

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL  
DE LAS AMÉRICAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ECONOMÍA  
COMERCIO INTERNACIONAL**

**HUELLA DE CARBONO EN EL TRASIEGO DE MERCANCÍAS  
Y ACCIONES DE COMPENSACIÓN EN LA LOGÍSTICA  
TERRESTRE PARA LOS SECTORES INDUSTRIALES  
COSTARRICENSES EN EL II SEMESTRE 2020.**

**KIMBERLY TATIANA CAMPOS AGUIRRE**

**TUTOR: MEPA. PABLO JULIÁN ARIAS VARELA**

**SAN JOSÉ, NOVIEMBRE, 2021**

## Tabla de contenido

|   |           |
|---|-----------|
| Índice de Tablas  | 5         |
| Índice de gráficos  | 5         |
| Índice de imágenes  | 6         |
| Dedicatoria y Agradecimiento                              | 7         |
| Dedicatoria   | 7         |
| Agradecimiento  | 7         |
| Resumen Ejecutivo   | 8         |
| <b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>                           | <b>9</b>  |
| Planteamiento del Problema                                | 9         |
| Objetivos   | 11        |
| Objetivo general  | 11        |
| Objetivos específicos                                     | 11        |
| Justificación   | 11        |
| Antecedentes  | 13        |
| Proyecciones  | 18        |
| <b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>                         | <b>20</b> |
| Sectores Industriales Costarricenses                      | 20        |
| Gráfico 1. Exportaciones 2019 - Agosto 2021               | 22        |
| Logística   | 22        |
| Transporte terrestre                                      | 25        |
| Infraestructura vial                                      | 26        |
| Impacto Ambiental del Transporte Terrestre de Mercancías. | 27        |
| Ilustración 1. Emisiones totales de CO2 en transporte     | 28        |
| Uso de combustibles fósiles                               | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
|   | 3         |
| Ilustración 2. Consumo final de energía por fuente para el año 2017               | 30        |
| Huella de Carbono   | 30        |
| Cálculo de la huella de carbono   | 32        |
| Ilustración 3. Sistema de reconocimientos PPCN                                    | 33        |
| Políticas públicas  | 34        |
| Plan Nacional de Descarbonización 2018 - 2050                                     | 35        |
| Plan Nacional de Transporte 2011 - 2035   | 36        |
| Tabla 1. Síntesis de Retos y Líneas Estratégicas del PNT en Logística de Cargas   | 38        |
| Plan Nacional en Logística de Cargas – PNLog Costa Rica, 2014 – 2024              | 39        |
| Tabla 2. Principales fortalezas del sistema de logística de cargas de Costa Rica  | 40        |
| Tabla 3. Principales debilidades del sistema de logística de cargas de Costa Rica | 42        |
| Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030                                   | 46        |
| Acciones de mitigación  | 49        |
| Tecnología  | 51        |
| Cambios en los combustibles   | 52        |
| Combustibles alternativos.  | 53        |
| Gas natural.  | 53        |
| Tabla 4. Principales países con mayores reservas de gas natural                   | 54        |
| Biocombustibles.  | 55        |
| Electricidad.   | 57        |
| Ilustración 4. Camión eléctrico de celda de combustible                           | 58        |
| Ilustración 5. Tesla Semi   | 59        |
| Cambios en la flota   | 59        |
| Acciones de compensación  | 60        |
| <b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>   | <b>62</b> |

