estado de la carga completa de la batería de alto voltaje y, de ser necesario, realice la carga completa. Verificar estado de la batería de alto voltaje por medio de equipo de diagnóstico Maxus Gradex VDI II o superior.		R	R	R	0,1
Comprobar estado de carcasa (incluyendo el soporte) de pack de baterías en busca de alguna rajadura o deformación. (Mantener protocolo de seguridad)		R	R	R	0,1
Comprobar condiciones del interruptor de seguridad de alto voltaje y asegúrese de que esté colocado de forma confiable, eliminando asimismo toda suciedad. (Mantener protocolo de seguridad)		R	R	R	0,1
Comprobar estado de luces en general.		R	R	R	0,1
Comprobar nivel de carga de la batería de 12V, revise y limpie de los terminales de la batería, apriételos si es sea necesario.		R	R	R	0,1
Leer información de averías de cada sistema con el equipo de diagnóstico Maxus Gradex VDI II o superior.		R	R	R	0,1
<b>GENERAL</b>					
Inspección del chasis: Revisar si cada pieza, fijación, arnés y tuberías del chasis están asegurados de manera segura y eficaz; compruebe si hay fugas de aceite y agua en chasis.		R	R	R	0,1
Comprobar si hay daños superficiales en fijaciones de airbag y compruebe el funcionamiento del sistema retráctil de cinturones de seguridad.		R	R	R	0,1
Prueba de carretera: comprobar el rendimiento de la unidad.		R	R	R	0,2
Limpiar y lubricar componentes de la carrocerías del vehículo, como las cerraduras de las puertas, las bisagras y riel de puerta de corredera.		R	R	R	0,1
Comprobar que conexión y fijaciones de tubería de A/C sea seguras y eficaz; compruebe que el sistema de A/C funcione correctamente.		R	R	R	0,2
Limpiar el sistema de ventilación del A/C y reemplace el filtro de polen cuando sea necesario.					

**Nota:** "I": Inspeccionar, si procede, Regular, lubricar, Ajustar, Sopletear, Reparar o Sustituir, si es necesario; "C": Cambiar. "R" Realizar. Utilizar siempre repuestos originales y lubricantes indicados por Comercial Motores de Los Andes S.P.A. No mezclar refrigerantes. La reposición de nivel de refrigerante debe ser por medio de agua destilada. No utilizar aditivos en el combustible.

Figura 23. Plan de mantenimiento preventivo para vehículos eléctricos.

Fuente: Ficha técnica de los vehículos eléctricos.

## Hoja de características del producto

Especificaciones  
**Anexo 4.**

### Especificaciones de productos SE.

**Cable Accesorio, EVlink,  
5m, 32A, 3fase, conector  
T2 en cada extremodel  
cable**

**Principal**

Accesorio de cableado

**Gama EVlink**



---

#### Tipo de producto

Cable de carga

Accesorio / categoría de  
parteseparada

**Número de fases de la red** Trifásica

---

Descripción de los polos 3P + N

---

**[In] Corriente nominal** 32 A

---

**[Us] Tensión nominal  
de alimentación** 380...415 V AC 50/60 Hz

---

**Número de socket** 2

---

#### Complementario

---

**Plug type** T2 / contactos chapados en plata Estación de carga final

---

**Tipo de conector** T2 extremo del vehículo contactos  
chapados en plata T2 Estación de carga  
final contactos chapados en plata

---

**Compatibilidad de gama** EVlink (EVlink parking) EVF1 Estación de carga  
EVlink (EVlink parking) EVW1  
Estación de cargaEVlink (EVlink  
parking) EVF2 Estación de carga

EVlink (EVlink parking) EVW2  
 Estación de carga  
 EVlink (EVlink Smart Wallbox) EVB1  
 Estación de carga  
 EVlink (EVlink Wallbox) EVH2 Estación de carga  
 EVlink (EVlink Pro AC) EVB3  
 Estación de carga  
 EVlink (EVlink Pro AC Metal) EVB3 Estación de carga

<b>Normas</b>	IEC 62196-2 IEC 62196-1
<b>Certificaciones de producto</b>	CE
<b>Longitud</b>	5 m
<b>Peso del producto</b>	3,2 kg
<b>Color</b>	Gris
<b>Entorno</b>	
<b>Grado de protección IP</b>	IP44 acorde a IEC 60529
<b>Grado de protección IK</b>	IK10 acorde a IEC 62262
<b>Temperatura ambiente de funcionamiento</b>	-30...50 °C



