

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

“Estudio de prefactibilidad técnico-financiero basado en el análisis del costo del ciclo de vida útil para la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia”

Informe de Trabajo Final de Graduación para optar al título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial con el grado de Licenciatura

REALIZADO POR:
Kevin Alonso Salas Chaves

I SEMESTRE del 2023



Datos personales

Nombre completo: Kevin Alonso Salas Chaves
Número de cédula: 4 0241 0654
Número de carné: 2018117678
Edad: 24
Números de teléfono: 86615595
Correos electrónicos: kevinsalas18@estudiantec.cr
Dirección exacta de domicilio: Junto a BN Servicios La Aurora, La Aurora, Heredia

Información de la Empresa

Nombre: Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia
Actividad Principal: Manufactura de dispositivos médicos
Dirección: Global Park, La Aurora, Heredia
Contacto: Ing. Jimena Esquivel Rodríguez, Supervisora de Almacén; Logística, Materiales
Correo electrónico: Esquij6@bsci.com

Información de profesores guía y lectores

Profesor guía: Ing. Christopher Vega Sánchez PhD
Correo: cvega@itcr.ac.cr
Profesora lectora: Ing. Laura Salas Moya
Correo: lausalas@itcr.ac.cr
Profesor lector: Ing. Sebastián Mata Ortega
Correo: semata@itcr.ac.cr

24 de octubre de 2022

Ing. Ignacio del Valle Granados
Coordinador de Práctica Profesional
Escuela Ingeniería Electromecánica del TEC

Estimado Profesor,

Reciba un cordial saludo, y a la vez le extiendo que la empresa **Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. site Heredia** acepta al estudiante Kevin Alonso Salas Chaves, cédula 4 0241 0654, estudiante de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, carnet 2018117678, para que realice su práctica profesional en nuestra empresa durante el periodo del I Semestre de 2023. El mismo estará realizando la práctica profesional en el departamento de Logística, Materiales, Boston Scientific Costa Rica.

El Sr. Kevin Salas realizará un proyecto provisionalmente nombrado como “Investigación sobre la viabilidad de la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en una empresa privada en Costa Rica”, el cual ya fue aceptado por la empresa y tiene como objetivo evaluar la viabilidad de la implementación de un camión eléctrico de carga pesada para el transporte de materiales, equipos y producto entre dos de los edificios del site de la empresa que se encuentran lejos, lo anterior debido a que actualmente se utiliza un camión diésel, y a que la empresa tiene intereses en carbono neutralidad y reducción de costos.

Como último detalle, cabe recalcar que no se solicitará confidencialidad para este proyecto.

Quedo a la orden

Jimena Esquivel

Ing. Jimena Esquivel Rodriguez
Supervisora de Almacén
Logística, Materiales
Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. site Heredia
Esquij6@bsci.com

Dedicatoria

A mi familia, específicamente a mis hermanas, Kristy y Estefanie, y en especial a mis padres, María y Christian, por confiar en mí en todo momento y por alentarme constantemente cada vez que lo necesité.

Y a todos los amigos que pude hacer en el camino a través de la carrea, y quienes siempre estuvieron ahí en los momentos complicados para dejarme saber que no estaba solo y que podía contar con su ayuda y apoyo incondicional, haciendo de la experiencia en el TEC algo que recordaré con mucha estima y cariño.

Agradecimientos

A todos mis profesores, de los cuales tuve la oportunidad de aprender muchísimo en cada curso acerca de esta carrera, la cual pude cursar con pasión y esmero.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica, por darme la oportunidad de poder cursar una carrera de tan alto nivel con la ayuda de una beca sin la cual esto no hubiera sido posible.

A mis compañeros por ser personas comprometidas y profesionales, y gracias a las cuales pude sacar en equipo muchos de los trabajos y proyectos realizados en los diversos cursos de esta carrera.

Y a mi profesor guía, el Ingeniero y PhD Christopher Vega Sánchez, por exigirme con el objetivo de sacar lo mejor de mí y de este proyecto, y también por transferirme tan valiosas enseñanzas derivadas de todo su conocimiento y experticia.

Resumen

Este documento presenta un estudio de prefactibilidad técnico-financiero basado en el análisis del costo del ciclo de vida útil para implementar un camión eléctrico de carga pesada en la empresa Boston Scientific. Para ello se estudió el mercado nacional e internacional de camiones eléctricos de carga pesada, estableciendo como aspectos de selección la carga útil y la capacidad de volumen según los requerimientos de la empresa (capacidad de carga útil suficiente para 2 toneladas y capacidad de espacio en el cajón para 12 tarimas de 98x98 cm cada una), seleccionándose como mejor opción el modelo eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2. Luego, se estudió la infraestructura eléctrica y civil de la empresa para valorar si es adecuada para poder mantener y operar un camión eléctrico de carga pesada, encontrándose que el edificio C de dicha empresa posee las capacidades necesarias. El análisis realizado de la infraestructura indica que la instalación de un cargador eléctrico para el camión es la mejor opción en comparación con la de recargar fuera de la empresa.

El estudio también determinó el impacto ambiental de la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en comparación con el camión diésel que posee la empresa, por medio del cálculo de la producción de CO₂ a lo largo del ciclo de vida útil de cada camión. Se encontró que el camión diésel genera 1057% más CO₂ que el camión eléctrico, esto aun contemplando las emisiones propias del proceso de fabricación y descarte de cada vehículo.

El análisis comparativo entre el camión diésel de la empresa y el camión eléctrico seleccionado con base en el valor actual neto (VAN) de los costos del ciclo de vida útil de cada uno, demuestra que la implementación de camión eléctrico de carga seleccionado es la peor opción financiera para la empresa.

Se concluyó la buena eficacia del método Analytic Hierarchy Process (AHP) para la selección multicriterio en la elección de camiones eléctricos. Además del buen estado del mercado actual de camiones eléctricos de carga a nivel internacional. También que ningún aspecto limita o condiciona negativamente a la empresa para implementar la instalación de cargadores eléctricos propios, desde el punto de vista de la normativa correspondiente. Asimismo, que el uso y consumo del camión eléctrico de carga pesada seleccionado genera muy poco CO₂. Y que el camión eléctrico es más costoso a lo largo del ciclo de vida útil debido al elevado valor de los costos de adquisición del camión eléctrico y de los costos asociados con sus baterías.

Palabras claves: estudio de prefactibilidad, camión eléctrico de carga pesada, emisiones de CO₂, ciclo de vida útil, VAN.

Abstract

This document presents a technical-financial pre-feasibility study based on the analysis of the cost of the useful life cycle to implement a heavy-duty electric truck in the company Boston Scientific. To this end, the national and international market for heavy-duty electric trucks was considered, showing payload and volume capacity as selection aspects according to the company's requirements (payload capacity sufficient for 2 tons and space capacity in the box for 12 pallets of 98x98 cm each), selecting the model eCANTER 9C18e Code FECXKKLESEU2 as the best option. Then, the electrical and civil infrastructure of the company will be studied to assess if it is adequate to be able to maintain and operate a heavy-duty electric truck, finding that building C of said company has the necessary capacities. The analysis carried out of the infrastructure indicates that the installation of an electric charger for the truck is the best option compared to recharging outside the company.

The study also determined the environmental impact of implementing a heavy-duty electric truck compared to the company's own diesel truck, by calculating the CO₂ production throughout the life cycle of each truck. It was found that the diesel truck generates 1057% more CO₂ than the electric truck, even considering the emissions of the manufacturing process and disposal of each vehicle.

The comparative analysis between the company's diesel truck and the selected electric truck based on the net present value (NPV) of the life cycle costs of each one, shows that the implementation of the selected electric cargo truck is the worst. financial option for the company.

The good efficiency of the Analytic Hierarchy Process (AHP) method for the multicriteria selection in the choice of electric trucks was concluded. In addition to the good state of the current market for electric cargo trucks internationally. Also that no aspect limits or negatively conditions

the company to implement the installation of its own electric chargers from the point of view of the corresponding regulations. Likewise, the use and consumption of the selected heavy-duty electric truck generates very little CO₂. And that the electric truck is more expensive throughout the life cycle due to the high value of the acquisition costs of the electric truck and the costs associated with its batteries.

Keywords: pre-feasibility study, heavy-duty electric truck, CO₂ emissions, life cycle, NPV.

Índice principal

Capítulo 1. Descripción del proyecto.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Reseña de la Empresa.....	12
1.4. Planteamiento del problema	13
1.5. Justificación.....	14
1.6. Objetivos	16
1.6.1. Objetivo general.....	16
1.6.2. Objetivos específicos	16
1.7. Viabilidad.....	17
1.8. Marco teórico	18
1.8.1. Motor diésel para vehículo.....	18
1.8.2. Vehículo eléctrico de batería	18
1.8.3. Plan de Descarbonización, Gobierno de Costa Rica 2018 - 2050	19
1.8.4. Plan Estratégico Nacional 2050	20
1.8.5. Estudio de prefactibilidad	20
1.8.6. Ciclo de Vida (CV).....	21
1.8.7. Análisis del costo del Ciclo de Vida Útil (CVU).....	21
1.8.8. Estudio financiero y VAN	22
1.8.9. Norma INTE B5: 2016.....	23
1.8.10. Método Analytic Hierarchy Process (AHP).....	23
1.8.11. Metodología para obtener el CO ₂ producido por vehículos medianos y pesados a partir del Ciclo de Vida Útil (CVU) basado en el análisis del ciclo del vehículo (vehicle-cycle) y del ciclo de consumo (fuel-cycle)	24
1.8.12. Camión Clase 6 y Camión de Carga Pesada	25
1.8.13. Metodología de Análisis del Costo Ciclo de Vida Útil (CVU) de camiones pesados por medio del Total Cost Ownership (TCO).....	25
1.9. Alcance.....	27
1.10. Limitaciones	27
1.11. Metodología.....	29
1.12. Plan de trabajo	31
Capítulo 2. Estudio del camión eléctrico que requiere la empresa y elección del mejor modelo posible.....	32
2.1. Necesidad logística de la empresa.....	32

2.2. Selección de los camiones eléctricos de carga pesada candidatos a mejor opción logística para la empresa	33
2.3. Elección final del candidato a mejor camión eléctrico de carga pesada para la empresa por medio del método Analytic Hierarchy Process (AHP).....	42
Capítulo 3. Estudio y elección de la infraestructura que requiere la empresa para operar el camión eléctrico	47
3.1. Necesidad infraestructural eléctrica y civil de la empresa para poder recargar el camión eléctrico.....	47
3.2. Selección de la mejor opción para recargar el camión eléctrico	52
Capítulo 4. Identificación del nivel de contaminación ambiental del camión diésel y del camión eléctrico.....	54
4.1. Metodología para obtener el CO ₂ producido por el camión diésel y el camión eléctrico a lo largo sus ciclos de vida útil.....	54
4.2. Determinación de los datos a utilizar para la realización del cálculo de la cantidad de CO ₂ producido por cada camión a lo largo del ciclo de vida útil	56
4.3. Cálculo del CO ₂ producido por los camiones diésel y eléctrico durante sus ciclos de vida útil	58
4.4. Análisis del resultado obtenido sobre el cálculo de la cantidad de CO ₂ producido por cada camión a lo largo del ciclo de vida útil.....	61
Capítulo 5. Análisis comparativo a través del costo del ciclo de vida útil entre el camión eléctrico y el camión de diésel.....	62
5.1. Metodología para realizar el análisis del costo ciclo de vida útil de los camiones en cuestión	62
5.2. Determinación de los datos por utilizar para la realización del cálculo del VAN del costo del ciclo de vida útil de cada camión.....	64
5.3. Cálculo del VAN del costo ciclo de vida útil de camión diésel y del camión eléctrico	68
5.4. Análisis del resultado obtenido en el cálculo del VAN del costo del ciclo de vida útil de cada camión para la elección de la mejor opción financiera	73
Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones	75
6.1. Conclusiones	75
6.2. Recomendaciones.....	77
Referencias bibliográficas.....	80
Apéndices.....	86
Apéndice A. Entrevistas.....	86
Apéndice B. Cálculo del peso del cajón que tiene el camión que posee actualmente la empresa	90
Apéndice C. Cálculo visual y de medidas máximas de los demás camiones para el segundo criterio principal.....	91

Anexos	95
Anexo 1. Facturas mensuales de diésel.....	95
Anexo 2. Cálculo de los kilogramos de CO ₂ mensuales producidos por el camión de la empresa	98
Anexo 3. Ficha técnica del camión de la empresa	99
Anexo 4. Título de Propiedad de Vehículos y Permiso de Pesos y Dimensiones	101
Anexo 5. Diagrama de Pesos Permitidos para Camión Unitario de la página del CONAVI. 102	
Anexo 6. Base de datos de Combustibles Alternativos y Búsqueda Avanzada de Vehículos 103	
Anexo 7. Modelos de camiones eléctricos de carga pesada registrados en Costa Rica según MINAE	107
Anexo 8. Fichas técnicas de los camiones eléctricos preseleccionados	108
Anexo 9. Centros de carga recomendados alrededor de la empresa y de las rutas hacia Coyol Alajuela.....	134
Anexo 10. Cotización para instalar pilares con cargadores dobles para vehículos eléctricos en la empresa	139
Anexo 11. Plano de los tableros eléctricos del edificio C.....	140
Anexo 12. Tablero T-CEE donde se instalarán los cargadores	141
Anexo 13. Factores de emisión de CO ₂ para el combustible y el uso de electricidad según el IMN.....	146
Anexo 14. Método de la empresa para calcular el CO ₂ producido por el consumo de diésel del camión.....	147
Anexo 15. Ficha de venta del camión diésel de la empresa.....	148
Anexo 16. Factura de mantenimiento semestral para el camión diésel de la empresa	149
Anexo 17. Cantidad de años a depreciar un vehículo según política de la empresa y prueba en libros	150

Índice de tablas

Tabla 1. Desviación entre el debiera y la realidad	13
Tabla 2. Actividades y entregables	29
Tabla 3. Capacidades de carga útil de los camiones preseleccionados.....	36
Tabla 4. Capacidades de carga útil de los camiones seleccionados por primer criterio ya con cajón	37
Tabla 5. Medidas totales obtenidas en AutoCAD.....	40
Tabla 6. Comparación de criterios de selección	43
Tabla 7. Normalización y ponderación de criterios de selección	43
Tabla 8. Datos base para la comparación de criterios de selección	44
Tabla 9. Resultado final de la aplicación del método AHP para la selección de la mejor opción	45
Tabla 10. Resumen comparativo directo de las opciones para recargar el camión eléctrico.....	53
Tabla 11. Datos y resultado final de la producción de kg CO ₂ para ambos camiones	59
Tabla 12. Costos de adquisición para ambos camiones	68
Tabla 13. Costos anuales de operación para ambos camiones.....	68
Tabla 14. Flujo Neto de Costos de Efectivo y VAN del camión diésel.....	70
Tabla 15. Flujo Neto de Costos de Efectivo y VAN del camión eléctrico	70

Índice de figuras

Figura 1. CVU de vehículos medianos y pesados.....	24
Figura 2. Composición del TCO.....	25
Figura 3. Modelo perimetral del sistema del CVU para el TCO.	26
Figura 4. Diagrama de Gantt.....	31
Figura 5. Mediciones en AutoCAD para el modelo LET II Clase 7 con cajón.	40
Figura 6. Rubrica base para la comparación de criterios de selección.	43
Figura 7. Grupo de tablas para la ponderación de las alternativas por criterio.....	44
Figura 8. Comparación entre las rutas hacia Coyol Alajuela y las ubicaciones más cercanas de cargadores.	48
Figura 9. Emisiones de GEI del ciclo del vehículo de vehículos medianos y pesados por sistema de componentes.....	57
Figura 10. Especificaciones de los camiones estudiados por Lyu et al. para el cálculo de los VAN.	63
Figura 11. Exoneraciones a impuestos según Artículo 9 de Ley N.º 9518.....	65
Figura 12. Datos tomados del Permiso de Pesos y Dimensiones.	90
Figura 13. Mediciones en AutoCAD para el modelo eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2 con cajón.	92
Figura 14. Mediciones en AutoCAD para el modelo 220EV Clase 6 con cajón.....	94
Figura 15. Diagrama de pesos permitidos para camiones unitarios en Costa Rica.	102
Figura 16. Marcas y camiones existentes en el mercado nacional.	107
Figura 17. Factores de emisión de CO ₂ por combustibles.....	146
Figura 18. Factores de emisión de CO ₂ por uso de la electricidad.	146
Figura 19. Cantidad de años de depreciación por tipo de activo (vehículo).....	150
Figura 20. Proyección anual del valor en libros para el camión diésel (prueba).	150

Capítulo 1. Descripción del proyecto

1.1. Introducción

La implementación de movilidad eléctrica es una estrategia para la descarbonización que está en auge y podría ser una alternativa importante para lograr avanzar con el Plan Nacional de Descarbonización propuesto por el gobierno de Costa Rica. Considerando que la red eléctrica nacional es alimentada por energías renovables casi en su totalidad, esta parece ser una estrategia plausible para cumplir con las metas propuestas en el plan y eventualmente disminuir los costos de transporte de carga pesada de la industria nacional. No obstante, a la fecha no existen estudios de prefactibilidad para la transición hacia la movilidad eléctrica en camiones de carga pesada.

Este trabajo busca llenar parcialmente esa carencia y presenta un estudio de prefactibilidad técnico-financiero basado en el análisis del costo del ciclo de vida útil para la implementación de un camión eléctrico de carga pesada para la empresa Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia.

Boston Scientific es una empresa extranjera privada reconocida como Carbono Neutral, sin embargo, su único camión es de diésel (Anexo 3). Esta situación puede verse como una oportunidad de reducir la huella de carbono de la empresa si se implementa el uso de un camión eléctrico. De esta forma, la empresa podría avanzar en sus metas de carbono neutralidad, alinear más sus objetivos con los del país y explorar nuevas opciones de reducción de costos energéticos y de mantenimiento. Cabe destacar que esta empresa cumple con las normas ISO 50001: 2019, ISO 14001: 2019 e INTE B5: 2016, lo que significa que dicha empresa debe mantener importantes requerimientos, necesarios para así poder continuar desarrollando sus intereses relacionados al cuidado medioambiental.

Para evaluar la propuesta de migrar hacia un camión eléctrico se empleará un método comparativo basado en el análisis del costo del Ciclo de Vida Útil (CVU) de un camión diésel contra uno eléctrico. El estudio se realizará a partir de datos suministrados por la empresa y otros obtenidos de literatura. El resultado de este trabajo es un estudio base para poder decidir con criterio cuál sería la opción que mejor responda a los objetivos financieros y medioambientales de la empresa. Además, se espera que este trabajo sirva de base para futuros estudios de similar índole en otros sitios de la compañía a nivel global o bien otras industrias nacionales.

1.2. Antecedentes

Para este proyecto es importante tener un panorama de la importancia y del desarrollo que existe relacionado a la movilidad eléctrica de carga pesada, o bien camiones eléctricos de carga pesada para ser más específicos; esto ayudará en gran medida a dilucidar la relevancia que este tema posee desde el punto de vista de la implementación de este tipo de tecnologías, además del referente a la investigación, en relación con campos como el medioambiental y el financiero.

Según John Carlton (2021), casi todas las compañías que fabrican vehículos están fabricando opciones eléctricas, incluyendo las que manufacturan camiones. La demanda de este tipo de vehículos es conducida por empresas privadas globales como Amazon, Walmart, Ikea, Anheuser-Busch y Pepsi. Además, menciona que algunas empresas de la Costa Oeste del estado de California, y de Washington, están planeando hacer la transición hacia camiones eléctricos medianos y pesados. Esto permite comprobar que empresas de renombre están viendo valor en este tipo de movilidad lo suficientemente atractivo como para invertir en ella.

Ewert et al. (2021) mencionan que dentro de algunos ejemplos de empresas que fabricarían camiones eléctricos de carga pesada en un futuro cercano se encuentran Volvo, Daimler y MAN. De manera similar, Al-Saadi et al. (2022) mencionan que los fabricantes europeos de camiones se fijaron el objetivo de alcanzar la carbono neutralidad en el transporte de mercancías por carretera a más tardar en el 2050. Esto deja ver que existe, o existirá, una fuerte oferta en el mercado comercial de camiones eléctricos de carga pesada, permitiendo a la demanda el acceso a este tipo de tecnologías para así propiciar la factibilidad del cuidado medioambiental por medio dicha movilidad.

Erdem (2022) expone que una investigación en Estados Unidos probó que los camiones eléctricos medianos y pesados presentan un Total Cost of Ownership (TCO) un 13% más bajo en comparación con los camiones de combustión interna. Esto hace que la transición hacia vehículos eléctricos sea financieramente atractiva para el sector industrial.

Gunawan y Monaghan (2021) señalan que, para sistemas eléctricos conectados a la red, los costos de carga, los costos de nivelado total de carga de equipos y los costos de electricidad, de menos de 60 \$/MWh pueden hacer que los camiones eléctricos de batería de carga pesada sean muy competitivos en comparación con los camiones pesados con motor de combustión interna a diésel. Lo que significa, también financieramente, que existen buenas opciones de camiones eléctricos de carga pesada para poder migrar a dicha tecnología.

Reis (2019) destaca que existen informes y observaciones directas que han demostrado que, en comparación con los motores diésel, la administración pública en Portugal puede llegar a tener un 30% menos de costes de mantenimiento y un ahorro potencial de combustible de €1000,00 por cada 10 000 km si implementa movilidad eléctrica en los servicios municipales. Esto expone a los camiones eléctricos de carga pesada como una buena opción, no solo para la empresa privada, sino también para la función pública.

El estudio realizado por Zähringer et al. (2022) revela que la logística del transporte es la columna vertebral de la economía mundial, pero también señala que contribuye significativamente a las emisiones de CO₂. Por ejemplo, la logística del transporte por carretera representa el 38% de las emisiones totales causadas por el sector del transporte en la Unión Europea en 2019; y, además, mencionan que las reducciones de dichas emisiones se pueden lograr mediante camiones totalmente electrificados, llamados camiones de cero emisiones. Esto demuestra, entonces, que la

transición hacia camiones eléctricos de carga pesada es una gran oportunidad para la reducción de las emisiones de CO₂ en la industria.

En el trabajo realizado en el 2022 por Won et al. sobre un novedoso diseño de motor de imán permanente de ferrita para aplicaciones de camiones eléctricos se indica que, en comparación con una máquina basada en imanes permanentes de tierras raras de seis fases, el motor propuesto puede ahorrar 4,3 kWh de energía con un costo menor de \$2512,00 mientras conserva un rendimiento similar del motor. Trabajos como estos permiten ver el novedoso y continuo desarrollo de tecnologías para camiones eléctricos de carga pesada, lo que puede llegar a convertir a este tipo de movilidad eléctrica en una opción cada vez más factible.

Otros autores, Lina y Zhou (2021), también mencionan que el camión eléctrico de batería está ganando atractivos para las corporaciones como una alternativa más limpia (cero emisiones en el tubo de escape y mayor eficiencia energética) al camión diésel convencional en la entrega de productos, bienes o servicios. Dicen que, por ejemplo, Staples Inc., PepsiCo, FedEx Corp y AT&T Inc. se encuentran entre esas firmas; explica que la idea de ser ecológico no solo tiene un efecto a largo plazo en la lucha contra el cambio climático, sino también una recompensa comercial a corto plazo, ya que el costo del combustible representa actualmente el 21% de los costos operativos, una parte considerable desde cualquier punto de vista en el sector de servicios de entrega de última milla, por ejemplo.

Continúan diciendo que los camiones eléctricos de batería son mucho más eficientes energéticamente que los de combustible de petróleo convencional y, por lo tanto, se espera que aporten un ahorro de energía considerable a las operaciones de entrega. Adicionalmente, se indica que a medida que el costo de la batería para los vehículos eléctricos continúa cayendo, los camiones eléctricos de batería también pueden convertirse en una alternativa financieramente

atractiva a los camiones diésel convencionales en un futuro próximo. Además, resaltan que los estudios sobre el costo de los camiones eléctricos de batería en el servicio de entrega urbana son relativamente pocos en comparación con los vehículos eléctricos de pasajeros. La mayoría de los estudios de costos sobre los camiones eléctricos de batería se centran en el costo del ciclo de vida o el costo total de propiedad como algunos lo llaman, incluido el costo del ciclo de vida de la batería; lo que implica que este es el principal método para analizar costos relacionados a las implementaciones de camiones eléctricos de carga pesada.

También, Huang et al. (2021) mencionan que el informe de 2020 "Evaluación de las rutas de reducción de combustible para el Departamento de carga pesada de China" señaló que las emisiones de carbono de un vehículo diésel pesado son equivalentes a 100 automóviles, y que los camiones pesados de combustible causan una grave contaminación ambiental y consumo de combustible; además, que bajo la tendencia general de reducción de emisiones para el ahorro de energía y la protección del medio ambiente, la electrificación de los camiones pesados de combustible es imperativa. Lo que de nuevo deja ver que es importante buscar la factibilidad para la migración hacia los camiones eléctricos de carga pesada.

En una revisión sobre la legislación europea para la descarbonización del transporte pesado, Carrilero et al. (2022) exponen que la Unión Europea está impulsando su Pacto Verde Europeo, el cual establece un objetivo climático de una disminución del 55% de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2030 y una economía de cero emisiones netas para 2050; y que la movilidad sostenible es una de las principales áreas de interés, con los vehículos eléctricos de batería y los vehículos eléctricos de hidrógeno (o vehículos de pila de combustible hidrógeno) como tecnologías clave para reducir la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, el calentamiento global. Con esto se puede deducir que incluso a nivel

gubernamental existen países bastante relevantes con alto interés en la movilidad eléctrica como herramienta para disminuir el impacto ambiental de sus economías.

Por otro lado, Walz et al. (2021) mencionan que, según el Ministerio Federal de Medio Ambiente de Alemania, los vehículos comerciales en carretera son responsables del 35,1% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector del transporte alemán en el 2018. Para lograr los objetivos de protección del clima también se deben utilizar conceptos de accionamiento alternativos en el transporte comercial; por lo que los camiones eléctricos de batería ofrecen una posibilidad. De nuevo, se observa el interés de importantes potencias en atacar sus emisiones GEI con la implementación, en este caso, de camiones eléctricos específicamente.

En Costa Rica, la categoría de transporte ha sido, históricamente, la mayor fuente neta de emisiones del sector energía y del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Blanco Salas, 2021). Solo en el 2017 las emisiones fueron de 6.017,16 Gg CO₂, y representaron el 75,4% de las emisiones del sector; y de dichas emisiones, solo el 95,8% se deben al transporte terrestre, lo que representa 5763,70 Gg CO₂. Los camiones para servicio pesado y autobuses se encuentran considerados, y aportan el 25,9% de las emisiones de dicha subcategoría sobre transporte terrestre; además, se muestra que el diésel es uno de los combustibles que más contribuye en las emisiones, con aproximadamente 3000,00 Gg CO₂ en el 2017. Es decir, que este problema también es de un importante impacto a nivel nacional.

Según Sproul et al. (2018), actualmente la mayoría del transporte de carga se realiza mediante el uso de camiones de transporte tipo tráiler; en los Estados Unidos, estos camiones componen solo el 2,5% de la flota total de camiones, pero son responsables del 20,7% del uso de combustible debido a las largas distancias recorridas; además, debido a su alto consumo de combustible y requisitos de mantenimiento regulares, los costos operativos pueden ser tan altos como 0,62

\$/milla. También, mencionan que numerosos proveedores automotrices están trabajando en soluciones a estos problemas, y que los camiones híbridos eléctricos de celda de combustible y totalmente eléctricos de tipo tráiler están en desarrollo y planeados para su lanzamiento entre los años 2019 y 2021. Sin embargo, aclaran que estas tecnologías enfrentan problemas de alcance y reabastecimiento de combustible, un problema que puede aliviarse mediante la transferencia de energía eléctrica de forma inalámbrica en movimiento, es decir, mientras el vehículo se encuentra andando en carretera. Esto resulta bastante interesante ya que significa que constantemente se piensa en desarrollar soluciones tecnológicas que conviertan a la movilidad eléctrica pesada en una opción cada vez más factible.

Baek et al. (2021) mencionan que se espera que los camiones eléctricos reemplacen progresivamente a los tradicionales de motor de combustión interna; ya que, además de los beneficios ambientales obvios, tienen un mejor rendimiento gracias a las características del motor eléctrico de alta eficiencia que proporciona un alto par a bajas rotaciones por minuto (RPM). Además, el 98% de la energía cinética se puede restaurar durante el frenado regenerativo, lo que hace que el camión eléctrico sea aún más eficiente energéticamente.

También presentan una idea muy interesante que consiste en que la eficiencia de los camiones eléctricos se puede mejorar significativamente asistiéndolos por medio de drones, tanto en términos de tiempo de entrega como de eficiencia energética, ya que existen algunos capaces de llevar parte de la carga. Entonces, las tecnologías de asistencia como esta pueden ayudar solventar limitaciones que se puedan llegar a presentar durante la implementación de camiones eléctricos de carga pesada, con el propósito de que se genere el mayor atractivo posible en esta movilidad eléctrica, la cual puede ser clave en la disminución de las emisiones GEI en muchos casos.

Según Madichetty et al. (2022), India seguirá la tendencia mundial de promover soluciones de movilidad eléctrica como sustituto del transporte terrestre convencional, y en línea con el interés mundial, se han realizado numerosos estudios para comprender los vehículos eléctricos en el escenario indio. Algunos ejemplos de investigaciones sobre camiones eléctricos de batería que se basan en cifras de kWh/km incluyen estudios de costo total de propiedad (TCO), estudios de evaluación del ciclo de vida (LCA), estudios de viabilidad de sustitución de flotas y estudios de planificación de la red. Los resultados de dichos estudios ofrecen información crucial sobre los camiones eléctricos en dicho país asiático. Esto resulta en un muy buen ejemplo de lo importante que puede llegar a ser, también, para otras naciones desarrollar investigación en este tema.

Phadke et al. (2019) mencionan que los camiones de servicio mediano y pesado, casi en su totalidad basados en diésel, contribuyen con el 23% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del sector del transporte de Estado Unidos, que se espera que los camiones pesados contribuyan con un tercio de las emisiones de NO_x del transporte para 2025. También señalan que, en los países en desarrollo, este sector tiene un impacto aún mayor. Por ejemplo, de las emisiones del transporte de la India los camiones pesados contribuyen con el 41% del CO₂ y el 55% del NO_x; y que las limitaciones tecnológicas y las condiciones económicas generalmente han sugerido que electrificar este sector es un desafío. Una vez más, se puede ver cómo se expone la importancia de la implementación de la movilidad eléctrica de carga pesada alrededor del mundo, a pesar del desafío que dicho tema presenta, tal como se menciona.

Según Speth et al. (2022), todos los principales fabricantes de camiones han anunciado su intención de vender camiones eléctricos de batería en los próximos años, pero que debido al kilometraje diario típico de 500 km y más, será necesaria una infraestructura de carga pública. Este

dato es necesario destacar, debido a que es una clara limitante a tener en cuenta para la implementación de camiones eléctrico de carga pesada.

Qiu et al. (2022) realizaron un análisis económico de camiones eléctricos de servicio pesado complementados con carreteras electrificadas (eHighways). En una eHighway la electricidad se suministra a los vehículos eléctricos directamente desde la red eléctrica a través de sistemas de transferencia de energía inalámbrica (WPT) o transferencia de potencia conductiva (CPT) en movimiento; entonces, según los autores, si se instalan autopistas electrónicas entre las principales ciudades, los camiones eléctricos podrían eliminar las costosas y pesadas baterías de largo alcance. Otra vez, se puede ver cómo la búsqueda de solucionar las limitaciones de la implementación de la movilidad eléctrica de carga pesada cobra un alto interés, para así lograr que se convierta en una opción cada vez más factible en el mundo.

Gözen et al. (2022) trabajaron en un diseño de eje eléctrico (e-axle) financiado por el Proyecto EU Horizon 2020. Dicho eje eléctrico es una fuente de energía con su propio motor eléctrico, batería, transmisión y diferencial; y mencionan que Ford Otosan está desarrollando un eje eléctrico dentro del alcance de dicho proyecto como una solución para apoyar los esfuerzos para reducir las emisiones de GEI de los camiones pesados; y gracias a su estructura modular, se prevé que e-axle se utilice en diferentes aplicaciones de electrificación de camiones. Una prueba más de que se está al frente de un tema con mucha relevancia y atención por parte de una comunidad global que busca constantemente opciones para la reducción de emisiones dañinas para el medioambiente.

Por último, Borlaug et al. (2022), explican que existen varios estudios recientes que demuestran que los costos operativos reducidos, debido a motores eléctricos altamente eficientes y de bajo mantenimiento, podrían permitir que los camiones semitráiler eléctricos a batería (HDBET) de servicio pesado se conviertan en una opción rentable a corto plazo (basada en el TCO) para muchas

aplicaciones, particularmente si los costos de carga son bajos. También, explican que para que los HDBET reemplacen los camiones diésel convencionales, se requerirán grandes inversiones en infraestructura de carga (es decir, equipos de suministro de vehículos eléctricos [EVSE]); y si bien estudios anteriores han demostrado que algunas aplicaciones de camiones pesados ya se pueden electrificar con un impacto mínimo en las operaciones existentes a través de EVSE privados en los depósitos de las flotas, igualmente se necesitaría una red pública de carga de alta velocidad para las aplicaciones de larga distancia. Sin embargo, recientemente, varias empresas eléctricas y empresas privadas de Estados Unidos ya anunciaron sus intenciones de construir una red de este tipo durante la próxima década. Lo que significa que los desarrollos tecnológicos en este tema avanzan con una importante urgencia.

1.3. Reseña de la Empresa

Como líder en ciencia médica durante más de 40 años, Boston Scientific Corporation es una empresa a nivel global que está comprometida con resolver los desafíos que más importan, los relacionados a la salud; unida por un profundo cuidado de la vida humana, su objetivo de aportar a la ciencia para la vida consiste en mejorar vidas a por medio de soluciones médicas innovadoras que alivien las condiciones de los pacientes, que creen valor para sus clientes, y que apoyen a sus empleados y a las comunidades en las que operan.

Entonces, su misión es la de dedicarse a transformar vidas a través de soluciones médicas innovadoras para mejorar la salud de los pacientes en todo el mundo; siendo más específicamente su negocio el de lograrlo con tecnologías menos invasivas diseñadas para diagnosticar y tratar una amplia gama de afecciones médicas, por lo que se dedica a colaborar con profesionales de la salud para desarrollar una amplia cartera de innovaciones significativas que mejoren los resultados, reduzcan los costos, aumenten la eficiencia y, lo que es más importante, ayuden a más personas en más lugares del mundo a vivir vidas más largas y saludables.

Dicha empresa posee muchos sitios alrededor del mundo, siendo el principal Marlborough, Massachusetts, Estados Unidos, con soporte adicional proporcionado por las sedes regionales de Europa y Asia Pacífico; pero para este caso, el trabajo se llevará a cabo en el sitio de Heredia, Costa Rica, el cual se ubica exactamente en el 302 Parkway, Global Park, La Aurora.