|   |    |
|---|----|
|   | 4  |
| Enfoque   | 62 |
| Diseño  | 62 |
| Fuentes   | 63 |
| Fuentes primarias                                     | 63 |
| Fuentes secundarias                                   | 63 |
| Muestra   | 64 |
| Tabla 5. Muestra                                      | 64 |
| Tabla 6. Unidades de Estudio                          | 65 |
| Instrumentos  | 67 |
| Cuestionario  | 67 |
| Entrevista  | 68 |
| Proceso para la Recolección y Análisis de Datos       | 68 |
| <b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>            | 70 |
| Tabla 7. Unidades y categorías de análisis            | 70 |
| Unidad de análisis 1: Logística terrestre             | 70 |
| Categoría 1: Plan Nacional de Transporte              | 71 |
| Categoría 2: Infraestructura vial                     | 73 |
| Tabla 8. Megaobras                                    | 74 |
| Tabla 9. Proyectos prioridad 1                        | 75 |
| Categoría 3: Logística terrestre costarricense        | 76 |
| Categoría 4: Cambio climático                         | 78 |
| Categoría 5: Contaminación                            | 82 |
| Ilustración 6. Emisiones totales de CO2 en Costa Rica | 84 |
| Unidad de análisis 2: Impacto ambiental               | 85 |
| Categoría 1: Responsabilidad social empresarial       | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| Ilustración 7. Respeto al medio ambiente, mitigación y adaptación al cambio climático              | 87  |
| Categoría 2: Combustibles fósiles  | 88  |
| Ilustración 8. Emisiones de CO2 producidas por la quema de combustibles fósiles por país (2017)    | 89  |
| Categoría 3: Reducción de costos   | 90  |
| Categoría 4: Huella de carbono   | 96  |
| Ilustración 9. Huella de carbono en la cadena de valor   | 98  |
| Categoría 5: Medición de la huella   | 99  |
| Tabla 10. Normativas mundiales con respecto a la medición de la huella de carbono                  | 100 |
| Unidad de análisis 3: Políticas públicas   | 103 |
| Categoría 1: Plan Nacional de Descarbonización   | 103 |
| Ilustración 10. Proceso para alcanzar la Carbono neutralidad                                       | 105 |
| Gráfico 2. Fuentes de energía en 2020  | 106 |
| Categoría 2: Proyectos   | 106 |
| Ilustración 11. TELCA  | 108 |
| Categoría 3: Regulaciones  | 112 |
| Tabla 11. Horario de restricción de paso en la mañana  | 114 |
| Tabla 12. Horario de restricción de paso en la tarde   | 116 |
| Tabla 13. Niveles de concentración permitidos para los vehículos automotores encendidos por chispa | 117 |
| Tabla 14. Niveles de opacidad permitidos en los vehículos encendidos por compresión                | 118 |
| Categoría 4: Tecnología  | 118 |
| Interpretación de Datos  | 121 |
| <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>  | 124 |
| Conclusiones de la Investigación   | 124 |
| Recomendaciones  | 126 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| CAPÍTULO VI: PROPUESTA | 129 |
| Introducción           | 129 |
| Objetivo general       | 130 |
| Objetivos específicos  | 130 |
| Referencias            | 132 |
| Apéndice: Cuestionario | 143 |

### Índice de Tablas

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Síntesis de Retos y Líneas Estratégicas del PNT en Logística de Cargas                    | 39  |
| Tabla 2. Principales fortalezas del sistema de logística de cargas de Costa Rica                   | 41  |
| Tabla 3. Principales debilidades del sistema de logística de cargas de Costa Rica                  | 43  |
| Tabla 4. Principales países con mayores reservas de gas natural                                    | 55  |
| Tabla 5. Muestra   | 65  |
| Tabla 6. Unidades de Estudio   | 66  |
| Tabla 7. Unidades y categorías de análisis   | 71  |
| Tabla 8. Megaobras   | 75  |
| Tabla 9. Proyectos prioridad 1   | 76  |
| Tabla 10. Normativas mundiales con respecto a la medición de la huella de carbono                  | 101 |
| Tabla 11. Horario de restricción de paso en la mañana  | 115 |
| Tabla 12. Horario de restricción de paso en la tarde   | 117 |
| Tabla 13. Niveles de concentración permitidos para los vehículos automotores encendidos por chispa | 118 |
| Tabla 14. Niveles de opacidad permitidos en los vehículos encendidos por compresión                | 119 |

### Índice de gráficos

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 1. Exportaciones 2019 - Agosto 2021 | 23  |
| Gráfico 2. Fuentes de energía en 2020       | 107 |

## Índice de imágenes

|   |     |
|---|-----|
| Ilustración 1. Emisiones totales de CO2 en transporte   | 29  |
| Ilustración 2. Consumo final de energía por fuente para el año 2017                             | 31  |
| Ilustración 3. Sistema de reconocimientos PPCN  | 34  |
| Ilustración 4. Camión eléctrico de celda de combustible   | 59  |
| Ilustración 5. Tesla Semi   | 60  |
| Ilustración 6. Emisiones totales de CO2 en Costa Rica   | 85  |
| Ilustración 7. Respeto al medio ambiente, mitigación y adaptación al cambio climático           | 88  |
| Ilustración 8. Emisiones de CO2 producidas por la quema de combustibles fósiles por país (2017) | 90  |
| Ilustración 9. Huella de carbono en la cadena de valor  | 99  |
| Ilustración 10. Proceso para alcanzar la Carbono neutralidad                                    | 106 |
| Ilustración 11. TELCA   | 109 |

## Resumen Ejecutivo

La presente investigación, es desarrollada bajo un enfoque cualitativo, primeramente, se realiza la investigación, acerca del impacto ambiental producto del transporte terrestre de mercancías de los sectores industriales costarricenses y las acciones de compensación, esto con el objetivo de posteriormente, proponer diferentes acciones de compensación para los sectores transporte e industrial, además de los beneficios que obtienen las empresas con la implementación de estas, esto con la finalidad de reducir la huella de carbono que se genera.

