

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS**

**MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN EL TRANSPORTE DE ABASTECIMIENTO A  
TIENDAS PROPIAS DE COMPAÑÍAS CIC S.A.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**AUTOR**

**EDUARDO LAGOS LARA**

**PROFESOR GUÍA**

**FRANCISCO DALL'ORSO LEON**

**PROFESOR CORREFERENTE**

**JAVIER SCAVIA DAL POZZO**

**SANTIAGO DE CHILE, 16 DE JULIO DE 2023**

## Agradecimientos

*Tomar la decisión de continuar estudiando no fue fácil, tanto en lo personal como en lo profesional, porque nunca imaginé la demanda de tiempo que ello significaría, pero era algo que tenía como meta y por lo mismo quiero agradecer a todas las personas que han estado cerca mío durante este largo camino que comenzó previo a la pandemia del Covid-19. En especial a mi familia, mi madre María Lara, Mis hermanos Carolina, Paola y Hernán y amigos que aguantaron todo este tiempo los no puedo una y otra vez como respuesta a las invitaciones.*

*No puedo no agradecer a Jo quien sin esperar nada a cambio me dio todo su apoyo y ese empujón que faltaba para terminar y no dejar de lado este proceso y que sin duda fue fundamental para mí.*

*Agradecer al profesor Francisco por guiarme todo este tiempo en el desarrollo del proyecto.*

*Por último quiero agradecer al equipo CIC que me permitió tomar la muestra de datos de su compañía a la cual orgullosamente pertenecí.*

*Como cierre me quedaré con la siguiente frase:*

***“Los caminos no siempre siguen el mismo curso que uno proyecta y muchas veces abrir uno nuevo se torna más difícil, pero esa dificultad eventualmente te llevará a un lugar maravilloso”***

*Modificado de autor Anónimo*

## Resumen

La gestión de despachos realizada en esta memoria para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la entrega abastecimiento a tiendas propias de CIC ha dado como resultado que la coordinación de ingreso de pedidos tiene un impacto muy alto en las emisiones de más de 50%, solo con la reorganización de frecuencias desde la bodega de origen hasta la tienda de destino.

Lo anterior se logró gracias al estudio de despachos histórico de 30 meses y a la propuesta de implementar nuevas frecuencias de visita para la gestión de abastecimientos de las tiendas de manera semanal.

Se estudiaron 3 escenarios con el fin de determinar y comparar los resultados con el escenario base actual de la compañía, y así determinar el costo de operación y la variación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El escenario 1: “Reestructuración de frecuencias”, fue el de mejor reducción en costos, pero no en emisiones y tiende a ser equilibrado si se comparan ambos ítems.

El escenario 2: “Reestructuración de frecuencias con vehículo eléctrico propio” es el que entrega el mejor rendimiento en la reducción de emisiones de gases, con un 55,1% de reducción de emisiones sobre la situación base, al igual que el escenario 3, pero este último no es rentable respecto del escenario actual.

Dado lo anterior la mejor opción por rendimiento en emisiones y costos es el escenario 1, con un -18,3% de ahorro solo con gestión de frecuencias para la optimización de flota. Pero, si la empresa decide implementar un camión cero emisiones eléctrico, el ahorro en emisiones será del 55,1% con un ahorro en costos sobre el escenario actual de -3,9%, quedando a criterio de la Cía.

## Tabla de contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>3</b>
<b>Problema de investigación.....</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>11</b>
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
<b>Marco Teórico .....</b>	<b>12</b>
Cambio Climático .....	12
<i>Origen y problema .....</i>	<i>12</i>
<i>Gases de Efecto Invernadero .....</i>	<i>13</i>
Vapor de agua (H <sub>2</sub> O): .....	13
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ): .....	13
Metano (CH <sub>4</sub> ):.....	13
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O):.....	13
Clorofluorocarbonos (CFC):.....	14
Ozono (O <sub>3</sub> ): .....	14
<i>Emisiones mundiales y chilenas.....</i>	<i>14</i>
Emisiones en el Transporte.....	15
Transporte de Carga.....	16
<i>Clasificación de vehículos .....</i>	<i>16</i>
Livianos y Medianos:.....	16
Pesados:.....	16

	5
Camiones: .....	16
Buses: .....	16
Combustión en fuentes móviles .....	17
<i>Tipos de combustibles</i> .....	17
Diesel: .....	17
Gasolina. ....	17
Hidrógeno. ....	17
Energía eléctrica.....	17
Gas Natural Vehicular (GNV). ....	17
<b>Antecedentes</b> .....	<b>18</b>
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .....	18
Protocolo de Kyoto .....	18
Acuerdo de París .....	20
Ruta de la Carbono Neutralidad.....	20
Hidrógeno Verde.....	22
Electromovilidad.....	24
Costo Total de Propiedad (CTP).....	26
Giro limpio (ASE).....	26
Compañías CIC.....	26
<b>Metodología</b> .....	<b>27</b>
<b>Alcance</b> .....	<b>29</b>
<b>Desarrollo del proyecto</b> .....	<b>29</b>

Validación de datos.....	29
<i>Flota utilizada</i> .....	29
Antigüedad de la Flota:.....	30
<i>Norma de Emisiones de la flota</i> .....	31
Norma EPA:.....	31
Norma EURO: .....	31
<i>Localización de orígenes y destinos</i> .....	33
<i>Manifiestos</i> .....	36
<i>Cumplimiento de frecuencias</i> .....	37
<i>Cumplimiento de frecuencia por zona</i> .....	38
<i>Emisión de principales GEI</i> .....	39
<b>Escenario base: Actual</b> .....	<b>40</b>
<b>Escenario 1: Restructuración de frecuencias</b> .....	<b>41</b>
<b>Escenario 2: Restructuración de frecuencias con vehículo eléctrico propio</b> .....	<b>43</b>
<b>Escenario 3: Restructuración de frecuencias con vehículo eléctrico subcontratado</b>	<b>44</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>46</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>48</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>49</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>54</b>
Anexo A: Costo Total de la Propiedad (CTP) .....	54
Anexo B: Método de Haversine.....	55
Anexo C: Corrección de placas patentes .....	55

Anexo D: Cumplimiento de frecuencia por zona .....	56
Anexo E: Ficha Técnica Camión JAC N55 .....	59

### **Problema de investigación**

Hoy en día ya no es novedad escuchar hablar sobre el aceleramiento del cambio climático, el aumento de la temperatura terrestre y las consecuencias, muchas de ellas irreparables, a causa de este fenómeno llamado calentamiento global, lo que ha hecho que distintas organizaciones, gobiernos, entre otros se organicen y comiencen a buscar alternativas para frenar esta situación, lo que sin duda no se puede lograr sin ayuda del desarrollo de nuevas tecnologías, financiamiento y/o políticas públicas.

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), este se define como el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992a).

Chile, frente al cambio climático, reúne 7 de las 9 características de vulnerabilidad identificadas por las Naciones Unidas (ONU), dado su geografía que posee zonas costeras de baja altura, zonas áridas y semiáridas, zonas de bosques, desertificación y zonas susceptibles a desastres naturales, ecosistemas montañosos, además de zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica (Vivanco, E., 2019), como por ejemplo el Gran Santiago.

Si se pone atención en la contaminación atmosférica, Santiago ostenta el 25° lugar de las capitales con peor calidad del aire del mundo del ranking de calidad del aire del 2020 (IQAir, 2020), a consecuencia de la excesiva emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), del cual existe un consenso científico de que ha sido provocado por la acción del hombre. (Ministerio del Medio Ambiente, 2017).

La contribución del sector energía a las emisiones de GEI nacionales indican que un 25% corresponde al sector transporte (Ministerio de Energía, 2018) y es por ello que las políticas de

este sector deben promover una movilidad menos contaminante y más eficiente (Cepal, 2010).

En los últimos años la eficiencia de los motores y la calidad de los combustibles ha mejorado, debido a los nuevos desarrollos tecnológicos (Miralles-Guash, C., 2012) pero ¿cuán accesible son estas tecnologías para el sector transporte de última milla?

En el programa de Gobierno 2018-2022, de Sebastián Piñera, tuvo como principales objetivos, en materia de transporte, para mejorar la calidad del aire “promover la movilidad de baja o cero emisión con énfasis en los sistemas de transporte público, racionalizar el uso de los automóviles en zonas urbanas e implementar normas de eficiencia energética para vehículos livianos y medianos” (Piñera, S., 2017), pero no entregó un lineamiento específico de apoyo hacia el sector privado, aunque busca promover el uso seguro del gas natural en el transporte.

El Gran Santiago hacia fines del 2021 tendrá una flota del 62% de vehículos con estándar “Red”, es decir buses eléctricos y de bajas emisiones contaminantes con norma Euro VI. (Ministerio de Transporte, 2020), pero si se desglosa el sector transporte se puede apreciar que casi un 77% de las emisiones GEI corresponde a vehículos livianos y transporte de carga (Garrido-Díaz, P., 2013).

En el sector transporte de última milla es donde se encuentra el gran problema de las empresas tanto generadoras de carga como de servicios de última milla, dado que aún la medición de la huella de carbono no se considera como un proceso estándar para buscar eficiencias o ahorros.

En este sentido Compañías CIC S.A. empresa nacional de fabricación de camas, colchones y productos deco-hogar, ha realizado un aporte importante a sus procesos productivos durante la pandemia, utilizando materiales amigables con el medio ambiente, bajos en emisiones y poniendo en marcha el proyecto *#recicladescanso* que desde el 2020 recicla el 90% de sus residuos.

Pero este avance aún no es suficiente para lo que la compañía tiene en mente, que es

certificarse como una empresa b, y para ello es necesario medir la huella de carbono en el transporte de última milla y analizar las alternativas que existen en el mercado para reducir costos de operación y proponer alternativas de mejoras para la reducción de emisiones.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Medir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) más comunes del transporte de abastecimiento de tiendas propias de Compañías CIC S.A. y proponer medidas de mitigación y reducción de ésta para el cumplimiento de la carbono neutralidad en la empresa.

### **Objetivos Específicos**

Analizar la situación base actual del transporte de abastecimiento a tiendas propias en CIC S.A. sobre el aporte tecnológico y uso de combustible.

Identificar alternativas de tecnologías de baja o cero emisiones disponibles en Chile o el extranjero que puedan integrarse al mercado chileno a través de benchmarking.

Cuantificar emisión de Gases de Efecto Invernadero con la flota actual y proponer mejoras.

Proponer medidas que apunten a la transformación del área de transporte de carga abastecimientos en CIC y evaluar su impacto económico y en emisiones de GEI.

## **Marco Teórico**

Para entender el caso a estudio es necesario indagar en los diversos factores o recursos que se involucran, siendo los más relevantes el cambio climático, la huella de carbono, el transporte terrestre carga y la combustión en fuentes móviles.

### **Cambio Climático**

Hace 10.000 años atrás la tierra tenía un clima mucho más frío que el actual, con una superficie terrestre cubierta por hielo, a la que se denominaba era glaciario y que luego con los ciclos naturales de la tierra fueron incrementando su temperatura y haciendo disminuir el área de hielo hasta llegar a las temperaturas que hoy se presentan a través de los distintos rincones de la tierra. Las causas principales de esas variaciones a través de los siglos han sido las erupciones volcánicas, los cambios en la órbita de traslación de la Tierra, los cambios en el ángulo del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano sobre el que se traslada y las variaciones en la composición de la atmósfera.