---

Temperatura ambiente  
dealmacenamiento -40...80 °C

---

**Humedad relativa** 5...95 %

---

### **Unidades de embalaje**

---

Tipo de unidad de paquete 1 PCE

---

**Número de unidades en el** 1

paquete 1

---

**Paquete 1 Altura** 11 cm

---

**Paquete 1 Ancho** 38 cm

---

**Paquete 1 Longitud** 40 cm

---

**Paquete 1 Peso** 3,355 kg

---

Tipo de unidad de paquete 2 S04

---

**Número de unidades en el** 3

paquete 2

---

**Paquete 2 Altura** 30 cm

---

**Paquete 2 Ancho** 40 cm

---

**Paquete 2 Longitud** 60 cm

---

**Paquete 2 Peso** 10,901 kg

---

Tipo de unidad de paquete 3 P06

---

**Número de unidades en el** 12

paquete 3

---

**Paquete 3 Altura** 75 cm

---

**Paquete 3 Ancho** 60 cm

---

**Paquete 3 Longitud** 80 cm

---

**Paquete 3 Peso** 51,964 kg

---

### Sostenibilidad de la oferta

---

**Reglamento REACh** [Declaración de REACh](#)

---

Conforme con REACh sin SVHC **Sí**

---

**Directiva RoHS UE** Conforme

[Declaración RoHS UE](#)

---

Sin mercurio **Sí**

---

**Normativa de RoHS China** [Declaración RoHS China](#)

Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias

---

Información sobre exenciones **Sí**

**de RoHS**

---



A9F90340

**Principal**

Aplicación del dispositivo Motor

**Gama** Acti9

**Nombre del producto** Acti 9 iC60 RCBO

**Tipo de producto o componente** Interruptor automático en miniatura

Nombre corto del dispositivo

iC6

0LNúmero de polos 3P

Número de polos protegidos 3

**[In] Corriente nominal** 40 A

Tipo de red AC

**Tecnología de unidad dedisparo** Magnético

Código de curva MA

**Capacidad de corte** 10 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu  
15 kA Icu en 380...415 V AC 50/60

Hz acorde a Icu30 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu

**Categoría de empleo** Categoría A acorde a HB1 Categoría A acorde a En> 50 A

**Poder de seccionamiento** Sí acorde a HB1  
Sí acorde a En> 50 A

**Normas** En> 50 A  
HB1

## Complementario

---

**Frecuencia de red** 50/60 Hz

---

**Límite de enlace magnético** 12 x In +/- 20 %

---

**[Ics] poder de corte en servicio** 15 kA 50 % acorde a HB1 - 220...240 V AC 50/60 Hz

7,5 kA 50 % acorde a HB1 - 380...415 V AC 50/60 Hz

5 kA 50 % acorde a HB1 - 440 V AC 50/60 Hz

15 kA 50 % acorde a En> 50 A - 220...240 V AC 50/60 Hz

7,5 kA 50 % acorde a En> 50 A - 380...415 V AC 50/60 Hz

5 kA 50 % acorde a En> 50 A - 440 V AC 50/60 Hz

---

**Clase de limitación** 3 acorde a EN 60898-1 3 acorde a IEC 60898-1

---

**[Ui] Tensión nominal de aislamiento** 500 V AC 50/60 Hz acorde a HB1  
500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A

---

**[Uimp] Resistencia a picos de tensión** 6 kV acorde a HB1  
6 kV acorde a

---

**Indicador de posición del contacto** En> 50 ASí

---

**Tipo de control** Maneta

---

**Señalizaciones en local** Indicador de disparo

---

<b>Tipo de montaje</b>	Fijo
<b>Soporte de montaje</b>	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipopeine	Arriba o abajo, estado 1 SÍ
Pasos de 9 mm	6
<b>Altura</b>	85 mm
<b>Anchura</b>	54 mm
<b>Profundidad</b>	78,5 mm
<b>Peso del producto</b>	0,375 kg
<b>Color</b>	Blanco
<b>Durabilidad mecánica</b>	20000 ciclos
<b>Durabilidad eléctrica</b>	10000 ciclos
<b>Conexiones - terminales</b>	Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...35 mm <sup>2</sup> rígido Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...25 mm <sup>2</sup> flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
<b>Par de apriete</b>	3,5 N.m arriba o abajo
<b>Protección contra fugas a tierra</b>	Bloque independiente
<b>Entorno</b>	
<b>Grado de protección IP</b>	IP20 acorde a IEC 60529 IP20 acorde a EN 60529
<b>Grado de contaminación</b>	3 acorde a HB1 3 acorde a En > 50 A
Categoría de sobretensión	IV
<b>Tropicalización</b>	2 acorde a IEC 60068-1
<b>Humedad relativa</b>	95 % en 55 °C