A lo largo de la investigación, se establecen distintos capítulos, en los cuales se profundiza el tema de investigación, en cada apartado de esta, se explica ampliamente, la relación existente del tema con la información que se plasma en la misma, esto con el objetivo de responder a la pregunta establecida en el planteamiento del problema, misma se menciona a continuación: ¿Cuál es el impacto de la huella de carbono en el trasiego de mercancías y las posibles acciones de compensación en la logística terrestre para los sectores industriales costarricenses en el II semestre 2020?.

En la investigación, se identificó la dependencia del país por los combustibles fósiles esto como el principal problema, ya que es el principal generador de emisiones de GEI, ya que estos con utilizados para el funcionamiento de los vehículos, generando GEI y provocando el cambio climático, con esta situación, se generan diversas afectaciones, como lo es la contaminación, el cambio climático, además de la huella de carbono, es por esto, que para lograr reducir el impacto generado, se elabora una propuesta en el capítulo VI de la presente.

Dicha propuesta posee distintas fases, la primera se basa en medir la huella de carbono generada por las empresas, esta es primordial, ya que se logra conocer el origen de las emisiones, la segunda fase corresponde a las acciones de mitigación y compensación respectivas, y la tercera fase corresponde a la aplicación de estas por parte de las empresas, en conclusión, se puede decir que la huella de carbono generada por el transporte terrestre de mercancías y el sector industrial costarricense genera un fuerte impacto en el ambiente, por lo que es necesario implementar acciones con el fin de reducirla y compensarla al máximo.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del Problema

En la presente investigación se muestra la problemática que existe en el país, con respecto a la huella de carbono que se genera con el transporte terrestre, y el sector industrial costarricense, ya que estos generan un impacto directo al ambiente, de acuerdo con Salas (2018), citando a Quirós (2018), menciona lo siguiente: “el “talón de Aquiles” de Costa Rica es el sector transporte, pues es responsable del 69,1 % de las emisiones en energía, seguida del sector industrial con un 24,1 %”, evidenciando de esta forma el principal problema de estos sectores, la huella de carbono que generan.

La problemática mencionada anteriormente, es debido al consumo de los combustibles fósiles, ya que son utilizados por el sector transporte costarricense, para llevar a cabo el transporte de las mercancías, por lo que con la quema de este, el medio ambiente se ve comprometido, debido a la gran cantidad de mercancías que se transportan a diario vía terrestre en el país, por otro lado, se encuentra la huella de carbono generada por los distintos procesos que lleva a cabo el sector industrial, por lo tanto, es de vital importancia comenzar a tomar medidas para reducir al máximo, mediante acciones de mitigación, o bien compensar mediante estrategias la huella que se genera.

En el Plan Nacional de Descarbonización (2019), menciona acerca del transporte de carga en Costa Rica lo siguiente:

En una economía abierta el sistema de transporte de carga para la distribución de los productos es fundamental para la competitividad del país. El sector también genera externalidades negativas dado que las zonas urbanas se ven afectadas por el transporte de carga, en especial la GAM, dado el tránsito de carga que sale, o regresa a esta zona. La generación y atracción de transporte de carga en el Área Metropolitana de San José se origina fundamentalmente en las industrias, centros logísticos, centros urbanos y puntos de ingreso o salida de mercadería como puertos

o pasos internacionales. Del consumo total de energía en Costa Rica del sector transporte, 36.5% proviene del transporte de carga. (p. 12).

Al haber un constante movimiento de las mercancías de un punto a otro a lo largo del país, este transporte genera un impacto que se ve reflejado directamente en el medio ambiente, y, con respecto a esto, Costa Rica se ha comprometido y ha aceptado el reto de descarbonizar el país, para esto, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), ha desarrollado un programa en 2012 llamado, Programa País Carbono Neutralidad de Costa Rica (PPCN), mismo que tiene como principal objetivo el alcanzar cero emisiones netas para el 2050, sin embargo, para lograr esta meta se necesita del compromiso, tanto de las empresas como de las personas.