Pero, en el último siglo la temperatura ha presentado una variación de entre  $0,3^{\circ}\text{C}$  y  $0,6^{\circ}\text{C}$  y si bien el cambio climático puede ser o no atribuido a la actividad humana, se puede decir que el actor principal sigue siendo el ser humano, más aún, desde periodos de la revolución industrial, principalmente por el aumento de uso de combustibles fósiles lo que ha provocado exceso de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

### ***Origen y problema***

Desde hace más de 20 años los científicos atribuyen la tendencia observada del calentamiento global al efecto provocado por el calor atrapado en la atmósfera que se irradia desde la tierra hacia el espacio. A consecuencia de las actividades humanas que están modificando los componentes atmosféricos (Oreskes, N., 2004)

### ***Gases de Efecto Invernadero***

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son aquellos gases que emitidos de forma natural o antropogénica se acumulan en la atmósfera de la tierra y absorben la energía infrarroja del Sol, lo que a consecuencia se denomina efecto invernadero y que contribuye al calentamiento global del planeta (Aqua, 2021). Los principales contribuyentes del efecto invernadero son el Vapor de Agua ( $H_2O$ ), Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ), Metano ( $CH_4$ ), Óxido Nitroso ( $N_2O$ ) y Clorofluorocarbonos (CFC) y el Ozono troposférico ( $O_3$ ).

**Vapor de agua ( $H_2O$ ):** según TLV (2021) el Vapor de agua se define como “el gas formado cuando el agua pasa de un estado líquido a uno gaseoso”, es decir que las moléculas de  $H_2O$  se separan de las moléculas que las mantienen juntas.

**Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ):** según Cambio Global UC (2017) Se define el  $CO_2$  como “un gas de origen natural, subproducto también de la combustión de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, y de los cambios de uso del suelo y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropógeno que afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es el gas utilizado como referencia para medir otros gases de efecto invernadero, por lo que su potencial de calentamiento global es igual a 1”.

**Metano ( $CH_4$ ):** su origen se encuentra en las fermentaciones producidas por bacterias anaerobias especializadas que se encuentran en zonas pantanosas, cultivos como el arroz y en las emisiones desde el tracto intestinal del ganado. También se produce por los escapes de depósitos naturales y conducciones industriales.

**Óxido Nitroso ( $N_2O$ ):** es un gas volátil ligeramente tóxico, resultante de la reacción entre el amoníaco y el ácido nítrico para producir nitrato de amonio, un fertilizante ampliamente

utilizado en la industria agrícola. También resulta en menor medida, de la quema de combustibles fósiles.

El óxido nitroso absorbe radiación, atrapa el calor en la atmósfera, y expuesto a la luz solar a nivel de la estratósfera, reacciona con el ozono reduciéndolo a oxígeno molecular (O<sub>2</sub>) y liberando dos moléculas de monóxido de carbono (CO). Este gas podría permanecer en la atmósfera 114 años (Shankman, S., 2019).

**Clorofluorocarbonos (CFC):** los clorofluorocarbonos son derivados artificiales de hidrocarburos saturados, que resultan de la sustitución de átomos de hidrógeno por cloro y flúor. Son inertes, estables y esencialmente no tóxicos, por lo que se utilizan generalizadamente en líquidos refrigerantes y aerosoles, entre otros productos, hasta fines de la década de los 70, cuando se confirmaron sus efectos destructivos sobre la capa de ozono.

Al llegar a la estratósfera y en contacto con la radiación ultravioleta, las moléculas de clorofluorocarbonos fotodisocian, liberando átomos de cloro, que destruyen las moléculas de ozono. Los clorofluorocarbonos podrían permanecer en la atmósfera entre 40 y 150 años (American Chemical Society, 2017).

**Ozono (O<sub>3</sub>):** es una molécula constituida por tres átomos de oxígeno (O<sub>3</sub>), que se encuentra de forma gaseosa en la atmósfera.

En la troposfera, Ozono troposférico, se forma de manera espontánea y mediante reacciones fotoquímicas con gases resultantes de las actividades humanas (smog), actúa como un gas de efecto invernadero, convirtiéndose en uno de los componentes base del efecto Invernadero.

### ***Emisiones mundiales y chilenas***

En los últimos 150 años, las actividades industriales de las que depende nuestra civilización moderna han causado el aumento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera de 280 a

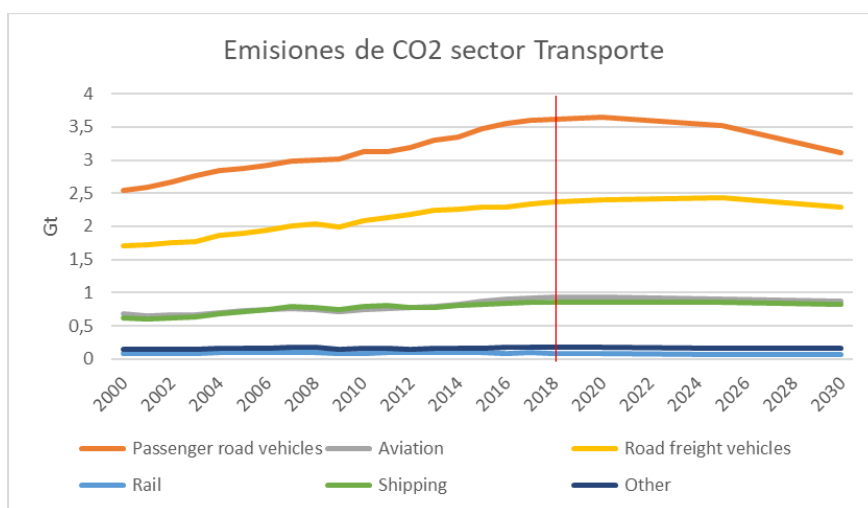
400 partes por millón. El grupo también concluyó que existe una probabilidad superior al 95% de que los gases de efecto invernadero emitidos por los seres humanos, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, hayan causado la mayoría del aumento observado en las temperaturas de la Tierra durante los últimos 50 años (Global Climate Change, 2021).

**Emisiones en el Transporte.** El sector transporte en la actualidad consume casi el 50% del petróleo a nivel mundial, equivalente al 20% del consumo energético. A nivel global el incremento de las emisiones en 2019 fue de 0,5% versus el 1,9% de crecimiento anual de emisiones desde el año 2000 al 2018. Esto dado principalmente por el uso de nuevas tecnologías en electromovilidad y biocombustibles, pero donde el transporte aporta el 24% de emisiones de CO<sub>2</sub> a causa del uso de los combustibles fósiles (IEA, 2020).

El transporte de carga por carretera es el segundo generador de emisiones de gases de efecto invernadero después del transporte de pasajeros, el que a 2030 no bajará de las 2 Gt de emisiones por año.

### Figura 1

*Emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector transporte de 2000 - 2018 y proyección al 2030*



*Nota.* Gráfico muestra la emisiones anuales por tipo de transporte donde la tendencia de 2020 a

2030 del transporte público es a la baja y el transporte de carga, segundo mayor emisor, solo presentaría una baja a partir de 2025. *Adaptado de IEA, 2020*

## **Transporte de Carga**

La definición básica de Transporte es aquella que traslada un bien o personas de un punto de origen a un punto de destino. Esto se remonta a los orígenes de la humanidad, ya que siempre ha sido una necesidad básica para la supervivencia y con el paso del tiempo y el aumento de la tecnología se ha ido sofisticando su uso en los distintos medios.

### ***Clasificación de vehículos***

La clasificación de los vehículos que se utilizará se categoriza en 2 segmentos:

**Livianos y Medianos:** es la categoría más grande del mercado de vehículos donde se encuentran los vehículos particulares y vehículos comerciales de hasta 2.700 kilos de peso bruto para vehículos livianos y de 2.701 hasta 3.860 kilos para los vehículos medianos (ANAC, 2016a).

**Pesados:** Esta categoría por su impacto en el desarrollo económico del país se subdivide en camiones y buses:

**Camiones:** se encuentran en el segmento de los vehículos comerciales y son sumamente importantes para el desarrollo de la actividad económica ya que trasladan bienes y servicios de un lugar a otro, sus pesos brutos vehiculares fluctúan desde los 3.860 kilos hasta la categoría pesados que pasan los 14.969 kilos (ANAC, 2016b).

**Buses:** se encuentran en el segmento de vehículos pesados y comerciales, donde se distinguen por tamaño de acuerdo a la capacidad de pasajeros que puedan transportar y tienen medidas que pueden llegar a los 14 metros en los buses de media y larga distancia (ANAC, 2016c).

## Combustión en fuentes móviles

### *Tipos de combustibles*

**Diesel:** es un combustible destilado del crudo, utilizado como combustible para vehículos y generadores de electricidad (U.S. Energy Information Administration, 2020a). Significa el 70% de la venta de combustibles de uso vehicular en el país.

**Gasolina.** Gasolina es un combustible derivado de la destilación fraccional de crudo, utilizada principalmente como combustible para vehículos. Tiene diferentes tipos de octanaje –la concentración porcentual de iso-octanos contra heptanos comunes. Mientras mayor sea la concentración de iso-octanos, la gasolina tendrá mayor estabilidad y resistencia a la compresión, lo que le permite tener mejor rendimiento (U.S. Energy Information Administration, 2020b) .

**Hidrógeno.** Hidrógeno es un elemento químico simple (H) de un solo protón, con un alto contenido de energía por unidad de medida, razón por la que es utilizado como combustible (U.S. Energy Information Administration, 2021c).

**Energía eléctrica.** Es el resultado de diferencial de potencial eléctrico de 2 puntos determinados, cuando se ponen en contacto mediante un transmisor eléctrico. Este contacto provoca una corriente eléctrica que consiste en la transmisión de cargas negativas a través de un material propicio para ello, que suelen ser metales (Raffino, E. , 2020).

**Gas Natural Vehicular (GNV).** Gas natural compuesto en un 90% de metano, usualmente capturado bajo tierra producto de la acumulación y descomposición de materia orgánica a través de los años, o bien biogás o biometano, que se captura sobre el nivel de suelo con la descomposición directa de alimento, agua y residuos de agricultura. “El gas natural es abundante, costo-eficiente y limpio; es una alternativa inteligente y de baja emisión comparado a la gasolina y diésel tradicionales.” (NGV America, 2022) además, tiene un octanaje promedio de 130 que

umenta la eficiencia de combustión.

## **Antecedentes**

### **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o United Nations Framework Convention on Climate Change por sus siglas en inglés UNFCCC) es un acuerdo internacional vigente desde el 21 de marzo de 1994 y ratificado por 197 países hasta la fecha, que tiene por objetivo “estabilizar las concentraciones de GEI a un nivel que impida interferencias antropógenas (inducidas por el hombre) peligrosas en el sistema climático” (Naciones Unidas, 1992b).

La CMNUCC reconoce los cambios climáticos en la Tierra y los efectos preocupantes sobre la humanidad, siendo la actividad humana la principal causante de las concentraciones de GEI en el medioambiente. La CMNUCC sostiene que los países ratificados deben proteger el sistema climático “en beneficio de las generaciones presentes y futuras”, y que los países cuentan con necesidades y circunstancias específicas que los hacen vulnerable a los efectos del cambio climático, por lo que cada país tiene que soportar una carga distinta en la prevención y reducción de las causas del cambio climático, sin perjuicio del progreso económico sostenible de los países.