Altitud máxima de funcionamiento 0...2000 m

---

**Temperatura ambiente de funcionamiento** -35...70 °C

---

Temperatura ambiente de almacenamiento -40...85 °C

---

### Unidades de embalaje

---

Tipo de unidad de paquete 1 PCE

---

**Número de unidades en el** 1

paquete 1

---

**Paquete 1 Altura** 7,5 cm

---

**Paquete 1 Ancho** 5,5 cm

---

**Paquete 1 Longitud** 9,5 cm

---

**Paquete 1 Peso** 373,0 g

---

Tipo de unidad de paquete 2 BB1

---

**Número de unidades en el** 4

paquete 2

---

**Paquete 2 Altura** 8,0 cm

---

**Paquete 2 Ancho** 9,8 cm

---

**Paquete 2 Longitud** 22,5 cm

---

---

<b>Paquete 2 Peso</b>	1,557 kg
-----------------------	----------

---

Tipo de unidad de paquete 3	S03
-----------------------------	-----

---

---

**Número de unidades en el**44 paquete 3

<b>Paquete 3 Altura</b>	30,0 cm
-------------------------	---------

---

<b>Paquete 3 Ancho</b>	30,0 cm
------------------------	---------

---

<b>Paquete 3 Longitud</b>	40,0 cm
---------------------------	---------

---

<b>Paquete 3 Peso</b>	17,6 kg
-----------------------	---------

---

### Sostenibilidad de la oferta

---

<b>Estado de oferta sostenible</b>	Producto Green
------------------------------------	----------------

Premium **Reglamento REACh** [Declaración de REACh Conforme con REACh sin SVHC](#) Sí

---

<b>Directiva RoHS UE</b>	Conforme
--------------------------	----------

[Declaración RoHS UE](#)

---

<b>Sin metales pesados tóxicos</b>	Sí
------------------------------------	----

---

<b>Sin mercurio</b>	Sí
---------------------	----

---

<b>Normativa de RoHS China</b>	<a href="#">Declaración RoHS China</a>
--------------------------------	--

Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)

---

<b>Información sobre exenciones de RoHS</b>	<a href="#">Sí</a>
---	--------------------

---

<b>Comunicación ambiental</b>	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>
-------------------------------	---

---

<b>RAEE</b>	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
-------------	---