De acuerdo con la descarbonización del país, el MINAE (2021), en dicho programa, menciona lo siguiente:

El PPCN es un mecanismo voluntario a nivel país que permite a las organizaciones, fabricantes de productos, comunidades, centros educativos y organizadores de eventos medir sus inventarios de carbono, demostrar reducciones de emisiones y alcanzar una neutralidad de carbono verificable. Este programa pertenece a la Dirección de Cambio Climático (DCC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (p.1)

El transporte terrestre de mercancías es necesario, ya que hace posible el transporte local de las mercancías que se importan, exportan y producen en el país, sin embargo, es necesario hacer conciencia y analizar el impacto que se genera, para medir la huella que se genera y seguidamente tomar acciones correctivas, tanto a corto, como a mediano y largo plazo, para así lograr reducir el efecto generado por el transporte terrestre específicamente de los sectores industriales costarricenses, para así lograr alcanzar el objetivo de descarbonizar el país para el año 2050 y lograr un transporte más eficiente, competitivo y sobre todo que sea sostenible con el ambiente.

Como se menciona anteriormente, el transporte terrestre es de suma importancia en el comercio, sin embargo, al utilizar combustibles fósiles este produce Gases de Efecto Invernadero

(GEI), que provoca un impacto en el medio ambiente, es debido a esto que se genera la siguiente pregunta: ¿Cuál es el impacto de la huella de carbono en el trasiego de mercancías y las posibles acciones de compensación en la logística terrestre para los sectores industriales costarricenses en el II semestre 2020?.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Explicar el impacto de la huella de carbono en el trasiego de mercancías y las posibles acciones de compensación, en la logística terrestre para los sectores industriales costarricenses en el II semestre 2020.

### **Objetivos específicos**

Describir la logística terrestre de mercancías de los sectores industriales costarricenses.

Investigar el impacto ambiental que produce el sector transporte terrestre de los sectores industriales costarricenses.

Identificar las principales políticas públicas nacionales en materia de transporte terrestre de mercancías.

Proponer posibles acciones de compensación de la huella de carbono.

## **Justificación**

Con la presente investigación se busca informar a todas las personas involucrada en el ámbito de comercio internacional, específicamente a los que estén estrechamente relacionados con el transporte terrestre de mercancías y los pertenecientes a el sector industrial costarricenses, ya que, este es el enfoque que se le da a la misma, con el principal objetivo de analizar detalladamente la huella de carbono generada por estas y así tomar acciones de mitigación y de compensación, esto con el fin de descarbonizar el transporte, haciéndolo más eficiente, de calidad, limpio y sostenible.

Se pretende descarbonizar el sector transporte con la aplicación de políticas públicas y ciertas medidas establecidas cuyo objetivo es mejorar la logística que se ofrece actualmente, con el fin de reducir las emisiones para que las empresas se vuelvan más competitivas, ya que con la medición de la huella de carbono se logra esto. De acuerdo con Morales (2021), se menciona lo siguiente: “Las empresas lo tienen claro: buscar la carbono neutralidad no es solo un asunto de responsabilidad social, sino también un buen negocio. La medición de la huella de carbono ayuda a reducir costos y mejorar la competitividad”. (párr. 11).

El analizar y conocer detalladamente la huella de carbono que generan las empresas pertenecientes al sector industrial costarricense con el transporte terrestre de los bienes es de suma importancia, ya que una vez conociendo el origen de la huella las empresas y personas involucradas en el ámbito pueden ser conscientes de la huella que generan y así deciden sumarse a la iniciativa propuesta por el gobierno de Costa Rica que consiste en descarbonizar el país con distintas acciones que se pueden aplicar en toda empresa.

De acuerdo con un comunicado brindado por parte de la Presidencia de la República de Costa Rica (2019), menciona:

El acuerdo sectorial implica la implementación de políticas, medidas y otros instrumentos con los que el sector transporte lograría reducir al 2024 el equivalente a 0,5 mega toneladas [sic] de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), así como una mejora en el sistema de transporte y de la calidad de vida de la población.

Por lo que una vez dicho esto, con la presente investigación, se pretende dar a conocer la problemática actual del país, y las posibles soluciones a aplicar en el sector industrial, y además en el sector transporte, ya que se utiliza el transporte terrestre para movilizar las mercancías a nivel local, esto se realiza con el fin de reducir la huella de carbono que se genera con este, para así brindar una perspectiva más clara sobre el impacto que produce y dar soluciones para que las empresas comiencen a tomar las medidas necesarias para así lograr un transporte más limpio, sostenible y de mayor calidad.

## Antecedentes

El antecedente con el título “El sistema canadiense de transporte ante el reto del cambio climático”, del autor Ernesto Carmona Gómez del año 2016, correspondiente a la Universidad Nacional Autónoma de México, menciona que la mayor parte del comercio entre Canadá y Estados Unidos es mediante vía terrestre, que a pesar de que no sobrepasa el 50% del comercio exterior de México si tiene un porcentaje alto, lo que ocasiona grandes emisiones contaminantes que afectan el medio ambiente además de que Canadá está estancada en cuanto a la infraestructura del transporte.