### **Protocolo de Kyoto**

El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es un protocolo firmado el 11 de diciembre de 1997 por 30 países en desarrollo, con el fin de promover el desarrollo sostenible a través de compromisos con el fomento de la eficiencia energética, la investigación de tecnologías y promoción de usos de formas renovables de energía, y la aplicación de instrumentos de mercado flexibles para alcanzar objetivos

en emisiones de GEI, entre otras medidas. Estos 30 países están obligados a reducir al 2012, sus emisiones en promedio un 5% con respecto a los del nivel del año base 1990.

**Tabla 1.**

*Objetivo de reducción de gases efecto invernadero países integrantes del protocolo de Kyoto.*

<b>País</b>	<b>Objetivo 2012</b>
U-15, Bulgaria, Czech Republic, Estonia, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Monaco, Romania, Slovakia, Slovenia, Switzerland	-8%
Canada, Hungary, Japan, Poland	-6%
Croatia	-5%
New Zealand, Russian Federation, Ukraine	0%
Norway	1%
Australia	8%
Iceland	10%

*Nota.* Tabla obtenida de Naciones Unidas, 1998

El Protocolo de Kyoto pretende reducir las emisiones de los seis principales GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), provenientes de fuentes de emisión como la quema directa de combustible, procesos industriales, la agricultura, el uso de solventes y el desecho y tratamiento de residuos.

El protocolo también pide a los países, realizar seguimiento y reporte de emisiones, para supervisar el cumplimiento transparente y correcto de los compromisos acordados.

Los países distintos a los 30 primeros adscritos, que ratifiquen el Protocolo de Kyoto, no están obligados a reducir sus emisiones de GEI, pero tienen acceso a los mecanismos económicos flexibles para mantener este compromiso: transferencia de conocimiento y tecnologías para la reducción de emisiones, y transacción de emisiones o venta de bonos de carbono

Chile ratificó el Protocolo de Kyoto el 26 de agosto de 2002 (Naciones Unidas, 1998).

### **Acuerdo de París**

Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) en París en diciembre de 2015, la CMNUCC firmó el Acuerdo de París con 3 esfuerzos principales para alcanzar los objetivos mismos de la Convención:

- “Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, con un enfoque en limitar ese aumento aún más con 1,5°C.”
- “Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, con un desarrollo con niveles bajos de GEI, sin comprometer la producción de alimentos”
- “Situación los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y bajas emisiones de GEI”

El Acuerdo de París exige que todas las partes redoblen los esfuerzos año a año para reducir sus emisiones las cuales deberán ser reportadas periódicamente. Además, se realizará un inventario mundial cada 5 años que evaluará el progreso colectivo hacia el logro del propósito del acuerdo.

### **Ruta de la Carbono Neutralidad**

En el marco del Acuerdo de París firmado por Chile en junio de 2019, donde el país se comprometió a alcanzar la carbono neutralidad al año 2050, el Presidente de la República con sus Ministerios presentaron al Senado en enero de 2020 el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, en vista que el sector de energía es responsable del 78% de las emisiones de GEI en Chile (Mitigation and Energy Working Group, 2020a). Esta Ley fue tramitada con éxito en el congreso y el Presidente de la República la promulgó en junio del 2022.

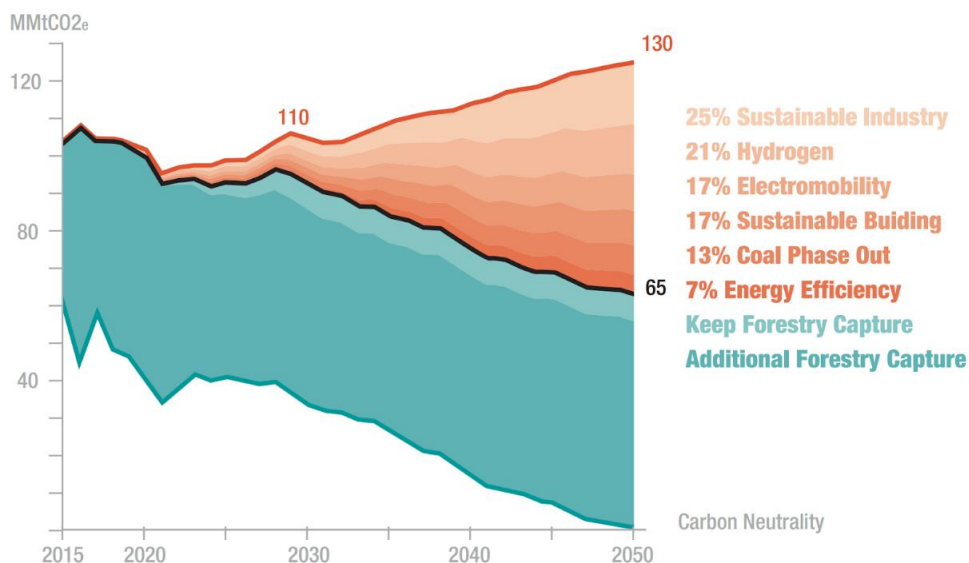
Esta ley propone alcanzar la neutralidad de emisiones, el 2050 o antes, a través del equilibrio entre emisiones y absorciones de GEI, definir una estrategia climática a largo plazo y planes sectoriales y regionales de mitigación y adaptación al cambio climático, entre otros puntos.

El Ministerio de Energía en 2019 elaboró un documento con medidas para alcanzar la carbono neutralidad al 2050. Estas medidas también están contenidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo. Esta ruta incluye medidas como:

- El cierre del 100% de las centrales generadoras a carbón para el año 2040.
- Construcciones sustentables: mejoras en insulación de viviendas, calentamiento de agua a través de energía solar en viviendas y hospitales, uso de calefacción eléctrica en hogares y sectores públicos como supermercados, retail, clínicas privadas, etc.
- Uso de hidrógeno (ver punto Hidrógeno Verde).
- Electromovilidad (ver punto Electromovilidad).

## Figura 2.

### *Contribución de medidas a la carbono neutralidad*



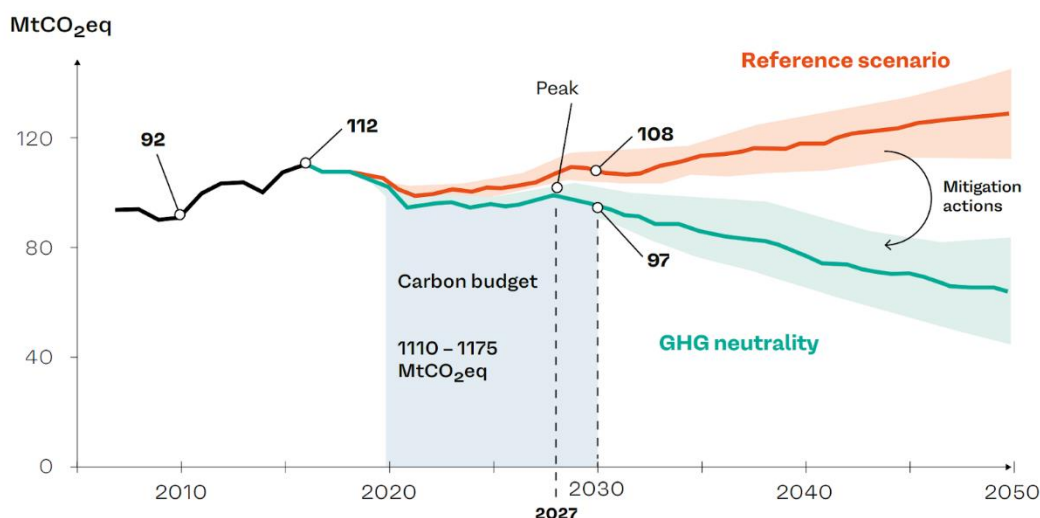
*Nota.* Adaptado de Carbono neutralidad en el sector energía; Proyección de consumo energético

nacional 2020. Ministerio de energía.

Se proyectan escenarios a nivel nacional en emisiones de CO<sub>2</sub> para mostrar el alcance e impacto de las medidas impulsadas. En rojo el escenario de referencia sin medidas de mitigación, en verde el escenario con puesta en marcha del proyecto de carbono neutralidad, y las áreas sombreadas son los márgenes de variabilidad estimados de acuerdo a la incertidumbre del modelo.

### Figura 3.

*Proyección de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes a 1 millón de toneladas.*



*Nota.* Adaptado de *Mitigation and Energy Working Group, 2020*.

### Hidrógeno Verde

Las medidas de hidrógeno verde (H<sub>2</sub>) es una de las aristas de la Estrategia Climática de Largo Plazo que contribuiría en un 21% al plan de carbono neutralidad del país, como alternativa para descarbonizar los sectores industriales, mejorar la calidad del aire y la seguridad en la generación de energía (Mitigation and Energy Working Group, 2020b)




De acuerdo con las propuestas del plan, al año 2050 el H2 debiera reemplazar el uso de diésel en:

- 85% de la flota de vehículos de carga terrestre con capacidad superior a 5 toneladas (equivalente al 70% del consumo energético en el sector de transporte de carga terrestre)
- 37% de los motores de minería abierta, 12% en otras industrias domésticas y 8% de los motores de minería subterránea (equivalente al 20% del consumo energético en el sector motriz)

Además, debiera reemplazar en 7% el gas natural como fuente de calentamiento de agua doméstico e industrial.

#### Figura 4.

*Niveles de penetración de medidas de hidrógeno en escenario referencial y carbono neutral.*

Hidrógeno	Referencia	Carbono Neutral		
		2030	2040	2050
 <b>Transporte de Carga</b>	Sin medidas	20%	50%	70%
 <b>Usos Motrices</b>	Sin medidas	2%	10%	20%
 <b>Gasoductos</b>	Residencial	0%	5%	7%
	Comercial	0%	2%	2%

*Nota. Adaptado de Carbono neutralidad en el sector energía; proyección de consumo energético nacional. Ministerio de Energía, 2020.*

Estas proyecciones son optimistas y “dependen fuertemente de los avances tecnológicos, la formación del capital humano y la habilidad de desplegar efectivamente las inversiones eléctricas y no-eléctricas necesarias” (Mitigation and Energy Working Group, 2020c).

El valor presente neto de las medidas de H2 2020 - 2050 es de \$9.600 millones de dólares (Ministerio de Hacienda, 2020a), con costos de inversión (CAPEX) -\$9.200 y costos de operación (OPEX) \$18.800; es decir, un ahorro significativo en los gastos operativos, resultado de la proyección al alza sostenida de los precios de combustibles fósiles (diésel, carbón y gas natural).

### **Electromovilidad**




Las medidas de electromovilidad de la Estrategia Climática de Largo Plazo para alcanzar la carbono neutralidad al 2050 contribuiría en un 17% a la reducción de CO2 en el país.