1.4. Planteamiento del problema

Tabla 1. Desviación entre el debiera y la realidad

		Dato suministrado	Referencias bibliográficas
Debiera	Se debiera tener un camión eléctrico en la empresa que sustituya el actual de diésel, ya que emitiría 0 kg CO₂/mes , lo cual sí estaría alineado con las normas ISO 14001: 2019 e INTE B5: 2016 que la empresa implementa, además del Plan Nacional de Descarbonización y del Plan Estratégico Nacional 2050 que existen a nivel país.	0 kg CO ₂ /mes	Zähringer et al., (2022)
Desviación (Problema)	La empresa al tener solo un camión, y al ser este de motor de combustión interna y no eléctrico, no se está aprovechando la reducción de la emisión de CO ₂ de aproximadamente un 100% , lo que ayudaría a generar una sociedad más amigable con el medio ambiente, y logrando al mismo tiempo que la empresa se encuentre más alineada con las normas ISO 14001: 2019 e INTE B5: 2016 que implementa, además del Plan Nacional de Descarbonización y del Plan Estratégico Nacional 2050 que existen a nivel país; sin mencionar el ahorro estimado de 30% en costos de mantenimiento.		
		Dato suministrado (lugar)	Referencias lugar estudio
Realidad	El único camión de la empresa que transporta equipos, material y producto entre edificios es de diésel, el cual emite 459,24 kg CO₂/mes , y genera, por lo tanto, Gases de Efecto Invernadero, lo cual no se aplica las normas ISO 14001: 2019 e INTE B5: 2016 que la empresa implementa.	459,24 kg CO ₂ /mes	Anexo 2

1.5. Justificación

Actualmente la empresa Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia está interesada en cambiar su único camión diésel de transporte por uno eléctrico para contribuir con la disminución de emisiones de CO₂ y Gases de Efecto Invernadero (GEI). Esto es de mucha importancia para la empresa ya que la misma debe responder a las normas ISO 14001: 2019 e INTE B5: 2016 que implementa, además del Plan Nacional de Descarbonización y del Plan Estratégico Nacional 2050 que existen a nivel país. Sin embargo, la empresa no cuenta con criterio técnico, como un estudio de prefactibilidad, para la toma de decisiones en esta dirección; y como lo indica Madichetty et al. (2022), la información de este tipo de estudios es la crucial para la toma de decisiones respecto a cambios de flotillas a eléctricas.

Por otro lado, tomar en cuenta este trabajo puede ayudar a Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia a ser más competitiva; ya que, al ser una empresa a nivel global, debe seguir también los mismos objetivos verdes que persiguen muchas otras empresas similares para con el planeta. A la vez mejoraría su imagen ante los gobiernos locales, como el de Costa Rica, que están promoviendo este tipo de proyectos. Alinearse con planes de interés público podría beneficiar a la empresa al recibir un mayor apoyo por parte del gobierno. Casos similares han sido estudiados por John Carlton (2021) y Carrilero et al. (2022).

Luego, a nivel interno de la empresa existen proyectos a los cuales se les denominan VIPs, estos son proyectos que van a generar un ahorro significativo de recursos financieros para la empresa. Según expone Erdem (2022) y Reis (2019), los camiones eléctricos medianos y pesados presentan un Total Cost of Ownership (TCO) un 13% más bajo en comparación con los camiones de combustión interna. Además, señalan que los camiones eléctricos pueden llegar a tener un 30% menos de costos de mantenimiento y un ahorro potencial de combustible de €1000,00 por cada

10 000 km. Por lo tanto, se podría llegar a ver a este trabajo como un potencial proyecto VIP para la empresa.

Por último, este proyecto también podría significar para la empresa la oportunidad de ser pioneros en la región y experimentar con nuevas tecnologías desarrolladas para camiones eléctricos, ya que las mismas se encuentran en constante y actual desarrollo e invención, tal como ejemplifican los trabajos de Won et al. (2022), donde hablan sobre un novedoso diseño de motor de imán permanente de ferrita tipo radios de seis fases, y Qiu et al. (2022), quienes exponen la interesante idea de las carreteras electrificadas que suministran electricidad a los camiones eléctricos directamente desde la red eléctrica a través de sistemas de transferencia de energía inalámbrica.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

- Desarrollar un estudio de prefactibilidad técnico-financiero actual para la implementación de un camión eléctrico de carga pesada por medio de un análisis comparativo del costo del ciclo de vida útil en Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia de acuerdo con el Plan Nacional de Descarbonización y el Plan Estratégico Nacional 2050.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Valorar técnicamente las características del camión eléctrico de carga pesada que requiere la empresa, para una posterior comparación entre lo requerido según el contexto operativo de la empresa y lo que ofrece el mercado actual nacional e internacional de venta de camiones eléctricos de carga pesada.

Indicador de logro: Estudio de las características del camión eléctrico que requiere la empresa, y del mercado de camiones eléctricos de carga pesada dentro y fuera del país.

2. Valorar la infraestructura eléctrica y civil que requiere la empresa, para la tenencia y operación de un camión eléctrico de carga pesada en la zona franca y alrededores, a través de un estudio de la normativa pertinente actual relacionada con la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

Indicador de logro: Estudio de las características de la infraestructura eléctrica y civil que requiere la empresa, de la existente actual en el parque industrial y alrededores, y de la normativa relacionada.

3. Determinar el impacto ambiental durante todo el ciclo de vida útil de la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en la empresa, para la identificación del nivel de contaminación producida hacia al medio ambiente, a través de una recolección de datos.

Indicador de logro: Cálculo de la cantidad de CO₂ producido.

4. Realizar un análisis comparativo, a través del costo del ciclo de vida útil, entre un camión eléctrico y uno de combustión interna, ambos de carga pesada, para la identificación de la mejor opción financiera que permita el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa.

Indicador de logro: Criterio VAN.

1.7. Viabilidad

Para este proyecto se dispondrá de la total ayuda por parte del departamento de Logística, del departamento de EHS (Environment, Health and Safety), del departamento de Facilidades y del departamento de Finanzas de la empresa para facilitar el acceso a todos los datos relacionados al camión de diésel que está actualmente, y de la guía y experiencia que posee el recurso humano de los departamentos; además del recurso computacional necesario para desarrollar este trabajo.

1.8. Marco teórico

1.8.1. Motor diésel para vehículo

El motor diésel para vehículo es un conjunto de mecanismos de precisión que al trabajar sincronizadamente transforman la energía química almacenada en el combustible en trabajo mecánico; el motor a diésel puede ser de 2 o 4 tiempos; pero, por lo general, para un vehículo se utiliza el motor de 4 tiempos, el cual necesita la repetición de un ciclo que está formado por 4 operaciones. La primera es la admisión, donde el pistón desciende del punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI), la válvula de admisión permanece abierta, y al bajar el pistón va dejando un vacío que será llenado por el aire que entra del exterior por los conductos de admisión; la segunda es la compresión, donde el pistón sube, pasa del PMI al PMS, y las válvulas de admisión y de escape permanecen cerradas. Entonces el aire es comprimido y se calienta lo suficiente para encender el combustible que se inyecta al final de la compresión; la tercera es la expansión, donde se inyecta el combustible en forma de rocío al interior del cilindro, se enciende y expande los gases producto de la combustión debido al aumento de temperatura, empujando el pistón hacia el PMI. La cuarta operación es el escape, donde la válvula de escape se abre y el pistón sube, y pasa del PMI al PMS para que el pistón desaloje todos los gases quemados producto de la combustión. Estas cuatro operaciones serán efectuadas en un ciclo de cualquier motor diésel, y para completar un ciclo el cigüeñal habrá girado dos vueltas (Rafael Morales & Hernández Guzmán, 2012)

1.8.2. Vehículo eléctrico de batería

Un vehículo eléctrico de batería (BEV) tiene un motor eléctrico en lugar de uno de combustión interna, junto con un conjunto de baterías que le entregan la energía necesaria para

poder funcionar. Estos vehículos no generan emisiones de manera local, eliminando por completo la necesidad de un tubo de escape. En general, los componentes más importantes de un BEV son la batería (auxiliar), que entrega energía a los accesorios del vehículo; el puerto de carga, que permite la conexión entre el vehículo y el cargador externo; el convertidor DC/DC, que convierte la potencia eléctrica de alto voltaje de la batería tractora a bajo voltaje para su uso en los accesorios del vehículo; el motor eléctrico, que usa la electricidad de la batería tractora para dar movimiento a las ruedas (algunos vehículos ocupan este motor tanto para función de impulsar y regenerar al frenar); el cargador abordo, que convierte la corriente alterna (AC) del cargador a corriente continua (DC) para recargar la batería tractora (este monitorea características de la batería como el voltaje, corriente, temperatura y estado de carga [SoC] al momento de cargar); el controlador, que maneja el flujo de energía eléctrica de la batería tractora al motor eléctrico controlando velocidad y torque producido; el sistema de refrigeración, que mantiene en temperaturas óptimas el sistema eléctrico, la batería tractora, el motor y los otros componentes; la batería tractora, que almacena la energía para impulsar el vehículo, y la transmisión, que transfiere la energía mecánica del motor a las ruedas (Basaure Figueroa, 2021).

1.8.3. Plan de Descarbonización, Gobierno de Costa Rica 2018 - 2050

Este plan sintetiza las acciones estratégicas que el Gobierno identifica para potenciar la descarbonización de la economía costarricense. La descarbonización y resiliencia se conciben como una forma para transformar el modelo de desarrollo a uno basado en la bioeconomía, el crecimiento verde, la inclusión y la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía. Costa Rica se compromete a convertirse en una economía descarbonizada y con cero emisiones para el año 2050, esta visión es la meta de largo plazo de este Plan Nacional de Descarbonización. Dicho objetivo

responde a estudios científicos que han alertado sobre los posibles riesgos de un incremento de la temperatura promedio global a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales.

La triplicación de la flota vehicular en los últimos 30 años, dominada por vehículos privados y sin inversión proporcional en infraestructura, ilustra la problemática del transporte en el país; el transporte público urbano sufre de rutas poco alineadas a la demanda, llevando a un mayor uso de vehículos privados, que a su vez crean demanda para crecientes importaciones de gasolina. El transporte es el sector de mayores emisiones y de más rápido incremento de estas. En contraste el sector eléctrico, que en muchos países es otro gran emisor, prácticamente 100% renovable; esto presenta a la electrificación del transporte, público y privado, como una medida clara de descarbonización, que se debe lograr manteniendo limpia la generación y a costo accesible (Gobierno del Bicentenario Costa Rica, 2018).

1.8.4. Plan Estratégico Nacional 2050

El Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan), en alineamiento con lo que establece la Ley 5525 y su reglamento, presenta el Plan Estratégico Nacional 2050, cuyo objetivo es establecer las acciones necesarias que guíen la toma de decisiones de política pública de largo plazo. Estas están orientadas a construir una nación más próspera a través de un crecimiento sostenido, equidad con igualdad de oportunidades, preparada para los cambios globales, resiliente al cambio climático y descentralizada, digitalizada y descarbonizada (Mideplan, 2022).

1.8.5. Estudio de prefactibilidad

Consiste en una corta investigación sobre el marco de factores que intervienen un proyecto, así como de las cuestiones legales que lo afectan; asimismo, se deben investigar las diferentes

técnicas de producir el bien o servicio bajo estudio y las posibilidades de adaptarlas a una región. Este tipo de estudio se lleva a cabo con el objetivo de contar con información sobre el proyecto a realizar, mostrando las alternativas que se tienen y las condiciones que rodean al proyecto. Un estudio de prefactibilidad se puede componer de partes como: estudio de mercado, estudio tecnológico, estudio financiero, suministros y estudio administrativo (Tarqui Flores, 2022).

1.8.6. Ciclo de Vida (CV)

En general, el ciclo de vida se define como una serie de etapas que un producto, o activo, pasa desde su concepción, o manufactura, hasta su disposición, o descarte final; tal como la práctica de gestión de activos del ciclo de vida o Total Life-cycle Asset Management (TLAM por sus siglas en inglés) la cual adquiere una extensa visión de cómo se planifican, se utilizan, se mantienen y se eliminan los activos. La importancia del ciclo de vida es bastante relevante, puesto que se centra estratégicamente en procesar de manera eficiente la información que pueda llegar a afectar dentro del marco de éste, con ayuda de nuevas tecnologías, permitiendo así que la información sea controlable y visible, ya que el ciclo de vida puede afectar directamente la supervivencia de un producto o activo (Mejía, 2018).

1.8.7. Análisis del costo del Ciclo de Vida Útil (CVU)

El análisis del costo del Ciclo de Vida Útil (CVU) se define como un proceso sistemático de evaluación técnico-económica, aplicada en el proceso de selección y reemplazo de sistemas de producción, que permite considerar de forma simultánea aspectos económicos y de Fiabilidad, con el propósito de cuantificar el impacto real de todos los costes a lo largo del CVU de los activos en \$/año, y de esta forma, poder seleccionar el activo que aporte los mayores beneficios al sistema productivo (Parra, 2019).

1.8.8. Estudio financiero y VAN

El estudio financiero está integrado por elementos informativo-cuantitativos que permiten decidir y observar la viabilidad de un plan de negocios, en ellos se unen el comportamiento de la operaciones necesarias para que una empresa marche y visualice, a su vez, el crecimiento de esta en el tiempo; de ahí la importancia de que al iniciar cualquiera idea de proyecto o negocio contemple las variables que intervienen en el desarrollo e implementación, consideran el costo efectivo que con lleva el operar el proyecto en términos financieros que implica el costo de capital de trabajo, adquisiciones de activo fijo y gastos preoperativo hasta obtener los indicadores financieros en los Estados Financieros, como por ejemplo el Estado de Pérdidas y Ganancias, y el Flujo de Efectivo (González Navarro et al., 2022).

Por su lado, el Valor Actual Neto (VAN), es un criterio de inversión que consiste en el Valor Actual (VA) del saldo anual de la suma de los flujos netos de caja, o ingresos, menos los egresos anuales en efectivo que se esperan recibir al realizar una inversión; donde el VA es el monto de dinero que representa en la actualidad cualquier ingreso futuro S que se debe recibir dentro de n años, dicha suma de dinero que se puede cobrar en ese momento se determina empleando la reconocida fórmula de descuento compuesto, mediante la aplicación de una tasa de interés i , siendo su notación más utilizada $VA = S/(1+i)^n$, y entonces el valor de ese futuro ingreso a percibir representa la pérdida de una ganancia o renta anual, la cual es representada por el valor del interés i que se disminuye año a año para obtener el valor en ese momento del futuro ingreso (Castro, 2001).

1.8.9. Norma INTE B5: 2016

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir una organización para demostrar la Carbono Neutralidad; esta norma aplica a todo tipo de organizaciones, independientemente de su tamaño, ubicación geográfica o actividad, que busca mejorar su competitividad mediante su compromiso con el desempeño ambiental, reduciendo sus emisiones de gases con efecto invernadero (GEI); esta norma puede utilizarse para realizar declaraciones de Carbono Neutralidad, como criterio de evaluación para declaraciones de tercera parte por organismos de validación/verificación, o como requisito de un programa de GEI; sin embargo, no aplica para la determinación de la carbono neutralidad de productos, de eventos, proyectos, pueblos o ciudades (INTECO, 2016).

1.8.10. Método Analytic Hierarchy Process (AHP)

Este método cuantitativo, propuesto por Thomas Saaty en 1980, se utiliza para la toma de decisiones multicriterio permitiendo generar escalas de prioridades basadas en juicios expertos expresados a través de comparaciones por pares por medio de una escala de preferencia; esta escala facilita incorporar en un modelo de decisión juicios muy intangibles, mostrando la dominancia o preferencia de una alternativa frente a otra en relación con un atributo (Nantes, 2019).

El proceso de decisión con este método se puede dividir en los siguientes 4 pasos principales (Nantes, 2019):

1. La definición del problema y el tipo de conocimiento que se quiere obtener.
2. La estructuración del problema a través de la descomposición jerárquica en subproblemas (criterios y subcriterios), que deben resolverse para llegar a una solución satisfactoria. Las alternativas se encuentran en el nivel más bajo de dicha jerarquía.

3. La construcción de matrices de comparación, en las que se cargan los juicios expertos mediante el método de comparación uno a uno con la escala sugerida del método.
4. La síntesis de cada una de las matrices y, finalmente, del modelo completo para obtener la prioridad global de cada alternativa.

1.8.11. Metodología para obtener el CO₂ producido por vehículos medianos y pesados a partir del Ciclo de Vida Útil (CVU) basado en el análisis del ciclo del vehículo (vehicle-cycle) y del ciclo de consumo (fuel-cycle)

Este método analiza el ciclo del vehículo (vehicle-cycle) de los vehículos medianos y pesados, es decir, todos los procesos relacionados con la extracción y el procesamiento de materias primas, la fabricación de componentes y el ensamblaje final del vehículo, la producción y el uso de los fluidos para dichos vehículos, utilizados para mantenerlos durante su vida útil, y el final de su vida útil (disposición o reciclado). En la siguiente Figura se muestra el ciclo del vehículo y ciclo del combustible más a detalladamente y cómo forman el ciclo de vida útil de los vehículos medianos y pesados en este método (Elgowainy et al., 2023).

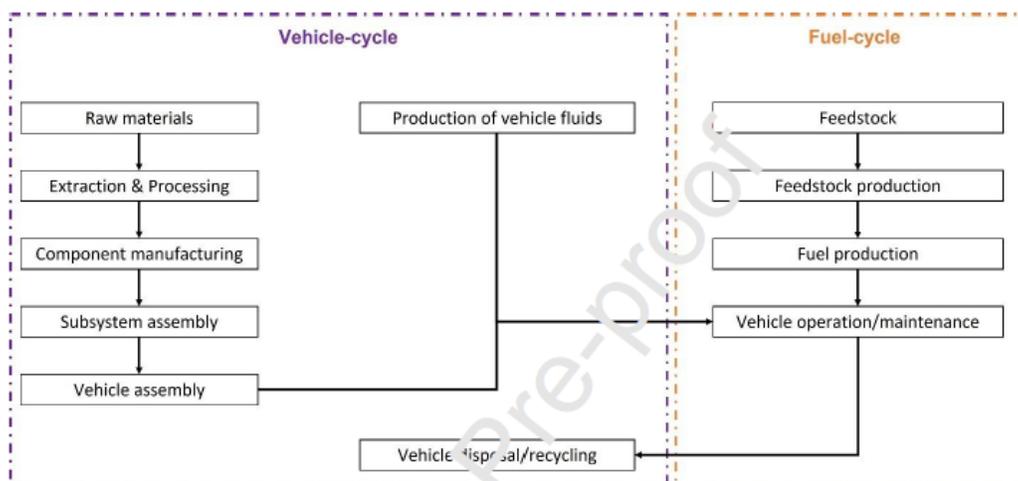


Figura 1. CVU de vehículos medianos y pesados.

Fuente: Elgowainy et al., 2023

1.8.12. Camión Clase 6 y Camión de Carga Pesada

Un camión de clase 6 es el que se encuentra en un rango de pesos de entre 6.351 kg y 11.793 kg (Luk et al., 2017). Mientras que un camión de carga pesada se define como un vehículo diseñado y utilizado para el transporte de cargas y cuyo Peso Máximo Autorizado (PMA) es de, al menos, 8 toneladas (CONAVI, 2023).

1.8.13. Metodología de Análisis del Costo Ciclo de Vida Útil (CVU) de camiones pesados por medio del Total Cost Ownership (TCO)

El análisis por medio del Total Cost Ownership (TCO) permite incorporar los costos durante la vida útil de los camiones; pero solo los relacionados al costo inicial, al costo de uso anual y al costo al final de su vida, debido a que estos son los que asume el propietario (Figura 2). Por lo que entonces es un método que se desarrolla a través de las principales etapas del ciclo de vida útil, específicamente las de fabricación y suministro, de uso y de final de la vida útil (Figura 3) (Lyu et al., 2023),

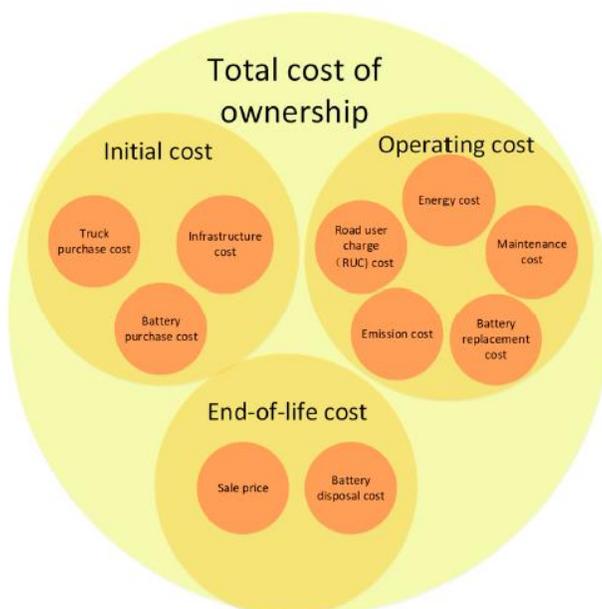


Figura 2. Composición del TCO.

Fuente: Lyu et al., 2023

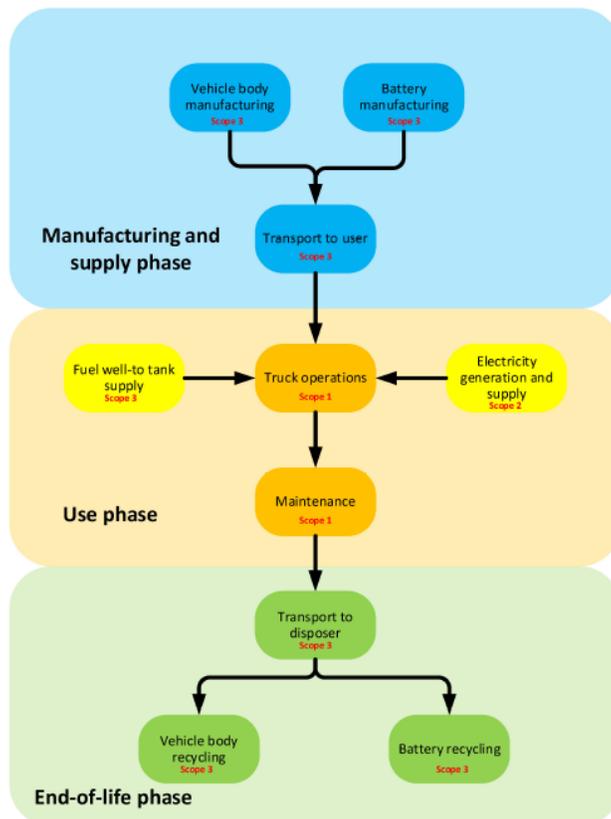


Figura 3. Modelo perimetral del sistema del CVU para el TCO.

Fuente: Lyu et al., 2023

1.9. Alcance

El alcance de este proyecto es de tipo exploratorio: busca evaluar la prefactibilidad técnico-financiera basada en el análisis del costo del ciclo de vida útil para la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en Boston Scientific de Costa Rica S. R. L. sitio Heredia, con la meta de generar información útil, desde la perspectiva de la ingeniería electromecánica y la administración del mantenimiento industrial, para la empresa que le ayude a generar criterio sobre proyectos relacionados a movilidad eléctrica, o bien examinarlo e implementarlo dentro de su portafolio de proyectos de la empresa. Por lo tanto, el proyecto no implicará la compra y puesta en marcha del activo.

1.10. Limitaciones

Las limitaciones del proyecto están relacionadas directamente con la cantidad y tipo de datos e información disponibles del camión de diésel que poseen actualmente ya que, datos incompletos o poco claros, pueden impactar la forma en cómo se resolverá el proyecto y su tiempo de ejecución.

El mismo impacto se podría dar con las posibles dificultades que se encuentre en el camino para contactar con vendedores de camiones eléctricos de carga pesada nacionales e internacionales, como lo pueden ser nulas respuestas ante solicitudes de información, o bien negación de brindarla.

También, con respecto al recurso humano, existe la limitante del tiempo que disponen las personas dentro de la empresa para poder brindar ayuda con algunos aspectos del desarrollo del proyecto, como, por ejemplo, facilitar registros de datos, conceder accesos a zonas de la empresa, o incluso ofrecer parte de su tiempo para dar entrevista.

Para mitigar el efecto de estas posibles limitantes, se planea solicitar datos e información relacionada a los camiones en cuestión, contactar a funcionarios de la empresa y vendedores que posean dichos registros, y preguntar sobre estos, con el mayor tiempo disponible.

Por otra parte, no habrá limitaciones financieras debido a que no se necesita pagar por ninguna herramienta o información, ya que la empresa tiene lo necesario para desarrollar el trabajo; tampoco existirán limitaciones de confidencialidad debido a que la empresa no la solicitó.

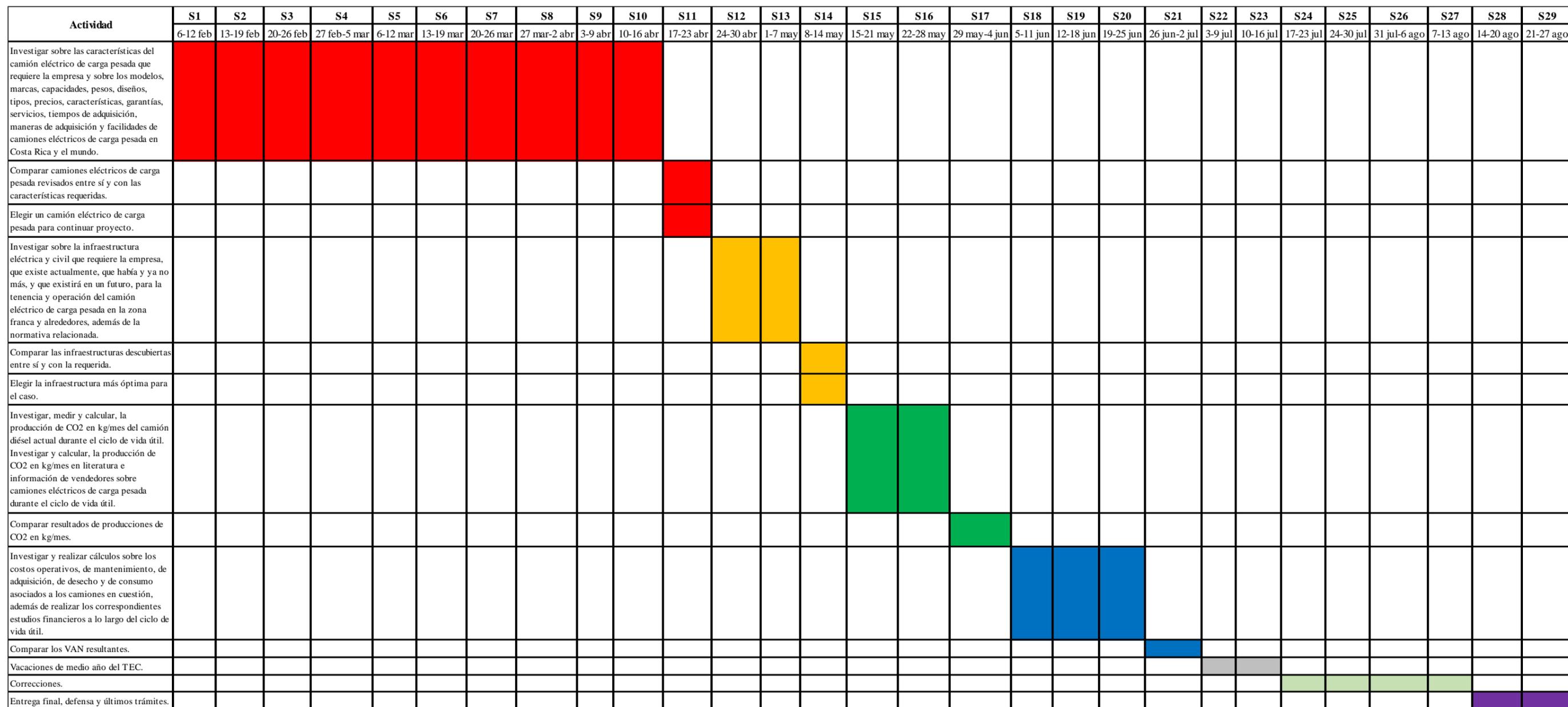
1.11. Metodología

Tabla 2. Actividades y entregables

Objetivo específico planteado	Actividad por realizar	Fuente de información	Análisis de datos con criterios estadístico	Resultados esperados (entregables)
Objetivo específico # 1:	Investigar sobre las características del camión eléctrico de carga pesada que requiere la empresa y sobre los modelos, marcas, capacidades, pesos, diseños, tipos, precios, características, garantías, servicios, tiempos de adquisición, maneras de adquisición y facilidades de camiones eléctricos de carga pesada en Costa Rica y el mundo. Comparar. Elegir.	Contactos, llamadas, entrevistas, reuniones y mensajería con personas dentro de la empresa y otras empresas que vendan dichos tipos de camiones, y páginas web de vendedores, además de documentación relacionada.	Organización de la información por medio de tablas comparativas y métodos comparativos.	Ficha informativa con la principal información obtenida, además una de plantilla en Excel con una tabla comparativa.
Objetivo específico # 2:	Investigar sobre la infraestructura eléctrica y civil que requiere la empresa, que existe actualmente, que había y ya no más, y que existirá en un futuro, para la tenencia y operación del camión eléctrico de carga pesada en la zona franca y alrededores, además de la normativa relacionada. Comparar. Elegir.	Contactos, llamadas, entrevistas, reuniones y mensajería con personas dentro de la empresa y otras empresas constructoras o dueños de infraestructuras, además de documentación relacionada.	Organización de la información por medio de tablas comparativas y métodos comparativos, además de pruebas e imágenes.	Ficha informativa con la principal información obtenida, además una de plantilla en Excel con una tabla comparativa, pruebas e imágenes.

<p>Objetivo específico # 3:</p>	<p>Investigar, medir y calcular la producción de CO₂ en kg/mes del camión diésel actual durante el ciclo de vida útil. Investigar y calcular la producción de CO₂ en kg/mes en literatura e información de vendedores sobre camiones eléctricos de carga pesada durante el ciclo de vida útil. Comparar.</p>	<p>Vendedores, literatura, e información y mediciones directas en la empresa.</p>	<p>Organización de la información por medio de tablas comparativas y métodos comparativos, además de cálculos.</p>	<p>Ficha informativa con la principal información obtenida, además una de plantilla en Excel con una tabla comparativa y cálculos.</p>
<p>Objetivo específico # 4:</p>	<p>Investigar y realizar cálculos sobre los costos operativos, de mantenimiento, de adquisición, de desecho y de consumo asociados a los camiones en cuestión, además de realizar los correspondientes estudios financieros a lo largo del ciclo de vida útil. Comparar.</p>	<p>Vendedores, literatura, e información en la empresa.</p>	<p>Criterio VAN.</p>	<p>Ficha informativa con los principales hallazgos comparativos, además de una plantilla en Excel que contenga tabulados todos los costos asociados, cálculos, y respectivos flujos de caja con los correspondientes indicadores financieros.</p>

1.12. Plan de trabajo



Objetivo	Color
Objetivo 1	Red
Objetivo 2	Yellow
Objetivo 3	Green
Objetivo 4	Blue
Vacaciones de medio año del TEC	Grey
Correcciones	Light Green
Entrega final, defensa y últimos trámites	Dark Purple

Figura 4. Diagrama de Gantt.

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 2. Estudio del camión eléctrico que requiere la empresa y elección del mejor modelo posible

2.1. Necesidad logística de la empresa

Para poder ser precisos con la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en la empresa, es necesario conocer primero las características relevantes del camión que necesita para poder cumplir con las funciones de transporte que se realizan en su departamento de logística. Por ello, se decidió tomar toda la información que se lograra obtener de primera mano del personal de logística, para esto se les realizó una entrevista (véase Apéndice A), más específicamente, al encargado de operar el camión (Valerio, 2022) y al responsable de tomar los criterios técnicos sobre el camión (Hidalgo, 2023), y según la información que proporcionaron se estableció que dos principales criterios para la selección del camión son:

1. Capacidad de carga útil suficiente para 2 toneladas.
2. Capacidad de espacio en el cajón para 12 tarimas de 98x98 cm cada una.

El primer criterio se debe a que la mayor carga que ha transportado el Departamento de Logística hasta la fecha ha sido un equipo de 2 toneladas; y el segundo a que la cantidad a transportar que necesita la empresa es de 12 tarimas máximo. Cabe mencionar que no se espera que cambien las necesidades de carga del Departamento de Logística de la empresa ya que no ha anunciado ningún cambio en las líneas de producción o algún aumento en su cantidad, lo que significa que la demanda de materia prima en la empresa se mantendrá igual, y también que los equipos seguirán siendo los mismos.

2.2. Selección de los camiones eléctricos de carga pesada candidatos a mejor opción logística para la empresa

Es necesario identificar todas las opciones de camiones eléctricos de carga pesada que se puedan encontrar a nivel nacional e internacional. Para esto, se empleará la base de datos de Combustibles Alternativos y Búsqueda Avanzada de Vehículos de la página del Centro de Datos de Combustibles Alternativos del Departamento de Energía de EE.UU. (2023); y también, la información de la página del MINAE (2022) sobre los modelos de vehículos eléctricos que están registrados en el país.

Respecto a lo encontrado en la base de datos de Combustibles Alternativos y Búsqueda Avanzada de Vehículos, se logró obtener un resultado de 27 modelos registrados de camiones eléctricos de carga pesada, estos son (más detalles en el Anexo 6):

- Battle Motors LET2
- Battle Motors LNT
- BYD 6F
- Envirotech Cutaway Van
- Envirotech Urban Truck
- Ford E-450 Box Truck
- Ford E450 Cutaway
- Ford E450 Stripped Chassis
- Ford E-450 Work Truck
- Ford E-Transit Cutaway/Chassis Cab
- Ford F-59 Stripped Chassis

- Ford F-650 Box Truck
- Ford Transit CC-CA 250, 350
- Freightliner Custom Chassis MT-50e
- Fuso eCanter
- GreenPower Motor Company EV Star Cargo+
- GreenPower Motor Company EV Star CC
- International eMV
- Kenworth K270/K370
- Lion Electric LION6
- Lion Electric LION8 - Class 8
- Optimal-EV E1 Cutaway Chassis
- Peterbilt 220EV - Class 7
- Peterbilt 220EV - Class 6
- Volvo VNR Electric - Class 7
- Workhorse W4 CC
- Xos MDXT

Por otra parte, en la página del MINAE se pudo encontrar que solo existen dos modelos de camiones eléctricos de carga pesada registrados en Costa Rica. Estos son (más detalles en el Anexo 7):

- JMC N801
- Geely Farizon E200

Por lo tanto, se logró obtener un total de poco más de 29 opciones de camiones eléctricos de carga pesada a nivel nacional e internacional, de las cuales solo se pudieron preseleccionar 8 para este proyecto, 6 extranjeras y 2 nacionales, esto ya que muchos modelos de la base de datos utilizada no cumplían como camiones de carga pesada, o eran opciones cuyos fabricantes proporcionaban muy pocos datos técnicos sobre dichos camiones; sin embargo, es importante mencionar, que de igual forma, se consideraron algunas opciones de modelos de camiones de carga liviana, o mediana, debido a la gran calidad de la información en sus fichas técnica, esto con la intención de evaluar además la posibilidad de que dichos camiones de menor capacidad puedan cumplir con los que necesita la empresa según lo establecido. Los 8 modelos preseleccionados fueron (Anexo 8):

- Battle Motors LET2
- Fuso eCanter 4C15e
- Fuso eCanter 6S15e
- Fuso eCanter 7C18e
- Fuso eCanter 9C18e
- Peterbilt 220EV - Class 6
- JMC N801
- Geely Farizon E200

Ahora, se puede proceder a emplear los dos criterios principales para seleccionar los candidatos tal como se mencionó, para el primer criterio se seleccionarán todos los modelos de camiones preseleccionados que tengan una carga útil mayor a 2000 kg, pero para esto se debe, primero, calcular la correspondiente a cada modelo de camión y se obtiene restándole al Peso Máximo Autorizado (PMA) el Peso en Vacío (tara).