Respecto a esto, recomiendan hacer uso de otros medios de transporte que sean menos contaminantes, además de realizar grandes inversiones y cambios en la infraestructura vial del país para así lograr modernizarlo, mejorarlo y ampliarlo con el fin de hacerlo más eficiente y sostenible, por otro lado, además recomiendan el cambiar los vehículos tradicionales por eléctricos, híbridos y de gas, esto con el objetivo de disminuir las emisiones contaminantes que se generan con el transporte terrestre.

El presente antecedente titulado “Decisiones de transporte y comportamiento ambiental en diez países de la OCDE” del año 2016, correspondiente a la Gaceta de Economía de los autores Alejandro Guevara Sanginés y José Lara Pulido, indican que el transporte es de los principales fuentes emisoras de GEI, de acuerdo con esto mencionan además que de 1990 a 2006 los gases de efecto invernadero se han visto en aumento en un 26% de los cuales un 90% son producto del transporte terrestre y que además se espera que las emisiones se dupliquen para el 2050. Según los autores, el sector transporte debe de reducir sus emisiones, para esto los países deben adoptar y diseñar políticas ambientales.

El presente antecedente titulado “Cuarta comunicación nacional a la conferencia de las partes en la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático” publicado por las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el año 2016, menciona que el transporte de carga es un área potencial para reducir las emisiones y aumentar su eficiencia, ya que en los últimos años

se ha visto un aumento en el transporte terrestre empleado en Uruguay, por lo que el sector transporte es el responsable de emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo que es necesario tomar acciones, como el uso de tecnologías para mejorar la eficiencia y reducir el uso de los combustibles fósiles.

El presente antecedente cuyo título es “Estrategia para la incorporación de tecnologías que mitiguen gases de efecto invernadero en el sector transporte de carga por carretera”, del autor Sebastián Carvallo Albornoz en el año 2018, correspondiente a una tesis de la Universidad de Chile, cuyo objetivo es proponer medidas que mitiguen los GEI correspondientes al sector transporte terrestre, explica la necesidad de aplicar medidas de mitigación ya que el transporte terrestre corresponde a un 85% del total de la carga que se moviliza vía terrestre.

Por lo que, en su investigación concluye que las empresas del sector deben ser conscientes del impacto que generan con el transporte terrestre, y que comiencen a implementar el uso de tecnologías limpias, ya que en este caso las empresas no ven incentivos que los motiven a realizar estos cambios, por lo que es indispensable generar conciencia en el impacto que se produce, haciéndoles ver a las empresas la variedad de beneficios que pueden llegar a obtener con la implementación de estas.

El presente antecedente con el título “Análisis de emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte en la ciudad de Ibarra”, de la autora Sonia Chiriboga Bustamante en el año 2018, correspondiente a la Universidad Técnica del Norte, en el mismo mencionan que los vehículos de carga pesada son los que más emisiones contaminantes producen, ya que consumen alrededor de un 65% del diésel, a pesar de que representan únicamente el 6% de la flota de Ibarra si tienen una gran presencia en las emisiones contaminantes, emitiendo un 45% de CO<sub>2</sub>. Respecto a esto, llega a las siguientes conclusiones, aplicar alternativas ya empleadas y que han sido eficientes por otros países.

El antecedente titulado “Alternativas para la mitigación del CO<sub>2</sub> asociado al transporte terrestre logístico: una revisión”, de las autoras Alejandra Toro Castillo y Yessica Alonso Montoya en el año 2019, correspondiente a una tesis de la Universidad de Antioquía, explican el impacto que tiene el transporte terrestre en el ambiente, siendo este un emisor de grandes cantidades de

CO<sub>2</sub>, específicamente entre un 30% y un 80% debido al uso de combustibles fósiles, lo que conlleva a un incremento de la huella de carbono emitida por este.

Por lo que, en su investigación arroja la siguiente conclusión, el transporte terrestre es un aspecto de gran importancia en el comercio internacional, sin embargo, las emisiones generadas por este causan serios problemas, tanto implicaciones ambientales como para la salud de las personas, por lo que proponen cambiar el uso de combustible por biocombustibles o bien, electricidad, para que con esto se reduzcan las emisiones contaminantes producidas por la quema de combustibles fósiles.