En el escenario de carbono neutralidad, la electromovilidad penetraría en:

- 60% del parque vehicular particular al 2050 (aproximadamente 40% de vehículos eléctricos y 20% híbridos)
- 100% de los taxis al 2050
- 100% de los buses de transporte público, tanto en RM como en regiones, al 2040

**Figura 5.**

*Niveles de penetración de medidas de electromovilidad en escenario de referencia y carbono neutral*

Electromovilidad			Referencia		Carbono Neutral		
			2020	2050	2030	2040	2050
<b>Vehículos particulares</b> 	Parque total	Comerciales	2%	20%	3%	30%	60%
		Particulares	2%	20%	3%	30%	60%
<b>Taxis colectivos</b> 			2%	20%	30%	65%	100%
<b>Transporte Público</b> 		Regiones	< 1%	20%	20%	100%	100%
		Santiago	< 1%	20%	50%	100%	100%

*Nota.* Adaptado de *Carbono neutralidad en el sector energía; proyección de consumo energético nacional.* Ministerio de Energía, 2020.

El valor presente neto de las medidas de electromovilidad 2020 - 2050 es de -\$2.900 millones de dólares (Ministerio de Hacienda, 2020b), con costos de inversión (CAPEX) -\$23.100 y costos de operación (OPEX) \$20.200

En las estimaciones se asume que la tasa de retiro de vehículos es de 2% fijo anual, y los costos por electrolineras fijos son \$3.100 USD y \$40.000 USD para carga lenta y carga rápida respectivamente (Ministerio de Energía, 2020).

Es importante señalar que a diferencia de las iniciativas de H2V, en el plan de electromovilidad del Ministerio de Energía no está contemplado el transporte de carga terrestre.

### **Costo Total de Propiedad (CTP)**

Es un cálculo que considera los costos directos e indirectos asociados a invertir en un activo: el costo de adquisición, mantención, operación, etc. Estos costos se traerán a valor presente para poder compararlos (ver detalle en Anexo A):

$$CTP = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{CT_t}{(1+r)^t}$$

### **Giro limpio (ASE)**

Giro Limpio es un programa nacional voluntario “que busca certificar y reconocer (...) empresas de transporte de carga en el ámbito de sustentabilidad y la eficiencia energética”, y empresas generadoras de carga que opten por transportistas certificados Giro Limpio. Los objetivos de Giro Limpio son mejorar la eficiencia energética del sector transporte de carga, aumentar la competitividad de empresas certificadas, reducir costos mediante la disminución de uso de combustibles, y así por consiguiente las emisiones de GEI en el medio ambiente.

Giro Limpio, además, sugiere estrategias para lograr objetivos de ahorro de combustible, como mantención de vehículos y neumáticos, técnicas de conducción eficiente, y “mejoramiento en la distribución de carga y planificación de viajes”, entre otras (Giro Limpio, 2021)

### **Compañías CIC**

Compañía Industrial de Catres (CIC) es una empresa chilena con una basta trayectoria en el mercado nacional con más de 100 años de historia, donde ha sabido adaptarse a las variaciones económicas del país y a las necesidades de las personas, creando y fabricando productos de carácter innovador y a la medida de los consumidores chilenos con un estándar característico que le ha permitido mantenerse en el tiempo, mejorando la calidad de vida de las personas.

CIC, durante sus años de vida ha experimentado en el descanso y bienestar de las personas,

además ha innovado en la movilidad de bajas emisiones con la fabricación y comercialización de bicicletas en la década de los ´80, las que hoy ya son solo parte de la historia.

Hoy CIC se encarga del descanso y comodidad de las personas con su gama de colchones, camas y productos deco-hogar. Siempre destacando por su calidad e innovación, durante la pandemia, se innovó con la consigna saber vivir mejor, productos que fueron despachados directo a sus clientes como también a las tiendas propias de venta física, donde se encuentran los textiles para las camas hasta sillones y sofás para el living.

Hoy en día CIC se encuentra explorando la expansión a otros mercados considerando la contracción postpandemia del mercado nacional.

Por otro lado, se encuentra mejorando sus procesos logísticos que le permitan dar calidad de vida a las personas mediante el descanso, pero también siendo una empresa responsable social y ambientalmente, buscando medir su impacto y reducirlo.

CIC cuenta con 28 tiendas a lo largo del país en mall, outlet como en sectores de comercio, las cuales son abastecidas, principalmente, desde sus centros de distribución en Santiago.

### **Metodología**

Se realizará un análisis exploratorio de datos sobre los despachos de abastecimiento realizados a cada tienda de CIC entre enero de 2020 y junio del 2022.

El origen de los datos se obtiene de la base de pedidos y manifiestos de despacho del Sistema ERP Oracle de CIC e información histórica de los despachos de la plataforma de gestión de entregas Beetrack. Ambas fuentes son de registro manual por parte de Jefes de Ventas y Facturadores por lo que los campos de dirección y patentes requerirán correcciones y homologaciones manuales.

Se calculará la distancia lineal entre puntos de origen y destino definidos por medio de la

ecuación de Haversine (Ver Anexo B).

Obtenidas las distancias lineales, se aplicará una corrección porcentual de acuerdo con la distancia total calculada, a modo de simular el recorrido vehicular urbano, giros, retornos, etc., en las proporciones definidas en la Tabla 2:

**Tabla 2.**

*Corrección de kilometraje recorrido.*

<b>Distancia calculada Harvesine</b>	<b>Factor de Corrección</b>
<= 100 km	1,35
>100 y <= 200 km	1,18
>200 y <= 300 km	1,15
> 300 km	1,12

*Nota.* Elaboración propia.

Se realizarán análisis estadísticos para obtener la situación base: por un lado, los tipos de vehículo utilizados, su capacidad de carga, norma de emisiones y emisiones estimadas de GEI.

Por el lado de los pedidos, se observará la frecuencia de ingreso de pedidos contra frecuencias de despacho para determinar optimización de carga.

La estimación de GEI se basarán en los factores de conversión de emisión recopilados por el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Gobierno de Reino Unido (2022).

Se evaluarán medidas para reducir las emisiones de GEI por medio de la incorporación de vehículos carbono neutrales comparando el CTP de las propuestas.

Se utilizará el factor de corrección de tarifas anuales con el indicador entregado por el INE, ICT (índice de Costos del Transporte).

## **Alcance**

El alcance del proyecto será la flota gestionada de manera directa por CIC S.A. que hacen entregas de abastecimiento de pedidos para la venta a las 28 tiendas propias ubicadas en distintas comunas del país.

No se considerarán los envíos de exhibiciones dado que estos no necesariamente son despachados por los flujos regulares de transporte, lo que puede ocasionar error en la interpretación de los datos.

Al tratarse de un proyecto con beneficio privado la tasa de descuento a utilizar será de 10%, de la misma forma el horizonte de planeación será de 10 años asumiendo demanda constante durante este periodo por limitaciones de estudio.

## **Desarrollo del proyecto**

### **Validación de datos**

Se consideraron los despachos realizados de abastecimientos de los últimos 30 meses, lo que coincide con el escenario de pandemia de COVID 19.

### ***Flota utilizada***

Se utilizaron 190 vehículos distintos en el proceso de abastecimientos desde enero de 2020 a julio 2022, obteniendo un crecimiento en 2021 del 127% sobre el 2020 con 136 vehículos utilizados debido a la alta demanda anual, la cual se ha mantenido en el primer semestre del 2022 con un leve ajuste del -7% respecto de la flota utilizada en todo 2021, considerando que el análisis se realizó con datos hasta el primer semestre de 2022. Todos estos vehículos son subcontratados a empresas externas, pagadas por viaje realizado, por lo que CIC S.A. no incurre en gastos de inversión en vehículos ni gastos de mantención de flota.

**Tabla 3.**

*Cantidad en unidades de vehículos en la flota por tipo de vehículo y año.*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>Total utilizados en el periodo evaluado</b>
CAMION	40	94	90	129
CAMIONETA	2	5	5	9
FURGON	4	5	4	9
TRACTOCAMION	14	32	28	43
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>136</b>	<b>127</b>	<b>190</b>

*Nota.* Elaboración propia.

La distribución de la flota se concentra principalmente en el uso de camiones medianos los que tienen una equivalencia en volumen de 20 a 30 m<sup>3</sup> y que por la condición de los productos de CIC es el más utilizado dado que permite un mejor manejo de la carga. Luego le sigue el tracto camión para abastecimientos de ciudades o grandes distancias ya que el transportista optimiza el volumen de carga con pedidos complementarios.

**Tabla 4.**

*Distribución porcentual de vehículos en la flota por tipo de vehículo y año.*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>Total</b>
CAMION	67%	69%	71%	68%
CAMIONETA	3%	4%	4%	5%
FURGON	7%	4%	3%	5%
TRACTOCAMION	23%	24%	22%	23%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Elaboración propia.

**Antigüedad de la Flota:** La flota que se destinó para el abastecimiento contempló vehículos desde 1990 en adelante con un 6,3% de los vehículos con más de 22 años de antigüedad y solo el 54,2% con menos de 6 años de antigüedad.

La tabla 5 muestra la distribución de vehículos quinquenales desde 1990 a 2022, siendo la mayor cantidad de vehículos aquellos que datan entre 2016 a 2020 con el 42,1%

**Tabla 5.**

*Cantidad en unidades y distribución porcentual de vehículos en la flota por año de fabricación.*

<b>Rango año</b>	<b>Cantidad de vehículos</b>	<b>% sobre el total</b>
1990-1995	2	1,1%
1996-2000	10	5,3%
2001-2005	6	3,2%
2006-2010	21	11,1%
2011-2015	48	25,3%
2016-2020	80	42,1%
2021-presente	23	12,1%
<b>total</b>	<b>190</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Elaboración propia.

#### ***Norma de Emisiones de la flota.***

Cabe destacar que las homologaciones de la norma de emisiones se trataron todas como normas Euro, realizando una conversión para los casos de norma EPA de emisiones:

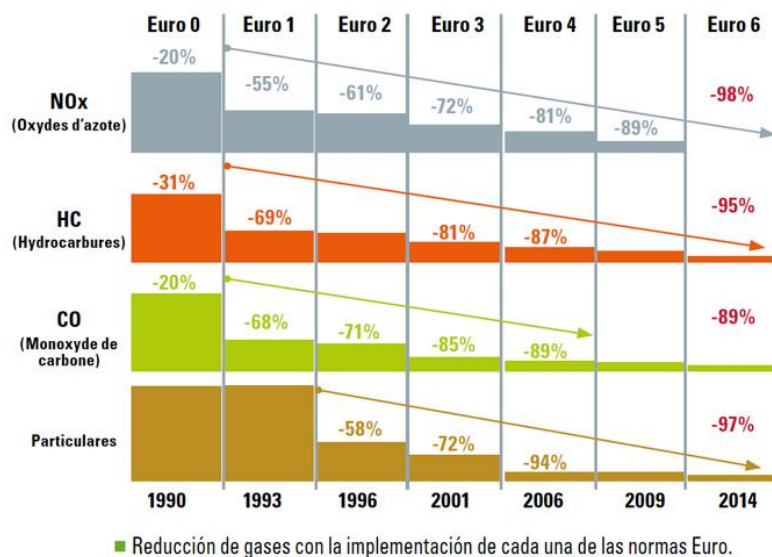
**Norma EPA:** es la normativa de emisiones de la agencia de protección ambiental de Estados Unidos (Epa por su sigla en inglés), la que regula y norma las emisiones de los motores, cumple el mismo objetivo que las normas Euro (de la unión europea).