Tabla 3. Capacidades de carga útil de los camiones preseleccionados

Marca	Modelo	PMA (kg)	Tara (kg)	Carga útil (kg)
BATTLE MOTORS	LET II Clase 7*	14968	5579**	9389
FUSO	eCANTER 4C15e Código FEBVKELDSEU3*	4250	3160	1090
FUSO	eCANTER 6S15e Código FEAVKELDSEU1*	6000	3025	2975
FUSO	eCANTER 7C18e Código FEC7KKLESEU2*	7490	3870	3620
FUSO	eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2*	8550	3955	4595
Peterbilt	220EV Clase 6*	11793	5579	6214
JMC	N801 BEV*	6000	3270	2730
GEELY	E200S 4.2 T 1.9TON*	4200	2280	1920

* Tipo más representativo de la ficha técnica correspondiente (Anexo 8)

** Se asigna el mayor peso tara de la tabla por no existir el dato

Como se puede ver, en la Tabla 3, solo los siguientes modelos de camiones eléctricos de carga pesada preseleccionados cumplen el primer criterio:

- LET II Clase 7
- eCANTER 6S15e Código FEAVKELDSEU1

- eCANTER 7C18e Código FEC7KKLESEU2
- eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2
- 220EV Clase 6
- N801 BEV

Sin embargo, antes de pasar a la implementación del segundo criterio, es necesario descubrir cuáles modelos continúan cumpliendo con el primer criterio una vez añadido el peso del cajón, el cual es de 2549 kg, ya que al montarse un cajón se reduce la capacidad de carga útil; entonces, para eso, se utilizará de referencia el peso del cajón que tiene el camión que actualmente posee la empresa (Apéndice B), esto debido a que según Melvin Hidalgo (2023), empleado del departamento de logística de la empresa, a ese cajón le caben justo 12 tarimas máximo (Apéndice A).

Tabla 4. Capacidades de carga útil de los camiones seleccionados por primer criterio ya con cajón

Marca	Modelo	Carga útil sin cajón (kg)	Carga útil con cajón (kg)
BATTLE MOTORS	LET II Clase 7*	9389	6840
FUSO	eCANTER 6S15e Código FEAVKELDSEU1*	2975	426
FUSO	eCANTER 7C18e Código FEC7KKLESEU2*	3620	1071
FUSO	eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2*	4595	2046
Peterbilt	220EV Clase 6*	6214	3665

JMC	N801 BEV	2730	181
------------	-----------------	------	-----

* Tipo más representativo de la ficha técnica correspondiente

Como se puede ver nuevamente, pero ahora en la Tabla 4, solo los siguientes modelos de camiones eléctricos de carga pesada seleccionados por primer criterio continúan cumpliendo dicho criterio:

- LET II Clase 7
- eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2
- 220EV Clase 6

Seguidamente, ya con los posibles candidatos que superaron el primer criterio principal, se puede continuar con el segundo criterio principal, el cual busca seleccionar todos los modelos de camiones restantes que son capaces de llevar un cajón que tenga una equivalencia en capacidad de espacio de 12 tarimas de 98x98 cm cada una. Para este criterio se utilizará entonces como medidas de referencia las mismas dimensiones del cajón que tiene el camión que posee actualmente la empresa, las cuales son 2,55 m de ancho, 2,48 m de alto y 7,50 m de largo según mediciones directas realizadas, esto debido también a lo explicado según Melvin Hidalgo (2023) en el Apéndice A. Cabe aclarar, que se consideran más confiables las medidas tomadas de dicho cajón porque permiten considerar, además de una capacidad para 12 tarimas, las dimensiones constructivas totales respectivas de un cajón con dicha posibilidad. Para esto se realizará un análisis visual y de medidas máximas para dichos modelos de camiones en AutoCAD con dichas dimensiones para saber si se cumple con el Artículo 9 del Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga, y con el Diagrama de Pesos Permitidos para Camión Unitario (Anexo 5), ambos del CONAVI (2023), y los cuales estipulan

medidas máximas permitidas de 4,15 m para la altura, 2,60 m para el ancho y 12,00 m para el largo.

Entonces, para este cálculo visual y de medidas se utilizó AutoCAD como herramienta para escalar las imágenes de referencia de los modelos de camiones que lograron mantenerse como candidatos posibles después de cumplir con el primer criterio principal, y con dicha escalación obtener las proporciones visuales y las medidas máximas necesarias más aproximadas posibles para ver si dichos modelos son capaces de llevar un cajón como el que se necesita cumpliendo según el segundo criterio principal.

Por ejemplo, para el modelo LET II Clase 7 se escaló en AutoCAD una imagen de referencia de las medidas del camión, esto por medio de dos cotas azules en mm lo más aproximadas posibles para así obtener por medio de las demás cotas rojas las otras medidas necesarias, también en mm, principalmente la altura, ancho y largo totales resultantes de montar el cajón, el cual se representa con el color verde.

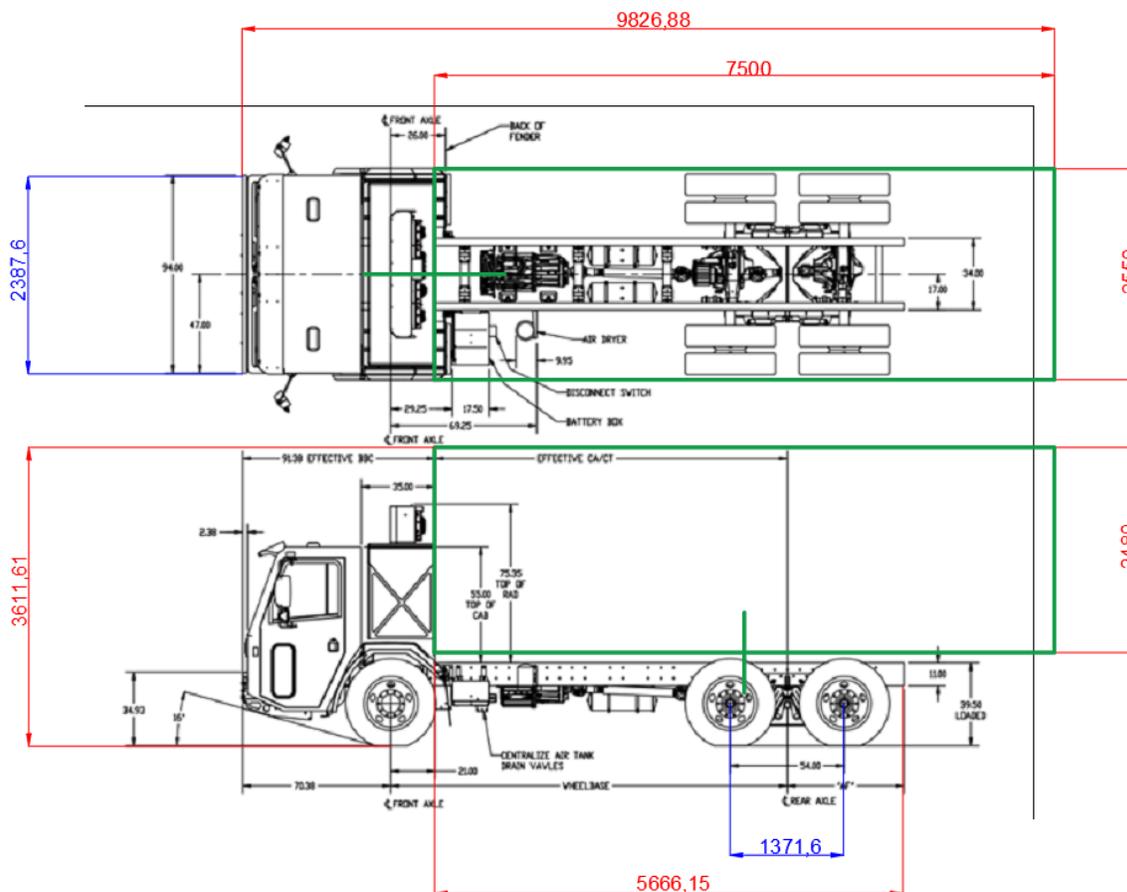


Figura 5. Mediciones en AutoCAD para el modelo LET II Clase 7 con cajón.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5 se puede ver cómo por medio de este cálculo visual y de medidas se logra obtener las dimensiones máximas deseadas. De igual forma los correspondientes a los camiones eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2 y 220EV Clase 6 se pueden encontrar en el Apéndice C.

Tabla 5. Medidas totales obtenidas en AutoCAD

Marca	Modelo	Medida AutoCAD		
		Altura total (m)	Ancho total (m)	Largo total (m)
BATTLE MOTORS	LET II Clase 7*	3,61	2,55	9,83

FUSO	eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2*	3,31	2,55	9,25
Peterbilt	220EV Clase 6*	3,55	2,55	9,54

* Tipo más representativo de la ficha técnica correspondiente

Y, como se puede ver, en la Tabla 5, todos los modelos de camiones eléctricos de carga pesada seleccionados restantes cumplen con el segundo criterio principal ya que todas sus medidas totales, o máximas, son menores que las que estipula el Artículo 9 mencionado; y también, porque al poder portar un cajón con las dimensiones tratadas, significa que serán capaces de transportar las 12 tarimas, tal como lo menciona Melvin Hidalgo (2023) en el Apéndice A. Además, respecto a las proporciones obtenidas en AutoCAD, se logró observar que visualmente se consiguió una buena distribución del cajón en cada uno de los modelos en cuestión. Por lo tanto, esto tres últimos modelos restantes de camiones eléctricos de carga pesada son como tal los candidatos a mejor opción.

2.3. Elección final del candidato a mejor camión eléctrico de carga pesada para la empresa por medio del método Analytic Hierarchy Process (AHP)

Posteriormente, para saber cuál es la mejor opción de camión eléctrico de carga pesada para la empresa, de los 3 candidatos restantes, se aplicará un método de decisión multicriterio, específicamente uno llamado Analytic Hierarchy Process (AHP por sus siglas en inglés), esto basado en los artículos *An Integrated AHP-MABAC Approach for Electric Vehicle Selection* (Chandrakant & Devidas, 2021), *Application of Multi-criteria Decision Making Methods for Evaluation of Selected Passenger Electric Cars: A Case Study* (Pečman et al., 2022), *Multi-criteria Analysis in the Decision-making Process on the Electrification of Public Transport in Cities in Poland: A Case Study Analysis* (Jagiełło et al., 2021), y *Multicriteria Decision Making and Goal Programming for Determination of Electric Automobile Aimed at Sustainable Green Environment: A Case Study* (Eren & Hamurcu, 2022), los cuales mencionaban que dicho método es el más utilizado para la selección de vehículos eléctricos. Entonces, la aplicación del método mencionado, para el caso de este proyecto, tiene como objetivo seleccionar el mejor camión eléctrico de las tres opciones mencionadas, para ello es necesario establecer inicialmente dos criterios de comparación principales, los cuales serán la capacidad general del camión y el rendimiento general del camión; ambos a su vez se dividirán en un total de cinco subcriterios, el primero: en carga útil, en potencia máxima y en velocidad máxima; y el segundo: en millaje máximo y en tiempo de carga máximo. Cabe mencionar que un tercer criterio que se considera importante tener en cuenta es el del costo de adquisición del camión; sin embargo, en este caso no será posible hacerlo debido a que los proveedores de los tres modelos de camiones en cuestión no proporcionaron dicho dato de ninguna manera.

Ahora bien, para realizar los cálculos respectivos para este método en Excel, se empezó por comparar los cinco criterios elegidos asignando valores respecto a la relevancia de cada uno y según la siguiente Tabla:

1	variants are equally important both compared	both variants compared have the same property
3	the variant is slightly more important than the other variant	the first variant is slightly more significant than the other
5	the variant is much more important than the other variant	the first variant is strongly more significant than the other
7	the variant is significantly more important than the other variant	the first variant is very strongly more important than the other
9	extreme significance of one variant over another	the first variant is even more than strongly significant than the other

Figura 6. Rubrica base para la comparación de criterios de selección.

Fuente: Pečman et al., 2022

Se obtuvo como resultado la siguiente tabla con datos en fracción:

Tabla 6. Comparación de criterios de selección

Criterios	Carga útil	Potencia Máx.	Velocidad Máx.	Millaje Máx.	Tiempo de Carga Máx.
Carga útil	1	3	7	5	5
Potencia Máx.	1/3	1	5	3	3
Velocidad Máx.	1/7	1/5	1	1/3	1/3
Millaje Máx.	1/5	1/3	3	1	3
Tiempo de Carga Máx.	1/5	1/3	3	1/3	1
Total	1 7/8	4 6/7	19	9 2/3	12 1/3

Esta se normalizó, para ello se dividió cada valor de la tabla por el valor total de la columna correspondiente, para después sacar el promedio de cada fila en porcentaje como peso asociado al criterio correspondiente, obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 7. Normalización y ponderación de criterios de selección

Normalizar	Carga útil	Potencia Máx.	Velocidad Máx.	Millaje Máx.	Tiempo de Carga Máx.	Promedio
Carga útil	1/2	5/8	3/8	1/2	2/5	49%
Potencia Máx.	1/6	1/5	1/4	1/3	1/4	24%

Velocidad Máx.	0,08	0,04	0,05	0,03	0,03	5%
Millaje Máx.	1/9	0,07	1/6	1/9	1/4	14%
Tiempo de Carga Máx.	1/9	0,07	1/6	0,03	0,08	9%

Luego, se realizó el mismo procedimiento con las tres alternativas o modelos de camiones eléctricos candidatos a mejor opción y respecto a cada criterio, además de utilizarse la siguiente tabla como punto de comparación de las alternativas y para cada criterio:

Tabla 8. Datos base para la comparación de criterios de selección

Modelo	Carga útil (kg)	Potencia Máx. (kW)	Velocidad Máx. (km/h)	Millaje Máx. (km)	Tiempo de Carga Máx. (h)
LET II	6840	231	113	209	4
eCANTER 9C18e	2046	129	89	200	6
220EV	3665	250	89	200	15

Datos tomados de las respectivas fichas técnicas

Por lo que se obtuvieron las siguientes tablas:

Alternativas				Normalización					
Carga útil	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	→	Normalizar	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	Promedio
LET II	1	1/5	1/3		LET II	1/9	1/8	0,08	11%
eCANTER 9C18e	5	1	3		eCANTER 9C18e	5/9	2/3	2/3	63%
220EV	3	1/3	1		220EV	1/3	2/9	2/9	26%
Total	9	1 1/2	4 1/3						
Potencia Máx.	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	→	Normalizar	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	Promedio
LET II	1	5	1/3		LET II	1/4	2/5	2/9	28%
eCANTER 9C18e	1/5	1	1/7		eCANTER 9C18e	0,05	0,08	0,10	7%
220EV	3	7	1		220EV	5/7	1/2	2/3	64%
Total	4 1/5	13	1 1/2						
Velocidad Máx.	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	→	Normalizar	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	Promedio
LET II	1	3	3		LET II	3/5	3/5	3/5	60%
eCANTER 9C18e	1/3	1	1		eCANTER 9C18e	1/5	1/5	1/5	20%
220EV	1/3	1	1		220EV	1/5	1/5	1/5	20%
Total	1 2/3	5	5						
Millaje Máx.	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	→	Normalizar	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	Promedio
LET II	1	3	3		LET II	3/5	3/5	3/5	60%
eCANTER 9C18e	1/3	1	1		eCANTER 9C18e	1/5	1/5	1/5	20%
220EV	1/3	1	1		220EV	1/5	1/5	1/5	20%
Total	1 2/3	5	5						
Tiempo de Carga Máx.	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	→	Normalizar	LET II	eCANTER 9C18e	220EV	Promedio
LET II	1	3	9		LET II	2/3	3/4	1/2	63%
eCANTER 9C18e	1/3	1	9		eCANTER 9C18e	2/9	1/4	1/2	32%
220EV	1/9	1/9	1		220EV	0,08	0,03	0,05	5%
Total	1 4/9	4 1/9	19						

Figura 7. Grupo de tablas para la ponderación de las alternativas por criterio.

Fuente: Elaboración propia

Y, como se puede ver, se logró obtener el peso de cada alternativa en cada uno de los cinco criterios, esto para poder calcular el peso final de cada alternativa y así saber cuál es la mejor de las tres, cálculo que se obtiene multiplicando el peso de cada alternativa, en cada criterio, por el peso del criterio en sí y sumando todas las dichas multiplicaciones correspondientes a cada alternativa; entonces, una vez terminado dicho cálculo, se obtuvo la última tabla como resultado de aplicar el método:

Tabla 9. Resultado final de la aplicación del método AHP para la selección de la mejor opción

Alternativa	Peso Final
LET II	29%
eCANTER 9C18e	39%
220EV	32%
Total	100%

Como se puede ver todos los criterios buscan maximizar sus rubros excepto el de carga útil que busca minimizar, esto debido a que se necesita el camión lo menos sobredimensionado posible respecto a la carga útil; pero que a su vez tenga la mejor potencia máxima posible, eso por la capacidad necesaria en el motor de solventar la carga útil, también la mejor velocidad máxima posible, eso por la capacidad necesaria en el camión de cumplir con tiempos de entrega, igual el mejor millaje máximo posible, eso por el rendimiento necesario en la batería para necesitar menos cargas, y el mejor tiempo de carga máximo posible, eso por el rendimiento de la batería para la rápida disponibilidad de la unidad.

Después de aplicar el método, tal como se muestra, se encontró que la mejor opción es, entonces, el modelo eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2 ya que cumplió bien en todos los criterios, además de ser el que tenía el mejor rubro de carga útil de las tres opciones. Por su lado, el modelo

LET II Clase 7 y 220EV Clase 6 se vieron relativamente castigados por los criterios de carga útil y tiempo de carga máximo respectivamente.

Capítulo 3. Estudio y elección de la infraestructura que requiere la empresa para operar el camión eléctrico

3.1. Necesidad infraestructural eléctrica y civil de la empresa para poder recargar el camión eléctrico

El objetivo de esta sección es identificar espacios dentro y fuera de la empresa donde se pueda recargar el camión eléctrico de carga pesada seleccionado; es decir, lugares que tengan un cargador para vehículos eléctricos y suficiente espacio para aparcar dicho camión, esto respecto a la infraestructura que hubo alguna vez, o anteriormente, que hay en la actualidad y que habrá en un futuro, según sea relevante para este proyecto. Primeramente, se revisará la opción de espacios de recarga para vehículos eléctrico fuera de la empresa y que se encuentren alrededor de la ruta entre los “sites” de la empresa, en este caso el de Heredia y el de Coyol Alajuela, esto debido a que según Ovidio Valerio (2023) el camión actualmente realiza alrededor de 4 viajes por mes hacia el “site” de Coyol Alajuela; entonces, dicha revisión permitirá conocer las facilidades que existen para que el camión eléctrico se pueda recargar cerca de la empresa o en algún lugar que se encuentre de camino hacia Coyol Alajuela.

Para esto se utilizará una aplicación de identificación de cargadores para vehículos eléctricos a lo largo del país, en este caso se usará PlugShare.

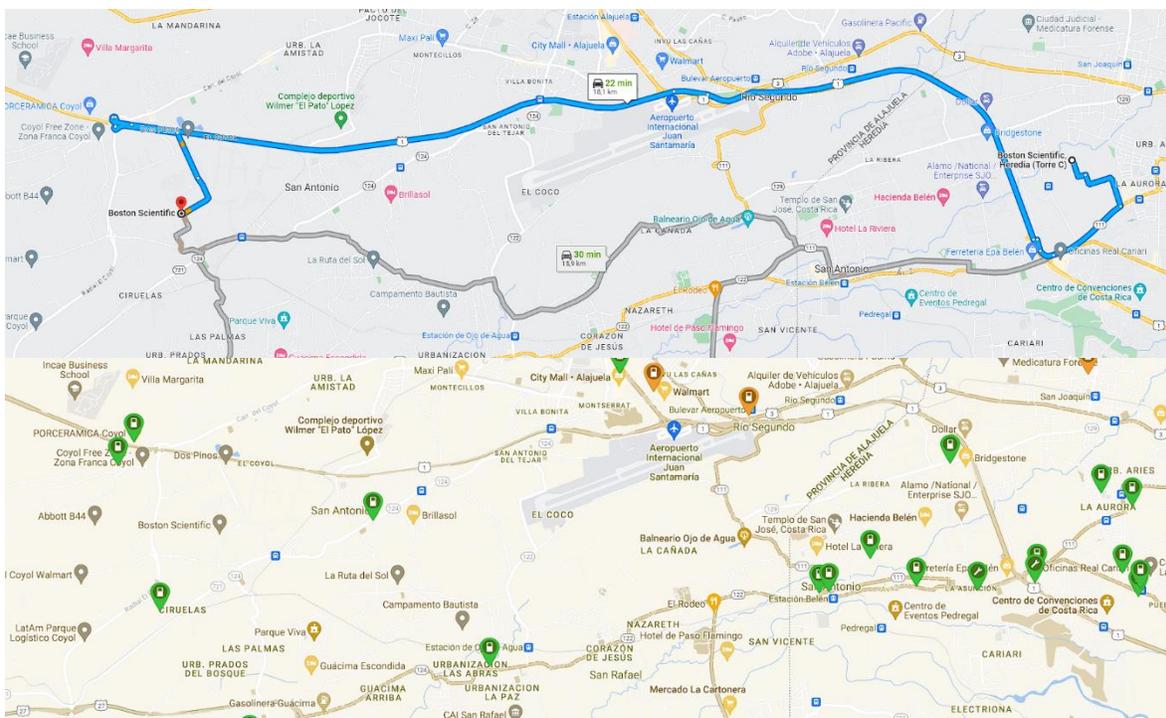


Figura 8. Comparación entre las rutas hacia Coyoil Alajuela y las ubicaciones más cercanas de cargadores.

Fuente: [GoogleMaps.com](https://www.google.com/maps) y [PlugShare.com](https://www.plugshare.com)

Como se puede ver en la Figura 8, existen varios centros de recarga para vehículos eléctricos en los alrededores de la empresa y de las rutas más directas hacia el Coyoil Alajuela, pero se pueden destacar algunos como (más detalles en el Anexo 9):

- Plaza Real Cariari - Parqueo Norte (Aliss)
- Plaza San Antonio Belén
- Holiday Inn Aeropuerto
- Zona Franca El Coyoil
- Porcerámica Coyoil

debido a que son centros de recarga que poseen características adecuadas, como lo son el que se encuentran en buen funcionamiento, que son de uso público y que poseen un espacio amplio de parqueo para que el camión pueda estacionar y recargar sin problemas. Cabe mencionar que,

aunque se considera importante tener en cuenta el estándar del cargador del modelo de camión seleccionado como mejor candidato para corroborar si los centros de carga destacados son compatibles con dicho estándar, no será posible en este caso ya que el proveedor de este modelo no proporciona dicha información de ninguna manera.

Ahora bien, respecto a la opción de recargar el camión en espacios dentro de la empresa, se tiene que no han existido, ni existen, lugares donde se puedan recargar vehículos eléctricos; sin embargo, existe un proyecto de poner en los parqueos de la empresa pilares con cargadores dobles para vehículos eléctricos (más detalles en el Anexo 10). Sin embargo, para el caso del camión eléctrico se determinó que el espacio donde se podría recargar es en los parqueos que están a un lado del edificio C; y que, es una buena opción debido a que es un amplio parqueo con muy buen espacio para poder estacionar un camión (véase Anexo 11). Además, otras razones por las cuales se consideró esta opción son que el primer viaje del día inicia en dicho edificio y que es ahí mismo donde se estaciona el camión durante las noches, y también que cerca de ese parqueo se encuentra un tablero eléctrico capaz de soportar la nueva carga que llegaría a representar la instalación de un pilar con cargador doble (ver Anexo 12), esto según criterio del ingeniero de facilidades de la empresa, quien está a cargo de dicho proyecto, y del ingeniero de la empresa proveedora que vendería e instalaría los cargadores. Según indicaron, seleccionaron dicho tablero, después de una caminata por el lugar, porque tiene espacios disponibles con el amperaje adecuado, muy poca y pequeña carga instalada actualmente, suficiente capacidad sobrante de carga, y porque es un tablero de emergencia lo que beneficia que eventualmente el camión pueda seguir recargando si se corta la energía eléctrica en el edificio, evitando así algún inconveniente relacionado a dicho incidente como lo podría ser no poder recargar y operar el camión, de todas forma se realizó

también una segunda caminata solo con dicho ingeniero de facilidades, y de la misma manera, para corroborar así dichas razones.

Primeramente se corroboró que los espacios disponibles sí tienen el amperaje adecuado porque se le pueden colocar “breakers” de 50 A, que sería un 125% de la carga nominal de cada cargador eléctrico que se desea instalar, la cual es de 40 A, lo que cumple con el Artículo 625.40 del Código Eléctrico Nacional Edición 2014 (NEC-2014) (2017) el cual habla sobre protección contra sobrecorriente para la instalación de cargadores para vehículos eléctricos; luego se revisó que efectivamente las cargas instaladas actualmente sí son muy pocas y pequeñas porque solo hay cuatro tomas para refrigeradores, un toma para maquina dispensadora de “snacks”, dos microondas y dos agujas para parqueo, lo que significa que el circuito principal no se va a sobrecargar al instalar dicho cargador eléctrico doble debido a que no compartiría tablero con cargas grandes como motores para producción, compresores o “chillers”; y por último se comprobó que dicho tablero sí posee suficiente capacidad sobrante de carga porque tiene un amperaje máximo de 400 A, es decir que con una carga total instalada actualmente de 160 A y una posible futura de 80 A por el cargador de pilar dual (dos cargadores, cada uno de 40 A) no se alcanza por mucho los 400 A máximos del tablero ya que se llegaría a sumar 240 A; o sea, que se encontraría apenas a un 60% de su carga máxima, lo que representa un buen valor de seguridad para que el circuito principal que alimenta dicho tablero trabaje sin problemas.

Seguidamente, al revisar la única normativa existente a nivel país, se tiene que desde la perspectiva de poder utilizar las dos opciones vistas para la recarga del camión eléctrico el Reglamento para la construcción y el funcionamiento de la red de centros de recarga eléctrica para automóviles eléctricos por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica (Procuraduría General de la República, 2019) no afecta, ya que según el Artículo 2 del mismo establece que su alcance solo

aplica de manera obligatoria a las empresas distribuidoras de energía eléctrica y a el Ministerio de Ambiente y Energía.

3.2. Selección de la mejor opción para recargar el camión eléctrico

Finalmente, es necesario evaluar cuál de las dos opciones analizadas es la mejor opción para poder recargar el camión eléctrico, en el caso de la opción de recargar fuera de la empresa o alrededores de la ruta hacia Coyol, se tiene como ventajas que se dispone de varios espacios donde poder recargar y que la empresa no tendría que hacerse cargo de la instalación y mantenimiento de dichos centros de recarga; sin embargo, como desventajas se tiene que no se puede hacer uso de los centros de recarga durante mucho tiempo, que pueden estar ocupados o en mal estado, que algunos podrían cobrar ciertas tarifas extras, además de la existente por recarga eléctrica, como por ejemplo alguna asociada al cobro por uso del espacio de estacionamiento y que, en general, se puede llegar a topar con algunos problemas de accesibilidad en algunos lugares.

Respecto a la opción de tener un cargador doble en el edificio C de la empresa, se tendrían ventajas como que se podría utilizar durante la noche mientras no se utiliza el camión para que, así, recargue el tiempo que necesite, que la empresa podría asegurar el buen estado del cargador, que la empresa no pagaría tarifas extras al utilizar su propia electricidad, que al ser un cargador propio de la empresa no tendría problemas de accesibilidad para recargar el camión, que si se corta el flujo eléctrico en el edificio el centro de recarga seguiría funcionando al estar instalado en un tablero de emergencia, por otro lado las desventajas de esta opción serían que solo se tendría ese cargador dentro de la empresa, aunque cabe recordar que el mismo sería doble, y que en este caso la empresa sí tendría que encargarse de su instalación y mantenimiento.

Entonces, para ver cuál es la mejor opción, se presenta la siguiente Tabla resumen de comparación directa, donde los aspectos son ventajas afirmativas, los 1 representan que se posee la ventaja y los 0 que no, y cuyo total es la suma de todas las ventajas a favor de la opción

correspondiente, esto como forma de ver la comparación de una manera un poco cuantitativa, es decir para ponerla en números comparables.

Tabla 10. Resumen comparativo directo de las opciones para recargar el camión eléctrico

Aspecto	Recargar fuera de la empresa	Recargar dentro de la empresa
Hay varios espacios donde poder recargar	1	0
No se debe considerar instalación y mantenimiento	1	0
No hay tiempo restringido del uso del cargador	0	1
No hay disponibilidad limitada	0	1
No hay tarifas extras además de la existente por recarga	0	1
No hay posibles problemas de accesibilidad	0	1
Total	2	4

Como se puede ver la mejor opción es la de recargar el camión eléctrico dentro de la empresa.

Capítulo 4. Identificación del nivel de contaminación ambiental del camión diésel y del camión eléctrico

4.1. Metodología para obtener el CO₂ producido por el camión diésel y el camión eléctrico a lo largo sus ciclos de vida útil

En este capítulo se comparará la producción total de CO₂ a lo largo del ciclo de vida útil del camión diésel de carga pesada que posee actualmente la empresa y el camión eléctrico de carga pesada que se seleccionó, esto con el fin de determinar el impacto en el medio ambiente de dicho vehículo eléctrico en comparación con el de diésel. Para conseguirlo, se calculará dicha producción de CO₂ durante la manufactura, uso y descarte de los vehículos mencionados por medio de un método similar al de los autores Rakesh Krishnamoorthy, Jarod C. Kelly y Amgad Elgowainy (2023) en su artículo *Vehicle-cycle and Life-cycle Analysis of Medium-duty and Heavyduty Trucks in the United States*, donde se analiza el ciclo del vehículo (vehicle-cycle) y, por otro lado, el ciclo de consumo (fuel-cycle), ya que ambos ciclos forman parte del ciclo de vida útil.

Dichos autores explican el hecho de que aunque el alcance principal de su estudio es el ciclo del vehículo, también proporcionan resultados del ciclo de vida donde se relaciona dicho ciclo del vehículo con el ciclo de consumo para así presentar datos finales más completos, esto lo realizaron por medio de una unidad funcional, la cual es 1 milla, es decir, el uso de energía y las emisiones de GEI del ciclo del vehículo y el ciclo de vida de los camiones de carga pesada se calcularon y analizaron por milla y, para obtener dichos resultados, se calcularon el millaje de por vida de todos los camiones de carga pesada utilizando dos parámetros de un modelo llamado VISION de Argonne, la tasa de supervivencia del vehículo año por año y millas anuales recorridas por el vehículo, y una supuesta vida útil de 15 años para el vehículo.

Es importante resaltar que la decisión de realizar por millaje el cálculo de CO₂ producido, por los camiones en cuestión, se basa en que es un elemento diferenciador ya que la mayoría de los estudios de este tipo lo hacen por bloques (manufactura, uso, mantenimiento y descarte), lo que no permite considerar el aspecto del desgaste por uso, el cual depende de la cantidad de millaje (o kilometraje) acumulado por el vehículo, es decir, el hecho de poder considerar la cantidad de repuesto, de cambios de aceite, de baterías, de llantas y neumáticos, de cambios de líquidos refrigerantes, frenos, etc., en función de su uso no es posible; en cambio al realizarse por milla sí se puede considerar dicho aspecto para unificar todos los elementos, o variables, influyentes por medio una unidad funcional (en este caso distancia recorrida).

Lo anterior implica ventajas como análisis más precisos, cálculos más prácticos, y la facilidad de poder reutilizar los mismos datos para diferentes escenarios y de la misma manera, aunque existe la limitante de que solo se puede aplicar a casos en los que el vehículo acumule algún millaje. Esto porque, de no ser así, se perdería la posibilidad de unificar, por medio de la unidad funcional, las partes de manufactura y descarte con todos los demás elementos debido a que dichas partes, aunque se pueden expresar en la unidad funcional, no dependen forzosamente de un millaje acumulado como sí sucede con las variables de desgaste, o consumo (Elgowainy et al., 2023).

4.2. Determinación de los datos a utilizar para la realización del cálculo de la cantidad de CO₂ producido por cada camión a lo largo del ciclo de vida útil

Ahora bien, los datos utilizados para dicho cálculo fueron sacados de las facturas de diésel del camión actual de la empresa (Anexo 1), de la ficha técnica del camión eléctrico seleccionado (Anexo 8) y del documento oficial del Instituto Meteorológico Nacional (2022) sobre los factores de emisión de gases de efecto invernadero (Anexo 13), estos primeros específicamente para el cálculo del CO₂ producido durante el ciclo de consumo, o uso, con la idea de obtener el resultado lo más aproximado posible por la utilización de dichos camiones por parte de la empresa. Además, es importante mencionar que para ello también se utilizó el mismo método de cálculo de CO₂ definido y documentado por la empresa para calcular el producido por el consumo de diésel del camión (Anexo 14). Para el cálculo de la parte referente al ciclo del vehículo, o manufactura y descarte, se utilizó los datos obtenidos de Elgowainy et al. (2023): 147 g CO₂/milla, para camión eléctrico, y el de 97 g CO₂/milla (Figura 9), para el camión diésel, obtenidos del análisis de los datos de los autores para la producción de CO₂ durante el ciclo del vehículo para camiones clase 6; esto debido a que los camiones en este proyecto son cercanos a dicha clase y a que el dato ya contiene la consideración de la manufactura de repuestos utilizados y de los cambios de batería de litio cada 500 000 millas, esto gracias a que se expresa en CO₂ producido por milla, permitiendo así unificar por medio de dicha unidad aspectos que producen CO₂ en función del millaje recorrido, como es el caso. Además, también se aplicó al cálculo general el dato de un ciclo de vida de 15 años para los camiones porque en dichos datos de los autores se considera esa cantidad, esto con el fin de lograr la mayor aproximación y congruencia posible en el resultado final. Cabe aclarar, además, que el dato de las 500 000 millas fue utilizado por Elgowainy et al. (2023) debido a que es la mitad del rango de 400 000 a 600 000 millas, el cual proviene de literatura seleccionada como

referencia por dichos autores para su estudio, y respecto a la elección de los 15 años se debe a que Elgowainy et al. (2023) realizan su análisis, de donde provienen los datos utilizados y mencionados, con camiones operando en una vida que va del año 2021 al 2035.