---

### Información Logística

---

<b>País de Origen</b>	ES
-----------------------	----

---

## Pedestal, EVlink Pro-AC, para 2Cargadores

EVA1PBS2



### Principal

---

**Gama** EVlink

---

**Tipo de producto o componente** Kit de extensión de pedestal

---

### Complementario

---

**Compatibilidad del producto** 2 x chasis

---

**Aplicación del dispositivo** Cargador de vehículo eléctrico

---

**Tipo de instalación** Interior/exterior

---

**Tipo de montaje** De pie

---

**Material** Aluminium 5754

---

**Tratamiento de superficie** Fosfato de zinc

---

**Color** Gris oscuro - tipo de cable: RAL 7016)

---

**Altura** 1300 mm

---

**Anchura** 285 mm

---

**Profundidad** 384 mm

---

**Peso del producto** 5 kg

---

### Entorno

---

**Compatibilidad de gama** EVlink (EVlink Pro AC)

---



## Unidades de embalaje

---

Tipo de unidad de paquete 1      PCE

---

Número de unidades en el      1

paquete 1

---

**Paquete 1 Altura**                      29 cm

---

**Paquete 1 Ancho**                      32 cm

---

**Paquete 1 Longitud**                      135 cm

---

**Paquete 1 Peso**                      10,9 kg

---

Tipo de unidad de paquete 2      PAL

---

Número de unidades en el      9

paquete 2

---

**Paquete 2 Altura**                      100 cm

---

**Paquete 2 Ancho**                      120 cm

---

**Paquete 2 Longitud**                      160 cm

---

**Paquete 2 Peso**                      121 kg

---

**Cargador, EVlink Pro AC/AC Metal, 22kW, 32A, T2S/TF s, RDC-DD 6mA, MID meter**



EVB3S22N40FM



**Principal**

---

**Gama** EVlink

**Nombre del producto** EVlink Pro

**AC Tipo de producto o componente**

Estación de

carga **Nombre corto del dispositivo** EVB3

**Directivas** 2014/32/EU - measuring instruments directive (MID)

**Tipo de red de comunicaciones** Ethernet

Bluetooth  
3G/4G modem

**Tipo de conector** 2 RJ45 para Ethernet conexión LAN

opcional Modbus  
TCP

**Protocolo del puerto de comunicación** OCPP 1.6

**Servicio de comunicación** JSON smart charging para OCPP 1.6

**Modo de funcionamiento** Clustered architecture  
Unico

**Función disponible** Capacidades de

diagnóstico Registros

detallados de carga

Gestión de carga

**Complementario**

---

**Compatibilidad de gama** EVlink (EcoStruxure EV Charging Expert)

EVlink (EVlink Pro AC

<b>Tipo de instalación</b>	Metal) EcoStruxure (EcoStruxure EV Advisor)  Interior or Exterior
<b>Equipo suministrado</b>	1 residual direct current detection device (RDC-DD) integrado 1 energy meter
Accuracy class of energy meter	integrado 1 MID meter integrado Clase 1
<b>Tipo de disp. de protec.</b>	residual direct current detection device (RDC-DD) - 6 mA
<b>Descripción de los polos</b>	3P + N para circuito de alimentación 1P + N para circuito de alimentación
<b>Modo de montaje</b>	Empotrable en pared  Empotrable en pared - tipo de cable: kit enclosure) De pie - tipo de cable: colgante) De pie - tipo de cable: kit enclosure)
<b>Soporte de montaje</b>	Colgante, solicitar por separado Kit enclosure, solicitar por separado
<b>Entrada de cable</b>	Entrada inferior Top entry  Rear entry
[Us] tensión de alimentación asignada	380...415 V AC 50/60 Hz 220...240 V AC 50/60 Hz
<b>Potencia salida nominal</b>	22 kW 32 A 380...415 V

Número de socket	2
<b>Tipo de salida</b>	Frontal T2 con obturador toma de corriente / contactos chapados en plata Frontal TF toma de corriente
<b>Sistema de control de accesos</b>	Tarjeta RFID acorde a ISO/IEC 14443 A y B  Tarjeta RFID acorde a ISO/IEC 15693 Tarjeta NFC Free access
<b>RFID compatible technology</b>	MIFARE Classic  MIFARE
<b>NFC frequency</b>	Ultralight MIFARE Plus 13,56 MHz
<b>NFC tag type</b>	Type 1 Type 2 Type 4 Type 5
<b>Sistema de conexión a tierra</b>	TT TN-S TN- C-S IT compatible con transformador de aislamiento adicional en fuente alimentación
Número de entradas	3
<b>Tipo de entrada</b>	Binario para Limitador de potencia Contacto de cierre Binario para carga
<b>Tipo de control</b>	retrasada Contacto de cierre Binario para vehicle detection Contacto de cierre puede controlarse de forma remota
<b>Señalizaciones en local</b>	1 verde LED light strip, función: disponible 1 azul LED light strip, función: cargando 1 rojo LED light strip, función: indicación de error
<b>Normas</b>	EN/IEC 61851-1:ed. 3  EN/IEC 62196-1:ed. 2 EN/IEC 62196-2:ed. 1 EN 61000-6-2:2019 EN 61000-6- 3:2007 EN 61000 6- 3:2011/A1 IEC 60884-1 NF C 61314 ISO 15118
<b>Certificaciones de producto</b>	EV Ready CE
<b>Grado de protección IK</b>	Grado de protección IP    IP54
<b>Grado de protección IK</b>	IK10

Temperatura ambiente de funcionamiento -30...50 °C

---

**Temperatura ambiente de almacenamiento** -40...80 °C

---

**Humedad relativa** 5...95 %

---

Altitud máxima de funcionamiento 2000 m sin reducción de la potencia nominal

---

**Altura** 529 mm

---

**Anchura** 317 mm

---

**Profundidad** 158 mm

---

**Peso del producto** 7,2 kg

---

**Color** Frontal, estado 1 blanco - tipo de cable: RAL 9003) Carcasa, estado 1 gris oscuro  
- tipo de cable: RAL 7016) Parte atrás, estado 1 negro - tipo de cable: RAL 9005)

---

**Unidades de embalaje**

---

Tipo de unidad de paquete 1 PCE

---

**Número de unidades en el** 1

---

paquete 1

---

**Paquete 1 Altura** 28,5 cm

---

---

<b>Paquete 1 Ancho</b>	36,0 cm
------------------------	---------

---

<b>Paquete 1 Longitud</b>	57,0 cm
---------------------------	---------

<b>Paquete 1 Peso</b>	9,6 kg
-----------------------	--------

---

Tipo de unidad de paquete 2	P06
-----------------------------	-----

---

<b>Número de unidades en el</b>	4
---------------------------------	---

paquete 2

---

<b>Paquete 2 Altura</b>	72,0 cm
-------------------------	---------

<b>Paquete 2 Ancho</b>	80,0 cm
------------------------	---------

---

<b>Paquete 2 Longitud</b>	60,0 cm
---------------------------	---------

<b>Paquete 2 Peso</b>	43,5 kg
-----------------------	---------

---