**Norma EURO:** Es la norma para el control de emisiones contaminantes de la unión europea que se desarrolla desde 1988, y que norma las emisiones contaminantes por tipo de vehículo. Desde el 2014, la norma que rige es la Euro VI (Total Energies, 2022), en Chile entró en vigor para todos los vehículos inscritos desde septiembre de 2022 en adelante.

La reducción de gases con la implementación de cada norma es notoriamente mejor que la versión anterior como se muestra en la imagen.

**Figura 6**

*Evolución de normas Euro en la reducción de emisiones.*



*Nota.* Total Energies, 2022.

Como se mencionó anteriormente, para los vehículos en los cuales la norma de emisiones corresponde a EPA se consideró su equivalente en norma Euro, como se muestra en la tabla, donde el 25,3% de los Vehículos se encuentra en las norma Euro I o Euro II y solo el 2,6% tiene norma de emisiones EURO VI.

A su vez, para identificar la correcta norma de emisiones se consideró la normalización de placas patentes genéricas para evidenciar el tipo de vehículo que se utilizó en el despacho el que se puede ver en el Anexo C

**Tabla 6.**

*Cantidad en unidades y distribución porcentual de vehículos en la flota por norma EURO y año.*

<b>Norma EURO</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>Total</b>	<b>% utilizado</b>
EURO I	5	7	4	10	5,3%
EURO II	17	26	22	38	20,0%
EURO III	2	3	3	4	2,1%
EURO IV	11	25	29	42	22,1%
EURO V	25	70	65	91	47,9%
EURO VI		5	4	5	2,6%
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>136</b>	<b>127</b>	<b>190</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Elaboración propia.

### ***Localización de orígenes y destinos***

Existen 3 puntos de origen de pedidos de abastecimiento y 27 destinos. Las ubicaciones están distribuidas desde La Serena hasta Temuco, con un 64% de concentración de despachos en la Región Metropolitana.

La figura 7, muestra la localización de las tiendas en el territorio nacional donde se aprecia que su ubicación está concentrada en la zona centro del país.

**Figura 7**

*Mapa de tiendas CIC.*



*Nota.* Recopilado de Google Maps.

La Tabla 7 muestra la ubicación geográfica mediante dirección, latitud y longitud de cada tienda y el nombre interno que tiene cada una de ellas para la identificación dentro de la organización.

**Tabla 7.***Tiendas, direcciones y geo-referencia de tiendas.*

<b>Tienda / CD</b>	<b>Dirección</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
CD CIC Maipú	Av. Esquina Blanca 960	-33.51390206	-70.73264207
CD CIC Megacentro	Cerámica 2371	-33.41334968	-70.72173631
CD CIC Chillán	Panamericana Sur S/N Parcela 67	-36.57779966	-72.10076115
Outlet Chillán	Panamericana Norte S/N Parcela	-36.57779966	-72.10076115
Outlet Concepción	Proyección Calle Portal San Pedro 4850	-36.86393154	-73.13817473
Outlet Peñuelas	Regimiento Arica Esquina Ruta 5 Norte	-29.90723157	-71.25860639
Outlet Premium	San Ignacio 500 Local S3-2	-33.33148719	-70.7033349
Outlet Temuco	Las Quilas 1605 Local 1372	-38.75120512	-72.60391236
Outlet Viña	Camino Internacional 2440	-32.98545215	-71.49930067
Tienda Arauco Maipú	Av. Américo Vespucio 399	-33.48327647	-70.75048513
Tienda Barrio Independencia	Av. Independencia 565	-33.42455952	-70.65468209
Tienda Colina	Avda. General San Martin 068	-33.20616213	-70.6786619
Tienda La Fabrica	Av. Carlos Valdovinos 200	-33.48644263	-70.62745641
Tienda Linares	Av. Aníbal León Bustos 280	-35.84215784	-71.60606566
Tienda Los Andes	Santa Teresa 638	-32.83487516	-70.60582067
Tienda Luis Pasteur	Luis Pasteur 6446	-33.38255344	-70.57268709
Tienda Maipú	Camino Melipilla 9595	-33.513502	-70.7312235
Tienda Nueva Costanera	Nueva Costanera 3849	-33.39929129	-70.59766199
Tienda Parque Arauco	Av. Kennedy 5413	-33.40182596	-70.57638916
Tienda Plaza Maule	Circunvalación Oriente 1055	-35.42724687	-71.6263547
Tienda Plaza Norte	Av. Américo Vespucio 1737	-33.36473123	-70.67912627
Tienda Plaza Oeste	Av. Américo Vespucio 1501	-33.51784998	-70.71796313
Tienda Plaza Sur	Av. Pdte. Jorge Alessandri 2004	-33.63145832	-70.7102862
Tienda Plaza Tobalaba	Av. Camilo Henríquez 3296	-33.56914113	-70.55614975
Tienda Plaza Vespucio	Av. Vicuña Mackenna Ote 7110	-33.51684216	-70.59827333
Tienda Quilín	Mar Tirreno 3349	-33.48841935	-70.57902426
Tienda Quillota	Av. Carlos Condell 1687	-32.89668679	-71.2433023
Tienda Rancagua	Av. Nueva Alberto Einstein 290	-34.1717073	-70.71532424
Tienda Valparaíso Paseo Ross	Avenida Argentina 602	-33.04854305	-71.60367565
Tienda Villa Alemana	Av. Valparaíso 714	-33.04397099	-71.37425149

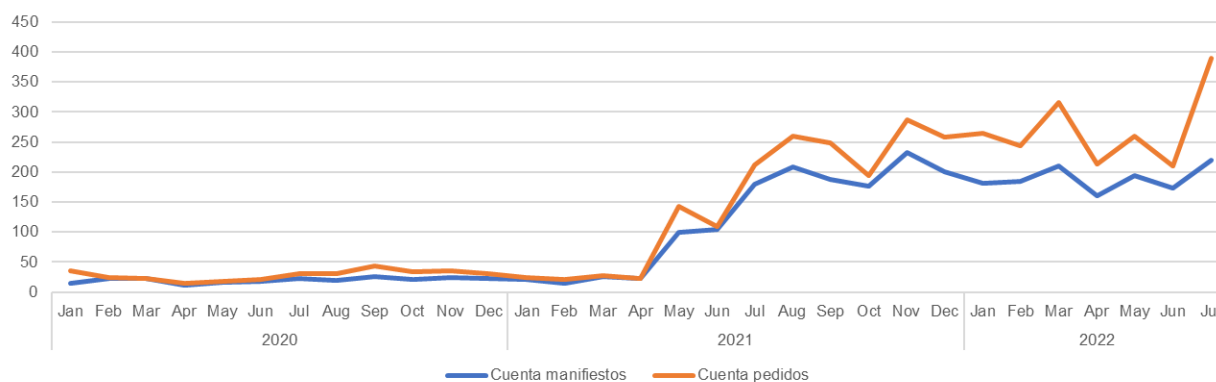
*Nota.* Elaboración propia.

## Manifiestos

Desde enero de 2020 se registraron 3.993 pedidos despachados en 2.959 manifiestos únicos. De acuerdo al comportamiento de pedidos, previo a la pandemia los despachos no superaban los 50 por mes. Al iniciar las cuarentenas a fines de marzo se observa una baja abrupta y luego un aumento constante hasta mayo 2021, donde ya sin grandes medidas restrictivas y con la entrada en rigor del 3er retiro de los fondos de AFP, la cantidad de despachos se quintuplicó.

### Figura 8

*Cantidad de manifiestos y pedidos por mes y año.*



*Nota.* Elaboración propia.

Agrupando por volumen de pedido y zona de clientes, se observa que al menos un 99% de pedidos tienen volumen igual o inferior a 20 m<sup>3</sup>, y se concentran en un 65% en las zonas metropolitana y centro norte. Esto definirá el enfoque de las propuestas de mejora como se muestra en la tabla 8.

**Tabla 8.**

*Distribución de manifiestos por zona y volumen en m<sup>3</sup>.*

Zona	0 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>	60 m <sup>3</sup>	80 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	Total	Total Acumulado
METROP. CENTRO	9,8%	0,8%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	10,6%	<b>10,6%</b>
METROP. NORTE	7,1%	1,1%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	8,6%	<b>19,2%</b>
METROP. SUR	28,3%	9,8%	1,5%	0,4%	0,0%	0,0%	40,0%	<b>59,2%</b>
CENTRO NORTE	15,9%	2,0%	0,5%	0,1%	0,1%	0,0%	18,6%	<b>77,7%</b>
CENTRO SUR	7,9%	0,7%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	8,7%	<b>86,4%</b>
SUR	8,0%	4,0%	1,2%	0,3%	0,0%	0,0%	13,6%	<b>100,0%</b>
<b>Total</b>	<b>76,9%</b>	<b>18,4%</b>	<b>3,6%</b>	<b>0,9%</b>	<b>0,1%</b>	<b>0,0%</b>	<b>100,0%</b>	
<b>Total Acumulado</b>	<b>76,9%</b>	<b>95,3%</b>	<b>99,0%</b>	<b>99,8%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>		

*Nota.* Elaboración propia.

### ***Cumplimiento de frecuencias***

Se detectó que el 31% de las frecuencias de abastecimientos no se cumplen por la condición de ingreso de pedidos desde el área de Ventas lo que provoca la gestión de pedidos fuera de corte o frecuencia y quiebres por mala planificación, en consecuencia provoca un uso desproporcionado de la flota o subutilización de ésta, los días sábados hay un 100% de incumplimiento ya que este día no está habilitado para despachos de abastecimientos, de acuerdo a la frecuencia pactada por cada tienda.

En la tabla 9, se muestra el plan de visitas actual para cada tienda, se destaca que los días miércoles y jueves se realizan 11 visitas por día, lo que concluye que en 2 días se visitan 16 tiendas que corresponde al 57,1% del total.

**Tabla 9.***Frecuencia de visita de tienda por día.*

<b>Tienda</b>	<b>Lun</b>	<b>Mar</b>	<b>Mie</b>	<b>Jue</b>	<b>Vie</b>	<b>Sáb</b>
TIENDA MAIPU	x	x				
TIENDA ARAUCO MAIPU		x			x	
TIENDA PLAZA SUR		x		x		
TIENDA PLAZA OESTE			x	x		
TIENDA PLAZA TOBALABA		x		x		
OUTLET CHILLAN			x	x		
OUTLET CONCEPCION			x	x		
OUTLET PREMIUM		x			x	
TIENDA LUIS PASTEUR	x					
TIENDA NUEVA COSTANERA	x					
TIENDA PLAZA VESPUCIO		x		x		
TIENDA VALPARAISO PASEO ROSS					x	
TIENDA QUILLOTA		x				
TIENDA LOS ANDES			x			
TIENDA LINARES	x					
TIENDA VILLA ALEMANA	x					
TIENDA LA FABRICA			x	x		
TIENDA BARRIO INDEPENDENCIA			x		x	
TIENDA QUILIN			x	x		
TIENDA COLINA	x		x			
TIENDA PLAZA MAULE	x					
OUTLET VIÑA				x		
TIENDA RANCAGUA		x				
OUTLET TEMUCO			x	x		
OUTLET PEÑUELAS				x		
TIENDA PLAZA NORTE			x		x	
TIENDA PARQUE ARAUCO			x		x	
CD CIC SA	x	x				
<b>Tiendas visitadas por día</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

*Nota.* Elaboración propia.