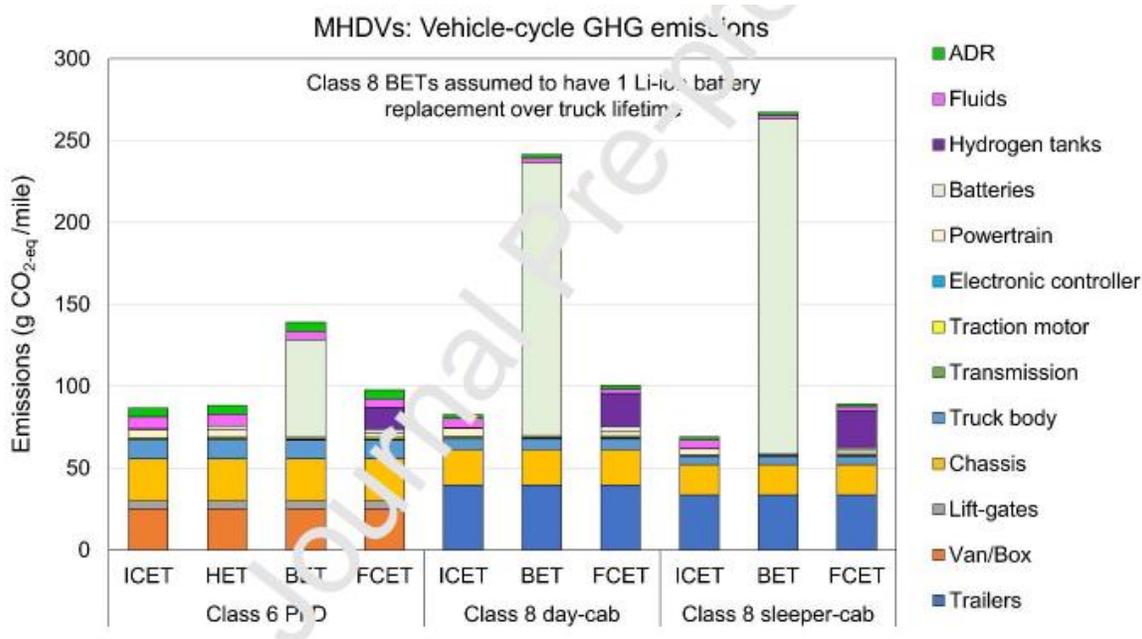


Figura 9. Emisiones de GEI del ciclo del vehículo de vehículos medianos y pesados por sistema de componentes.

Fuente: Elgowainy et al., 2023

Es importante aclarar que en la Figura 9 las denominaciones ICET, HET, BET y FCET significan camión con motor de combustión interna, camión eléctrico híbrido, camión eléctrico de batería y camión eléctrico de pila de combustible, respectivamente.

4.3. Cálculo del CO₂ producido por los camiones diésel y eléctrico durante sus ciclos de vida útil

Para poder obtener en una tabla comparativa de Excel el cálculo de la producción de CO₂ total durante todo el ciclo de vida útil del camión de diésel actual y del camión eléctrico seleccionado, se determinó y calculó, primero, algunos datos base de los rubros necesarios para la realización del cálculo final, de la siguiente manera:

- Kilometraje por mes

Para obtener este dato se calculó de cada una de las facturas de diésel mensual del camión actual de la empresa la diferencia de kilometraje registrado en estas, y luego se sacó un dato promedio, estableciendo el mismo dato para ambos camiones ya que el eléctrico sería empleado para el mismo uso que se le da actualmente al de diésel, tal cálculo fue el siguiente:

$$\text{Kilometraje por mes} = ((8587 - 8191) + (8974 - 8587) + (9237 - 8974)) / 3$$

- CO₂ de manufactura y descarte

Acá se empleó directamente los datos obtenidos de Elgowainy et al. (2023), pero se les realizó una conversión sencilla para pasarlos a las unidades generales:

$$97 \text{ g CO}_2/\text{milla} \rightarrow 0,06 \text{ kg CO}_2/\text{km}$$

$$147 \text{ g CO}_2/\text{milla} \rightarrow 0,09 \text{ kg CO}_2/\text{km}$$

- Consumo

En este caso para el consumo de diésel se usó el mismo valor promedio utilizado para sacar el dato de la realidad en el problema del proyecto, el cuál fue calculado también de las facturas de diésel mensual del camión actual de la empresa, y para el consumo eléctrico se calculó una razón de kWh/km dividiendo los kWh totales instalados de la batería según la ficha técnica entre los km de autonomía máxima que se pueden recorrer con una sola carga completa. Dichos cálculos son los siguientes:

$$\text{Consumo de diésel} = (172,329 + 175,035 + 166,378) / 3$$

$$\text{Consumo eléctrico} = 124 / 200$$

Y en el caso de los demás rubros, exceptuando el último del CO₂ total del ciclo de vida útil, lo que se hizo fue solamente poner el dato como tal, y se logró, entonces al final, obtener la siguiente tabla mencionada:

Tabla 11. Datos y resultado final de la producción de kg CO₂ para ambos camiones

Rubro	Dato	Unidad	Dato	Unidad
Camión	Diésel	-	Eléctrico	-
Kilometraje por mes	348,67	km/mes	348,67	km/mes
Años del ciclo de vida útil	15,00	años	15,00	años
CO ₂ de manufactura y descarte	0,06	kg CO ₂ /km	0,09	kg CO ₂ /km
Consumo	171,25	l/mes	0,62	kWh/km
Factor de emisión del IMN	2,61	kg CO ₂ /l	0,04	kg CO ₂ /kWh
CO ₂ total del ciclo de vida útil	84328,46	kg CO ₂	7289,04	kg CO ₂

Donde el cálculo final del rubro de CO₂ total del ciclo de vida útil se obtuvo, para el camión diésel, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & (\text{CO}_2 \text{ de manufactura y descarte} \times \text{Kilometraje por mes} \times 12 \times \text{Años del ciclo de vida útil}) + \\ & (\text{Consumo} \times 12 \times \text{Años del ciclo de vida útil} \times \text{Factor de emisión del IMN}) = \text{CO}_2 \text{ total del ciclo} \\ & \text{de vida útil} \end{aligned}$$

Y para el camión eléctrico, de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & (\text{CO}_2 \text{ de manufactura y descarte} \times \text{Kilometraje por mes} \times 12 \times \text{Años del ciclo de vida útil}) + \\ & (\text{Consumo} \times \text{Kilometraje por mes} \times 12 \times \text{Años del ciclo de vida útil} \times \text{Factor de emisión del} \\ & \text{IMN}) = \text{CO}_2 \text{ total del ciclo de vida útil} \end{aligned}$$

4.4. Análisis del resultado obtenido sobre el cálculo de la cantidad de CO₂ producido por cada camión a lo largo del ciclo de vida útil

Ya una vez terminado el cálculo comparativo de la producción total de CO₂ a lo largo del ciclo de vida útil entre el camión diésel de carga pesada que posee actualmente la empresa y el camión eléctrico de carga pesada que se seleccionó, se obtuvo que el camión de diésel produce 84.328,46 kg CO₂ y que el camión eléctrico 7.289,04 kg CO₂, lo que es una producción de CO₂ 1057% mayor para el camión diésel en cuestión, esto a pesar de que el eléctrico produzca más en su etapa de manufactura y descarte por la batería, como se puede ver en la Figura 9, por lo que el cálculo demuestra, entonces, que la implementación del camión eléctrico sí representa bastante menos impacto al medio ambiente en comparación con el camión diésel, ya que el consumo del camión eléctrico durante su etapa de uso genera considerablemente menos CO₂, al no utilizar combustible fósil como el diésel, incluso al tomarse en cuenta el hecho de que en Costa Rica la electricidad consumida por un vehículo eléctrico sí genera una cierta producción de CO₂ y no un 0% como popularmente se cree, lo que es comprobable por el factor de 0,04 kg CO₂/kWh de emisión en el sector electricidad según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), tal como se puede ver en el Anexo 13, esto muy posiblemente porque acá aún la matriz eléctrica nacional no es 100% renovable a pesar de estar muy cerca de serlo.

Capítulo 5. Análisis comparativo a través del costo del ciclo de vida útil entre el camión eléctrico y el camión de diésel

5.1. Metodología para realizar el análisis del costo ciclo de vida útil de los camiones en cuestión

Para esta sección se analizará cuál es la mejor opción financiera entre el camión diésel actual que posee la empresa y el camión eléctrico seleccionado, por medio de la comparación del VAN del costo del ciclo de vida útil de cada camión en cuestión, desde el punto de vista del Total Cost Ownership (TCO), utilizando como referencia el artículo *Emissions and Total Cost of Ownership for Diesel and Battery Electric Freight Pickup and Delivery Trucks in New Zealand: Implications for Transition* (Lyu et al., 2023), ya que este estudio analiza el TCO de camiones diésel y eléctricos con base en datos reales de la industria donde las operaciones de recogida o entrega de mercancías se estudiaron mediante un modelo de simulación de eventos discretos construyendo modelos de hojas de cálculo para la evaluación del ciclo de vida y el TCO con base a una vida útil operativa de los camiones de 10 años, para después venderlo, siendo este el uso típico de una empresa de transporte de primer nivel en Nueva Zelanda. Además, Lyu et al., 2023, estudian camiones con características y capacidades muy similares a las del camión diésel que posee la empresa y del camión eléctrico seleccionado en este proyecto, como se muestra en la Figura 10.

	Diesel Truck	BE Truck [36]
Payload (t)	13.38	8
Tare weight (t)	4.37	4
Body weight (t)	4.37	2.632 ^
Gross weight (t)	17.75	12
Volume capacity (m ³)	48	48
Truck lifetime (year)	10 *	10 *
Battery weight (t)	-	1.368 ^
Battery capacity (kWh)	-	120
Battery type	-	Li-ion
Battery lifetime (year)	-	5 *
Number of batteries for lifetime	-	2 ^
Electricity consumption (kwh/tkm)	-	0.042
Diesel efficiency (km/L)	1.8	-
Open road truck speed (km/h)	56.140 ^	56.140 ^
Urban road truck speed (km/h)	23.279 ^	23.279 ^

* Assumed value, ^ calculated value.

Figura 10. Especificaciones de los camiones estudiados por Lyu et al. para el cálculo de los VAN.

Fuente: Lyu et al., 2023

Como por ejemplo los pesos de los camiones y la capacidad de batería para los camiones eléctricos (Figura 10), características muy representativas de camiones en general. Entonces para el caso de este proyecto, y debido a la referencia anterior, se establecerán costos de adquisición, de operación y de descarte para cada camión en cuestión.

5.2. Determinación de los datos por utilizar para la realización del cálculo del VAN del costo del ciclo de vida útil de cada camión

En el caso de los costos de adquisición se consideraron aspectos como el valor original del camión diésel según la ficha de venta proporcionada por la empresa, el cual es de \$74 000,00, y la cual se puede encontrar en el Anexo 15. Para el valor del camión eléctrico se asumió el mismo que Lyu et al. (2023), que según datos de dichos autores un camión eléctrico de la misma clase como el seleccionado cuesta \$258 086,00. Y como se debe tener en cuenta la importación del camión eléctrico seleccionado, porque es extranjero, se asumió un valor de \$134 927,36 para dicho costo, es decir un 52,28% del valor base del vehículo, debido a que en la página de BR Logistics (2023) se explica que dicho porcentaje se puede llegar a alcanzar por cuestión de la aplicación de los múltiples impuestos si estos no son exonerados al importar desde España, esto porque de ahí se encuentran las principales concesionarias que trabajan con ese modelo de camión eléctrico según la página de la FUSO (2023).

Además, cabe mencionar que se eligió dicho costo de importación porque se trata del transporte de un vehículo relevantemente grande y costoso, a la vez que suponer el hecho de no exonerar impuestos permite utilizar un valor más elevado, lo que es más realista porque los servicios de importación son muy caros. Sin embargo, la misma entidad explica que en la mayoría de los casos dichos costos por importación ya incluyen en el servicio los costos por impuestos, esto debido que esta entidad tiene experiencia en la importación de vehículos eléctricos y las exoneraciones que implican; siendo más específicas las estipuladas en el Artículo 9 de la Ley N.º 9518 sobre Incentivos y Promoción para el Transporte Eléctrico de 25 de enero del 2018, donde se establece la exoneración del impuesto general sobre las ventas, del impuesto selectivo de

consumo y del impuesto sobre el valor aduanero, esto según como se indicado en la siguiente Figura.

Monto exonerado del valor CIF del vehículo eléctrico	Exoneración del impuesto general sobre las ventas	Exoneración del impuesto selectivo de consumo	Exoneración del impuesto sobre el valor aduanero
Los primeros \$30.000 del valor CIF del vehículo eléctrico	100% de exoneración	100% de exoneración	100% de exoneración
De \$30.001 hasta \$45.000 del valor CIF del vehículo eléctrico.	50% de exoneración	75% de exoneración	100% de exoneración
De \$45.001 hasta \$60.000 del valor CIF del vehículo eléctrico	0% de exoneración	50% de exoneración	100% de exoneración
De \$60.001 en adelante	0% de exoneración	0% de exoneración	0% de exoneración

Figura 11. Exoneraciones a impuestos según Artículo 9 de Ley N.º 9518.

Fuente: Procuraduría General de la República, 2018

Luego, para los costos de operación se consideraron aspectos como el costo de mantenimiento semestral de ¢460 214,97 para el camión diésel según una factura de mantenimiento proporcionada por la empresa, y la cual se encuentra en el Anexo 16. También se consideró como costo mensual por consumo diésel un promedio derivado de las facturas de diésel proporcionadas por la empresa y que se encuentran en el Anexo 1. Para el costo de mantenimiento del camión eléctrico seleccionado se asumió un parámetro de costo base obtenido por Lyu et al. (2023), el cual fue 0,1 \$/km, ya que, como se mencionó, las características de los camiones estudiados por dichos autores son muy similares a los analizados en cuestión para esta sección, y porque también permite contemplar un mantenimiento en función de su uso por kilometraje, dato que ya es conocido en el

cálculo de CO₂ producido. Respecto al costo por consumo de kWh del camión eléctrico seleccionado se consideró un valor de 53,22 ¢/kWh consumido de la ESPH, esto según la página de la ARESEP (2023) para empresas como Boston, teniendo en cuenta también para este costo los datos de consumo en kWh del cálculo sobre el CO₂ producido. Y para exponer un caso más realista, se consideró un crecimiento anual de 3% en estos costos de operación, ya que dicho porcentaje se considera una referencia adecuada al ser la tasa de inflación meta estipulada por el Banco Central de Costa Rica (BCCR) para el 2023.

Ahora bien, respecto a los costos de descarte se asumieron como nulos ya que, se consideró que la empresa muy posiblemente done los camiones después de 10 años, por cultura interna propia, dejando un aprovechamiento de 5 años para la institución beneficiada, lo que concuerda con un ciclo de vida útil completo de 15 años, tal como se vio en la sección anterior; sin mencionar que los costos totales por el traspaso hacia los nuevos dueño a los cuales se les donarían, son despreciables por su bajo valor y porque serían iguales para ambos camiones.

Cabe mencionar además que esta razón es apoyada por el hecho de que la empresa posee una política financiera interna que indica tomar una depreciación total de los vehículos a 5 años, tal como se muestra en la prueba proporcionada por el departamento financiero de la empresa (véase Anexo 17), por lo que, entonces, ya para los 10 años no se percibiría ningún valor de pérdida o recuperación. Sin embargo, para el camión eléctrico se consideró, específicamente para el descarte de las baterías, dos posibles sucesos, un descarte y compra de batería por concepto de falla de la batería a los 5 años, y otro descarte y compra de batería para donar dicho camión al final del décimo año en un buen estado, lo que concuerda con la suposición del estudio de los autores Lyu et al. (2023), ya que ellos consideran una vida de la batería de 5 años y por ende 2 cambios en un ciclo de vida de 10 años; entonces, para el caso del camión eléctrico seleccionado para este proyecto, se

colocó el costo por falla en los de operación y el que es por donación en los de descarte, utilizando un parámetro base de 546 \$/kWh para expresar el costo por compra de una batería nueva según sea la capacidad de la misma, y otro de 6,19 \$/kg para expresar el costo por desecho de la batería estropeada o vieja según sea su peso, ambos parámetros de nuevo tomados del estudio realizado por dichos autores, esto con ayuda además del peso y capacidad de la batería del modelo de camión eléctrico seleccionado según su ficha técnica, la cual se puede encontrar en el Anexo 8.

5.3. Cálculo del VAN del costo ciclo de vida útil de camión diésel y del camión eléctrico

Para poder calcular el VAN del costo del ciclo de vida útil de cada camión por medio de un flujo de costos de efectivo, fue necesario, primero, obtener los costos de adquisición, operación y descarte para cada camión. Para los costos de adquisición se creó la siguiente tabla:

Tabla 12. Costos de adquisición para ambos camiones

Rubro	Camión	
	Diésel	Eléctrico
Costo de compra	\$ 74 000,00	\$ 258 086,00
Costo de importación	-	\$ 134 927,36
Total	\$ 74 000,00	\$ 393 013,36

Donde el costo de compra para el camión diésel se obtuvo de la ficha de venta del camión, el del camión eléctrico del artículo de referencia, y el costo de importación para el camión eléctrico es un 52,28% del valor del vehículo según la página de BR Logistics. Y para los costos de operación de los camiones se creó la siguiente tabla:

Tabla 13. Costos anuales de operación para ambos camiones

Rubro	Camión	
	Diésel	Eléctrico
Costo de mantenimiento anual	\$ 1 748,82	\$ 418,40
Costo de consumo anual	\$ 3 564,77	\$ 262,31
Total	\$ 5 313,59	\$ 680,71

Donde el costo del mantenimiento anual para el camión diésel se obtuvo de un cálculo que contiene el costo de mantenimiento semestral de 460.214,97 colones de una factura aportada por la empresa, para luego convertir en dólares con un factor de conversión de 0,0019 derivado del estado del dólar según el BCCR, dicho cálculo fue el siguiente:

$$\text{Costo del mantenimiento anual para el camión diésel} = 460214,97 \times 0,0019 \times 2$$

El costo del mantenimiento anual para el camión eléctrico, por su parte, se obtuvo por medio de un cálculo que contiene un factor de costo por mantenimiento de 0,1 en \$/km sacado del mismo artículo mencionado, y los 348,67 km/mes que se recorren por uso del camión según se calculó en la sección sobre la cantidad de CO₂ producido, siendo dicho cálculo del costo de la siguiente forma:

$$\text{Costo del mantenimiento anual para el camión eléctrico} = 0,1 \times 348,67 \times 12$$

Respecto a los costos de consumo, para el camión diésel, se calculó por medio de un promedio sacado de las facturas mensuales de diésel aportadas por la empresa, utilizando de nuevo el factor de conversión a dólares de 0,0019, de la siguiente manera:

$$\text{Costo del consumo anual de diésel} = ((172501 + 152631 + 143917) / 3) \times 12 \times 0,0019$$

Y para el costo de consumo del camión eléctrico, se utilizó el factor de 0,62 kWh/km y de nuevo el dato de 348,67 km/mes, ambos de la sección sobre la cantidad de CO₂ producido, y también el costo de 53,22 colones por kWh de la ESPH, según la página de la ARESEP, para empresas como Boston, además de nuevamente el factor de conversión a dólares de 0,0019, siendo el cálculo el siguiente:

$$\text{Costo del consumo anual de kWh} = 0,62 \times 348,67 \times 12 \times 53,22 \times 0,0019$$

Luego, ya para calcular los VAN de los camiones como tal, se realizaron las siguientes tablas:

Tabla 14. Flujo Neto de Costos de Efectivo y VAN del camión diésel

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adquisición											
Costo de compra	\$ 74 000,00										
Operación											
Costo de mantenimiento		\$1 748,82	\$1 801,28	\$1 855,32	\$1 910,98	\$1 968,31	\$2 027,36	\$2 088,18	\$2 150,82	\$2 215,35	\$2 281,81
Costo de consumo		\$3 564,77	\$3 671,72	\$3 781,87	\$3 895,32	\$4 012,18	\$4 132,55	\$4 256,52	\$4 384,22	\$4 515,75	\$4 651,22
Descarte											
Depreciación											\$ -
Flujo Neto de Costos de Efectivo (FNCE)	\$ 74 000,00	\$5 313,59	\$5 473,00	\$5 637,19	\$5 806,30	\$5 980,49	\$6 159,91	\$6 344,70	\$6 535,04	\$6 731,10	\$6 933,03
VAN	\$117 040,70										

Tabla 15. Flujo Neto de Costos de Efectivo y VAN del camión eléctrico

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Adquisición											
Costo de compra	\$258 086,00										
Costo de importación	\$134 927,36										
Operación											
Costo de mantenimiento		\$418,40	\$430,96	\$443,88	\$457,20	\$470,92	\$485,04	\$499,60	\$514,58	\$530,02	\$ 545,92
Costo de consumo		\$262,31	\$270,18	\$278,29	\$286,63	\$295,23	\$304,09	\$313,21	\$322,61	\$332,29	\$ 342,26
Costo de 1 cambio de batería por falla											\$ 76 339,05
Descarte											
Depreciación											\$ -
Costo de 1 cambio de batería por donación											\$ 76 339,05
Flujo Neto de Costos de Efectivo (FNCE)	\$393 013,36	\$680,71	\$701,14	\$722,17	\$743,84	\$766,15	\$789,13	\$812,81	\$837,19	\$862,31	\$153 566,28
VAN	\$479 557,97										

En las cuales, para el año 0, se pusieron los costos respectivos de adquisición de cada camión: del año 1 al 10 los costos anuales de operación correspondientes y crecientes anualmente en un 3%

según tasa de inflación meta del BCCR, y además en el año 10 se colocaron los costos por descarte, que serían los de depreciación, que en este caso sería 0 ya que según políticas de la empresa los vehículos se deprecian a 5 años, por lo que a 10 años no se recuperaría ni perdería ningún valor, considerando además que la empresa va a donar el camión por cultura interna propia. Cabe mencionar también que, para el caso del camión eléctrico, se consideró dos costos por descarte y compra de batería nueva, uno para el caso de una falla en la misma y otro por la donación completa del vehículo, el primero se colocó en costos de operación y el segundo en costos de descarte, ambos en el año 10, dichos costos por batería se calcularon de la siguiente forma:

$$\text{Costo de descarte y compra de batería nueva} = (6,19 \times 1395) + (546 \times 124)$$

Donde los 6,19 es un dato en \$/kg tomado del artículo mencionado para considerar el costo por desecho, 1395 es el peso en kg tomado de la ficha técnica del modelo de camión eléctrico seleccionado, y para el costo de compra se utilizó el dato de 546 en \$/kWh también tomado del mismo artículo junto con el de 124 kWh que es la capacidad de la batería del camión eléctrico seleccionado según su ficha técnica.

Respecto a cómo se calculó el VAN para cada camión en cuestión, se sumó el total de costos por cada año para obtener el Flujo Neto de Costos de Efectivo, para así calcular el VAN respectivo de la siguiente forma:

$$\text{VAN} = \text{costo total de adquisición} + \text{VNA}(6,54\%; \text{costos totales del año 1 al 10})$$

Donde el costo total de adquisición es el correspondiente al año 0, el VNA es una fórmula de Excel para este cálculo, el 6,54% es la tasa de descuento derivada de la tasa de interés de política

monetaria según el BCCR, y los costos totales del año 1 al 10 son los costos marcados en el Excel del Flujo Neto de Costos de Efectivo de esos años.

5.4. Análisis del resultado obtenido en el cálculo del VAN del costo del ciclo de vida útil de cada camión para la elección de la mejor opción financiera

Como resultado del análisis comparativo realizado para esta sección, y basándose en los resultados de los cálculos anteriores, se encontró que el VAN del costo total del ciclo de vida útil del camión diésel es de \$117 040,70 (negativo por ser solo costos) y el del camión eléctrico es de \$479 557,97 (negativo por ser solo costos), lo que implica que se tiene que el TCO del camión eléctrico seleccionado es 310% más costoso para la empresa que la utilización de un camión diésel como el que posee actualmente, esto a pesar de que los costos anuales de operación finales del camión eléctrico sean de tan solo \$888,18 y que los del camión diésel sean de \$6 933,03, lo que es decir que anualmente es 681% más caro mantener el camión diésel en comparación con el eléctrico, todo esto muy posiblemente porque los costos de adquisición del camión eléctrico son 431% más elevados con respecto a los del camión diésel, ya que el valor del mismo es de \$74 000,00 y el del eléctrico junto con su costo de importación suman \$393 013,36, sin mencionar que los 2 cambios de batería del camión eléctrico considerados cuestan en total aproximadamente lo que costarían 2 camiones diésel iguales al tratado en esta comparación, es decir, cada cambio de batería cuesta \$76 339,05.

Para esta sección, cabe mencionar que se eligió el dólar como unidad monetaria debido a que los valores de compra de los camiones se daban en esa moneda y porque los parámetros base tomados de Lyu et al. (2023) son originalmente en esa moneda también, por dicha razón los datos en colones se convirtieron a dólares según el estado del dólar en la página del BCCR al día del 6 de junio del 2023, es decir con un tipo de cambio de ₡536,71, además de la misma página se determinó también la tasa de descuento para el cálculo de los VAN; por último, es importante aclarar que se tomaron varios datos de apoyo de dichos autores y de la página de BR Logistics debido a que las empresas

en general tienden a ser muy recelosas con proporcionar cierta información como la necesaria para esta parte, como por ejemplo las de logística (que es el caso).

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

Se logró seleccionar el camión eléctrico de carga pesada modelo eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2 como el capaz de cumplir de manera exitosa con los principales requerimientos de carga útil y espacio de cajón de carga para las necesidades de transporte logístico de la empresa, observándose a su vez la utilidad del método Analytic Hierarchy Process AHP para la selección multicriterio en la elección de camiones eléctricos, y también el estado del mercado actual de camiones eléctricos de carga, en el cual a nivel internacional se pudo observar la existencia de múltiples modelos avalados por gobiernos como el de Estado Unidos, y a nivel nacional un caso contrario en el cual aún no existen camiones eléctricos de carga pesada como tal actualmente.

También, se logró valorar que el edificio C de la empresa posee la instalaciones eléctricas y civiles necesarias para la tenencia y operación de un camión eléctrico de carga pesada, ya que dicho edificio tiene capacidad suficiente para instalar un pedestal con cargador doble en uno de los tableros eléctricos que está junto a un parqueo con amplio espacio para estacionar el camión mientras recarga, pero también se encontró la existencia de múltiples centros de carga alrededor de la empresa y sobre la ruta que transita fuera de esta. Sin embargo, se terminó estableciendo que la mejor opción es la de instalar un centro de carga dentro de la empresa, debido a que los cargadores públicos que están fuera de la empresa presenta muchos inconvenientes para la operación del camión eléctrico, principalmente porque se encuentran fuera del control de la empresa; y respecto a la normativa correspondiente revisada, se observó que ningún aspecto limita o condiciona negativamente a la empresa para implementar la instalación de cargadores eléctricos propios.

Adicionalmente, se consiguió determinar el impacto ambiental del camión eléctrico de carga pesada seleccionado, encontrándose que es bastante menor que el del camión diésel de carga pesada que posee actualmente la empresa, ya que este último produce 84.328,46 kg CO₂ durante todo su ciclo de vida útil, mientras que el camión eléctrico produce tan solo 7.289,04 kg CO₂ durante el mismo ciclo de vida útil, lo que significa entonces que la implementación de un camión eléctrico de carga pesada en la empresa generaría un nivel de contaminación considerablemente más bajo hacia el medio ambiente, a pesar de que en su manufactura y descarte representa una mayor producción de CO₂ en comparación con uno diésel, debido a que durante su uso y consumo de kWh genera muy poco CO₂ equivalente. Contrario a lo que se cree, en Costa Rica la electricidad que consume un vehículo eléctrico no es 100% libre de emisiones, porque la generación eléctrica nacional aún no es 100% renovable, aunque esté muy cerca de serlo.

Y como última conclusión, se tiene que se logró realizar un análisis comparativo entre el VAN de costos totales del ciclo de vida útil, desde el punto de vista del TCO, del camión de carga pesada de diésel que posee la empresa actualmente y el del camión eléctrico de carga pesada seleccionado para este proyecto. Identificándose que la mejor opción financiera para la empresa es el camión de diésel, ya que el camión eléctrico es un 310% más costoso a lo largo del ciclo de vida útil, y esto debido al elevado valor de los costos de adquisición del camión eléctrico y de los costos asociados a sus baterías. Todo porque muy posiblemente la tecnología existente en los camiones eléctrico de carga pesada que hay actualmente en el mercado es muy reciente y poco desarrollada aún, a diferencia de los vehículos eléctricos de menor capacidad de peso que ya poseen en el mercado tecnologías más maduras y asequibles financieramente.

Otro aspecto negativo que también podría afectar en los elevados costos asociados a los camiones eléctricos de carga pesada es el gran tamaño de las baterías de litio que en general utilizan, ya que

deben ser capaces de proporcionar mucha energía para que estos grandes vehículos puedan transportar las cargas tan pesadas para las cuales son diseñados.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda esperar al menos 7 años si se desea volver a estudiar el mercado nacional de camiones eléctricos de carga pesada, para así dar tiempo a que entren modelos que posean tales características al país, además de un cierto periodo para que dicho nuevo mercado se consolide un poco; ya que, camiones eléctricos de carga pesada pueden llegar a durar dicha cantidad de años en entrar a Costa Rica.
- Se recomienda, en el caso de que se decida instalar un cargador para vehículos eléctrico en la empresa, establecerle una rigurosa rutina de mantenimientos preventivos y predictivos, como por ejemplo un sistema de monitoreo en tiempo real, para así asegurar lo mejor posible la disponibilidad de dicho cargador, esto además de instalar por lo menos uno secundario o extra de forma cercana a manera de “back up” si es posible.
- Se recomienda considerar los resultados financieros de una forma más cualitativa, y dar una especial relevancia a los obtenidos en la producción de CO₂, esto en el caso de que la empresa quiera asumir una figura más amigable con el medioambiente y ser ejemplo en la implementación de vehículos eléctricos pesados, para así aportar además un extra a las metas de carbononeutralidad existentes en Costa Rica, ya que empresas como Boston Scientific son financieramente muy sólidas y una imagen verde como esta le podría beneficiar.

- Se recomienda esperar por lo menos 7 años para realizar la compra de un camión eléctrico de carga pesada ya que sería prudente esperar este tiempo para que bajen los precios de venta de este tipo de vehículos. Además, en dicha cantidad de años también podrían llegar a tener una mayor madures en sus tecnologías, o bien una reducción de tamaño en las baterías de litio que utilizan en general, abaratando también sus costos asociados.
- Se recomienda comprar un camión eléctrico de carga pesada que ya se encuentre en el país, para así evitar todos los altos costos asociados a la importación del vehículo, o bien realizar una rigurosa tramitología para exonerarlos de impuestos en el caso contrario.
- Se recomienda, en el caso de que la empresa decida repetir este estudio o utilizarlo como guía para generar uno propio, intentar obtener de los proveedores las cotizaciones del costo de compra de los camiones seleccionados; para así poder utilizar dichos datos como un criterio más en la aplicación del método AHP logrando así una mayor efectividad en su aplicación; además, dichos datos ayudarían a obtener un VAN aún más preciso y realista.
- Se recomienda, en el caso de que la empresa decida repetir este estudio o utilizarlo como guía para generar uno propio, intentar obtener también la cotización del costo de importación, de ser necesario, del camión seleccionado, porque de igual forma dicho dato ayudaría a obtener un VAN aún más preciso y realista.
- Se recomienda, en el caso de que la empresa decida repetir este estudio o utilizarlo como guía para generar uno propio, intentar obtener también información sobre el estándar del cargador del camión seleccionado; ya que, permitiría comprobar la compatibilidad de dicho estándar con las opciones de recarga vistas para este camión, lo cual es un aspecto relevante que sería bueno tener en cuenta al evaluar las mismas.

- Se recomienda, en el caso de que se logre conocer dicha compatibilidad con las opciones de recarga y que no sea la adecuada, considerar en el estudio la adquisición de un adaptador para recarga ya que, podría representar una solución para dicho caso.

Referencias bibliográficas

- Al-Saadi, M., Mathes, M., Käsgen, J., Robert, K., Mayrock, M., Van Mierlo, J., & Bercibar, M. (2022). Optimization and Analysis of Electric Vehicle Operation with Fast-Charging Technologies. *World Electr. Veh. J.*
- Alternative Fuel and Advanced Vehicle Search.* (2023). Obtenido de U.S. Department of Energy: https://afdc.energy.gov/vehicles/search/results/?view_mode=grid&search_field=vehicle&search_dir=desc&per_page=8¤t=true&display_length=25&model_year=2023,2022,2021&fuel_id=41,-1&category_id=17,-1&manufacturer_id=67,205,117,394,415,201,113,5,408,481,9
- aresep.go.cr. (Junio de 2023). *Tarifas vigentes electricidad.* Obtenido de aresep: <https://aresep.go.cr/electricidad/tarifas/>
- Baek, D., Chen, Y., Chang, N., Macii, E., & Poncino, M. (2020). Energy-Efficient Coordinated Electric Truck-Drone Hybrid Delivery Service Planning. *AEIT.*
- Basaure Figueroa, F. J. (2021). *EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA DE CAMIONES ELÉCTRICOS PARA USO EN LOGÍSTICA DE ÚLTIMA MILLA.* Obtenido de UNIVERSIDAD DE CHILE: FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180474/Evaluacion-de-factibilidad-tecnica-economica-de-camiones-electricos-para-uso-en-logistica-de-ultima-milla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- bccr.fi.cr. (2023). *Principales Indicadores.* Obtenido de Banco Central de Costa Rica: <https://www.bccr.fi.cr/SitePages/Inicio.aspx>
- Blanco Salas, K., Chacón Araya, A. R., Montenegro Ballesteros, J., & Rodríguez Sánchez, R. (2021). *Inventario Nacional de gases de efecto invernadero y absorción de carbono 1990-2017. Primera Edición.* San José, Costa Rica: Ministerio del Ambiente y Energía, e Instituto Meteorológico Nacional.