El presente antecedente titulado “Evaluación de escenarios de mitigación del cambio climático en Chile con respecto al objetivo establecido en el acuerdo de París”, del autor Eduardo Loyola Avilés en el año 2019 de la Universidad de Chile, menciona acerca del transporte de carga las emisiones de GEI han aumentado a lo largo de los años y que además no muestra que Chile vaya a convertirse en un país carbono neutral a mediano plazo, por lo que se deben de tomar diferentes medidas, mismas que son necesarias para llevar al mínimo las emisiones contaminantes, como por ejemplo el uso de energías renovables.

El antecedente titulado “Transporte”, publicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente en el año 2020 menciona que el transporte consume la tercera parte de la energía proveniente del petróleo, por lo que este es responsable de los GEI, lo que produce un impacto negativo en el medio ambiente, contribuyendo al cambio climático, lo que significa un problema para la Unión Europea ya que no permite que se puedan cumplir los objetivos que tiene la UE con respecto a la protección del clima.

Por lo que la UE se ha planteado ciertas acciones con el objetivo de disminuir el impacto que se genera y además reducir las emisiones, entre ellas se encuentran el uso de tecnologías, que hacen el transporte más eficiente, además del uso de combustibles sostenibles con el medio ambiente, que con esto ayuda a la disminución de emisiones contaminantes, y con esto se puede lograr los objetivos planteados por la UE para así llegar a cero emisiones netas para eso del año 2050.

El presente antecedente con el título “La logística inversa y el cambio climático”, de la autora Grettel Rojas Conejo, en el año 2016 misma que corresponde a la Revista Ingeniería de la Universidad de Costa Rica (UCR), menciona que el transporte de carga genera consecuencias que se ven involucradas con el cambio climático, ya que generan muchos gases de efecto invernadero lo que tiene un impacto negativo y directo al medio ambiente, como lo es el incremento de la temperatura de la tierra.

Debido a esto, propone distintas alternativas para reducir el impacto generado y además reducir las emisiones contaminantes, concluye que el optimizar las rutas de transporte es esencial para disminuir el tiempo de los vehículos de carga en la calle y ser más eficientes, además de hacer un uso eficiente del combustible, renovar la flota vehicular por una más eficiente y por lo tanto menos contaminante, mantener los vehículos de carga al día con un adecuado mantenimiento y además utilizar energías renovables, para que con esto se obtenga una mayor productividad.

En el antecedente con el título “Plan Nacional de Descarbonización”, publicado por el MINAE en el año 2019, menciona las metas que se tienen propuestas con el fin de promover la eficiencia tecnológica en el sector transporte y reducir las emisiones de este, y para esto se debe de diseñar un plan de mejora, como el uso de biocombustibles y gas licuado del petróleo (GLP), además de reforzar los controles de emisiones en carretera y estrictos estándares y normas de mantenimiento para los vehículos de carga pesada, para así disminuir el impacto que se genera a diario en el país por el uso de combustibles fósiles, y de la mala planeación y ejecución con respecto a los controles en carretera para este tipo de transporte.

El presente antecedente titulado “70 jóvenes latinoamericanos proponen medidas urgentes para combatir la crisis del clima” es un comunicado publicado por la Presidencia de la República de Costa Rica en el año 2019, acerca esto, menciona que participaron en la Conferencia Local de Juventud (LCOY), en la misma proponen ciertas soluciones a la contaminación que se produce a partir del uso y posterior quema de combustibles fósiles, mismos que se usan en los vehículos de carga pesada que se utilizan para movilizar mercancías vía terrestre.

Acerca de las soluciones dadas por parte de estos, se mencionan varias, entre ellas se puede destacar las más importantes, entre ellas se encuentran, el mejorar la flotilla vehicular existente por una más moderna, además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> cambiando los combustibles fósiles, también el establecer ciertos tributos ambientales, todas estas soluciones son planteadas con el fin de reducir el impacto que se produce al medio ambiente, y además el llegar a la meta de cero emisiones para el año 2050.

El presente antecedente titulado “MOPT y MINAE de la mano para reducir emisiones en el sector transporte” es un comunicado publicado por la Presidencia de la República de Costa Rica en el año 2019, con respecto a esto hacen referencia a la firma de un acuerdo cuyo principal objetivo es el reducir los gases de efecto invernadero (GEI), provenientes del sector transporte, ya que las emisiones de este sector representan más del 40% de las emisiones totales de Costa Rica, por lo que es un problema que se debe de solucionar para así lograr reducir las emisiones contaminantes que genera el sector transporte.

Acerca de las acciones planteadas en el acuerdo, se pretende reducir las emisiones generadas mediante la aplicación de ciertas acciones que logran la descarbonización del sector transporte, además de mejorar la logística de carga y la calidad que se brinda, con el objetivo de mejorar el transporte para hacerlo más eficiente y sostenible, además de un mejoramiento de la infraestructura, ya que es necesaria para el correcto funcionamiento de esta y por otro lado, la implementación de tecnologías cero emisiones.