### ***Cumplimiento de frecuencia por zona***

Se agruparon las tiendas por zona según la frecuencia de despacho actual:

Las zonas centro sur, centro norte, metropolitana norte y metropolitana centro han

aumentado su cumplimiento de frecuencia promedio entre un 50% y 80% desde el inicio de 2020, mientras que las zonas sur y metropolitana sur han mantenido su nivel de cumplimiento relativamente estable en el tiempo.

En el Anexo D se desglosa el cumplimiento de frecuencia por trimestre y zona. Asimismo en la tabla 10, se muestra un resumen del cumplimiento de la frecuencia pactada entre las áreas involucradas. La Zona metropolitana Sur y la zona sur son las que presentan un peor rendimiento de cumplimiento bajo el 70%

**Tabla 10.**

*Cumplimiento de frecuencia de despacho por zona.*

<b>Zona</b>	<b>Cumple frecuencia</b>	<b>No cumple frecuencia</b>
CENTRO NORTE	78,6%	21,4%
CENTRO SUR	77,1%	22,9%
METROPOLITANA CENTRO	91,4%	8,6%
METROPOLITANA NORTE	72,1%	27,9%
METROPOLITANA SUR	58,4%	41,6%
SUR	63,2%	36,8%
<b>Total</b>	<b>69,0%</b>	<b>31,0%</b>

*Nota.* Elaboración propia.

### ***Emisión de principales GEI***

Los GEI medidos fueron el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>) y Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O).

La medición se realizó de acuerdo a las condiciones de tipo de vehículo, porcentaje de carga y peso de la carga.

El volumen de GEI emitidos durante los últimos 30 meses es de 213,359 kg.

En la Tabla 11 se muestra el detalle de emisiones por tipo de vehículo, donde se destaca

que el tractocamión tiene un 55,49% del total medido, seguido del Camión con un 44,05%.

**Tabla 11.**

*Emisiones de GEI en kg por tipo de vehículo.*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
CAMION	4.381	47.594	42.011
CAMIONETA	49	238	596
FURGON	37	45	23
TRACTOCAMION	6.470	60.776	51.139
<b>Total</b>	<b>10.937</b>	<b>108.653</b>	<b>93.769</b>

*Nota.* Elaboración propia.

#### **Escenario base: Actual**

El escenario actual es igual al mostrado en el análisis exploratorio del apartado de desarrollo del proyecto.

La flota es 100% a combustión, con un costo de operación anual de UF 3.498,28 y emisiones de GEI de 78.420 kg.

En la tabla 12 se muestra el detalle de costos e indicadores asociados a la situación base, donde se determinó la utilización del ICT fijo con un ajuste anual de 8,21% y un costo de petróleo Diesel de UF 0,0351.

**Tabla 12.***Detalle costo y flota escenario base.*

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Estado actual</b>
Costo de flota actual	UF/año	3.498,28
Cantidad de vehículos en la flota	unidades	136
Costo de vehículo eléctrico	UF	-
Costo de cargador	UF	-
Horizonte de evaluación	Años	10
Tasa de descuento	%	10
Costo energía	UF/carga	-
Costo diésel	UF/lt	0,0351
ICT	%/año	8,21
Rendimiento flota diésel	km/lt	4,74
Rendimiento flota eléctrica	kWh/km	-
Costo mantención flota diésel	UF	-
Costo mantención flota eléctrica	UF/año	-
Emisiones de GEI	kg/año	78.420

*Nota.* Elaboración propia.

### **Escenario 1: Restructuración de frecuencias**

El primer escenario propuesto implica la restructuración de frecuencias y optimización de cargas desde 1 solo origen, con el fin de enviar menos vehículos y presionar para tener una mayor coordinación entre Jefes de Venta y Administración Ventas.

La siguiente tabla (13) muestra la nueva frecuencia de visita por tienda, donde se destaca que no se visitan más de 7 tiendas por día y se habilita el día sábado como frecuencia de entrega.

**Tabla 13.**

*Nueva frecuencia de visita de tienda por día.*

Zona	Tienda	Lun	Mar	Mier	Jue	Vie	Sab
CENTRO NORTE	TIENDA VALPARAISO PASEO ROSS					1	
CENTRO NORTE	TIENDA QUILLOTA		1				
CENTRO NORTE	TIENDA LOS ANDES			1			
CENTRO NORTE	TIENDA VILLA ALEMANA	1					
CENTRO NORTE	OUTLET VIÑA				1		
CENTRO NORTE	OUTLET PEÑUELAS				1		
CENTRO SUR	TIENDA LINARES	1					
CENTRO SUR	TIENDA PLAZA MAULE	1	-				
CENTRO SUR	TIENDA RANCAGUA	-	-	-	1		
METROP. CENTRO	TIENDA LUIS PASTEUR	1					
METROP. CENTRO	TIENDA NUEVA COSTANERA	1					
METROP. CENTRO	TIENDA PARQUE ARAUCO	1		-		-	-
METROP. CENTRO	TIENDA LA FABRICA			1	-		
METROP. CENTRO	TIENDA QUILIN			1	-		
METROP. NORTE	OUTLET PREMIUM		-			1	
METROP. NORTE	TIENDA PLAZA NORTE			-		1	
METROP. NORTE	TIENDA BARRIO INDEPENDENCIA			-	1	-	
METROP. NORTE	TIENDA COLINA	-		-	1		
METROP. SUR	TIENDA MAIPU	-	-	1			
METROP. SUR	TIENDA ARAUCO MAIPU	-	-	1		-	
METROP. SUR	CD CIC SA	-	-	1			
METROP. SUR	TIENDA PLAZA VESPUCIO		1		-		
METROP. SUR	TIENDA PLAZA SUR		1		-		
METROP. SUR	TIENDA PLAZA OESTE			-	-		1
METROP. SUR	TIENDA PLAZA TOBALABA		-		-		1
SUR	OUTLET CHILLAN			1	-		
SUR	OUTLET CONCEPCION			-	1		
SUR	OUTLET TEMUCO			-	-	1	
<b>Tiendas visitadas por día</b>		<b>6</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Con lo anterior se puede determinar el detalle de costos y flota a utilizar considerando la nueva frecuencia de visitas y como se detalla en la Tabla 14, donde baja de los 136 vehículos utilizados en la situación base a 80 en la situación estudiada.

**Tabla 14.**

*Detalle costo y flota escenario 1: Reestructuración de frecuencias.*

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Escenario 1</b>
Costo de flota actual	UF/año	2.858,39
Cantidad de vehículos en la flota	unidades	80
Costo de vehículo eléctrico	UF	-
Costo de cargador	UF	-
Horizonte de evaluación	Años	10
Tasa de descuento	%	10
Costo energía	UF/carga	-
Costo diésel	UF/lt	0,0351
ICT	%/año	8,21
Rendimiento flota diésel	km/lt	4,74
Rendimiento flota eléctrica	kWh/km	-
Costo mantención flota diésel	UF	-
Costo mantención flota eléctrica	UF/año	-
Emisiones de GEI	kg/año	60.299

*Nota.* Elaboración propia.

### **Escenario 2: Reestructuración de frecuencias con vehículo eléctrico propio**

El segundo escenario, además de la optimización de frecuencias se incorpora un camión 100% eléctrico, de inversión propia, para satisfacer la demanda de pedidos de hasta 22 m<sup>3</sup> en las zonas Metropolitana, Región de O'Higgins y Región de Valparaíso, que según fue indica la tabla 8, corresponden al menos un 75% del total de pedidos.

La inversión para la operación con camión eléctrico contempla:

- La compra de un camión eléctrico, marca JAC modelo N55 con autonomía de 180 a 200 kilómetros y carrozado con capacidad para 22,3 m<sup>3</sup> de carga, ver Anexo E.
- Compra e instalación de un cargador eléctrico de 10 kW en estacionamiento destinado para flota eléctrica en Centro de Distribución Maipú de CIC S.A.
- Consumo de energía (carga de batería) para operar diariamente.

- Mantenimiento preventivo sugerido por el Ministerio de Energía cada 12.000 kilómetros o 6 meses.
- Otros como: patentes, permisos de circulación, choferes y peonetas con contrato mensual, etc.

El detalle de la ficha técnica del camión se encuentra en el Anexo E

La tabla 15 muestra los resultados de la operación anual del escenario con un camión eléctrico el cual tiene un costo de operación anual de UF 3.136,51 y 35,2 Toneladas de emisiones anuales de gases de efecto invernadero.

**Tabla 15.**

*Detalle costo y flota escenario 2: Reestructuración de frecuencias y 1 camión eléctrico propio.*

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Escenario 2</b>
Costo de flota actual	UF/año	3.136,51
Cantidad de vehículos en la flota	unidades	70
Costo de vehículo eléctrico	UF	1.234,02
Costo de cargador	UF	45,03
Horizonte de evaluación	Años	10
Tasa de descuento	%	10
Costo energía	UF/carga	0,25
Costo diésel	UF/lt	0,0351
ICT	%/año	8,21
Rendimiento flota diésel	km/lt	
Rendimiento flota eléctrica	kWh/km	0,372
Costo mantención flota diésel	UF	-
Costo mantención flota eléctrica	UF/año	28,96
Emisiones de GEI	kg/año	35.194

*Nota.* Elaboración propia.

### **Escenario 3: Reestructuración de frecuencias con vehículo eléctrico subcontratado**

El tercer escenario, además de la optimización de frecuencias se incorpora un camión 100%

eléctrico con el modelo de subcontratación de transporte de última milla, para satisfacer los pedidos en las zonas Metropolitana y V Región. Este servicio se pagará por día para el viaje o viajes realizados con contrato a 12 meses, y contempla la inversión e instalación por parte de CIC de un cargador eléctrico de 10kW en el Centro de distribución de CIC S.A. en Maipú.

En la tabla 16 se aprecia el detalle de costo anual el que supera los UF 3.539,68 con 35,2 toneladas de emisiones anuales.

**Tabla 16.**

*Detalle costo y flota escenario 3: Reestructuración de frecuencias y 1 camión eléctrico subcontratado*

<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Escenario 3</b>
Costo de flota actual	UF/año	3.539,68
Cantidad de vehículos en la flota	unidades	70
Costo de vehículo eléctrico	UF	0
Costo de cargador	UF	45,03
Horizonte de evaluación	Años	10
Tasa de descuento	%	10
Costo energía	UF/carga	0,25
Costo diésel	UF/lit	0,0351
ICT	%/año	8,21
Rendimiento flota diésel	km/lit	
Rendimiento flota eléctrica	kWh/km	0,372
Costo mantención flota diésel	UF	-
Costo mantención flota eléctrica	UF/año	0,00
Emisiones de GEI	kg/año	35.194

*Nota.* Elaboración propia.

## Resultados

Con los datos recopilados en la situación base actual y los 3 escenarios se procedió a calcular el de cada escenario se calculó el Costo Total de la Propiedad (CTP) de estos 4 escenarios.