- Borlaug, B., Moniot, M., Birky, A., Alexander, M., & Muratori, M. (12 de Octubre de 2022). Charging needs for electric semi-trailer trucks. *Renewable and Sustainable Energy Transition 2*.
- brlogistics.net. (2023). *Enviar vehículos a Costa Rica*. Obtenido de BR LOGISTICS EUROPE: <https://www.brlogistics.net/es/enviar-un-vehiculo-a-costa-rica/>
- Carlton, J. (Mayo de 2021). Preparing for the Future of Electric Garbage Trucks. *MSW Management*, págs. 22-26.
- Carrilero Borbujo, I., Pereirinha, P. G., González Vega, M., del Valle, J. A., & Álvarez Antón, J. C. (2021). Heavy duty transport decarbonization: Legislation and Standards for Hydrogen and Battery Electric Buses and Heavy-Duty Trucks. *2021 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*.
- Castro Tato, M. (2001). El Valor Actual Neto (VAN) como criterio fundamental de evaluación de negocios. En *Economía y Desarrollo* (págs. 180-194). La Habana.
- Chandrakant Sonar, H., & Devidas Kulkarni, S. (25 de Mayo de 2021). *An Integrated AHP-MABAC Approach for Electric Vehicle Selection*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100665>
- Elgowainy, A., Kelly, J. C., & Krishnamoorthy, R. (8 de Mayo de 2023). *Vehicle-cycle and life-cycle analysis of medium-duty and heavy-duty trucks in the United States*. Obtenido de Science of the Total Environment: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164093>
- Erdem, M. (26 de Febrero de 2022). Optimisation of sustainable urban recycling waste collection and routing with heterogeneous electric vehicles. *Sustainable Cities and Society 80*, págs. 2210-6707.
- Eren, T., & Hamurcu, M. (13 de Septiembre de 2022). *Multicriteria decision making and goal programming for determination of electric automobile aimed at sustainable green environment: a case study*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10669-022-09878-8>
- Ewert, R., Grahle, A., Martins-Turner, K., Syré, A. M., Nagel, K., & Göhlich, D. (17 de Agosto de 2021). Electrification of Urban Waste Collection: Introducing a Simulation-Based

- Methodology for Technical Feasibility, Impact and Cost Analysis. *World Electric Vehicle Journal*.
- FUSO Truck Europe. (2023). *LA RED DE CONCESIONARIOS Y TALLERES DE CANTER*. Obtenido de FUSO: <https://www.fuso-trucks.es/distribuidores/>
- Gobierno de la República de Costa Rica, Consejo Nacional de Vialidad. (24 de Abril de 2023). *Consejo Nacional de Vialidad CONAVI*. Obtenido de Servicios al usuario del Departamento de Pesos y Dimensiones: <https://conavi.go.cr/pesos-y-dimensiones>
- Gobierno del Bicentenario Costa Rica. (2018). *Plan de Descarbonización*. Obtenido de Gobierno de Costa Rica 2018 - 2050: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf>
- González Navarro, N., López Parra, E., Aceves López, J. N., Celaya Figueroa, R., & Beltrán Fraijo, N. (2022). *Que integra el estudio financiero en un plan de Negocios*. Obtenido de Itson: https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no56/estudio_financiero.pdf
- Gozen, E., Çevirgen, M. S., & Ozgül, E. (18 de Julio de 2022). Transmission speed and ratio optimization for heavy-duty electric truck. *Heliyon* 8.
- Gunawan, T. A., & Monaghan, R. F. (21 de Diciembre de 2022). Techno-econo-environmental comparisons of zero- and low-emission heavy-duty trucks. *Applied Energy* 308.
- Hidalgo, M. (15 de Marzo de 2023). Entrevista al responsable de tomar los criterios técnicos sobre el camión. (K. Salas, Entrevistador)
- Huang, Q., Wen, C., Yun, Y., Shi, C., Wu, D., & Ge, W. (17 de Agosto de 2021). Research on Catenary Power Supply System of Electric Heavy Truck. *2021 IEEE 4th International Electrical and Energy Conference (CIEEC)*.
- Instituto Meteorológico Nacional. (Julio de 2022). *Factores de Emisión GEI, Duodécima edición*. Obtenido de PROGRAMA DE CAMBIO CLIMATICO: <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/factores-de-emision-2022/>

- INTECO. (2016). *INTE B5:2016*. Obtenido de inteco.org: https://www.inteco.org/en_US/shop/inte-b5-2016-norma-para-demostrar-la-carbono-neutralidad-requisitos-163#attr=
- Jagiełło, A., Wolański, M., & Wołek, M. (6 de Octubre de 2021). *Multi-Criteria Analysis in the Decision-Making Process on the Electrification of Public Transport in Cities in Poland: A Case Study Analysis*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/en14196391>
- Lin, J., & Zhou, W. (2021). Important factors to daily vehicle routing cost of battery electric delivery trucks. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SUSTAINABLE TRANSPORTATION*, págs. 541–558.
- Luk, J., MacLean, H. L., Roorda, M. J., & Zhou, T. (2017). Life cycle GHG emissions and lifetime costs of medium-duty diesel and battery electric trucks in Toronto, Canada. *Transportation Research Part D*, 91–98.
- Lyu, Z., Pons, D., & Zhang, Y. (11 de Mayo de 2023). *Emissions and Total Cost of Ownership for Diesel and Battery Electric Freight Pickup and Delivery Trucks in New Zealand: Implications for Transition*. Obtenido de Sustainability: <https://doi.org/10.3390/>
- Madichetty, S., Neroth, A. J., Mishra, S., & Babu, B. C. (30 de Septiembre de 2022). Route Towards Road Freight Electrification in India: Examining Battery Electric Truck Powertrain and Energy Consumption. *Chinese Journal of Electrical Engineering*, Vol.8, págs. 57-75.
- Mejía Montoya, D. (2018). *METODOLOGÍAS GENÉRICAS APLICABLES AL DISEÑO ROBUSTO EN*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/ca3aeb3-40b2-4835-9254-adea9b15803a/content>
- Mideplan. (Abril de 2022). *Plan Estratégico Nacional 2050*. Obtenido de Mideplan: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica: <https://www.mideplan.go.cr/plan-estrategico-nacional-2050>

- Nantes, E. A. (2019). EL MÉTODO ANALYTIC HIERARCHY PROCESS PARA LA TOMA DE DECISIONES. REPASO DE LA METODOLOGÍA Y APLICACIONES. *INVESTIGACION OPERATIVA - AÑO XXVII - N° 46*, 54-73.
- NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014. (2017). *Artículo 625.40*. Costa Rica: Languages Worldwide.
- Parra, C. (18 de Octubre de 2019). *Curso: TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE COSTO DE CICLO DE VIDA E INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD APLICADAS EN EL PROCESO DE OPTIMIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO*. Obtenido de cmc-latam.com: <https://cmc-latam.com/wp-content/uploads/2019/09/C%C3%B3mo-justificar-herramientas-de-la-industria-4.0-mediante-un-an%C3%A1lisis-de-coste-de-ciclo-de-vida-toolbox.pdf>
- Pečman, J., Stopka, O., & Stopková, M. (21 de Junio de 2022). *APPLICATION OF MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS FOR EVALUATION OF SELECTED PASSENGER ELECTRIC CARS: A CASE STUDY*. Obtenido de <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.3.A133-A141>
- Phadke, A., McCall, M., & Rajagopal, D. (9 de Diciembre de 2019). Reforming electricity rates to enable economically competitive electric trucking. *Environ. Res. Lett.* 14.
- Procuraduría General de la República. (18 de Enero de 2018). *Incentivos y promoción para el transporte eléctrico N° 9518*. Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=85810&nValor3=111104&strTipM=TC
- Procuraduría General de la República. (2 de Abril de 2019). *Reglamento para la construcción y el funcionamiento de la red de centros de recarga eléctrica para automóviles eléctricos por parte de las empresas distribuidoras de energía eléctrica N° 41642-MINAE*. Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89191&nValor3=116987&strTipM=TC
- Qiu, K., Ribberink, H., & Entchev, E. (1 de Septiembre de 2022). Economic feasibility of electrified highways for heavy-duty electric trucks. *Applied Energy* 326.

- Rafael Morales, M. Y., & Hernández Guzmán, A. (2012). *MANUAL DE CONDUCCIÓN TÉCNICA DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES DIESEL: SEGUNDA EDICIÓN*. Obtenido de imt.mx: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt360.pdf>
- Reis, J. (2019). Implementing electric vehicles in public services: case study research. *Int. J. Electric and Hybrid Vehicles*.
- Speth, D., Plotz, P., Funke, S., & Vallarella, E. (7 de Junio de 2022). Public fast charging infrastructure for battery electric trucks—a model-based network for Germany. *Environ. Res.: Infrastruct. Sustain.* 2.
- Sproul, E., Trinko, D. A., Asher, Z. D., Limb, B., Bradley, T. H., Quinn, J. C., & Zane, R. (2018). Electrification of Class 8 Trucking: Economic Analysis of In-Motion Wireless Power Transfer Compared to Long-Range Batteries. *Colorado State University, Fort Collins, CO, USA; Utah State University, Logan, UT, USA*.
- Tarqui Flores, A. (2022). *Estudio de prefactibilidad*. Obtenido de Scribd: <https://www.scribd.com/doc/63872740/Estudio-de-prefactibilidad>
- Valerio, O. (25 de Octubre de 2022). Entrevista al encargado de operar el camión. (K. Salas, Entrevistador)
- Vehículos eléctricos en Costa Rica*. (2022). Obtenido de Ministerio Ambiente y Energía: <https://energia.minae.go.cr/?p=5634>
- Walz, K., Otteny, F., & Rudion, K. (2021). Charging Profile Modeling Approach for Battery-Electric Trucks based on Trip Chain Generation. *2021 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT Europe)*.
- Won, H., Hong, Y.-K., Choi, M., Platt, J., Bryant, B., Choi, S., . . . Lim, T.-W. (2022). Novel Design of Six-Phase Spoke-Type Ferrite Permanent Magnet Motor for Electric Truck Application. *Energies*.
- Zähringer, M., Wolff, S., Schneider, J., Balke, G., & Lienkamp, M. (28 de Septiembre de 2022). Time vs. Capacity—The Potential of Optimal Charging Stop Strategies for Battery Electric Trucks. *Energies*, págs. 1-18.

Apéndices

Apéndice A. Entrevistas

Entrevista al encargado de operar el camión

Entrevistado: Ovidio Valerio, empleado del Departamento de Logística de Boston Scientific Heredia y encargado de operar el camión durante años.

Entrevistador: Kevin Salas, estudiante de último año de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Fecha en la que se realizó la entrevista: martes 25 de octubre de 2022, en Boston Scientific Heredia

¿El camión de diésel que poseen actualmente es el único vehículo que tiene la empresa?

“Sí correcto, es el único, aunque también hay montacargas, pero son eléctricos”.

¿Para que utilizan el camión que tienen ahorita?

“Se utiliza principalmente para transportar materiales, producto, spares y equipos de un edificio al otro (del edificio A al C, en esos edificios de la empresa están sus bodegas y está lejos entre sí dentro de la zona franca), pero como es el único camión a veces se usa para hacer viajes a Coyol, de hecho, como se compró hace poco más de dos años, ya tiene como 9200 km”.

¿Cada cuánto va el camión a Coyol y cuántos kilómetros son de acá a allá?

“Más o menos son como 4 viajes al mes, y de acá Heredia a Alajuela (Coyol) hay como unos 11 km de distancia aproximadamente.”

¿Cuánta distancia hay entre edificios (edificios A y C)?

“Hay como 900 m o casi 1 km aproximadamente.”

¿Cuántos litros de diésel consume al mes el camión?

“Unos 180 l (litros) al mes más o menos”.

¿Cuánto peso carga el camión y cuánto es lo más que ha cargado?

“Carga aproximadamente 8 t (toneladas) máximo, pero nunca se ha usado esa capacidad máxima, lo más pesado que se le ha cargado ha sido un equipo de 2 t aproximadamente”.

¿Cada cuánto se le hace mantenimiento al camión?

“Cada 6 meses”.

¿Cuánto costó el camión?

“Costó unos 60 mil dólares más o menos (74 mil dólares realmente)”.

¿Cuánto cuesta el mantenimiento del camión?

“Cuesta unos 300 mil colones semestrales más o menos (intento de dar un aproximado)”.

¿Cuántos kilómetros recorre el camión por día?

“Como unos 10 km aproximadamente, porque a lo interno del parque (zona franca) hace como unos 14 viajes en total por día más o menos (viajes entre edificios A y C, ida y vuelta)”.

Entrevista al responsable de tomar los criterios técnicos sobre el camión

Entrevistado: Melvin Hidalgo, empleado del departamento de logística de Boston Scientific Heredia y responsable de tomar los criterios técnicos sobre el camión de la empresa.

Entrevistador: Kevin Salas, estudiante de último año de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Fecha en la que se realizó la entrevista: miércoles 15 de marzo de 2023, en Boston Scientific Heredia

Tengo entendido que usted ayudó con la selección del camión que tienen actualmente ¿Cómo fue dicha ayuda?

“Sí así es, yo recomendé realizar la compra del camión, porque lo que se usaba antes era uno muy similar, pero era alquilado, entonces yo hice un cálculo para ver si comprar en lugar de alquilar salía mejor, y sí se vio que la inversión de la compra se recuperaba rápido”.

¿Y qué criterios se utilizaron para seleccionar el camión?

“Básicamente fue comprar un camión similar al que se alquilaba antes, porque lo que se necesitaba era un camión al que se le pudiera poner un cajón que pudiera llevar 12 tarimas como el que se alquilaba, y porque 12 tarimas es justo la cantidad que se necesita estar transportando de material o producto.”

¿Entonces un cajón como el que tiene el camión que ustedes tienen ahorita le caben 12 tarimas máximo?

“Sí correcto, le caben 12 tarimas máximo”.

Respecto a capacidad de peso ¿Consideraron algún criterio para seleccionar el camión?

“Aunque eso es un aspecto importante, se pensó principalmente en que tuviera el espacio de cajón necesario por lo de las 12 tarimas, porque como la idea fue comprar un camión igual al que se alquilaba, entonces este camión igual es grande, o también tiene digamos una buena capacidad de peso máximo como el que se alquilaba, por lo que por capacidad de peso no nos preocupamos porque el tipo de materiales y productos que se transportan son muy livianos, de hecho nunca se ha alcanzado la capacidad de peso máxima del camión que se tiene ahorita, siempre ha andado con un peso de varias toneladas menos de la capacidad máxima de él”.

¿Y de casualidad conoce usted las dimensiones de las tarimas que utilizan?

“Sí, son tarimas de 98x98 cm”.

Apéndice B. Cálculo del peso del cajón que tiene el camión que posee actualmente la empresa

Este dato se puede calcular con dos datos, con el dato de peso en vacío, o tara, de la ficha técnica del camión (Anexo 3) y con el peso en vacío registrado en el Permiso de Pesos y Dimensiones de este (Anexo 4), ya que el primero es el dato del camión como sale de fábrica, o sea solo con chasis y cabina, y el segundo es que se registra en el permiso, el cual ya incluye el peso del cajón montado porque así es como se le da dicho permiso para ser usado para su propósito. Entonces, para dicho cálculo, es necesario restarle al dato del peso en vacío del permiso el de la ficha técnica, para así obtener la diferencia que sería el dato deseado del peso del cajón en cuestión:

PESO BRUTO VEHICULAR		
Capacidad de carga máxima: 37.700 LB / 17.100 KG		
Peso del vehículo: 11.842 LB / 5.371 KG		
Carga útil disponible: 25.858 LB / 11.279 KG		
La carga útil disponible no estima el peso de la carrocería a instalar		

8. CARACTERÍSTICAS DEL AUTOMOTOR		
5.1. Clase	5.6. Año	6.1
	2020	
5.2. Número de VIN	5.7. Modelo	6.1
3ALACYCS6LDLX7441	M2	
5.3. Marca	5.8. Número de chasis	6.4
FREIGHTLINER		
5.4. Carrocería	5.9. Número de motor	6.1
FULGON		
5.5. Propietario		
BOSTON SCIENTIFIC DE COSTA RICA S.R.L		
5.10. Ancho (cm)	5.11. Alto (cm)	5.12. Longitud (cm)
259	360	1043
7. PESOS (TON) DISTANCIAS ENTRE EJE (CM)		
7.1. PMA	7.2. Tara (Peso Vacío)	7.3. Carga útil
15.20	7.92	7.28
9. Observaciones:		

Figura 12. Datos tomados del Permiso de Pesos y Dimensiones.

Fuente: Elaboración propia

$$\rightarrow 7920 \text{ kg} - 5371 \text{ kg} = 2549 \text{ kg}$$

Apéndice C. Cálculo visual y de medidas máximas de los demás camiones para el segundo criterio principal

Continuando con la idea de la sección 2.2., relacionada a este tema, se tiene que para el modelo eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2 se realizó exactamente lo mismo, pero para el caso de este camión como la imagen de referencia es representativa para algunas varias dimensiones de los demás tipos del modelo en el mismo dibujo, se tuvo que dibujar en azul también las dimensiones del modelo tratado según su ficha técnica, además de la medida máxima de la altura dentro del rango que ya daba la imagen de referencia de la ficha técnica.

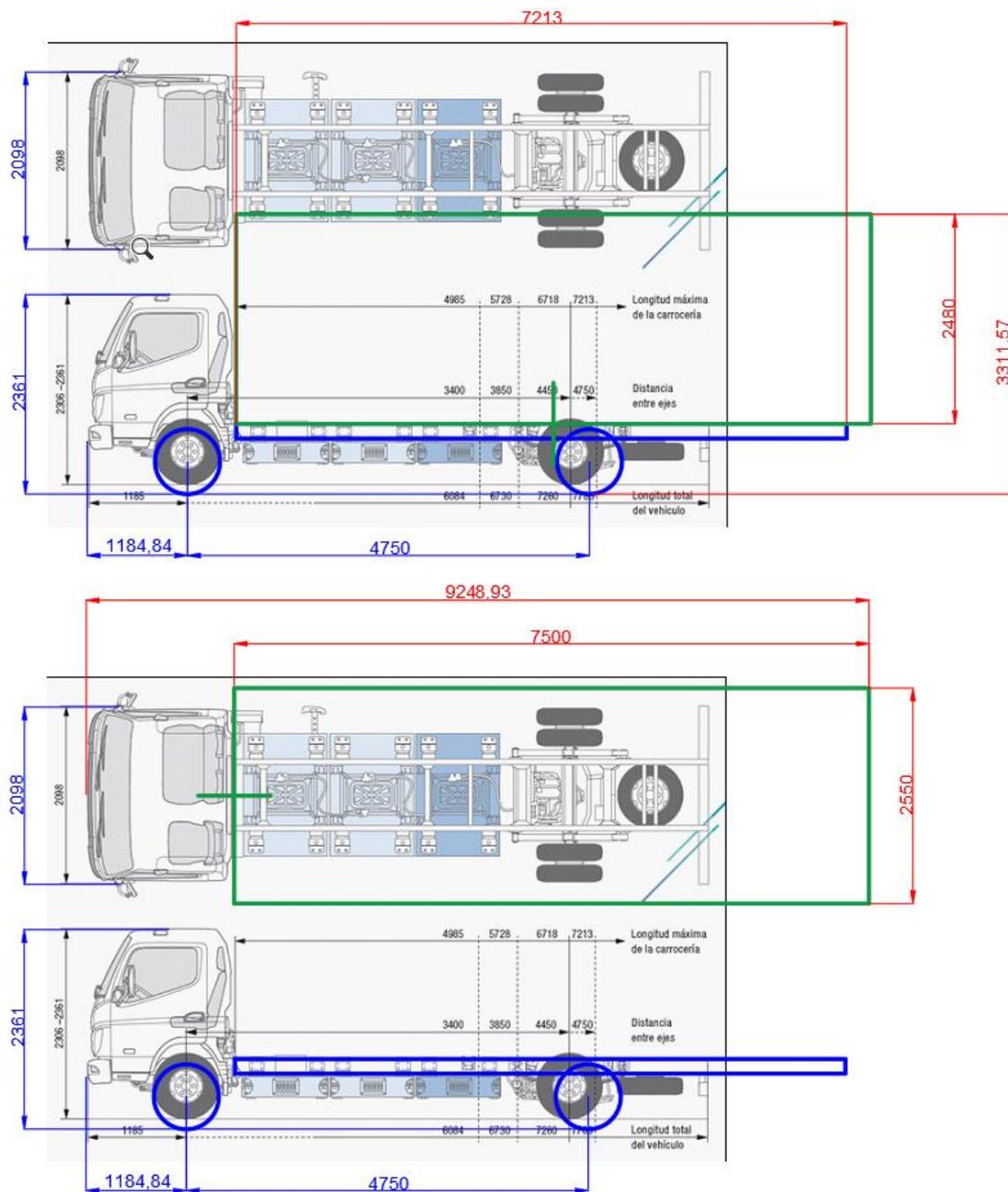


Figura 13. Mediciones en AutoCAD para el modelo eCANTER 9C18e Código FECXKKLESEU2 con cajón.

Fuente: Elaboración propia

Y para el modelo 220EV Clase 6 se realizó de nuevo exactamente lo mismo, pero ahora para el caso de este camión la imagen de referencia utilizada se construyó a partir de dos imágenes separadas, por lo que se utilizó en cada una dos cotas azules para escalarlas.

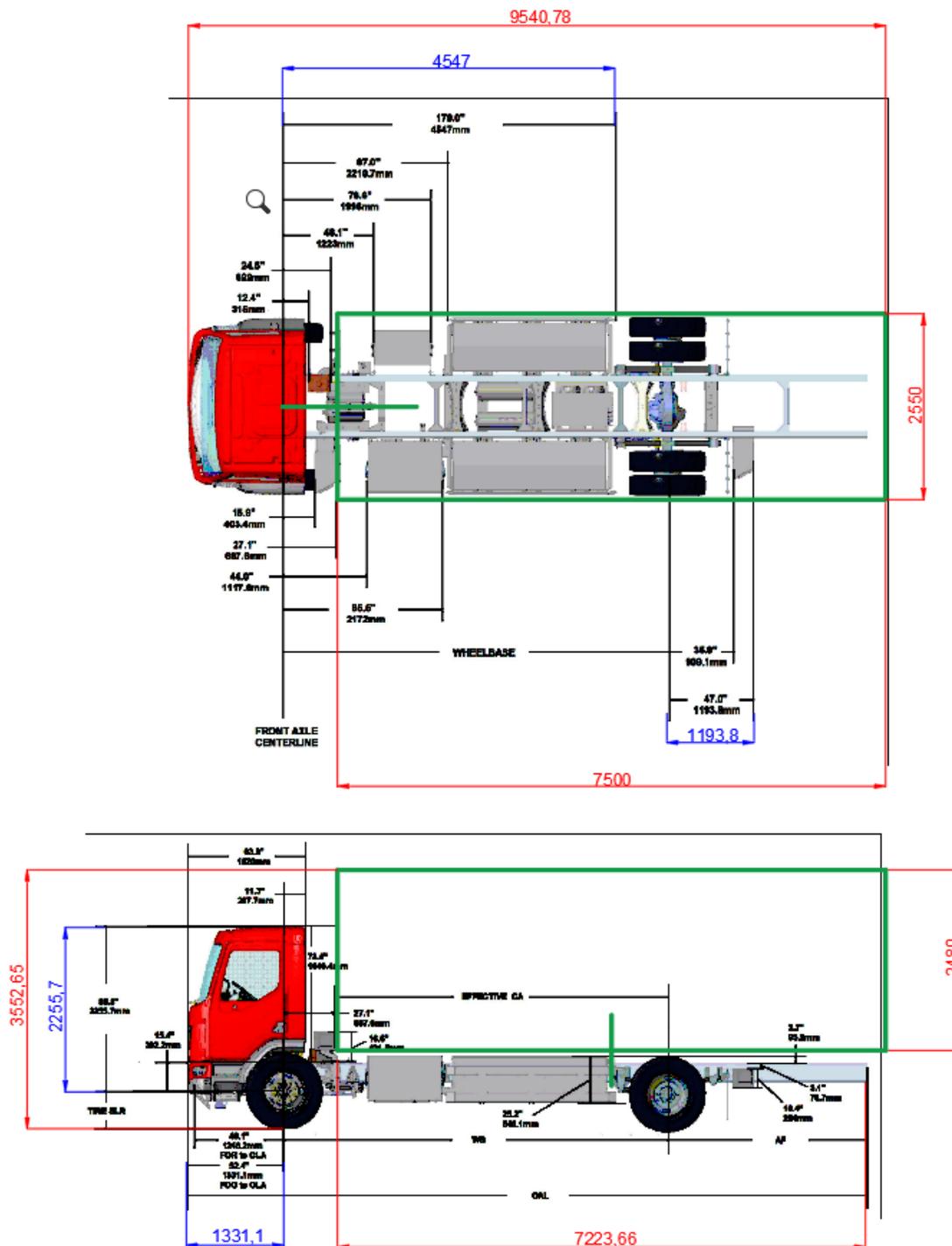
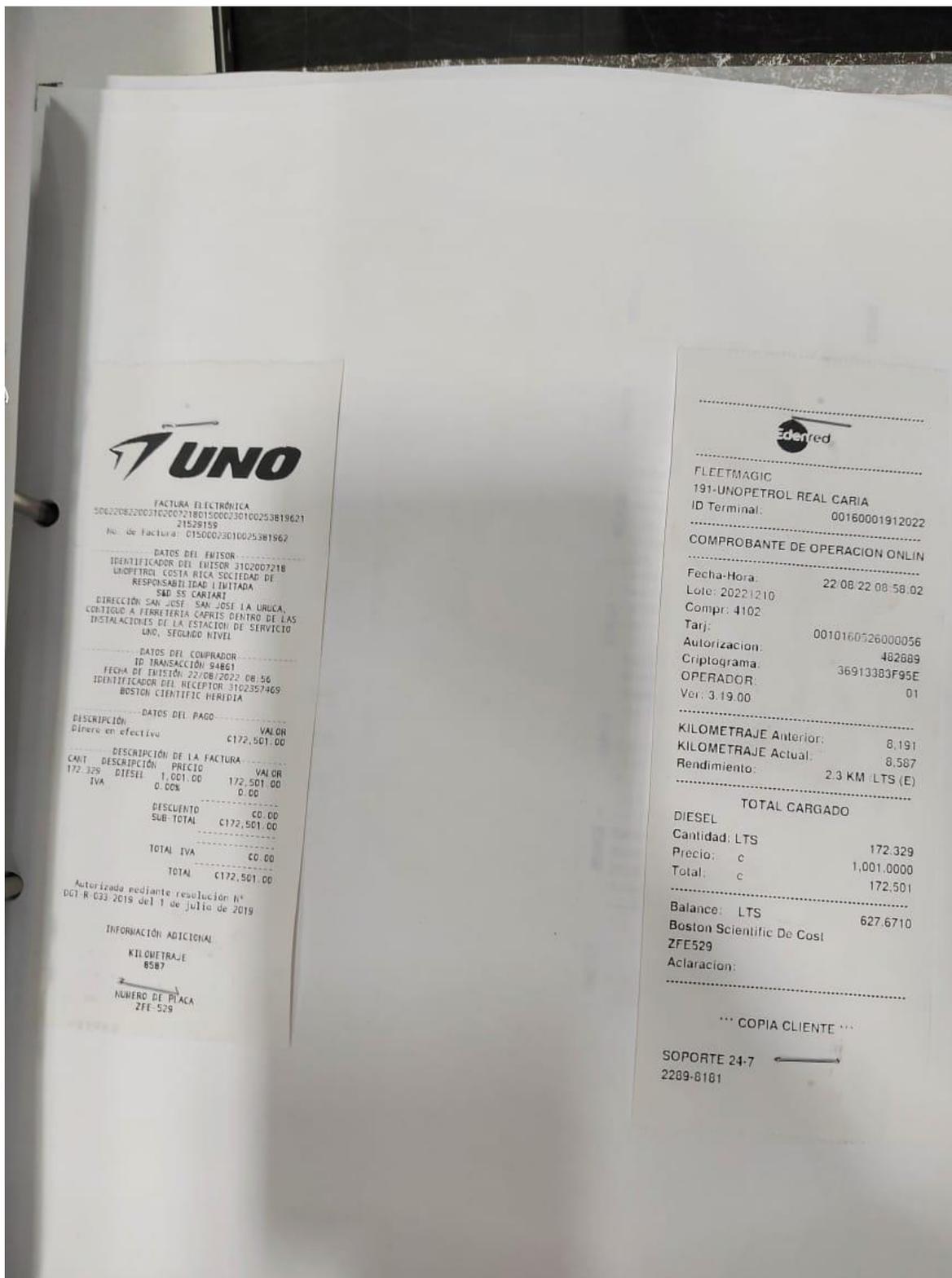


Figura 14. Mediciones en AutoCAD para el modelo 220EV Clase 6 con cajón.

Fuente: Elaboración propia

Anexos

Anexo 1. Facturas mensuales de diésel



FACTURA ELECTRÓNICA
 5062082200310200701801500030100253819621
 21529159
 No. de Factura: 01500023010025381962

DATOS DEL EMISOR
 IDENTIFICADOR DEL EMISOR 3102007218
 UNOPETROL COSTA RICA SOCIEDAD DE
 RESPONSABILIDAD LIMITADA
 540 SS CARTAJI
 DIRECCION SAN JOSE SAN JOSE LA URUCA
 CORTIQUO A FERRETERIA CAPRIS CENTRO DE LAS
 INSTALACIONES DE LA ESTACION DE SERVICIO
 UNO, SEGUNDO NIVEL

DATOS DEL COMPRADOR
 ID TRANSACCION 94861
 FECHA DE EMISION 22/08/2022 08:56
 IDENTIFICADOR DEL RECEPTOR 3102357465
 BOSTON SCIENTIFIC HEREDIA

DATOS DEL PAGO
 DESCRIPCION VALOR
 Dinero en efectivo C172,501.00

DESCRIPCION DE LA FACTURA	PRECIO	VALOR
CANT 172.329 DIESEL	1,001.00	172,501.00
IVA 0.00%	0.00	0.00

DESCUENTO	CO.00
SUB-TOTAL	C172,501.00

TOTAL IVA	CO.00
TOTAL	C172,501.00

Autorizada mediante resolución N°
 DGT-R-023-2019 del 1 de Julio de 2019

INFORMACION ADICIONAL

KILOMETRAJE
 8587

NUMERO DE PLACA
 ZFE-529



FLEETMAGIC
 191-UNOPETROL REAL CARIA
 ID Terminal: 00160001912022

COMPROBANTE DE OPERACION ONLIN

Fecha-Hora: 22/08/22 08:58:02

Lote: 20221210

Compr: 4102

Tarj:

Autorizacion: 0010160526000056

Criptograma: 482689

OPERADOR: 36913383F95E

Ver: 3.19.00 01

KILOMETRAJE Anterior: 8,191

KILOMETRAJE Actual: 8,587

Rendimiento: 2.3 KM /LTS (E)

TOTAL CARGADO

DIESEL

Cantidad: LTS 172.329

Precio: c 1,001.0000

Total: c 172.501

Balance: LTS 627.6710

Boston Scientific De Cost

ZFE529

Aclaracion:

*** COPIA CLIENTE ***

SOPORTE 24-7
 2289-8181



FACTURA ELECTRÓNICA
0002000200310007218010000740100252039401
1708256
No. de Factura: 03300074010075393940

--- DATOS DEL EMISOR ---
IDENTIFICADOR DEL EMISOR 2102007218
UNOPETROL COSTA RICA SOCIEDAD DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA
540 93 CARIMARI
DIRECCION SAN JOSE SAN JOSE LA URUCA
COSTA RICA FERRUTERIA CAPRIS CENTRO DE LAS
INSTALACIONES DE LA ESTACION DE SERVICIO
UNO, SEGUNDO NIVEL

--- DATOS DEL COMPRADOR ---
ID TRANSACCION 96891
FECHA DE EMISION 20/05/2022 13:28
IDENTIFICADOR DEL RECEPCION 2102257469
BOSTON SCIENTIFIC HEREDIA

--- DATOS DEL PAGO ---		VALOR	
DESCRIPCION			
Dinero en efectivo		C152,631.00	
--- DESCRIPCION DE LA FACTURA ---			
CANT.	DESCRIPCION	PRECIO	VALOR
175.000	DIESEL	872.00	152,631.00
	IVA	0.00%	0.00
DESCUENTO			CO.00
SUB TOTAL			C152,631.00
TOTAL IVA			CO.00
TOTAL			C152,631.00

Autorizada mediante resolución N°
DGT-R-023-2019 del 1 de julio de 2019

INFORMACION ADICIONAL

KILOMETRAJE
8974

NUMERO DE PLACA
ZFE 525

CC
ovidio



FLEETMAGIC
191-UNOPETROL REAL CARIÁ
ID Terminal: 00160001912022

COMPROBANTE DE OPERACION ONLIN

Fecha-Hora: 20 09 22 13:32:49
Lote: 20221312
Compr: 4267
Tarj: 0010160526000056
Autorizacion: 538396
Criptograma: B618C60FC875
OPERADOR: 01
Ver: 3.19.00

KILOMETRAJE Anterior: 8.587
KILOMETRAJE Actual: 8.974
Rendimiento: 2.2 KM LTS (E)

TOTAL CARGADO

DIESEL
Cantidad: LTS 175.035
Precio: c 872.0000
Total: c 152.631

Balance: LTS 624.9650
Boston Scientific De Cost
ZFE529

Aclaracion:

*** COPIA CLIENTE ***

SOPORTE 24-7
2289-8181



FLEETMAGIC
191-UNOPETROL REAL CARIA
ID Terminal: 00160001912022

COMPROBANTE DE OPERACION ONLIN

Fecha-Hora: 18/10/22 08:39:31
Lote: 20221420
Compr: 4455
Tarj: 0010160526000056
Autorizacion: 501270
Criptograma: 7F5CF47F9416
OPERADOR: 01
Ver: 3.19.00

KILOMETRAJE Anterior: 8.974
KILOMETRAJE Actual: 9.237
Rendimiento: 1.6 KM /LTS (E)

TOTAL CARGADO

DIESEL
Cantidad: LTS 166.378
Precio: c 865.0000
Total: c 143.917

Balance: LTS 633.6220
Boston Scientific De Cost

ZFE529

Aclaracion:

*** COPIA CLIENTE ***

SOPORTE 24-7
2289-6181

ZFE-529
OC

Km-9237
OC

INFORMACION ADICIONAL

Autorizada mediante resolución N°
DGT-R-033 2019 del 1 de Julio de 2019

TOTAL	CO.00	143,917,00
TOTAL IVA	CO.00	0,00
DESCUENTO	CO.00	143,917,00
SUB-TOTAL	CO.00	0,00
IVA	0.00%	0,00
166.378 DIESEL	PRECIO	865.00
CANT DESCRIPCION VALOR	PRECIO	143,917,00
DESCRIPCION DE LA FACTURA		
Pagó en tarjeta de crédito 143,917,00		
VALOR		
DESCRIPCION		

DATOS DEL PAGO
DESCRIPCION VALOR
Pagó en tarjeta de crédito 143,917,00

DATOS DEL COMPADOR
ID TRANSMISION 94808
FECHA DE EMISION 18/10/2022 08:34
IDENTIFICADOR DEL RECIBO 3102357469
BOSTON CIENTIFIC HEREDIA

DATOS DEL EMISOR
IDENTIFICADOR DEL EMISOR 3102007218
UNOPETROL COSTA RICA SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
SAD SS CARINARI
DIRECCION SAN JOSE SAN JOSE LA URUCA
CONTIGUO A FERRETERIA CAPRIS DENTRO DE LAS
INSTALACIONES DE LA ESTACION DE SERVICIO
UNO, SEGUNDO NIVEL

REIMPRESION
FACTURA ELECTRÓNICA
506181022003102007218015000270100254049631
08972002
No. de Factura: 01500027010025404963



Anexo 2. Cálculo de los kilogramos de CO₂ mensuales producidos por el camión de la empresa

Share

$\sqrt{\frac{x}{y}}$ CO₂ from Diesel Fuel

Last modified by KurtHeckman on Sep 29, 2022, 12:51:21 AM
Created by MichaelBartmess on Sep 6, 2014, 10:50:38 PM

$$CO_2 = 171.25 \cdot 22.38 \frac{\text{lb}}{\text{gal}}$$

i (V) Volume of Diesel

171.25

(L) liter



Share Result

459.24376967405

(kg) kilogram

The **CO₂ from Diesel Fuel** calculator computes the amount of CO₂ produced from burning an amount of Diesel Fuel.

Los 171.25 L son un promedio sacado de las facturas

Anexo 3. Ficha técnica del camión de la empresa



The image shows a red Freightliner Business Class M2 truck, viewed from a front-three-quarter angle. The truck is parked on a paved surface with a city skyline in the background under a clear sky. The truck features a large chrome grille, headlights, and a chrome bumper. The Freightliner logo is visible on the grille and the top of the hood. The truck has a 4x2 configuration with dual rear wheels.