El presente antecedente cuyo título es “Costa Rica II informe bienal de actualización ante con Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” publicado por las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el año 2019, realizado por el MINAE, IMN y la DCC. En dicho informe se mencionan los objetivos establecidos con el fin de reducir las emisiones de GEI, acerca cita la implementación de medidas como el uso de tecnologías bajas en emisiones de carbono, el modernizar la flota vehicular y además de reducir el uso de combustibles fósiles.

El antecedente titulado “PROCOMER obtiene premio internacional por la mejor iniciativa de comercio inclusivo y sostenible del mundo” publicado por PROCOMER en el año 2020,

menciona que el International Trade Centre (ITC) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) esta iniciativa es acerca del desarrollo de proyectos ambientales que buscan la reducción de emisiones, la eficiencia energética y fomentan el uso de energías renovables, con esto busca que las empresas sean más competitivas y se vean diferenciadas de la competencia.

El presente antecedente, con el título “En marcha, 90.7% de las metas para 2022 del Plan Nacional de Descarbonización” publicado por la Presidencia de la República de Costa Rica en el año 2021, menciona que Costa Rica ya tiene cumplido un 25% de los objetivos planteados a solamente dos años del lanzamiento del programa, lo que representa un avance significativo para la descarbonización del país. Además, hace referencia al transporte de carga cero emisiones, que dentro de este se encuentra el Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA), mismo que se encuentra en ejecución, este será utilizado en trayectos largos y de mayor demanda.

### **Proyecciones**

Por medio de esta investigación se describirá la logística terrestre de mercancías específicamente la de los sectores industriales costarricenses, esto debido a que es un medio de transporte muy utilizado a nivel local, ya que facilita la movilización de las mercancías dentro del país, sin embargo, esta logística tiene ventajas y desventajas, mismas que se deben de evaluar, mejorar y cambiar para que así las empresas del sector transporte logren ofrecer un servicio de calidad, eficiente, más limpio y por lo tanto sostenible a lo largo del tiempo.

Además, se investigará el impacto ambiental que produce el transporte terrestre de los sectores industriales costarricenses, ya que estos utilizan combustible fósil para el correcto funcionamiento de los mismos, y con esto, generan un impacto directo al ambiente, y este impacto se debe de identificar para así tomar decisiones dentro de las empresas involucradas en el sector industrial costarricense, esto con el fin de implementar distintas acciones que logren reducir la huella de carbono que se genera con el transporte terrestre.

Por último, se identificarán las principales políticas públicas nacionales que están relacionadas al transporte terrestre de mercancías, y la infraestructura ya que, con esto, se logra

mostrar los planes, políticas y estrategias que están actualmente vigentes en Costa Rica, con el objetivo de darlas a conocer, ya que las mismas colaboran con la reducción de la huella de carbono que genera la logística terrestre del país, se realiza esto con el fin de que las empresas involucradas tengan la iniciativa y comiencen a tomar diversas acciones que contribuyan a la reducción de la huella que se genera.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **Sectores Industriales Costarricenses**

El sector industrial, es también conocido como el sector secundario, y corresponde al sector que se encarga de la transformación de materias primas en bienes de consumo final, este específicamente se encuentra entre los principales sectores dentro de la economía costarricense, ya que, es un sector muy grande, además es generador de empleo, y, por lo tanto este sector le permite a Costa Rica su desarrollo y respectivo crecimiento, por lo que, los bienes de este sector representan porcentajes muy significativos en el comercio costarricense, tanto en las importaciones como exportaciones, en el caso de Costa Rica representa un porcentaje grande dentro de las exportaciones.

Según González (2018) la industria es:

La industria, o actividad industrial, es la parte de la economía orientada a la transformación de las materias primas en los productos que ulteriormente son consumidos por los ciudadanos o economías domésticas. Con origen en Inglaterra en la revolución industrial, desde entonces, el sector secundario ha mantenido su importancia dentro de la economía de cada Estado. Los productos industriales tienen, además, la particularidad de que son algunos de los productos más caros.

En el caso específico de Costa Rica, este es el sector que muestra un mayor crecimiento en los últimos años, ya que es reconocido a nivel internacional por la competitividad y calidad de los bienes que se producen en el sector industrial del país, algunos de los productos que más destacan dentro de la oferta que ofrece Costa Rica son, los insumos de construcción, los productos de cuidado personal, algunos productos del sector farmacéutico, los dispositivos médicos, los dispositivos electrónicos, los plásticos, entre otros, mismos que se exportan anualmente en grandes cantidades a distintos países, como lo son Estados Unidos, Panamá, Guatemala, y a algunos países de la Unión Europea.