El indicador CTP se considera ya que ha mostrado que en el largo plazo los Vehículos eléctricos pueden tener mayor beneficio debido al bajo costo de mantenencias. En el anexo A se encuentra la fórmula utilizada para el cálculo.

La tabla 17, muestra el resumen de los escenarios estudiados para proceder al cálculo del CTP

**Tabla 17.**

*Tabla de costos por escenario.*

Detalle	Unidad	Estado actual	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Costo de flota actual	UF/año	3.498,28	2.858,39	3.136,51	3.539,68
Cantidad de vehículos en la flota	unidades	136	80	70	70
Costo de vehículo eléctrico	UF	-	-	1.234,02	0
Costo de cargador	UF	-	-	45,03	45,03
Horizonte de evaluación	Años	10	10	10	10
Tasa de descuento	%	10	10	10	10
Costo energía	UF/carga	-	-	0,25	0,25
Costo diésel	UF/lt	0,0351	0,0351	0,0351	0,0351
ICT	%/año	8,21	8,21	8,21	8,21
Rendimiento flota diésel	km/lt	4,74	4,74		
Rendimiento flota eléctrica	kWh/km	-	-	0,372	0,372
Costo mantención flota diésel	UF	-	-	-	-
Costo mantención flota eléctrica	UF/año	-	-	28,96	0,00
Emisiones de GEI	kg/año	78.420	60.299	35.194	35.194

*Nota.* Elaboración propia.

La tabla 18, muestra el resumen de los resultados obtenidos al calcular el CTP siendo el Escenario 1 el que muestra una variación de -18,3% respecto de los costos del escenario actual y una

reducción de -23,1% en la emisión de gases de efecto invernadero.

Por otro lado el escenario 2 que incluye 1 vehículo eléctrico tienen una variación de -3,9% respecto a los costos de la situación base y un ahorro en las emisiones de gases contaminantes del -55,1%.

**Tabla 18.**

*Resumen de costos por escenario evaluado en 10 años.*

<b>Escenario</b>	<b>CTP (UF)</b>	<b>Var% CTP vs E. Actual</b>	<b>Emisiones GEI (ton)</b>	<b>Var% GEI vs E. Actual</b>
Estado actual	29.572	-	784.196	-
Escenario 1	24.163	-18,3%	602.994	-23,1%
Escenario 2 (e-V)	28.427	-3,9%	351.938	-55,1%
Escenario 3 (e-V)	29.922	1,2%	351.938	-55,1%

*Nota.* Elaboración propia.

## Conclusiones

Este proyecto se gestionó con el objetivo de reducir la huella de carbono en la distribución de última milla de tiendas propias de CIC, para ello se tuvo que normalizar direcciones y datos que permitieron calcular los despachos reales con sus volúmenes y frecuencias reales. Junto con ello, se evaluaron los 10 años de proyecto de inversión de vehículo propio eléctrico, descrito en el escenario 2.

Los resultados del escenario 1 demostraron que la optimización de frecuencias para los abastecimientos de las tiendas propias de manera semanal tiene un fuerte impacto en la utilización de flota y por ende un impacto muy positivo en la reducción de gases de efecto invernadero, equivalente a un 23,1% menos que la situación base del proyecto, esto sumado a un ahorro de 18,3%, al tener mejor manejo de la flota diaria.

El escenario 2 consideró la misma frecuencia del escenario 1 pero con la inclusión de un vehículo eléctrico de gestión propia para los despachos diarios de tiendas, donde a pesar de tener una inversión de más de UF 1.230 en el camión cero emisiones, se obtuvo un ahorro de -3,9% sobre la situación base y una disminución de emisiones gases equivalentes de 55,1%.

El escenario 3 tiene las mismas reducciones de gases que el escenario 2 pero al ser un subcontrato de servicios el costo de operación aumenta en 1,2% sobre la situación base.

Dado lo anterior, el escenario 1 es el mejor en términos de costos, pero si el enfoque es la reducción de emisiones y el beneficio al medioambiente, el escenario 2 es la mejor alternativa, con casi -4% de ahorro sobre el costo actual y con una diferencia de -32,1 puntos respecto del escenario 1.

## Referencias

- American Chemical Society. (2017). *ACS Chemistry for Life*. Obtenido de <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/historia-quimica/clorofluorocarbonos-ozono.html>
- ANAC. (2016a). *Anuario Automotriz 2015/2016*.
- ANAC. (2016b). *Anuario Automotriz 2015/2016*.
- ANAC. (2016c). *Anuario Automotriz 2015/2016*.
- Aquae. (2021). *Fundación Aquae*. Obtenido de [https://www.fundacionaquae.org/los-gases-de-efecto-invernadero/?gclid=Cj0KCQjwna2FBhDPArisACAEC\\_VsqYE5tsh153Z3YQIaCPNP\\_aUfwYchOmInjHGfohgQfxWIOusI1gMaAi3vEALw\\_wcB](https://www.fundacionaquae.org/los-gases-de-efecto-invernadero/?gclid=Cj0KCQjwna2FBhDPArisACAEC_VsqYE5tsh153Z3YQIaCPNP_aUfwYchOmInjHGfohgQfxWIOusI1gMaAi3vEALw_wcB)
- Cambio Global. (2017). Obtenido de <https://cambioglobal.uc.cl/comunicacion-y-recursos/recursos/glosario/dioxido-de-carbono-co2>
- Cepal. (2010). *Infraestructuras de transporte bajas en carbono: Experiencias en América Latina*. CEPAL, Unidad de servicio de Infraestructura. Obtenido de [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36173/FAL-291-WEB\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36173/FAL-291-WEB_es.pdf)
- DatacenterDynamics. (03 de 11 de 2021). *DCD*. Obtenido de <https://www.datacenterdynamics.com/es/features/costo-total-de-la-propiedad-qu%C3%A9-variables-tener-en-cuenta-en-el-momento-de-costear-un-equipo-ups/>
- Department for Business, Energy and Industrial Strategy. (22 de Junio de 2022). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022*. Obtenido de Gov.uk: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>

- Garrido-Díaz, P. (2013). *Las emisiones de CO2 generadas por el desplazamiento de la población en modo de transporte privado en el Gran Santiago*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/323093826\\_Las\\_emisiones\\_de\\_CO2\\_generadas\\_por\\_el\\_desplazamiento\\_de\\_la\\_poblacion\\_en\\_modo\\_de\\_transporte\\_privado\\_en\\_el\\_Gran\\_Santiago](https://www.researchgate.net/publication/323093826_Las_emisiones_de_CO2_generadas_por_el_desplazamiento_de_la_poblacion_en_modo_de_transporte_privado_en_el_Gran_Santiago)
- Giro Limpio. (2021). *Giro Limpio*. Obtenido de <https://www.girolimpio.cl/>
- Global Climate Change. (2021). *Las Causas del cambio Climático*. Obtenido de <https://climate.nasa.gov/causas/>
- IEA. (2020). *Tracking Transport 2020*. (IEA, Editor) Obtenido de <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2020>
- IQAir. (2020). *World Air Quality Report. Region & City PM2.5 Ranking*. Obtenido de <https://www.iqair.com/world-air-quality-report>
- Ministerio de Energía. (2018). *Contribución del sector a las emisiones de GEI Nacionales*. Obtenido de <https://energia.gob.cl/indicadores-ambientales-contribucion-del-sector-las-emisiones-gei-nacionales>
- Ministerio de Energía. (2020). *Carbono neutralidad en el sector energía; proyección de consumo energético nacional 2020*. Obtenido de [https://energia.gob.cl/sites/default/files/pagina-basica/informe\\_resumen\\_cn\\_2019\\_v07.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/pagina-basica/informe_resumen_cn_2019_v07.pdf)
- Ministerio de Hacienda. (2020a). *Green growth opportunities for the decarbonization goal for Chile*. Obtenido de <https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/green-growth-opportunities-for-the-decarbonization-goal-for-chile-report.pdf>
- Ministerio de Hacienda. (2020b). *Green growth opportunities for the decarbonization goal for*

- Chile*. Obtenido de <https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/green-growth-opportunities-for-the-decarbonization-goal-for-chile-report.pdf>
- Ministerio de Transporte. (2020). *Primera licitación de suministro de flota anticipa diversa oferta de buses eléctricos y ecológicos en el sistema Red*. Obtenido de <http://mtt.gob.cl/archivos/27337>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Plan de Acción Nacional del Cambio Climático 2017-2022 (PANCC-II)*. Obtenido de [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan\\_nacional\\_climatico\\_2017\\_2.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf)
- Miralles-Guash, C. (2012). *Las encuestas de movilidad y los referentes ambientales de los transportes*. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-71612012000300002#:~:text=El%20transporte%20por%20carretera%2C%20adem%C3%A1s,dom%C3%A9stico%20como%20en%20el%20total.](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612012000300002#:~:text=El%20transporte%20por%20carretera%2C%20adem%C3%A1s,dom%C3%A9stico%20como%20en%20el%20total.)
- Mitigation and Energy Working Group. (2020a). *Chilean NDC mitigation proposal: 10 Methodological approach and supporting ambition*. Obtenido de [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/mitigation\\_ndc\\_white\\_paper.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/mitigation_ndc_white_paper.pdf)
- Mitigation and Energy Working Group. (2020b). *Chilean NDC mitigation proposal: 10 Methodological approach and supporting ambition*. Obtenido de [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/mitigation\\_ndc\\_white\\_paper.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/mitigation_ndc_white_paper.pdf)
- Mitigation and Energy Working Group. (2020c). *Chilean NDC mitigation proposal: 10 Methodological approach and supporting ambition*. Obtenido de [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/mitigation\\_ndc\\_white\\_paper.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/mitigation_ndc_white_paper.pdf)
- Naciones Unidas. (1992a). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio*

- climático*. Obtenido de <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>
- Naciones Unidas. (1992b). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.
- NGV America. (2022). *NGVAMERICA*. Obtenido de <https://ngvamerica.org/fuel/>
- Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change. En *Science* (Ed.), 306, pág. 1686. doi:10.1126/science.1103618
- Piñera, S. (2017). *Programa de Gobierno 2018-2022. Construyamos tiempos mejores para Chile*. Obtenido de <https://www.sebastianpinera.cl/images/programa-SP.pdf>
- Raffino, E. . (14 de junio de 2020). *Energía Eléctrica*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/energia-electrica/>
- Shankman, S. (11 de 09 de 2019). *Inside Climate News*. Obtenido de <https://insideclimatenews.org/news/11092019/nitrous-oxide-climate-pollutant-explainer-greenhouse-gas-agriculture-livestock/>
- TLV. (2021). Obtenido de [https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/what-is-steam.html#:~:text=El%20vapor%20de%20agua%20es,hidr%C3%B3geno\)%20que%20las%20mantienen%20juntas.](https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/what-is-steam.html#:~:text=El%20vapor%20de%20agua%20es,hidr%C3%B3geno)%20que%20las%20mantienen%20juntas.)
- Total Energies. (07 de 2022). *services.totalenergies.es*. Obtenido de <https://services.totalenergies.es/nuestros-productos/tendencias-de-mercado/norma-euro-para-el-control-de-emisiones>
- U.S. Energy Information Administration. (2020a). *Diesel fuel explained*. Obtenido de

<https://www.eia.gov/energyexplained/diesel-fuel/>

U.S. Energy Information Administration. (2020b). *Gasoline explained*. Obtenido de

<https://www.eia.gov/energyexplained/gasoline/>

U.S. Energy Information Administration. (2021c). *Hydrogen explained*. Obtenido de

<https://www.eia.gov/energyexplained/hydrogen/use-of-hydrogen.php>

Vivanco, E. (2019). *Cambio Climático. Conceptos e impactos*. Obtenido de

[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27848/1/CC\\_Conceptos\\_e\\_impactos\\_Website\\_CC\\_2019.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27848/1/CC_Conceptos_e_impactos_Website_CC_2019.pdf)

## Anexos

### Anexo A: Costo Total de la Propiedad (CTP)

El Costo total de propiedad (CTP) es un análisis financiero destinado a descubrir los costos directos e indirectos de por vida que se derivan de la adquisición de un activo y por ende para conocer el valor de inversión de un proyecto o compra (DatacenterDynamics, 2021).