FREIGHTLINER

FICHA TÉCNICA

BUSINESS CLASS M2

M2 106 37 K 4x2

MOTOR

Marca: Mercedes-Benz
 Serie: MBE 900 / 6.4L
 Caballaje: 210 HP @ 2200 RPM, 2500 GOV
 Torque: 605 LB/FT @ 1200 RPM
 Certificación de emisiones 1998 EPA/CARB
 Radiador de 1000 pulgadas cuadradas
 Freno de compresión Top - Brake
 Sistema de escape vertical derecho sencillo con terminal curvo

SISTEMA ELÉCTRICO

Alternador: DR 12V 160 AMP
 Arrancador: DR 39MT 12 VOLTIOS
 Cuatro baterías 12 voltios libres de mantenimiento
 Cajas de baterías: Sencilla izquierda montaje en larguero debajo de cabina
 Interruptor de corte de baterías en cabina afuera del asiento de operador

TRANSMISIÓN

Marca: Eaton Fuller
 Modelo: FS-6406A "Seis Velocidades"
 Control hidráulico del embrague
 Embrague: Cerámico Eaton Fuller dos discos

EJE DELANTERO

Marca: Meritor o Detroit
 Capacidad de carga: 14.700 LB / 6.667KG
 Suspensión: Hoja angosta de 14.600LB / con amortiguadores
 Dirección hidráulica TRW TAS-85
 Enfriador de aceite-aire del líquido de la dirección

EJE TRASERO TANDEM

Marca: Meritor
 Modelo: RS-23-160 SERIE R
 Relación: 4.89
 Capacidad de carga: 23.000 LB / 10.432 KG
 Suspensión: Hoja plana de 52" rango variable

FRENOS

Paquete de frenos de aire
 Frenos delanteros: Meritor tipo leva
 Frenos traseros: Meritor tipo leva de servicio pesado
 Secador de aire: Bendix AD-9
 Opcional ABS

LLANTAS Y AROS

Llantas delanteras y traseras: 11R 22R de 16 capas
 Aros delanteros y traseros de hierro: 22.5x8.25 de 10 pernos
 Incluye: Llanta y aro de refracción
 Opcional aros de aluminio

CHASIS

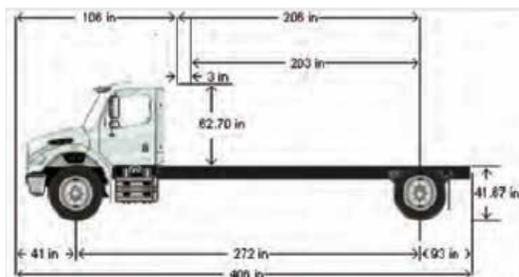
Distancia entre ejes de 6900 mm(272")
 Volado trasero de 2350 mm(93")
 Largo aprovechable carrozable: 7.60 m
 Larguero de acero 7/16" x 3-9/16" x 11-1/8 120 KSI
 Opcional de refuerzo interno en C A 1/4"
 Defensa de 14" de acero pintada de tres piezas con extremos plegables
 Sujetadores de collar redondo del chasis Huck-Spin
 Tanques de combustible derecho e izquierdo en aluminio de 50 galones / 189 litros c/u
 Separador de agua/filtro de combustible con cebador

CABINA

Cabina de 106" de aluminio con techo plano
 Equipo con 102" de ancho
 Montaje neumático para cabina
 Bocina de aire redonda de 14" debajo de cabina
 Escalones de acceso a la cabina en ambos lados de doble nivel
 Visera exterior compuesta
 Calefacción, desempañador y aire acondicionado
 Asiento de operador con suspensión neumática y ajuste
 Asiento de acompañantes tipo banca con caja de herramienta integrada
 Alarma de reversa
 Pantalla: odómetro, hora, diagnósticos, voltaje, 26 luces de alarma, enlace de datos
 Radio AM/FM/CD

PESO BRUTO VEHICULAR

Capacidad de carga máxima: 37.700 LB / 17.100 KG
 Peso del vehículo: 11.842 LB / 5.371 KG
 Carga útil disponible: 25.858 LB / 11.279 KG
 La carga útil disponible no estima el peso de la carrocería a instalar



Anexo 4. Título de Propiedad de Vehículos y Permiso de Pesos y Dimensiones

REGISTRO NACIONAL REPUBLICA DE COSTA RICA		REGISTRO DE BIENES MUEBLES TITULO DE PROPIEDAD DE VEHICULOS			A2278614	
No. PLACA...:	ZFE ** 000529					
Citas de Inscrip	TOMO:2020	ASIENTO: 00287681	SEC:001	FECHA:26.05.2020		
Citas de Movim	TOMO:2020	ASIENTO: 00287681	SEC:001	FECHA/PRE:25.05.2020		
Marca	: FREIGHTLINER		Capacidad : *****3 Personas.			
Serie	: 3ALACYCS6LDLX7441		Año : 2020			
VIN	: 3ALACYCS6LDLX7441		Chasis : 3ALACYCS6LDLX7441			
Carrocería	: CAJA CERRADA O FURGON		No.Motor : 906978C1165763			
CEDULA JURIDICA...:3-102-357469						
Propietario BOSTON SCIENTIFIC DE COSTA RICA SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA						
***** FIN DE TITULO DE PROPIEDAD *****						
Emitido por: CATALINA CHAVES HERNANDEZ						

conavi Validad		F30.51.0-07-v3 PERMISO DE PESOS Y DIMENSIONES		No. 141129	Departamento de Pesos y Dimensiones Teléfono: 2202-5261 Fax: 2227-7348
1. Modalidad del permiso CONVENCIONAL	2. Número de placa ZFE529	3. Fecha de Emisión 19/06/2020	4. Fecha de vencimiento 19/06/2025		
5. CARACTERISTICAS DEL AUTOMOTOR			6. CARACTERISTICAS DEL REMOLQUE		
5.1. Clase M2	5.6. Año 2020	6.1. Placa (s)			
5.2. Número de VIN 3ALACYCS6LDLX7441	5.7. Modelo M2	6.2. Marca	6.3. Año		
5.3. Marca FREIGHTLINER	5.8. Número de chasis	6.4. Nombre del propietario			
5.4. Carrocería FURGON	5.9. Número de motor	6.5. Carrocería			
5.5. Propietario BOSTON SCIENTIFIC DE COSTA RICA S.R.L		6.6. Número de VIN o Serie			
5.10. Ancho (cm) 259	5.11. Alto (cm) 360	5.12. Longitud (cm) 1043	6.7. Ancho (cm)	6.8. Alto (cm)	6.9. Longitud (cm)
7. PESOS (TON) DISTANCIAS ENTRE EJES (CM)			8. PESOS (TON) Y DISTANCIAS ENTRE EJES (CM)		
7.1. PMA 15.20	7.2. Tara (Peso Vacío) 7.92	7.3. Carga útil 7.28	8.1. PMA	8.2. Tara (Peso Vacío)	8.3. Carga útil
9. Observaciones:			Peso Eje 1 5.20	Dist. Ejes 1-2 690	
10. Firma del funcionario que confecciona el permiso			Peso Eje 2 10.00	Dist. Ejes 2-3 ---	
10.1. Firma de funcionario que revisa el permiso			Peso Eje 3 ---	Dist. Ejes 3-4 ---	
10.2. Firma de funcionario que entrega el permiso			Peso Eje 4 ---	Dist. Ejes 4-5 ---	
			Peso Eje 5-6 ---	Dist. Ejes 5-6 ---	

Original: Propietario - Copia No 1: Archivo

Elaborado por: Departamento de Análisis Administrativo

Anexo 5. Diagrama de Pesos Permitidos para Camión Unitario de la página del CONAVI

TIPO DE VEHÍCULO	ESQUEMA	CONFIGURACIÓN EJES/LLANTAS (5)	SIMBOLOGÍA DEL RODADO	NUMERO DE		PESO MÁXIMO AUTORIZADO EN TONELADAS					LONGITUD MÁXIMA (L) EN METROS					
				EJES	LLANTAS	GRUPO DE EJES			PMA (2)	PSN (3)						
						1er	2do	3er								
C2+			1 - 1	2	4	(4)	(4)		6 (2)	6 (3)	6,00					
			S - S													
C2			1 - 1	2	6	6	10		16	16	12,00					
			S - D													
C3			1 - 1 1	3	8	6	15		21	21	12,00					
			S - D S													
C3			1 - 2	3	10	6	16,5		22,5	22,5	12,00					
			S - D													
C4			1-3 S-D	1-1 2 S-S D	4	14	12	6	2	2	29	2	2	2	2	12,00
C4			2 - 2	4	12	13	16,5		29,5	29,5	12,00					
			S - D													
C4+			1 - 2 - 1	4	12	6	16,5	6	28,5	28,5	12,00					
			S - D - S													
C5			1 - 1 - 2 - 1	5	14	6	20	6	32	32	12,00					
			S - S - D - S													

Nota:

Ancho del vehículo = 2,60 m
 Altura del vehículo = 4,15 m

Definiciones:

- (1) La cifra indica el número de ejes - S = llanta sencilla / D = llantas duales o dobles
 (2) PMA = Peso Máximo Autorizado. En el caso del vehículo tipo C2+, camionetas pick up y doble cabina que superen las 6 toneladas de peso bruto vehicular no debiéndose exceder en ningún momento ésta última condición.
 (3) PSN = Peso máximo autorizado con Suspensión Neumática, para implementación futura.
 (4) En el caso del vehículo tipo C2+, camionetas pick up y doble cabina, los pesos permitidos por grupo de ejes que se utilizarán para su control serán en primera instancia los señalados por el fabricante o en su defecto la CAPACIDAD (kg) resistente de las llantas, no debiéndose exceder ésta última condición.
 (5) Se deben aplicar readecuación de los pesos permisibles por eje o conjunto de ejes cuando la configuración de llantas por eje difiera de las mostradas.
 (6) Eje levadizo trasero, tipo "stinger". Usado fundamentalmente en vehículos repartidores de mezcla de hormigón o recolectores de basura.

Figura 15. Diagrama de pesos permitidos para camiones unitarios en Costa Rica.

Fuente: Consejo Nacional de Vialidad, 2023

Anexo 6. Base de datos de Combustibles Alternativos y Búsqueda Avanzada de Vehículos

EERE > AFDC > Tools > Vehicle Search

Printable Version



Alternative Fuel and Advanced Vehicle Search

Find and compare alternative fuel vehicles, engines, and hybrid/conversion systems. Some of the light-duty vehicles may count toward vehicle-acquisition requirements for [federal fleets](#) or [state and alternative fuel provider fleets](#) regulated by the Energy Policy Act. For downloads of past model years, see the [publications search](#).

Light-Duty Vehicles

All Vehicles

Search Results - 1 - 8 of 27 vehicles

New Search | Download | Print

Filter by: Model Year: 2023, 2022, 2021 Fuel/Technology: Electric | Class/Type: Vocational/Cab Chassis |

Manufacturer: All medium- and heavy-duty

View:

Refine Your Search

Model Year

- 2023
- 2022
- 2021

Fuel/Technology

- All Fuels
- Biodiesel (B20)
- Ethanol (E85)
- Hydrogen Fuel Cell
- LNG - Liquefied Natural Gas
- CNG - Compressed Natural Gas
- CNG - Bi-fuel
- Propane
- Propane - Bi-fuel
- Electric
- Plug-in Hybrid Electric
- Hybrid Electric
- Diesel/Hybrid Electric
- E85/Hybrid Electric

Class/Type

- All Classes/Types
- Sedan/Wagon
- Pickup
- SUV
- Van
- Step Van
- Vocational/Cab Chassis
- Street Sweeper
- Refuse
- Tractor
- Passenger Van/ Shuttle Bus
- Transit Bus
- School Bus

Manufacturer - Light-Duty

Manufacturer - Med & Heavy-Duty

- All Manufacturers
- Autocar
- Battle Motors
- Blue Bird
- BYD
- Chevrolet
- COBUS Industries
- Collins Bus Corp.
- Elgin
- ENC
- Envirotech
- Ford
- Freightliner
- Freightliner Custom Chassis
- FUSO
- Gillig
- Global
- GM BrightDrop
- GMC
- GreenPower Motor Company
- Heil Environmental

Battle Motors LET2



Electric

Transmission: Automatic

Power Source(s):

Borg Warner Cascadia Motion

Note: According to Manufacturer: 700V, 330kWh LFP Lithium battery pack with 240kWh or 630kWh optional; up to 180 miles range. Available in Class 6, 7, or 8.

Battle Motors LNT



Electric

Transmission: Automatic

Power Source(s):

Borg Warner Cascadia Motion

Note: According to Manufacturer: 700V, 240kWh LFP Lithium battery pack with 210kWh or 450kWh optional; up to 183 miles range. Available in Class 6, 7, or 8.

BYD 6F



Electric

Transmission: BYD

Note: According to manufacturer: 26,000 lbs GVWR; up to 523 HP; 2,325 lb-ft torque; 281kW battery; charging capacity 120 kW

Envirotech Cutaway Van



Electric

Transmission: Automatic

Power Source(s):

Envirotech 120 kW Synchronous Permanent Magnet
Note: According to Manufacturer: 14,110 lbs GVWR; 161 HP; 575 ft-lb torque; 106 kWh battery; 3-4 hr charging (8.6kW) with Level 2 EVSE; 170 miles range

Envirotech Urban Truck



Electric

Transmission: Automatic

Power Source(s):

Envirotech 120 kW Synchronous Permanent Magnet

Note: Low cab forward design. According to Manufacturer: 14,110 lbs GVWR; 163 HP; 756 ft-lb torque; NMC-Blended Li-ion 106 kWh battery; 3-4 hr charging (8.6kW) with Level 2 EVSE; 170 miles range

Ford E-450 Box Truck



Electric

Note: Based on the Ford E-450 Cutaway Chassis. This vehicle is available with an electric power train developed and installed by a Ford-approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Ford E450 Cutaway



Electric

Note: This vehicle is available with an electric power train developed and installed by an approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Ford E450 Stripped Chassis



Electric

Note: This vehicle is available with an electric power train developed and installed by an approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Vehicles per page:

8

← Previous 1 2 3 4 Next →

[ABOUT THE DATA](#)

Link a la dirección de la página web: [Alternative Fuel and Advanced Vehicle Search](#)



Alternative Fuel and Advanced Vehicle Search

Find and compare alternative fuel vehicles, engines, and hybrid/conversion systems. Some of the light-duty vehicles may count toward vehicle-acquisition requirements for [federal fleets](#) or [state and alternative fuel provider fleets](#) regulated by the Energy Policy Act. For downloads of past model years, see the [publications search](#).

Light-Duty Vehicles

All Vehicles

Search Results - 9 - 16 of 27 vehicles New Search | Download | Print

Filter by: Model Year: 2023, 2022, 2021 Fuel/Technology: Electric | Class/Type: Vocational/Cab Chassis | Manufacturer: All medium- and heavy-duty

View:

Refine Your Search

Ford E-450 Work Truck
Electric

Note: Based on the Ford E-450 Cutaway Chassis. This vehicle is available with an electric power train developed and installed by a Ford-approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Ford E-Transit Cutaway/Chassis Cab
Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
Ford 198 kW / 268 HP motor
Note: According to Manufacturer: 68 kWh battery; 115 kW DCFC speed; 126 miles range

Ford F-59 Stripped Chassis
Electric

Note: This vehicle is available with an electric power train developed and installed by a Ford-approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Ford F-650 Box Truck
Electric

Transmission: Automatic
Note: Based on the Ford F-650 cab/chassis. This vehicle is available with an electric power train developed and installed by an approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Ford Transit CC-CA 250, 350
Electric

Note: This vehicle is available with an electric power train developed and installed by an approved qualified vehicle modifier (QVM). It is available for delivery through select Ford dealerships, without impacting OEM warranties or service agreements.

Freightliner Custom Chassis MT-50e
Electric

Transmission: Dana Automatic
Power Source(s):
Proterra Electric Drive System
Dana eS9000r eAxe
Note: According to manufacturer: 250 kW (350 HP) peak power; 226 kWh lithium-ion battery; up to 190 miles range; full charge in 3 hours with DC Fast Charging

FUSO eCarter
Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
FUSO 135 kW electric motor
Note: According to manufacturer: 81 kW battery pack; over 62 miles range; fast charging in 105 minutes

GreenPower Motor Company EV Star Cargo+
Electric

Power Source(s):
Dana TM4 150 kW
Note: Box van based on chassis/cab. According to manufacturer: GVWR 14,330 lbs; 118kWh battery; up to 150 miles range; charging rate 8 hours (11 kW) at level 2, 2 hours (63 kW) at DCFC, or 2.5 hours (55 kW) wireless

- Model Year**
 - 2023
 - 2022
 - 2021
- Fuel/Technology**
 - All Fuels
 - Biodiesel (B20)
 - Ethanol (E85)
 - Hydrogen Fuel Cell
 - LNG - Liquefied Natural Gas
 - CNG - Compressed Natural Gas
 - CNG - Bi-fuel
 - Propane
 - Propane - Bi-fuel
 - Electric
 - Plug-in Hybrid Electric
 - Hybrid Electric
 - Diesel/Hybrid Electric
 - E85/Hybrid Electric
- Class/Type**
 - All Classes/Types
 - Sedan/Wagon
 - Pickup
 - SUV
 - Van
 - Step Van
 - Vocational/Cab Chassis
 - Street Sweeper
 - Refuse
 - Tractor
 - Passenger Van/Shuttle Bus
 - Transit Bus
 - School Bus
- Manufacturer - Light-Duty**
 - All Manufacturers
 - Autocar
 - Battle Motors
 - Blue Bird
 - BYD
 - Chevrolet
 - COBUS Industries
 - Collins Bus Corp.
 - Elgin
 - ENC
 - Envirotech
 - Ford
 - Freightliner
 - Freightliner Custom Chassis
 - FUSO
 - Gillig
 - Global
 - GM BrightDrop
 - GMC
 - GreenPower Motor Company
 - Heil Environmental
 - Hinn
- Manufacturer - Med & Heavy-Duty**

Vehicles per page: ← Previous 1 2 3 4 Next →

[ABOUT THE DATA](#)



Alternative Fuel and Advanced Vehicle Search

Find and compare alternative fuel vehicles, engines, and hybrid/conversion systems. Some of the light-duty vehicles may count toward vehicle-acquisition requirements for [federal fleets](#) or [state and alternative fuel provider fleets](#) regulated by the Energy Policy Act. For downloads of past model years, see the [publications search](#).

Light-Duty Vehicles

All Vehicles

Search Results - 17 - 24 of 27 vehicles

New Search | Download | Print

Filter by: **Model Year:** 2023, 2022, 2021 **Fuel/Technology:** Electric | **Class/Type:** Vocational/Cab Chassis | **Manufacturer:** All medium- and heavy-duty

View:

Refine Your Search

GreenPower Motor Company EV Star CC



Electric

Power Source(s):
Dana TM4 150 kW
Note: According to manufacturer: GVWR 14,330 lbs; available in right-hand drive configuration; 118kWh battery; up to 150 miles range; charging rate 8 hours (11 kW) at level 2, 2 hours (63 kW) at DCFC, or 2 hours (60 kW) wireless

International eMV



Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
International Direct Drive Electric Motor (1,700 ft-lb)
Note: According to manufacturer: 25,999 and 33,000 lb GVWR; 210 kWh battery; 608 V operating system; 125 kW/hour DC fast charging capable; 135 miles range

Kenworth K270/K370



Electric

Power Source(s):
Kenworth HV2600
Kenworth HV3500
Note: According to manufacturer: Available in Class 6 or Class 7; 141 kW or 282 kW battery pack for 100 or 200 miles range; DC Fast Charging for 1 hr charge time

Lion Electric LION6



Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
Dana TM4 SUMO MD 250 kW (335 HP)
Note: According to manufacturer: Class 6, 26,000 GVWR; up to 252 kWh battery and 200 miles range

Lion Electric LION8 - Class 8



Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
Dana TM4 SUMO HD 800 VDC 9-Phase 350 kW (470 HP)
Note: According to manufacturer: Class 8, 60,000 GVWR; up to 252 kWh battery and 170 miles range. Also available as a bucket truck with 130 miles range.

Optimal-EV E1 Cutaway Chassis



Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
Optimal-EV 280 kW rear-mounted motor
Note: According to manufacturer: Ford E450 platform; 113kW, 326 V, liquid-cooled Proterra battery; <8 hr Level 2 charge, <2 hr fast charge; 125+ miles range

Peterbilt 220EV - Class 7



Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
Dana TM4 SUMO MD HV3500 350 kW
Note: According to manufacturer: 33,000 GVWR; 282 kWh battery storage; 2.1 hours battery recharge time; 200 miles range

Peterbilt 220EV - Class 6



Electric

Transmission: Automatic
Power Source(s):
Dana TM4 SUMO MD HV2600 250 kW
Note: According to manufacturer: 26,000 GVWR; 141 kWh battery storage; 1.1 hours battery recharge time; 100 miles range

Vehicles per page:

[1](#) [2](#) [3](#) [4](#)

[ABOUT THE DATA](#)

Model Year

- 2023
- 2022
- 2021

Fuel/Technology

- All Fuels
- Biodiesel (B20)
- Ethanol (E85)
- Hydrogen Fuel Cell
- LNG - Liquefied Natural Gas
- CNG - Compressed Natural Gas
- CNG - Bi-fuel
- Propane
- Propane - Bi-fuel
- Electric
- Plug-in Hybrid Electric
- Hybrid Electric
- Diesel/Hybrid Electric
- E85/Hybrid Electric

Class/Type

- All Classes/Types
- Sedan/Wagon
- Pickup
- SUV
- Van
- Step Van
- Vocational/Cab Chassis
- Street Sweeper
- Refuse
- Tractor
- Passenger Van/ Shuttle Bus
- Transit Bus
- School Bus

Manufacturer - Light-Duty

Manufacturer - Med & Heavy-Duty

- All Manufacturers
- Autocar
- Battle Motors
- Blue Bird
- BYD
- Chevrolet
- COBUS Industries
- Collins Bus Corp.
- Elgin
- ENC
- Envirotech
- Ford
- Freightliner
- Freightliner Custom Chassis
- FUSO
- Gillig
- Global
- GM BrightDrop
- GMC
- GreenPower Motor Company
- Heil Environmental
- Hino
- Hometown Manufacturing



Alternative Fuel and Advanced Vehicle Search

Find and compare alternative fuel vehicles, engines, and hybrid/conversion systems. Some of the light-duty vehicles may count toward vehicle-acquisition requirements for [federal fleets](#) or [state and alternative fuel provider fleets](#) regulated by the Energy Policy Act. For downloads of past model years, see the [publications search](#).

- [Light-Duty Vehicles](#)
- [All Vehicles](#)

Search Results - 25 - 27 of 27 vehicles [New Search](#) | [Download](#) | [Print](#)

Filter by: **Model Year:** 2023, 2022, 2021 **Fuel/Technology:** Electric | **Class/Type:** Vocational/Cab Chassis | **Manufacturer:** All medium- and heavy-duty

View:

Refine Your Search

Volvo VNR Electric - Class 7
Electric



Note: According to manufacturer: 340 kW; 455 hp; 4,051 lb-ft torque; 375 kWh battery; 4x2 Straight truck up to 230 miles range; 6x4 Straight truck up to 190 miles range; 80% charging in 60 minutes.

Workhorse W4 CC
Electric



Transmission: Automatic
Power Source(s): Workhorse 150 kW direct drive motor
Note: According to manufacturer: Up to 118 kWh battery and 150 miles range.

Xos MDXT
Electric



Transmission: Allison e-Axle Automatic
Power Source(s): Allison Transmission eGen Power 100S
Allison Transmission eGen Power 100D
Note: According to manufacturer: 23,000-33,000 lbs GVWR; 192"-270" wheel base; 401-469 HP; 11,285-16,595 lb-ft torque; up to 270 miles range

Vehicles per page: [← Previous](#) [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [Next →](#)

[ABOUT THE DATA](#)

- Model Year** -
 - 2023
 - 2022
 - 2021
- Fuel/Technology** -
 - All Fuels
 - Biodiesel (B20)
 - Ethanol (E85)
 - Hydrogen Fuel Cell
 - LNG - Liquefied Natural Gas
 - CNG - Compressed Natural Gas
 - CNG - Bi-fuel
 - Propane
 - Propane - Bi-fuel
 - Electric
 - Plug-in Hybrid Electric
 - Hybrid Electric
 - Diesel/Hybrid Electric
 - E85/Hybrid Electric
- Class/Type** -
 - All Classes/Types
 - Sedan/Wagon
 - Pickup
 - SUV
 - Van
 - Step Van
 - Vocational/Cab Chassis
 - Street Sweeper
 - Refuse
 - Tractor
 - Passenger Van/Shuttle Bus
 - Transit Bus
 - School Bus
- Manufacturer - Light-Duty** +
 - All Manufacturers
 - Autocar
 - Battle Motors
 - Blue Bird
 - RYN
- Manufacturer - Med & Heavy-Duty** -

Anexo 7. Modelos de camiones eléctricos de carga pesada registrados en Costa Rica según MINAE

VEHÍCULOS TIPO CAMIÓN

Marca	Geely	JMC
Modelo	Farizon E200	N801
Capacidad (kWh)	66.8	81.1
Potencia (kW)	90	120
Autonomía (km)	295	160
Torque (NM)	400	500
Capacidad (Kg)	1920	2730
Volumen (m ³)	19.5	7

Figura 16. Marcas y camiones existentes en el mercado nacional.

Fuente: [Vehículos eléctricos en Costa Rica – MINAE ENERGIA](#)

Anexo 8. Fichas técnicas de los camiones eléctricos preseleccionados



LET II

LOW ENTRY TILT II

ELECTRIC



The fully electric Battle LET II is a force of quality engineering built to last, while delivering zero emissions, zero fuel costs, and lower maintenance costs. Good for our planet and good for your business, our electric LET II lowers your total cost of ownership while reducing your environmental footprint.



The Battle Motors Smart Cab integrates our custom RevolutionOS™ and MobilEye's Shield+ Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) to encourage safe driving and increase your bottom line. RevolutionOS™ effortlessly provides easy-to-read actionable data, diagnostics, equipment utilization, and access to service manuals at the touch of a button.



Standard LED projection headlamps



Remote mounted battery pack options in 240 kWh and 400 kWh



True low entry 18" step-in height on both sides

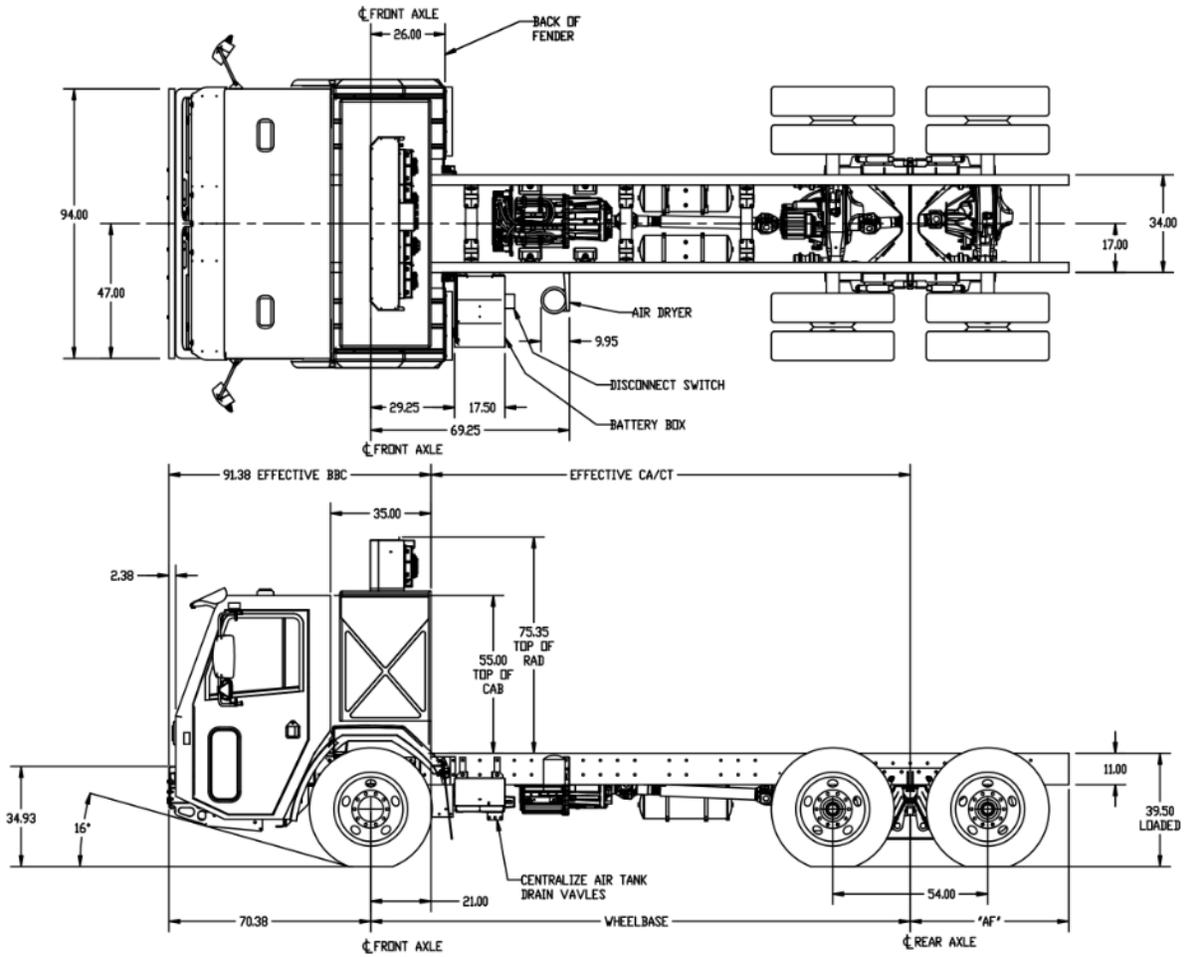


Large, flat, glass windshield; simple to replace and cost effective compared to complex, curved glass

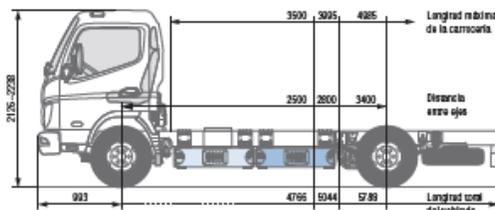
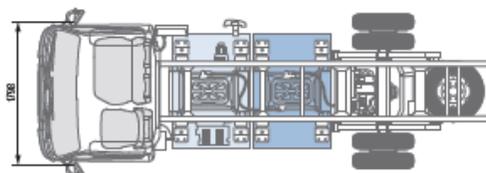
CLASS	7 and 8
GVWR	33,000 - 72,000 lbs
HORSEPOWER	310 - 500 hp
TORQUE	3,500 - 6,700 lb-ft
RANGE	Up To Highway: 130 miles
SPEED	70+ mph
BATTERY PACK	240 kWh and 400 kWh
RECHARGE	80% in 180 minutes
MOTOR	BorgWarner Cascadia Motion
TRANSMISSION	2 Speed Powershift
CAB WIDTH	94 inches
STEERING	LH, RH, or Dual
SEATS	2 or 4
DOORS	Standard, Bi-Fold, or Flip



AVAILABLE IN DIESEL, CNG, AND ELECTRIC



FUSO - A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 4S15e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		4S15e			
Tipo de cabina / ocupantes		Estándar, cabina individual / 3			
Variante de batería		S			M
Número de ejecución		84000211	84000311	84000511	84001511
Código de modelo FUSO		FEAVKBL0SEU3	FEAVKCL0SEU3	FEAVKEL0SEU3	FEAVKLD0SEU3
DIMENSIONES (MM)					
Distancia entre ejes		2500	2800	3400	
Longitud total		4766	5044	5788	
Longitud de la cabina		1510			
Anchura total		1869			
Anchura de la cabina		1798			
Altura total		2120-2238	2150-2238	2148-2238	2141-2229
Ancho de vía		Delante / detrás		1390 / 1435	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)		150			
Altura libre sobre el suelo		260		250	
Cabina hasta eje trasero		1975	2278	2781	
Cabina hasta extremo del bastidor		3128	3478	4278	
Longitud máxima de la carrocería ²⁾		3500	3995	4985	
Anchura del bastidor		701			
Voladizo delante		993			
Voladizo detrás		1145	1195	1395	
Eje delantero hasta comienzo carrocería		625			
Distancia recomendada de cabina a carrocería		100			
MASAS (KG)					
Masa en vacío ¹⁾		2515	2525	2550	3025
		Delante / detrás		1408 / 1107	
				1414 / 1111	
				1428 / 1122	
				1603 / 1422	
Masa mínima del vehículo		2705		2715	
Masa máxima autorizada		4250			
Cargas sobre ejes ²⁾		Delante / detrás		2600 / 4500	
Capacidad de carga del chasis ²⁾		1735	1725	1700	1225
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD					
Velocidad máxima		km/h		89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo		9,8	
				10,8	
		De pared a pared		10,8	
				12,0	
				14,0	

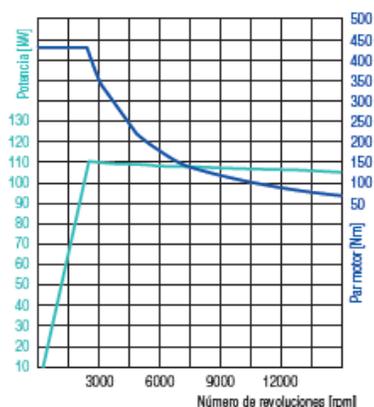
1) El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, herramienta para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcional. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.
 2) Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación.
 Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO – A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 4S15e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA



110 kW (150 CV)
430 Nm

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo	S40		
Potencia máxima / potencia constante	110 kW (150 CV) / 85 kW (116 CV)		
Par de giro máximo / par de giro constante	430 Nm / 250 Nm		
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000 rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería	S		M
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	39 / 41	78 / 82
Peso ³⁾	kg	475	950
Autonomía ⁴⁾	km	70	140

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	11 / 70	22 / 104
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0–100%	h:min	4:12
	20–80%	h:min	0:24
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	5–90%	h:min	0:36
		h:min	0:44

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero	Suspensión independiente / eje E	
Neumáticos	205/75 R 17,5	
Rueda	17,5 x 6,00 - 115	
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección
Frenos	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras
	Delante / detrás	Freno de disco (293 x 40 mm / 314 x 35 mm)
	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero
Suspensión	Delante / detrás	Resortes helicoidales con amortiguadores / ballestas semiélicas con amortiguadores y estabilizador
Bestidor	Tipo	Bestidor de travesaños con refuerzos y travesaños
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12V (80 Ah) / opcional 24V (80 + 60 Ah)

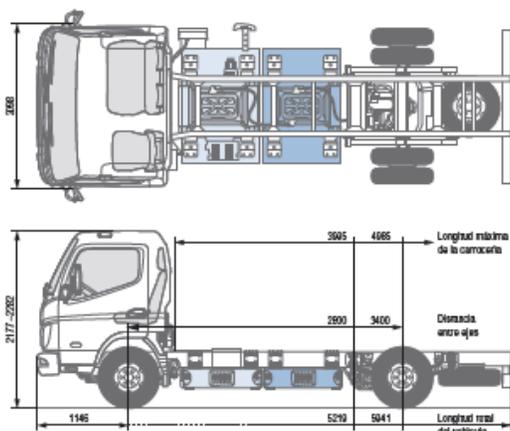
3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 525 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termostato, protección, etc.).

4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semiremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C y con una edad mediana de la batería.

5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería. Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.

FUSO – A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 4C15e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

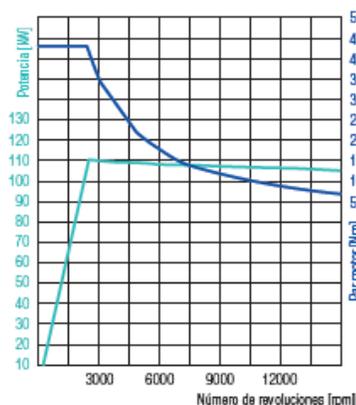
MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		4C15e		
Tipo de cabina / ocupantes		Confort, cabina individual / 3		
Variante de batería		S		M
Número de ejecución		84002311	84002511	84003511
Código de modelo FUSO		FEBVKLCLSEU3	FEBVKELCSEU3	FEBVKELDSEU3
DIMENSIONES (MM)				
Distancia entre ejes		2800	3400	
Longitud total		5219	5941	
Longitud de la cabina			1631	
Anchura total			1924	
Anchura de la cabina			2098	
Altura total		2186–2282	2148–2282	2177–2273
Ancho de vía		Delante / detrás	1655 / 1490	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)			152	
Altura libre sobre el suelo		260		265
Cabina hasta eje trasero		2275		2875
Cabina hasta extremo del bastidor		3510		4310
Longitud máxima de la carrocería ¹⁾		3995		4985
Anchura del bastidor			752	
Voladizo delante			1146	
Voladizo detrás		1195		1395
Eje delantero hasta comienzo carrocería			625	
Distancia recomendada de cabina a carrocería			100	
MASAS (KG)				
Masa en vacío ¹⁾		2670	2690	3160
		Delante / detrás	1575 / 1095	1587 / 1103
Masa mínima del vehículo		2860	2880	3350
Masa máxima autorizada			4250	
Cargas sobre ejes ²⁾		Delante / detrás	2600 / 4500	
Capacidad de carga del chasis ²⁾		1580	1560	1090
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD				
Velocidad máxima		km/h	89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo	10,2	12,0
		De pared a pared	11,6	13,4

1) El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, hermético para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcional. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.

2) Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación. Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO - A Daimler Truck Group Brand



110 kW (150 CV)
430 Nm

eCANTER 4C15e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo		S40	
Potencia máxima / potencia constante		110 kW (150 CV) / 85 kW (116 CV)	
Par de giro máximo / par de giro constante		430 Nm / 250 Nm	
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería		S	M
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	39 / 41	78 / 82
Peso ³⁾	kg	470	940
Autonomía ⁴⁾	km	70	140

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	11 / 70	22 / 104
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0-100%	h:min	4:12
	20-80%	h:min	0:24
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	5-90%	h:min	0:36
		h:min	0:44

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero		Suspensión independiente / eje E	
Neumáticos		205/75 R 17,5	
Rueda		17,5 x 6,00 - 115	
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección	
Frenos	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras	
	Delante / detrás	Freno de disco (293 x 40 mm / 314 x 35 mm)	
	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero	
Suspensión	Delante / detrás	Resortes helicoidales con amortiguadores / ballestas semielípticas con amortiguadores y estabilizador	
Bastidor	Tipo	Bastidor de travesaños con refuerzos y travesaños	
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12 V (80 Ah) / opcional 24 V (80 + 60 Ah)	

3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 525 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termorregulación, protección, etc.).

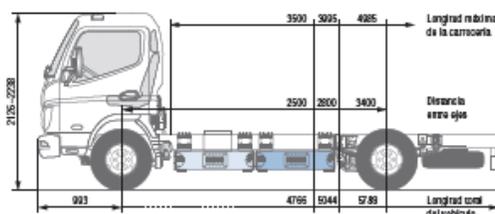
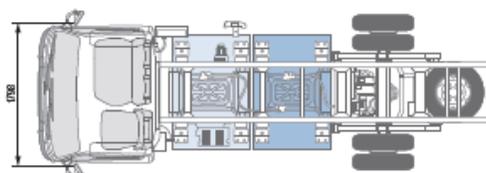
4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semirremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C y con una edad mediana de la batería.

5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería.

Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.

FUSO – A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 6S15e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		6S15e			
Tipo de cabina / ocupantes		Estándar, cabina individual / 3			
Variante de batería		S		M	
Número de ejecución		84004212	84004312	84004512	84005512
Código de modelo FUSO		FEAWKLCSEU1	FEAVKLCSEU1	FEAWKELCSEU1	FEAWKELDSEU1
DIMENSIONES (MM)					
Distancia entre ejes		2500	2800	3400	
Longitud total		4766	5044	5788	
Longitud de la cabina		1510			
Anchura total		1869			
Anchura de la cabina		1798			
Altura total		2160–2237	2159–2238	2157–2246	2152–2222
Ancho de vía		Delante / detrás		1390 / 1435	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)		150			
Altura libre sobre el suelo		260		250	
Cabina hasta eje trasero		1975	2279	2879	
Cabina hasta extremo del bastidor		3128	3478	4278	
Longitud máxima de la carrocería ²		3500	3985	4985	
Anchura del bastidor		701			
Voladizo delante		993			
Voladizo detrás		1145	1185	1395	
Eje delantero hasta comienzo carrocería		625			
Distancia recomendada de cabina a carrocería		100			
MASAS (KG)					
Masa en vacío ¹		2515	2525	2550	3025
		Delante / detrás		1408 / 1107	1414 / 1111
				1428 / 1122	1603 / 1422
Masa mínima del vehículo		2705		2715	3215
Masa máxima autorizada		6000			
Cargas sobre ejes ³		Delante / detrás		2600 / 4500	
Capacidad de carga del chasis ²		3485	3475	3450	2975
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD					
Velocidad máxima		km/h		89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo		9,8	10,8
		De pared a pared		10,8	12,0

¹ El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, hermético para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcional. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.

² Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación.

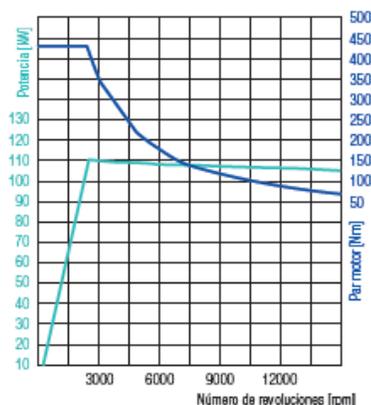
Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO - A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 6S15e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA



110 kW (150 CV)
430 Nm

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo	S40		
Potencia máxima / potencia constante	110 kW (150 CV) / 85 kW (116 CV)		
Par de giro máximo / par de giro constante	430 Nm / 250 Nm		
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería	S		M
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	39 / 41	78 / 82
Peso ³⁾	kg	475	950
Autonomía ⁴⁾	km	70	140

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	11 / 70	22 / 104
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0-100%	h:min	4:12
	20-80%	h:min	0:24
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	5-90%	h:min	0:36
		h:min	0:44

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero	Suspensión independiente / eje E	
Neumáticos	205/75 R 17,5	
Rueda	17,5 x 6,00 - 115	
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección
Frenos	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras
	Delante / detrás	Freno de disco (293 x 40 mm / 314 x 35 mm)
	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero
Suspensión	Delante / detrás	Resortes helicoidales con amortiguadores / ballestas semielásticas con amortiguadores y estabilizador
Bastidor	Tipo	Bastidor de travesaños con refuerzos y travesaños
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12 V (80 Ah) / opcional 24 V (80 + 60 Ah)

3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 525 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termorregulación, protección, etc.).

4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semirremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C, y con una edad mediana de la batería.

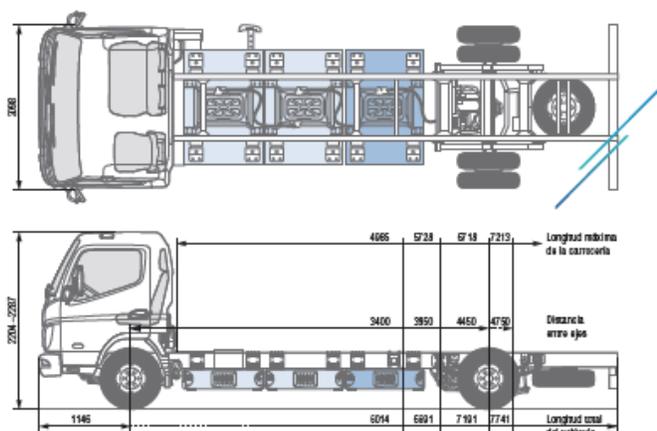
5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería.

Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.



FUSO --A Daimler Truck Group Brand



eCANTER 7C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		7C18e			
Tipo de cabina / ocupantes		Confort, cabina individual / 3			
Variante de batería		M			
Número de ejecución		84006515	84006715	84006815	84006915
Código de modelo FUSO		FEC7KELDSEU2	FEC7KGLDSEU2	FEC7KHLDSEU2	FEC7KILDSEU2
DIMENSIONES (MM)					
Distancia entre ejes		3400	3850	4450	4750
Longitud total		6014	6691	7191	7741
Longitud de la cabina		1631			
Anchura total		2126			
Anchura de la cabina		2088			
Altura total		2214-2287	2213-2286	2206-2261	2204-2281
Ancho de vía		Delante / detrás		1665 / 1660	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)		212			
Altura libre sobre el suelo		255	275	270	
Cabina hasta eje trasero		2875	3325	3925	4220
Cabina hasta extremo del bastidor		4310	5060	5560	6110
Longitud máxima de la carrocería ²⁾		4985	5728	6718	7213
Anchura del bastidor		850			
Voladizo delante		1146			
Voladizo detrás		1395	1695	1595	1845
Eje delantero hasta comienzo carrocería		625			
Distancia recomendada de cabina a carrocería		100			
MASAS (KG)					
Masa en vacío ¹⁾		3245	3270	3295	3320
		Delante / detrás		1720 / 1525	
Masa mínima del vehículo		3440	3465	3490	3515
Masa máxima autorizada		7490			
Cargas sobre ejes ¹⁾		Delante / detrás		3100 / 5990	
Capacidad de carga del chasis ²⁾		4245	4220	4195	4170
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD					
Velocidad máxima		km/h		89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo		12,4	13,8
		De pared a pared		13,8	15,8
				15,6	16,6
				17,2	18,0

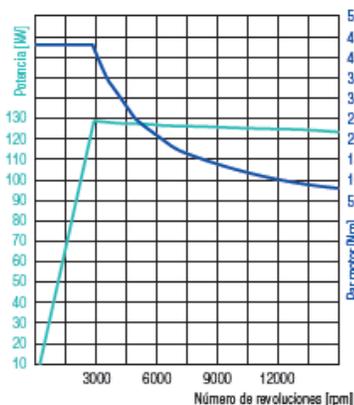
¹⁾ El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, hermético para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcional. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.

²⁾ Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación.

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO - A Daimler Truck Group Brand



129 kW (175 CV)
430 Nm

eCANTER 7C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo	S40		
Potencia máxima / potencia constante	129 kW (175 CV) / 110 kW (150 CV)		
Par de giro máximo / par de giro constante	430 Nm / 250 Nm		
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería	M	
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	78 / 82
Peso ³⁾	kg	900
Autonomía ⁴⁾	km	140

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	22 / 104	
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0-100%	h:min	4:54
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	20-80%	h:min	0:26
	5-90%	h:min	0:44

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero	Ballestas / eje E	
Neumáticos	205/75 R 17,5	
Rueda	17,5 x 6,00 - 127	
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección
Frenos	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras
	Delante / detrás	Freno de disco (310 x 40 mm / 314 x 35 mm)
	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero
Suspensión	Delante / detrás	Ballestas semielípticas con amortiguadores y estabilizador
Bastidor	Tipo	Bastidor de travesaños con refuerzos y travesaños
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12 V (80 Ah) / opcional 24 V (80 + 60 Ah)

3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 325 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termorregulación, protección, etc.).

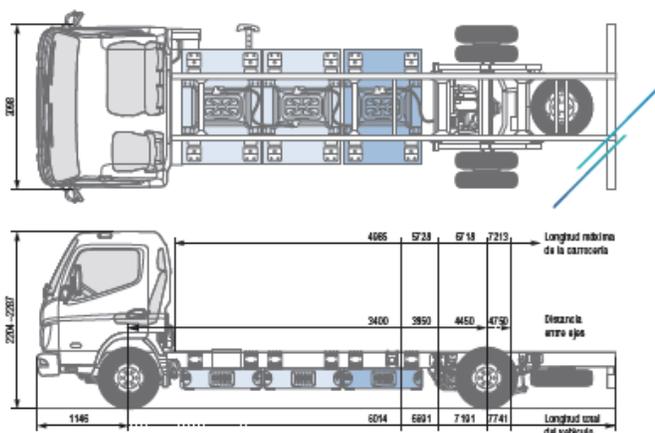
4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semirremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C y con una edad mediana de la batería.

5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería.

Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.

FUSO – A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 7C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

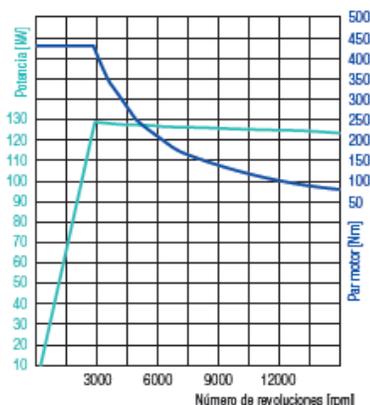
MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		7C18e	
Tipo de cabina / ocupantes		Confort, cabina individual / 3	
Variante de batería		L	
Número de ejecución		84007815	84007915
Código de modelo FUSO		FEC7KHLESEU2	FEC7KMLESEU2
DIMENSIONES (MM)			
Distancia entre ejes		4450	4750
Longitud total		7191	7741
Longitud de la cabina		1631	
Anchura total		2126	
Anchura de la cabina		2098	
Altura total		2206–2261	2208–2281
Ancho de vía		Delante / detrás 1665 / 1660	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)		212	
Altura libre sobre el suelo		270	
Cabina hasta eje trasero		3925	4229
Cabina hasta extremo del bastidor		5560	6110
Longitud máxima de la carrocería ¹⁾		6718	7213
Anchura del bastidor		850	
Voladizo delante		1146	
Voladizo detrás		1595	1845
Eje delantero hasta comienzo carrocería		625	
Distancia recomendada de cabina a carrocería		100	
MASAS (KG)			
Masa en vacío ¹⁾		3745	3870
		Delante / detrás 1985 / 1760 1998 / 1772	
Masa mínima del vehículo		3940 3965	
Masa máxima autorizada		7490	
Cargas sobre ejes ²⁾		Delante / detrás 3100 / 5990	
Capacidad de carga del chasis ²⁾		3745	3720
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD			
Velocidad máxima		km/h 89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo 15,6 16,6	
		De pared a pared 17,2 18,0	

1) El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, hermético para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcional. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.

2) Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación. Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO – A Daimler Truck Group Brand



129 kW (175 CV)
430 Nm

eCANTER 7C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo		S40	
Potencia máxima / potencia constante		129 kW (175 CV) / 110 kW (150 CV)	
Par de giro máximo / par de giro constante		430 Nm / 250 Nm	
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería		L	
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	116 / 124	
Peso ³⁾	kg	1350	
Autonomía ⁴⁾	km	200	

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	22 / 104	
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0–100%	h:min	
		6:00	
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	20–80%	h:min	
		0:39	
	5–90%	h:min	
		1:16	

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero		Ballestas / eje E	
Neumáticos		205/75 R 17,5	
Rueda		17,5 x 6,00 - 127	
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección	
Frenos	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras	
	Delante / detrás	Freno de disco (310 x 40 mm / 314 x 35 mm)	
Suspensión	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero	
	Delante / detrás	Ballestas semi-élicas con amortiguadores y estabilizador	
Bestidor	Tipo	Bestidor de travesaños con refuerzos y travesaños	
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12 V (80 Ah) / opcional 24 V (80 + 60 Ah)	

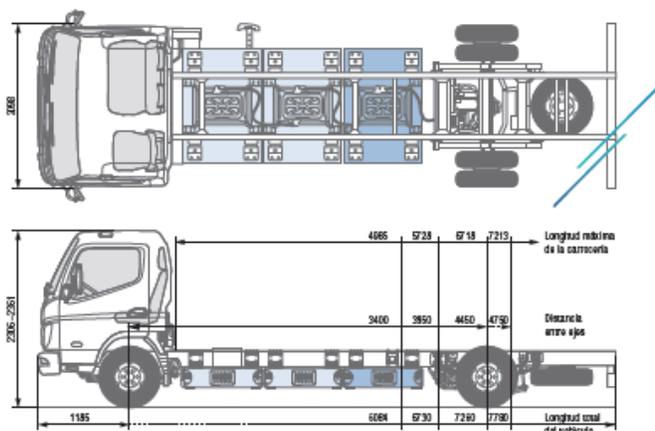
3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 525 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termoregulación, protección, etc.).

4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semirremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C y con una edad mediana de la batería.

5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería. Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.

FUSO – A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 9C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		9C18e			
Tipo de cabina / ocupantes		Confort, cabina individual / 3			
Variante de batería		M			
Número de ejecución		84008515	84008715	84008815	84008915
Código de modelo FUSO		FECXKELDSEU2	FECXKGLDSEU2	FECXIHLDSEU2	FECXIKLDSEU2
DIMENSIONES (MM)					
Distancia entre ejes		3400	3850	4450	4750
Longitud total		6084	6730	7260	7780
Longitud de la cabina		1631			
Anchura total		2153			
Anchura de la cabina		2088			
Altura total		2315–2368		2306–2361	
Ancho de vía		Delante / detrás		1665 / 1660	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)		212			
Altura libre sobre el suelo		310		305	
Cabina hasta eje trasero		2875	3325	3925	4225
Cabina hasta extremo del bastidor		4349	5099	5599	6149
Longitud máxima de la carrocería ¹⁾		4985	5728	6718	7213
Anchura del bastidor		850			
Voladizo delante		1185			
Voladizo detrás		1395	1695	1595	1845
Eje delantero hasta comienzo carrocería		625			
Distancia recomendada de cabina a carrocería		100			
MASAS (KG)					
Masa en vacío ¹⁾		3415	3440	3465	3490
		Delante / detrás		1810 / 1605	
Masa mínima del vehículo		3620	3645	3670	3695
Masa máxima autorizada		8550			
Cargas sobre ejes ²⁾		Delante / detrás		3400 / 5990	
Capacidad de carga del chasis ³⁾		5135	5110	5085	5060
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD					
Velocidad máxima		km/h		89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo		13,0	14,6
		De pared a pared		14,4	16,0
				16,6	17,6
				18,0	19,0

1) El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, hermético para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcionales. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.

2) Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación.

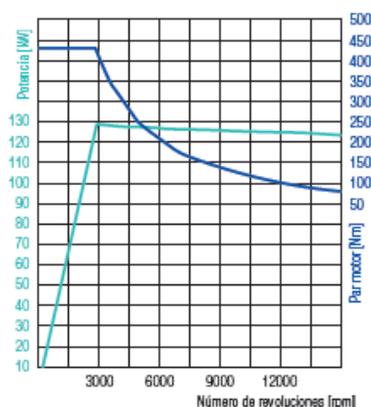
Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO - A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 9C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA



129 kW (175 CV)
430 Nm

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo		S40	
Potencia máxima / potencia constante		129 kW (175 CV) / 110 kW (150 CV)	
Par de giro máximo / par de giro constante		430 Nm / 250 Nm	
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería		M
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	78 / 82
Peso ³⁾	kg	930
Autonomía ⁴⁾	km	140

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	22 / 104	
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0-100%	h:min	
		4:54	
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	20-80%	h:min	
		0:26	
	5-90%	h:min	
		0:44	

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero		Ballestas / eje E
Neumáticos		225/70 R 19,5
Rueda		19,5 x 6,00 - 127
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección
Frenos	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras
	Delante / detrás	Freno de disco (355 x 42 mm)
	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero
Suspensión	Delante / detrás	Ballestas semi-elípticas con amortiguadores y estabilizador
Bastidor	Tipo	Bastidor de travesaños con refuerzos y travesaños
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12 V (80 Ah) / opcional 24 V (80 + 60 Ah)

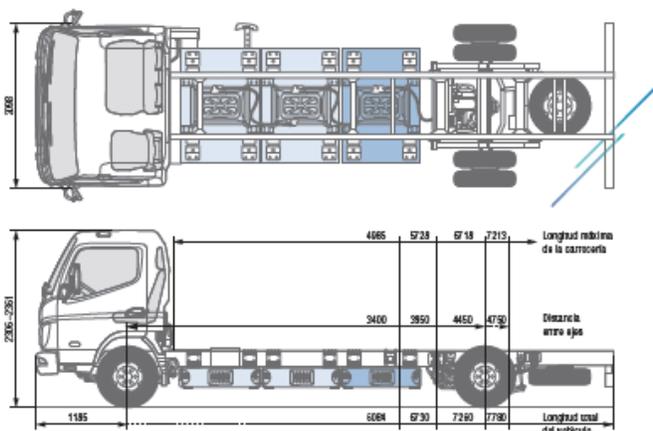
3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 525 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termorregulación, protección, etc.).

4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semirremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C, y con una edad mediana de la batería.

5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería. Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.

FUSO - A Daimler Truck Group Brand

eCANTER 9C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

MODELO / TIPO DE VEHÍCULO		9C18e	
Tipo de cabina / ocupantes		Confort, cabina individual / 3	
Variante de batería		L	
Número de ejecución		84006815	84009915
Código de modelo FUSO		FECKXHESEU2	FECKXNLESEU2
DIMENSIONES (MM)			
Distancia entre ejes		4450	4750
Longitud total		7230	7780
Longitud de la cabina		1631	
Anchura total		2153	
Anchura de la cabina		2098	
Altura total		2306-2361	
Ancho de vía		Delante / detrás 1665 / 1660	
Altura del bastidor (en el extremo del bastidor)		212	
Altura libre sobre el suelo		305	
Cabina hasta eje trasero		3925	4225
Cabina hasta extremo del bastidor		5599	6149
Longitud máxima de la carrocería ²⁾		6718	7213
Anchura del bastidor		850	
Voladizo delante		1185	
Voladizo detrás		1595	1845
Eje delantero hasta comienzo carrocería		625	
Distancia recomendada de cabina a carrocería		100	
MASAS (KG)			
Masa en vacío ¹⁾		3930	3955
		Delante / detrás 2004 / 1926 2017 / 1938	
Masa mínima del vehículo		4135	4160
Masa máxima autorizada		8550	
Cargas sobre ejes ³⁾		Delante / detrás 3400 / 5990	
Capacidad de carga del chasis ³⁾		4620	4595
RENDIMIENTO DE CONDUCCIÓN Y MANIOBRABILIDAD			
Velocidad máxima		km/h 89	
Diámetro de giro mínimo (m)		De bordillo a bordillo 16,6 17,6	
		De pared a pared 18,0 19,0	

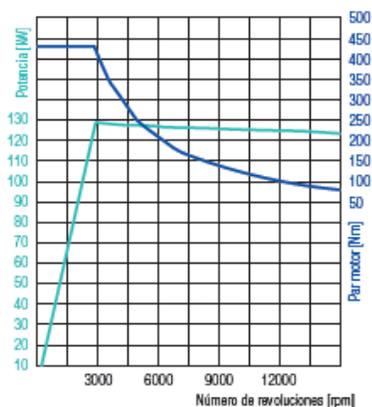
1) El peso se refiere al vehículo base (serie europea, incluyendo batería de alto voltaje, hermético para neumáticos, herramientas y conductor con 75 kg) sin equipamiento opcional. El peso cambia correspondientemente con cada equipamiento opcional.

2) Valor máximo calculado, que hay que comprobar dependiendo de la superestructura y de la aplicación.

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Todos los datos son valores aproximativos.



FUSO – A Daimler Truck Group Brand



129 kW (175 CV)
430 Nm

eCANTER 9C18e

VEHÍCULO CON DIRECCIÓN A LA IZQUIERDA

TRACCIÓN ELÉCTRICA

Tipo	S40		
Potencia máxima / potencia constante	129 kW (175 CV) / 110 kW (150 CV)		
Par de giro máximo / par de giro constante	430 Nm / 250 Nm		
Toma de fuerza (opcional)	Tipo	mPTO con conexión de bomba	mPTO con polea de transmisión
	Par de giro máximo	222 Nm con 2000 rpm	64 Nm con 7000 rpm
	Potencia / par de giro constante	17 kW / 166 Nm, máximo 2000rpm	17 kW / 46 Nm, máximo 7000 rpm
	Desmultiplicación	0,286	-

BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

Variante de batería	L	
Capacidad aprovechable / instalada	kWh	116 / 124
Peso ³⁾	kg	1395
Autonomía ⁴⁾	km	200

CARGA

Tipos / variantes de conexión		CCS TYP 2 (AC / DC)	
Capacidad máxima de carga AC / DC	kW	22 / 104	
Tiempo máximo de carga AC ⁵⁾	0–100% h:min	6:00	
Tiempo máximo de carga DC ⁵⁾	20–80% h:min	0:39	
	5–90% h:min	1:16	

CADENA CINEMÁTICA

Capacidad ascensional	20 %
-----------------------	------

CHASIS

Eje delantero / eje trasero	Ballestas / eje E	
Neumáticos	225/70 R 19,5	
Rueda	19,5 x 6,00 - 127	
Dirección	Dirección a la izquierda	Dirección de recirculación de bolas con servodirección, columna de dirección telescópica de inclinación variable y cerradura de bloqueo de la dirección
Freno	Freno de servicio	Hidráulico con servofreno por depresión, doble circuito de frenos con válvula de frenado regulada en función de la carga en las ruedas traseras
	Delante / detrás	Freno de disco (355 x 42 mm)
Suspensión	Freno de estacionamiento	Pinza de freno electromagnética en el freno de disco trasero
	Delante / detrás	Ballestas semielípticas con amortiguadores y estabilizador
Bastidor	Tipo	Bastidor de travesaños con refuerzos y travesaños
Sistema eléctrico	Baterías de bajo voltaje	De serie 12V (80 Ah) / opcional 24V (80 + 60 Ah)

3) El peso indicado contiene tanto la(s) batería(s) de 525 kg cada una como las instalaciones periféricas (cableado, termorregulación, protección, etc.).

4) La autonomía depende de diversos factores, como por ejemplo la carga, el estilo de conducción, la topografía, la temperatura ambiente, el tiempo atmosférico, la edad de la batería, el equipamiento del vehículo. La autonomía efectiva puede diferir. Los datos de autonomía han sido comprobados con semirremolque contenedor, con el 50% de la carga útil, con una temperatura ambiente de 20 °C y con una edad mediana de la batería.

5) El tiempo de carga depende de diversos factores, como por ejemplo la capacidad de carga del vehículo y de la estación de carga, el estado de carga de la batería, de la temperatura ambiente y de la temperatura de la batería.

Los datos de tiempo de carga han sido comprobados con la temperatura mínima de 20 °C.

Las ilustraciones pueden contener también accesorios y equipos especiales que no forman parte del volumen de suministro de serie. La hoja de datos puede contener modelos y prestaciones de servicio que no se ofrecen en determinados países.



220EV

Zero Act
Emissions as a
Vehicle

220EV

Peterbilt continues to expand its alternative powertrain offerings with the new Model 220EV – its first electric configuration for medium duty applications. The 220EV provides customers a zero emissions vehicle for clean, efficient operation and lower overall maintenance.

The Model 220EV is equipped with an e-motor, two battery packs and an on-board charger, allowing for a range of up to 200 miles. Using the compatible DC fast-charging system, the state-of-the-art, high-energy density battery packs can recharge in 1-2 hours, making the 220EV ideal for local pickup and delivery, as well as short regional haul operations.

Designed for driver comfort and productivity, the Model 220EV features enhanced visibility, superior maneuverability, a spacious interior and ease of serviceability for maximum uptime.



Act
Ve a

220EV

ALL-ELECTRIC POWERTRAIN

The fully integrated, all-electric powertrain of the Model 220EV is designed for optimal weight distribution and performance. Battery packs are mounted outside of the frame rails, with air tanks mounted inside the frame.



The power electronics cradle includes the vehicle's on-board charger, battery disconnect controls, vehicle software, cab heater unit and air compressor. The cradle is located in a single, easily accessible service point, where a traditional diesel engine would be located.



The inverter converts the energy from the batteries and provides power to the electric drive motor.

The direct-drive motor runs through direct power to the drive shaft, eliminating the need for a transmission.

The Lithium Iron Phosphate (LFP) battery packs are mounted outside the frame rails. The batteries are thermally controlled with the chiller to provide a consistent temperature to optimize battery life.

Regenerative braking captures energy from stop-and-go conditions to recharge the batteries, to help maximize the vehicle's range.



220EV

MODEL 220EV SPECIFICATIONS

E-Motor

- Class 6 – HV2600
 - 154 kW (207 hp) Continuous Power
 - 250 kW (355 hp) Peak Power
- Class 7 – HV3500
 - 259 kW (347 hp) Continuous Power
 - 350 kW (469 hp) Peak Power
- Drive Configuration: 4X2

Batteries

- Lithium Iron Phosphate (LFP), Thermally Controlled
- 618 Volts
- Configurations Available
 - 141 kWh Energy Storage, 100 Mile Range
 - 282 kWh Energy Storage, 200 Mile Range

Charging

- AC
 - 19.2 kW Power Rating
 - 7.5-15 Hour Charge Time
- DC Fast – Charging
 - 150 kW Power Rating
 - 1-2 Hour Charge Time
- Charging Locations
 - BOC – Standard
 - EOF – Optional

Dimensions

- GVWR
 - 26,000 lbs. (Class 6)
 - 33,000 lbs. (Class 7)
- Wheel Bases: 206", 218", 274"
- Body Lengths: 24', 26', 30'
- 12,300 lbs. – 14,800 lbs. Curb Weight

Gross Axle Weight Ratings

- Class 6 Front – 10,000 lbs.
- Class 7 Front – 12,000 lbs.
- Class 6 Rear – 16,000 lbs.
- Class 7 Rear – 21,000 lbs.
- Rear Axle Ratio: 5.57 with 22.5 Wheels/ 4.63 with 19.5 Wheels

Suspensions

- Front Suspension – Parabolic Spring
- Rear Suspension
 - Reyco Mechanical
 - Hendrickson HAS210
 - Hendrickson HAS230 Air Ride

Wheels/Tires/Brakes

- Wheels – 22.5" Steel Painted White
- Wheels – 19.5" Steel Painted White
- Tires – F/R: Bridgestone 11R22.5"
- Tires – F/R: Bridgestone 19.5"
- Brakes – Front and Rear Drum Standard, Front Air Disc Optional

Act
Ve a

Act
Ve a

220EV

MODEL 220EV SPECIFICATIONS continued

Frame

- 34" Frame Spacing
- Steel Painted Gray Bumper

Cab

- 63.4" BBC
- 95" Cabin Width
- 104" Cabin Height
- Hydraulic 55-Degree Tilting Steel Cab
- 82.5" Cab Width
- Driver Seat – Air Suspension
- Passenger Seat – 2-Person Bench Standard, Single Person Air Ride Optional
- Center Storage Console & Cupholders
- Heater & Air Conditioning
- Cruise Control
- Power Windows
- Power & Heated Mirrors

Paint

- Cab – Ice White
- Frame – Black

Additional Options

- Speakers & Wiring for Customer Installed Radio
- Rear Shock Absorbers – Reyco
- Rear Axle Stabilizer Bar – Reyco
- Rear Differential Lock
- Rear Mud Flap Hanger & Shields
- Backup Alarm
- Wiring Only for Customer Installed Backup Alarm
- Orange Seat Belts
- Red Seat Belts

Target Applications

- Pickup & Delivery
- Regional Haul
- Lease/Rental
- Food & Beverage

* Technical specifications are dependent on configuration and component selected.



For more information on the Model 220EV, visit peterbilt.com.

PETE-9921 09/2020

Act
Ve a

**Section 3
Dimensions**

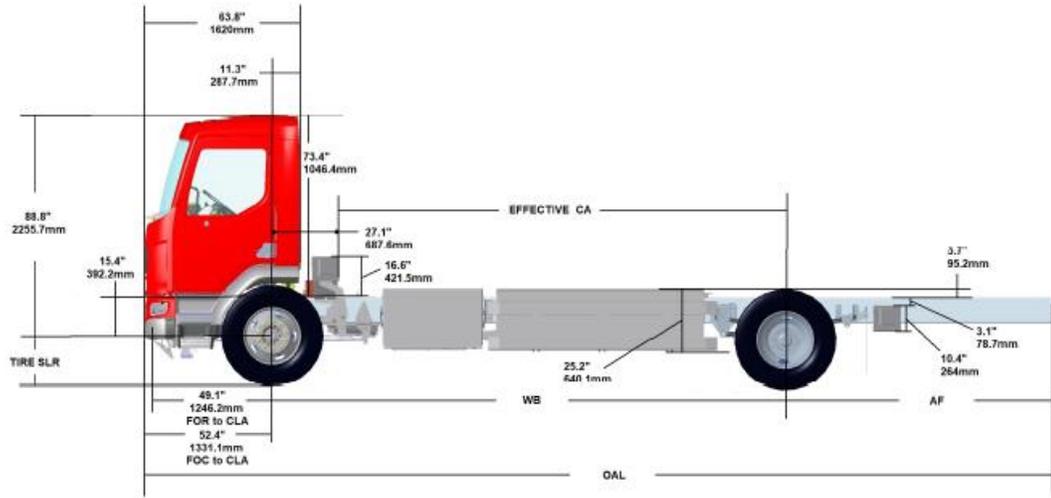


Figure 3-2.3 Side View —Model 220 BEV Right Side Frame Components

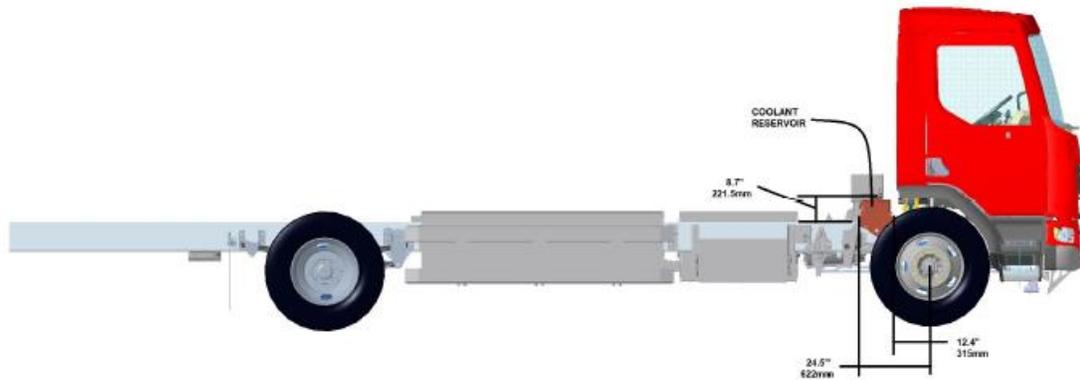


Figure 3-2.4 Side View —Model 220 BEV Coolant Reservoir Left Side frame

Section 3 Dimensions

Front and Rear Views — Model 220 BEV

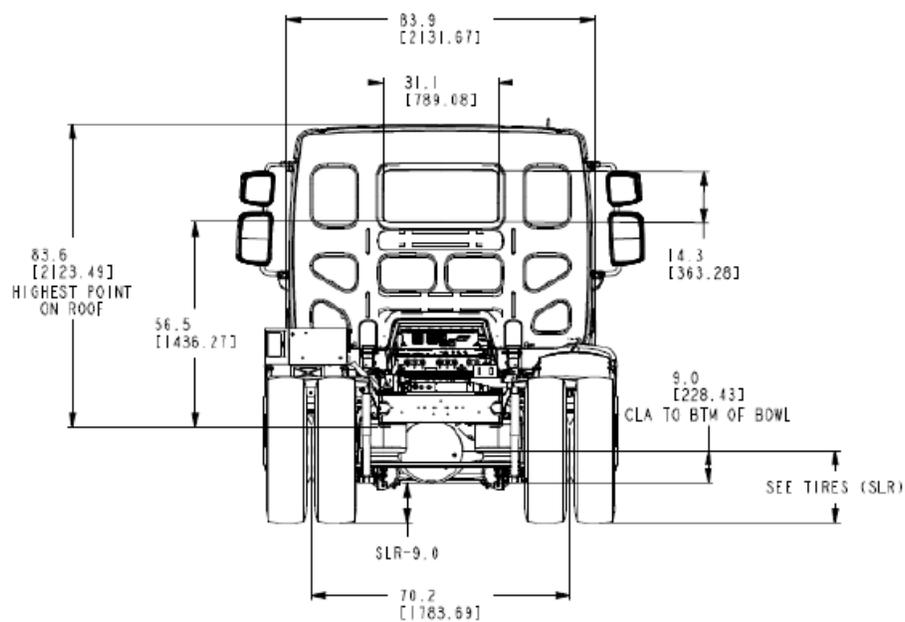


Figure 3-3.5 Model 220 BEV Laden Rear View: Width and Ground Clearance Measurements: Inches (mm).