Este indicador se calcula de la siguiente manera:

$$TDCO = \sum_{t=1}^n \frac{CT_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

TDCO: Costo total descontado de propiedad.

CT<sub>t</sub>: Costos totales de propiedad

t: Tiempo equivalente

r: Tasa de descuento

n = periodo de renovación o vida útil

Para cada escenario se consideró las siguientes variables para el cálculo del CTP:

Detalle	Unidad
Costo de flota actual	UF/año
Cantidad de vehículos en la flota	unidades
Costo de vehículo eléctrico	UF
Costo de cargador	UF
Horizonte de evaluación	Años
Tasa de descuento	%
Costo energía	UF/carga
Costo diésel	UF/lt
ICT	%/año
Rendimiento flota diésel	km/lt
Rendimiento flota eléctrica	kWh/km
Costo mantención flota diésel	UF
Costo mantención flota eléctrica	UF/año
Emisiones de GEI	kg/año

## Anexo B: Método de Haversine

La ecuación de Haversine es una forma certera de calcular la distancia lineal entre dos puntos sobre una superficie esférica, multiplicado por el radio de la tierra en kilómetros:

$$\alpha = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_1 \times \cos\varphi_2 \times \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \times 6371$$

Donde  $\varphi$  son las latitudes y  $\lambda$  las longitudes en radianes para hacer la conversión trigonométrica, usando las fórmulas:

$$\varphi_i = \frac{lat_i \times \pi}{180}$$

$$\lambda_i = \frac{lon_i \times \pi}{180}$$

## Anexo C: Corrección de placas patentes

Se detectaron errores en el tipo de ingreso de placas patentes por lo que se tuvo que realizar una revisión de todos los registros, normalizando a placa real de despacho para identificar el tipo de vehículo utilizado en el despacho. Revisión se realizó con la información histórica y observaciones de manifiestos, como se muestra en tabla de ejemplos.

ID_MANIFIESTO	PPU de base	PPU corregida
326027	EZQCIC	LJDY-69
327318	EZQCIC	JFSP-74
304033	PIPAU-02	KFKZ-91
304027	EZQCIC	KLPW-51
343628	DGA-01	HKFJ-46
334766	DGA-02	PRYD-94
336982	DGA-01	KZTP-48
340867	DGA-01	DHLV-10
324592	EZQCIC	DPCL-46

### Anexo D: Cumplimiento de frecuencia por zona

**Zona sur:** la frecuencia pactada es miércoles cada semana pero en la realidad se realizaron viajes todos los días, generando un cumplimiento de frecuencia global de 63,2%

Año	Trim	Cumple	No cumple
2020	Tri1	13,3%	86,7%
	Tri2	60,0%	40,0%
	Tri3	32,1%	67,9%
	Tri4	33,3%	66,7%
2021	Tri1	14,3%	85,7%
	Tri2	35,3%	64,7%
	Tri3	72,4%	27,6%
	Tri4	43,5%	56,5%
2022	Tri1	84,5%	15,5%
	Tri2	73,3%	26,7%
	Tri3	73,7%	26,3%
<b>Total</b>		63,2%	36,8%

Zona centro sur: Esta zona tuvo un incumplimiento total el 1er trimestre de 2020 y un 80% de incumplimiento en la concreción de entrega el día de frecuencia pactado en el trimestre 2 de 2021, luego comenzó a mejorar hasta llegar a los niveles superior al 95% el trimestre 2 y 3 de 2022.

Año	Trim	Cumple	No cumple
2020	Tri1	0,0%	100,0%
2021	Tri2	20,0%	80,0%
	Tri3	68,2%	31,8%
	Tri4	70,7%	29,3%
2022	Tri1	88,5%	11,5%
	Tri2	96,4%	3,6%
	Tri3	96,2%	3,8%
<b>Total</b>		77,1%	22,9%

**Zona centro norte:** esta zona logró bajar su nivel de incumplimiento de 100% a mediados de 2020 a un 0% el tercer trimestre de 2022, quedando con un cumplimiento global de 78,6%.

<b>Año</b>	<b>Trim</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>2020</b>	Tri1	14,3%	85,7%
	Tri3	0,0%	100,0%
	Tri4	0,0%	100,0%
<b>2021</b>	Tri2	37,1%	62,9%
	Tri3	62,6%	37,4%
	Tri4	81,3%	18,7%
<b>2022</b>	Tri1	93,5%	6,5%
	Tri2	93,8%	6,2%
	Tri3	100,0%	0,0%
<b>Total</b>		78,6%	21,4%

**Zona metropolitana norte:** esta zona fue inaugurada a mediados del 2021 y hoy presenta un cumplimiento de frecuencia cerca del 72,1%.

<b>Año</b>	<b>Trim</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>2021</b>	Tri2	22,2%	77,8%
	Tri3	62,3%	37,7%
	Tri4	50,0%	50,0%
<b>2022</b>	Tri1	90,7%	9,3%
	Tri2	93,9%	6,1%
	Tri3	100,0%	0,0%
<b>Total</b>		72,1%	27,9%

Zona metropolitana centro: tiene el mejor cumplimiento de frecuencia con 91,4% total general.

<b>Año</b>	<b>Trim</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>2020</b>	Tri2	100,0%	0,0%
	Tri3	0,0%	100,0%
	Tri4	33,3%	66,7%
<b>2021</b>	Tri2	84,2%	15,8%
	Tri3	90,2%	9,8%
	Tri4	78,3%	21,7%
<b>2022</b>	Tri1	95,4%	4,6%
	Tri2	97,9%	2,1%
	Tri3	98,3%	1,7%
<b>Total</b>		91,4%	8,6%

Zona metropolitana sur: zona que tiene un cumplimiento global bajo el 60% de cumplimiento y si bien se ha notado una mejora desde el 2020 al 2022, no sube del 74,5% el trimestre 3 del 2022

<b>Año</b>	<b>Trim</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
<b>2020</b>	Tri1	28,8%	71,2%
	Tri2	31,9%	68,1%
	Tri3	34,2%	65,8%
	Tri4	37,2%	62,8%
<b>2021</b>	Tri1	40,9%	59,1%
	Tri2	36,0%	64,0%
	Tri3	69,0%	31,0%
	Tri4	62,1%	37,9%
<b>2022</b>	Tri1	68,8%	31,2%
	Tri2	61,8%	38,2%
	Tri3	74,5%	25,5%
<b>Total</b>		58,4%	41,6%

## Anexo E: Ficha Técnica Camión JAC N55

**JAC**  
MOTORS

**NUEVO**  
**N55**  
ELECTRICKTRUCK


## Dimensiones:



## Características:

Modelo	Nuevo N55 ElectricTruck
<b>Capacidades y Pesos</b>	<b>Chasis Cabina</b>
Peso Bruto Vehicular (Kg.)	5.500
Tara (Kg)	3.350
Carga Útil (Kg)	2.150
<b>Dimensiones</b>	
Largo Total (mm)	5.995
Ancho Total (mm)	Cabina 1.995 - Con retrovisores 2.600
Altura Total Camión (mm)	2.330
Distancia entre ejes (mm)	3.365
Largo carrozable en chasis (mm)	4.310
Dimensiones Chasis (mm)	214 x 70 x 5
Ancho de chasis (mm)	740
Neumáticos	215 / 75 R 17.5
<b>Motor</b>	
Tipo	Motor sincrónico de imán permanente
Modelo	TZ368SM726F
Potencia nominal (kw)	65
Potencia máxima (kw)	130
Torque nominal (Nm)	415
Torque máximo (Nm)	1.200
Velocidad nominal motor (rpm)	1.500
Velocidad máxima motor (rpm)	4.500
<b>Baterías</b>	
Tipo ( Simples )	4 x 6X83 - G7A - 6P42S - 30
Material	Liño - Ferrosulfato
Norma	ECE R 100
Capacidad nominal (Ah)	180
Voltaje de Baterías nominal ( V )	537.6 V ( 134.4 V )
Voltaje de carga máximo ( V )	632 V
Modelo de enchufe de carga	CCS2
Estándar	IEC 62966-3
Tipo de enchufe de carga	AC - DC Integrados
Tiempo de carga DC ( SOC 10% - 100% ) ( hrs )	2
Tiempo de carga AC ( SOC 10% - 100% ) ( hrs )	12 a 15
Garantía Baterías	5 Años o 200.000 kms
<b>Frenos</b>	
De Servicio	Doble Circuito Aire / Disco - Tambor + ABS
De estacionamiento	Cilindro freno resorte cámara doble MGM
Auxiliar	Freno regenerativo

## Rendimiento

Rendimiento promedio ( - WTC ) ( Km )	180 - 200
Promedio de consumo de energía NEDC 60km/Hr	0.372 kWh / km
Dispositivo Modo ECO	Límitador de Torque
Radio de giro (m)	7
Pendiente máx. superable	30%
Velocidad máx. (Km/hr.)	90

## Suspensión

Delantera	3 Hojas de Resortes semielípticos, amortiguadores hidráulicos
Trasera	4 hojas de Resortes semielípticos, 3 hojas auxiliar, amortiguadores hidráulicos

## Ejes

Tipo	Simple reducción
Delantero	Acero forjado tipo I
Trasero	Tipo banjo
Relación final	5,831

## Sistema Eléctrico

Voltaje	12 Volt
Batería	1 x 12 Volt., 80 A

## Cabina

Tipo	Corta abatible
Asiento conductor	Regulable
Asiento acompañante	Banqueta 2 plazas
Dirección servosistida hidráulicamente	Si
Volante con altura regulable e inclinación	Si
Cierre centralizado con mando a distancia	Si
Aire Acondicionado	Si
Alta vidrios eléctricos	Si
Luz día	Si
Control eléctrico altura ópticos principales	Si
Camara de retroceso	Si
Radio MP3, conexión USB	Si
Computador a bordo	Si
Comando de radio en volante	Si
Manómetros	Si
Tacómetro	Si
Herramientas y gata hidráulica	Si
Pernos de anclaje spoiler techo cabina	Si
Ventana Trasera	Si

## Garantía

5 años o 150.000 km. Lo que se cumpla primero.

## Información:



\* Fotografías con opcionales. Especificaciones técnicas sujetas a cambios por el constructor. Garantía válida para unidades con sus mantenimientos preventivos al día, realizadas en servicios técnicos autorizados JAC MOTORS.

**DERCO**  
RESPALDA Y GARANTIZA