**Section 3
Dimensions**

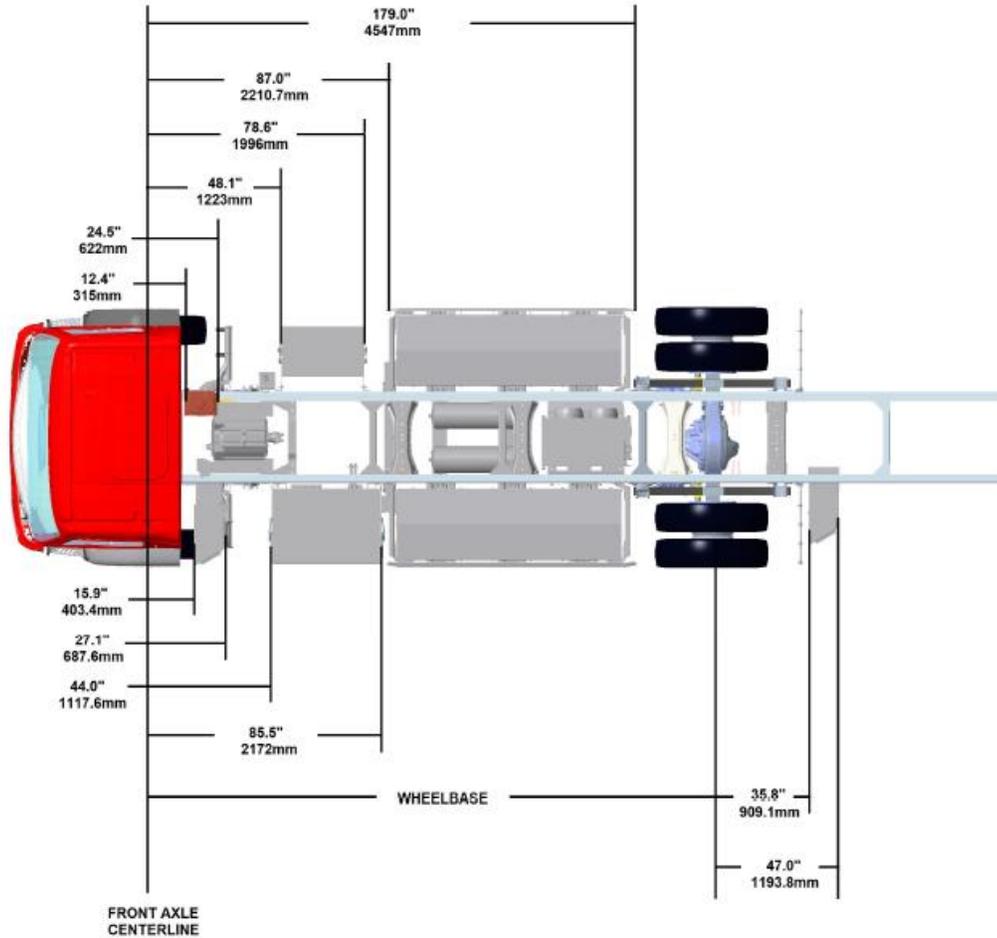


Figure 3-5.5 Model 220 BEV 22.5 Tires, Location Measured from Front Axle: Inches (mm).



N801 BEV



VEINSA
MOTORS



4000-8000



www.jmc.cr



Veinsacomercial


VEINSA
 MOTORS

N801 BEV



CARACTERÍSTICAS EXTERIORES		CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		GLS	
Parrilla del color de la carrocería	•	Motor eléctrico sincrónico de imán permanente PMSM DE 120kw(161hp) de potencia y 500Nm de torque		•	
Faros de halógeno	•	Batería CATL de fosfato de hierro-litio con 81.14Kwh de capacidad. Refrigeración por liquido		•	
Luces neblineras	•	Autonomía aproximada de 160km a carga plena		•	
Llantas 7.00R16LT 10PR	•	Carga directa DC (Carga Rápida), conector tipo CCS-2 (Combo 2), 2 horas.		•	
Apertura con mando a distancia	•	Tracción trasera 4x2		•	
Estribos	•	Transmisión automática		•	
Luces neblineras	•	Dirección hidráulica		•	
Sensores de retroceso	•	Suspensión delantera de eje rígido con resortes de hoja		•	
		Suspensión trasera de eje rígido con resortes de hoja		•	
CARACTERÍSTICAS INTERIORES		GLS	DIMENSIONES Y CAPACIDADES		GLS
Aire acondicionado	•		Capacidad de pasajeros		3
Ventanas eléctricas	•		Capacidad de carga en kg		2.730
Cierre central	•		Alto total en mm		3.135
Volante ajustable	•		Largo total en mm		5.995
Controles de audio en el volante	•		Ancho Total		2.225
Portavasos en las puertas	•		Largo de chasis aprovechable en mm		4.080
Radio CD MP3, con puerto auxiliar y USB	•		Peso Neto en kg		3.270
2 parlantes	•		Peso Bruto en kg		6.000
Tapicería en tela	•		Distancia entre ejes en mm		3.360
Volante ajustable	•				
CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD		GLS			
Frenos de disco en la 4 ruedas	•				
Freno magnético a la barra de transmisión	•				
Frenos antibloqueo ABS	•				
Luces con ajuste de altura	•				

NOTA: Las características técnicas descritas en esta ficha están sujetas a cambios sin previo aviso.
Fotos con carácter ilustrativo.

GEELY
VEHÍCULOS COMERCIALES

E200S 4.2 T 1.9TON



CARACTERÍSTICAS EXTERIORES

Bumper del color de la carrocería
Faros de halógeno
Luces neblineras
Llantas 185R15LT8PR
Apertura con mando a distancia
Sensores de retroceso
Disponible en batea abierta y/o en furgón de carga seca

CARACTERÍSTICAS INTERIORES

Aire acondicionado
Cierre central
Radio MP3, con puerto USB
2 Parlantes
Tapicería en tela
Apoya Brazos central con posavasos y mesa de trabajo
Alfombrado de cabina en vinil
Volante ajustable

CARACTERÍSTICAS DE SEGURIDAD

Carrocería con zonas de deformación programada
Barras de acero en las puertas
Frenos de disco en las ruedas delanteras y tambor atrás
Frenos ABS
Luces delanteras con ajuste de altura

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Motor Eléctrico PMSM de 90 Kw (120hp) de potencia
Batería CATL de fosfato de hierro-litio con 66.84Kwh de capacidad. Nivel de protección IP67. Refrigeración por líquido
Carga directa DC (Carga Rápida), conector tipo GBT, 2 horas
Autonomía aproximada de 295 km en ciclo NEDC
Tracción trasera 4x2
Transmisión Automática
Dirección hidráulica
Suspensión delantera de Eje rígido con resorte de hoja
Suspensión trasera de eje rígido con resortes de hoja

DIMENSIONES Y CAPACIDADES

Capacidad de pasajeros	2
Capacidad de carga en kilos	1.920
Largo total en mm	5.590
Ancho Total en mm	1.830
Alto total en mm	2.660
Distancia entre ejes en mm	2.850
Largo de chasis aprovechable en mm	3.400
Peso Neto	2.280
Peso Bruto	4.200

NOTA: Las características técnicas descritas en esta ficha están sujetas a cambios sin previo aviso. Fotos con carácter ilustrativo, no incluyen carrocería.



4000-8000



www.veinsamotors.com



VeinsaComercial

PlugShare

Plaza San Antonio Belen

7.2 Plaza San Antonio Belen Check-in

J-1772
Park

A FAVORITOS AÑADIR FOTO DIRECCIONES EDITAR

Parroquia San Antonio de Belén

Gratuito

Aparcamiento: Free
Aparcamiento en línea

Parque, Parking eléctricos

Belén plaza San Antonio

Conectores (1 tipo) [Más información](#)

J-1772 **1 Conector** 1 Estación
No conectada a la red

Check-ins (170) [Ver más](#)

javier vargas May 15, 2023
Nissan LEAF

Map labels: DESAMPARADOS, CONDOMINIO AGUA CLARA PASITO, Gasolinera Pacific, Alquiler de Vehículos Adobe · Alajuela, Río Segundo, PROVINCIA DE ALAJUELA, HEREDIA, LA RIBERA, Alamo / Enterp, Estación Belén, Centro Evento, SAN VICENTE, Pedregal, Cartonera, La Fira, ndora, POZOS, BOSQUE DE LA DOR, Hospital Metropolitano.

PlugShare

Holiday Inn Aeropuerto

10 **Holiday Inn Aeropuerto** 

CHAdEMO, CCS/SAE, GB/T (Fast)
Lodging **Check-in**

A FAVORITOS AÑADIR FOTO DIRECCIONES EDITAR

Bulevar Aeropuerto, Provincia de Alajuela, Río Segundo, Costa Rica

+506 8000

Pago requerido
₡141/minuto + IVA, tarjeta ¡ES Eléctrico!

Aparcamiento: Free
Aparcamiento en línea

Cena, Parking eléctricos, Baños

Abierta 24 horas

Cargador Rápido 120 KW. CCS1 combo-GB/T-CHAdEMO

Conectores (3 tipos) [Más información](#)

	CHAdEMO 1 Conector No conectada a la red	1 Estación
	CCS/SAE 1 Conector No conectada a la red	1 Estación



Map details: Rancho Santa Mónica, Colegio Técnico Profesional Jesús..., Hotel Pibi Boreal, Desamparados, Iglesia Santo Cristo de la Agonía, Plaza Real Alajuela, Walmart, Adobe · Alajuela, Río Segundo, Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, Balneario Ojo de Agua LA CAÑADA, Templo de San José, Costa Rica, Hotel La..., Estación Belén, SAN VICENTE, Hotel de Paso Flamingo, Rafael.

The image shows a mobile application interface for PlugShare. The top header is blue with the PlugShare logo. Below it is a search bar containing 'Zona Franca El Coyol'. The main content area is divided into several sections:

- Station Header:** 'Zona Franca El Coyol' with a back arrow and a green 'Check-in' button with a checkmark. Below the name is the ID 'J-1772'.
- Actions:** A row of four icons: 'A FAVORITOS' (star), 'AÑADIR FOTO' (photo), 'DIRECCIONES' (directions), and 'EDITAR' (edit).
- Location:** A location pin icon followed by the address 'XPWG+2J3, Provincia de Alajuela, Alajuela, Costa Rica'.
- Building:** An information icon followed by 'Edificio Teradyne'.
- Connectors:** A section titled 'Conectores (1 tipo)' with a link for 'Más información'. It shows a connector icon, the ID 'J-1772', '1 Conector', and '1 Estación'. A note says 'No conectada a la red'.
- Check-ins:** A section titled 'Check-ins (2)' with a link for 'Ver más'. It lists two check-ins:
 - Andres Castañaza, Nov 27, 2022, Hyundai Ioniq Electric 2020.
 - Zeus, Sep 20, 2022, BYD S1 Pro, 7 kilovatios.
- Fotos:** A section titled 'Fotos (1)' with a link for 'Ver más'. It shows a single photo of the charging station.

On the right side, a map shows the location of the station. A pop-up window over the map displays the station name and address: 'Zona Franca El Coyol, XPWG+2J3, Provincia de Alajuela, Alajuela, Costa Rica'. The map also shows nearby locations like 'SANTÍSIMA TRINIDAD CARRILLOS BAJO', 'Rescate Wildlife Rescue Center', and 'CIRUELAS'.

The screenshot shows the PlugShare app interface for a charging station named "Porceramica Coyal". The app header is blue with the PlugShare logo. Below the header, there is a search bar containing the station name and a close button. The main content area is divided into two columns. The left column contains a header with the station name, a "Check-in" button, and a list of actions: "A FAVORITOS", "AÑADIR FOTO", "DIRECCIONES", and "EDITAR". Below this is a list of details: location description, phone number, amenities, hours, and charging specifications. The right column shows a map with a location pin for the station and a pop-up window displaying the station name and location. The map also shows other nearby locations and roads.

PlugShare

Porceramica Coyal

9 Porceramica Coyal

Tesla, J-1772

A FAVORITOS AÑADIR FOTO DIRECCIONES EDITAR

Porceramica Coyal, Ubicada en calle paralela a la pista.

+506 6396 8585

Parking eléctricos, Baños, Tiendas

Abierta 24 horas

Carga Gratis TYPE 1 J1772 Tesla L2 32Amp
Tesla 32Amp Estandard

Conectores (2 tipos) [Más información](#)

Tesla 1 Conector 1 Estación
No conectada a la red

J-1772 1 Conector 1 Estación
No conectada a la red

Check-ins (11) [Ver más](#)

Tefa Barboza Apr 5, 2023

Map labels: Carrillos, SANTÍSIMA TRINIDAD, CARRILLOS BAJO, Villa Restaur, CACAO, Rescate Wildlife, Rescue Center, Las Delicias del Maíz, PORCERAMICA Coyal, Coyal Free Zone - Zona Franca Coyal, Dos Pinos, Abbott B44, Boston Scientific, Walmart, Am Parque Estico Coyal, CIRUELAS, URB. PRAC DEL BOSQ

Anexo 10. Cotización para instalar pilares con cargadores dobles para vehículos eléctricos en la empresa



COTIZACION

GREEN BUILDING TECHNOLOGIES S.A.

75E 25S Imprenta Nacional, La Uruca
San Jose, Costa Rica 7-2400
Tel. +506 2290.8680

http://www.GBTcr.com
Email: info@GBTcr.com

PARA : BOSTON SCIENTIFIC
Heredia, Costa Rica

QUOTE #
GBT12082022A Rev1

REFERENCIA:
Cargadores EV Edificios Global Park

FECHA:
30-Sep-2022

CONTACTO:	TERMINOS	TIEMPO DE ENTREGA	LUGAR ENTREGA:	VALIDO HASTA:
Marco Barrantes	Neto 30 días	6-8 Semanas después de recibida OC	Bodega GBT	10-Oct-2022

LINEA	CANT.	ITEM	DESCRIPCION	UNIT	TOTAL
1	6	BEM13124CF1BOFA3	Residential VersiCharge G3 40A (9.6kW) charger. OCPP protocols, ANSI metering and ISO15118 HW ready. Includes 3 year warranty.	\$1,134.51	\$6,807.06
2	2	VPOSTGRY2	G3 Dual VersiCharge Base metalica para colocar Versicharge	\$168.58	\$337.16
3	1	MONITOREO	SUBSCRIPCION ANUAL AL SOFTWARE DE MONITOREO Y GESTION DE CARGADORES	\$100.00	\$100.00
4	1	SERTEC	Servicio técnico de Instalacion y puesta en marcha para 1 pedestal con 2 cargadores en edificio C ubicado a 15 metros del tablero y para 2 pedestales con 2 cargadores en edificio B ubicado a 20 metros del tablero eléctrico	\$4,486.23	\$4,486.23

Oferta válida por la compra total de los equipos ofertados. De cambiar cantidades hay que recotizar

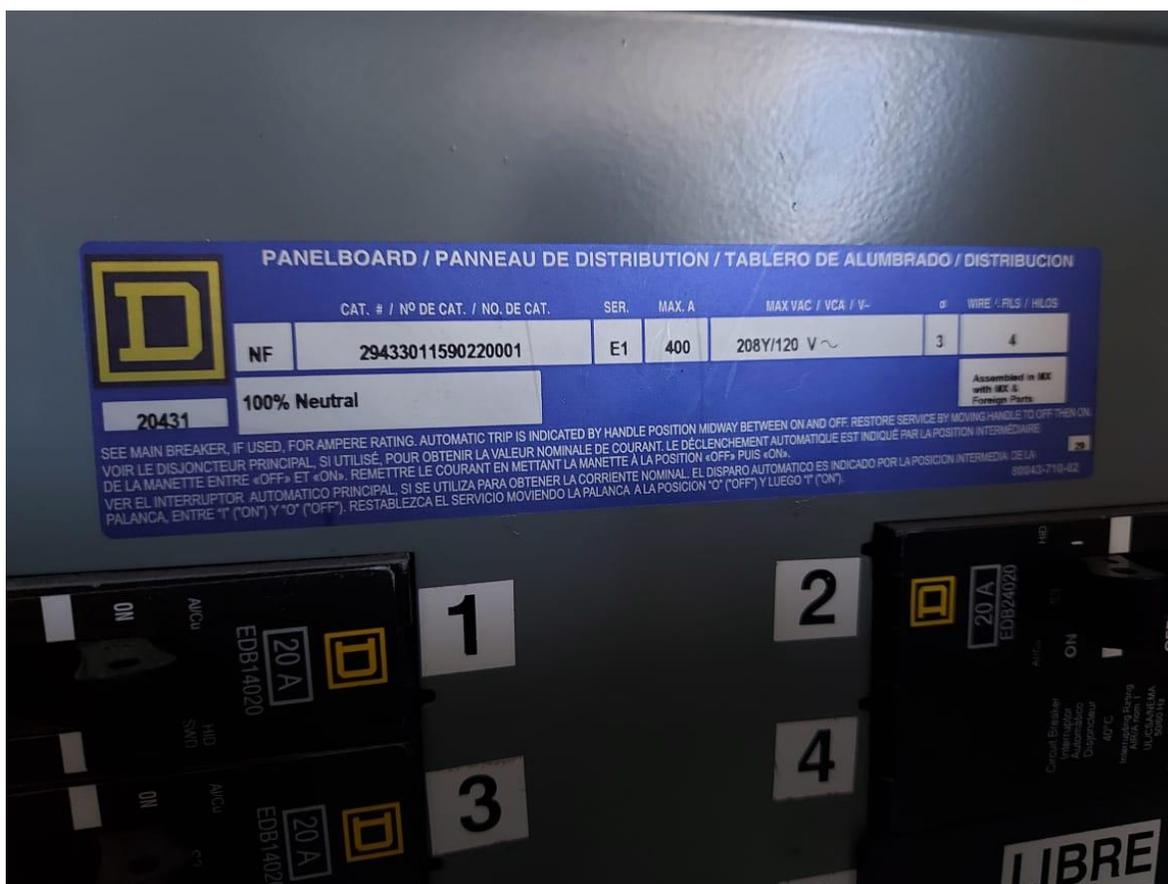
PREPARED BY: Felix Castillo Jimenez	SUBTOTAL	\$11,730.45
	Tax Rate	0.00%
	Sales Tax	\$0.00
	TOTAL	\$11,730.45

CONDICIONES GENERALES

- [1] Sujeto a los términos y condiciones especificados en la Garantía limitada del fabricante, todos los productos incluidos en esta cotización estarán libres de defectos de material y mano de obra hasta por (i) TRES (3) años contados a partir de la fecha de entrega del producto.
- [2] REMEDIO: Si un Producto no cumple con la garantía establecida anteriormente, el Proveedor, a su elección, (i) reparará el Producto defectuoso, (ii) proporcionará un Producto de reemplazo gratuito o piezas de repuesto. Cualquier Producto o pieza de reemplazo será comparable en función, pero puede no ser idéntico al original. El Producto de reemplazo o reparado está garantizado por el resto del periodo de garantía original. Ni GBT ni el fabricante son responsables de los costos de mano de obra y otros asociados con la extracción o reinstalación.
- [3] No nos responsabilizaremos por ninguna falla de los Productos que resulten de causas externas, incluidos, entre otros, los casos fortuitos; sobrevoltajes que exceden las especificaciones del producto; fuente de alimentación inadecuada; culpa o negligencia del Comprador o usuario; uso, instalación, manipulación, almacenamiento, mantenimiento, alteración o servicio incorrectos o no autorizados; cualquier abuso, uso indebido, uso anormal o uso en violación de cualquier norma, código o instrucciones aplicables para su uso en instalaciones, incluidas las contenidas en el último Código Eléctrico Nacional (NEC), las Normas de Seguridad de Underwriters Laboratory, Inc. (UL), Estándares para el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), en Canadá, la Canadian Standards Association (CSA), Europa (CE), Australia (C-Tick); o cualquier causa que no sea un defecto en el material o mano de obra del Producto en sí.
- [4] Para ORDENES DE COMPRA superiores a los \$1000, se incluye el costo del envío dentro del GAM. Para montos menores o ubicaciones fuera del GAM los términos de entrega son BODEGAS GBT y puede adicionarse el costo de dicho flete a solicitud del CUENTE.
- [5] El TIEMPO DE ENTREGA es una referencia y está sujeto a cambios en función de la disponibilidad del producto. Este periodo se confirmará una vez que se reciba la ORDEN DE COMPRA formal del CUENTE.

Anexo 12. Tablero T-CEE donde se instalarán los cargadores







TABLERO CEE																						
Descripción	C.T. (%)	Conductor			Tubería ø (mm)	Voltaje (V)	Carga (VA)	Disyuntor (A)	Circuito / Polo			Circuito / Polo			Carga (VA)	Voltaje (V)	Tubería ø (mm)	Conductor			C.T. (%)	Descripción
		Fase	Neutro	Tierra					Nº	A	B	C	Nº	A				Fase	Neutro	Tierra		
Tomas refrigeradoras	1,2	12	12	12	13	120	1500	20	1				2									Libre
Tomas refrigeradoras	1,1	12	12	12	13	120	1500	20	3				4									Libre
Tomas refrigeradoras	1,1	12	12	12	13	120	1500	20	5				6									Libre
Tomas facilities Shop	2,1	12	12	12	13	120	500	20	7				8									Libre
Libre									9				10									Libre
Microondas	1,2	10	10	10	19	120	1500	20	11				12									Libre
Microondas	1,2	10	10	10	19	120	1500	20	13				14									Libre
Agujas parqueo	1,5	10	10	10	19	120	1500	20	15				16									Libre
Agujas parqueo	1,5	10	10	10	19	120	1500	20	17				18									Libre
Libre									19				20									Libre
Libre									21				22									Libre
Libre									23				24									Libre
Libre									25				26									Libre
Libre									27				28									Libre
Libre									29				30									Libre
Libre									31				32									Libre
Libre									33				34									Libre
Libre									35				36									Libre
Libre									37				38								2	
Libre									39				40	100	13500	208	51	8	2		2	T-U2
Libre									41				42								2	

Tablero de Distribución Eléctrica: 277/480V, 3Φ, 4H, N/S, B/T, Barras de 225A, 42 Espacios, Referencia: NF DE Square D
 Capacidad Interruptiva de Disyuntores: 25kA
 Interruptor Principal: 3x150A 25KA@480V

Carga Total = 24500 VA
 F.D. = 0,85
 Carga Neta = 20825 VA



Anexo 13. Factores de emisión de CO₂ para el combustible y el uso de electricidad según el IMN

Combustible	Factor de emisión (kg CO ₂ /L combustible)	Incertidumbres		
		Límite inferior	Límite superior	Incertidumbre estándar recomendada
Gasolina	2,231	4,59%	5,89%	2,76%
Diesel	2,613	3,12%	3,19%	1,66%
Búnker	3,101	3,57%	3,65%	1,90%
Queroseno	2,541	3,83%	4,1%	2,09%
LPG	1,611	8,41%	9,16%	4,62%
Gasolina de avión	2,227	7,94%	23,5%	8,46%
Jet fuel	2,505	4,68%	5,32%	2,63%
Lubricante	2,549	11,74%	12,74%	6,44%

Figura 17. Factores de emisión de CO₂ por combustibles.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, 2022

Año	Factor de emisión kg CO ₂ e/kWh	Incertidumbres	
		Incertidumbre expandida ($k = 2$)	Incertidumbre estándar recomendada
2021	0,0400	± 13%	6,5%
2020	0,0282	± 6,4%	3,2%
2019	0,0365	± 1,4%	0,7%
2018	0,0395	ND	ND
2017	0,0490	ND	ND
2016	0,0557	ND	ND
2015	0,0381	ND	ND

Figura 18. Factores de emisión de CO₂ por uso de la electricidad.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, 2022

Anexo 14. Método de la empresa para calcular el CO₂ producido por el consumo de diésel del camión

Combustible Diésel camión de materiales

Paso	Acción
1	Selección y recopilación: El personal de materiales reporta mensualmente al responsable del Departamento de EHS el consumo de Diésel correspondiente al camión para el transporte de materiales y paquetería. Esto se realiza a través de una carpeta digital para el registro de fuentes de emisiones, en la que se mantiene un registro digital de los consumos y facturas para consulta del departamento de EHS o vía correo electrónico.
2	Selección y recopilación: El responsable del Departamento de EHS, incluye los datos correspondientes a fecha, costo, kilometraje, litros consumidos, precio por litro y número de factura en la base de datos de carbono neutro 91041120. En aquellos casos donde la factura no indique el volumen de combustible, se utiliza la tabla de precios históricos de RECOPE para realizar la conversión a litros de combustible.
3	<p>Metodología de cálculo: Partiendo de los litros de Diésel, se utilizan los factores de emisión para el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso; así como el potencial de calentamiento global (PCG) a 100 años cuando aplique (FE), como se muestra a continuación:</p> <p>CO₂</p> $\frac{\text{litros diesel}}{\text{año}} \times \frac{FE \text{ kg } CO_2e}{\text{litros diesel}} \times \frac{1 \text{ ton } CO_2e}{1000 \text{ kg } CO_2e}$ <p>CH₄</p> $\frac{FE \text{ g } CH_4}{\text{litros diesel}} \times \frac{PCG \text{ g } CO_2e}{\text{g } CH_4} \times \text{litros diesel} \times \frac{1 \text{ ton } CO_2e}{(1000 \times 1000) \text{ g } CO_2e}$ <p>N₂O</p> $\frac{FE \text{ g } NO_2}{\text{litros diesel}} \times \frac{PCG \text{ g } CO_2e}{\text{g } NO_2} \times \text{litros diesel} \times \frac{1 \text{ ton } CO_2e}{(1000 \times 1000) \text{ g } CO_2e}$ <p>Las toneladas de CO₂e consideran los tres tipos de emisiones, a saber, CO₂, CH₄ y N₂O, expresados en toneladas de CO₂e a través de los potenciales de calentamiento global.</p> <p>Para efectos del Diésel para el funcionamiento del camión, se utiliza el Factor de Emisión del IMN para Transporte terrestre/diésel/sin catalizador.</p> <p>Referencia: Directrices del IPCC de 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 2.</p>

Anexo 15. Ficha de venta del camión diésel de la empresa

AutoStar Vehículos S.A.

Cédula Jurídica: 3101336780

FICHA DE VENTA N° 15971 COMERCIALES NUEVO

FECHA IMPRESIÓN : 23/02/2023 16:52	SUCURSAL : URUCA	VENDEDOR : MIGUEL ANGEL BLANCO CRUZ
FINIQUITADO : 17/08/2020	TIPO FICHA : NORMAL	TIPO IMPORTACIÓN : REGIMEN GENERAL
DATOS DEL CLIENTE		
NOMBRES : BOSTON SCIENTIFIC DE COSTA RICA S.R .L.		CÓDIGO CLIENTE : 6218850
RUC / CEDULA : 3102357469	CONTACTO :	
DIRECCIÓN : HEREDIA LA AURORA GLOBAL PARK PARKWAY 30 #Park way, Dpto/Ofi. Oficina, ULLOA, HEREDIA		
EMAIL : BSCI-EINVOICECR-SVC@BSCI.COM	TELÉFONO : 2484-1910	CELULAR :
PEDIDO	TOTAL USD	74,000.00
MARCA : FREIGHTLINER	Precio de Venta : USD 74,000.00	
MODELO : M2 106 37K 4X2		
COLOR : BLANCO		
TIPO VEH. : CHASIS CABINA		
AÑO : 2020 N° PEDIDO : M0 - 7441 LOTE : 383151		
MOTOR : 906978C1165763		
CHASIS : 3ALACYCS6LDLX7441		
FORMA DE PAGO <input type="checkbox"/> CONTADO <input type="checkbox"/> FINANCIAMIENTO BANCARIO <input type="checkbox"/> FINANCIAMIENTO INTERNO		
DESCRIPCIÓN		MONTO
Orden de compra No.7000064526 Fecha Vencimiento 31/01/2020		USD 5,000.00
Orden de compra No.7000064527 Fecha Vencimiento 31/01/2020		USD 69,000.00
TOTAL :		USD 74,000.00
Tipo Descripción Equipo Adicional ESP CAJA SECA 7.5 METROS KSA JUEGO ALFOMBRAS CAMIONES FTL KSA JUEGO DE FALDONES		

Anexo 16. Factura de mantenimiento semestral para el camión diésel de la empresa

Página 1 de 3

AUTO STAR

NOMBRE:	BOSTON SCIENTIFIC DE COSTA RICA S.R	CÉDULA:	3102357469
DIRECCIÓN:	HEREDIA LA AURORA Park way, Oficina HEREDIA	FECHA:	25.08.2022
TEL. CLIENTE:	24841910	FEC.VIGENCIA:	24.09.2022
		COTIZACIÓN:	0101753082
CÓDIGO CLIENTE:	0006218850	RECEPCIONISTA:	JEFFRY ANTONIO VARELA LOPEZ
MARCA:	FREIGHTLINER	TELÉFONO:	+506 2295-0000
MODELO:	M2 106	CORREO :	jeffry.varela@autostar.cr
CHASIS:	3ALACYS6LDLX7441	SUCURSAL:	Uruca
MOTOR:	906978C1165763	ACEPTACIÓN:	
PLACA:	ZFE-529	KILOMETRAJE:	6.952

COMENTARIOS:

SINIESTRO/POLIZA/CLIENTE:

MANO DE OBRA MECÁNICA	TIEMPO	TARIFA UNI.	DESC.	TOTAL
Mantenimiento Preventivo	4,5 H	26.500,00	0,00	119.250,00
ENGRASE GENERAL	1,0 H	5.000,00	0,00	5.000,00
Ajuste y limpieza de frenos	4,5 H	5.000,00	0,00	22.500,00
DESMONTAR Y MONTAR TODAS LAS LLANTAS	3,0 H	10.000,00	0,00	30.000,00
Cambio de luz de cajon	1,0 H	5.000,00	0,00	5.000,00
			SUBTOTAL	181.750,00
REPUESTOS	CANT	P. UNIT	DESC.	TOTAL
RUBIA OPT. 1100 15W40 55GAL CK-4	30,0 L	3.628,89	0,00	108.866,70
TS,ELEM,FILTRO ACEITE - SNP22_CL	1,0 UN	23.785,00	0,00	23.785,00
JUNTA ANULAR	1,0 UN	1.508,75	0,00	1.508,75
TS CARTUCHO DE FILTRO - OTD_CL19	1,0 UN	24.850,00	0,00	24.850,00
T30 FILTRO SEPARADOR SNP.CL.22	1,0 UN	18.957,00	0,00	18.957,00
FILTRO DE AIRE CABINA	1,0 UN	12.481,80	0,00	12.481,80
FILTRO SECADOR DE AIRE AD-9 R	1,0 UN	75.970,00	0,00	75.970,00
MULTIS COMPLEX HV 2 (50K) -T CUÑ	1,0 UN	6.488,61	0,00	6.488,61
LAMPARA DE COSTADO AMBAR	1,0 UN	1.534,11	0,00	1.534,11
			SUBTOTAL	274.441,97
MATERIALES	CANT	P. UNIT	DESC.	TOTAL
MATERIALES CONSUMIBLES	4,0 UN	1.000,00	0,00	4.023,00
			SUBTOTAL	4.023,00

M. DE O. MEC.	181.750,00		
TRAB. DESAB.	0,00	TOTAL OT	460.214,97
TRAB. PINT.	0,00	DESCUENTO	0,00
REPTO.	274.441,97		
TFT	0,00	TOT. NETO	460.214,97
LUBRICANTES	0,00	IV	0,00
MATERIALES	4.023,00	TOT. VENTA	460.214,97

SON: CUATROCIENTOS SESENTA MIL DOSCIENTOS CATORCE CON 97/100 COLONES

Anexo 17. Cantidad de años a depreciar un vehículo según política de la empresa y prueba en libros

Assets	Asset Class	Useful Life (yrs)
Land	Z0001	N/A
Buildings	Z0000	40
Land Improvements	Z0002	20
Building Improvements	Z0003	B
Leasehold Improvements	Z0004	A
Machinery & Equipment	Z0005	5 - 7
Tools, Molds & Dies	Z0006	3
Office Equipment	Z0007	5
Furniture & Fixtures	Z0008	7
Motor Vehicles	Z0009	3-5
Tradeshow Displays	Z0010	3-5
Lab & Test Equipment	Z0011	7
Computer Hardware (non-PC)	Z0012	5
Capital Equipment - Inventory	Z0014	2-5
Pilot Plant Equipment	Z0016	5
Computer Equipment - PC's	Z0017	3
Programmers - ONLY USE FOR PROGRAMMERS NOT EQUIP.	Z0019	3 or 7
Implementation Costs: On Prem SW	Z0021	3
On Prem SW License	Z0021	3
Cloud Computing Arrangements	Z0024	3 - 5

Figura 19. Cantidad de años de depreciación por tipo de activo (vehículo).

Fuente: Elaboración propia

Book depreciation:2020 -2025					
Fiscal year	APC transactions	Acquisition value	Ordinary deprec.	Net book value	Crcy
<2020					USD
2020	73,999.99	73,999.99	7,399.99-	66,600.00	USD
2021		73,999.99	14,800.00-	51,800.00	USD
2022		73,999.99	14,800.00-	37,000.00	USD
2023		73,999.99	14,800.00-	22,200.00	USD
2024		73,999.99	14,800.00-	7,400.00	USD
2025		73,999.99	7,400.00-		USD
	• 73,999.99		• 73,999.99-		USD

Figura 20. Proyección anual del valor en libros para el camión diésel (prueba).

Fuente: Elaboración propia