De acuerdo con el punto anterior, PROCOMER (2021), detalla siguiente:

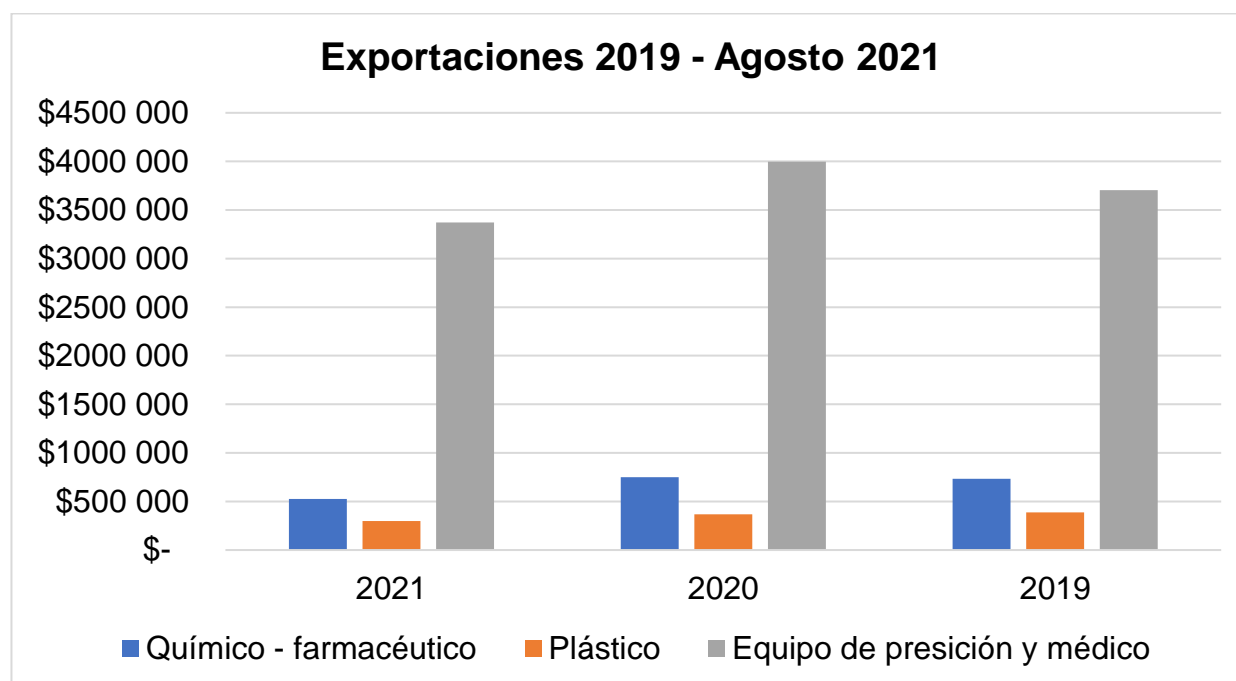
Equipo de precisión y médico continúa siendo el de mayor importancia para el país con una participación de 35% y un crecimiento de 46% en este I semestre del año. La industria alimentaria creció un 21%, químico farmacéutico un 15%, eléctrica y electrónica un 40%, metalmecánica un 56% y plástico un 28%. (párr. 3).

El sector industrial en Costa Rica, según PROCOMER (2017), es:

La producción del sector industrial forma gran parte del Producto Interno Bruto de Costa Rica, la actividad de minas y canteras representó un 0,2% del PIB en 2016, la manufactura un 12% y la construcción un 4,5%. Asimismo, el valor exportado para los sectores correspondientes a productos industriales en 2016 corresponde a \$5.369 millones, un 54% de las exportaciones totales del país.

Basándose en la cita anterior, se concluye que el sector industrial representa un porcentaje muy importante en la economía de Costa Rica, ya que, como se puede observar, para el año 2016, un poco más del 50% de las exportaciones totales corresponden a este sector, lo que refleja el gran peso que tiene este para la economía costarricense, y esto es debido a la calidad y prestigio que se le ha otorgado a estos bienes, mismos que son importados en grandes cantidades a distintos países alrededor del mundo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, los bienes que son producidos por el sector industrial costarricense tienen un gran peso dentro de la economía de Costa Rica, ya que gran cantidad de estos bienes son exportador, por lo que en el siguiente gráfico se muestran una serie de datos que de acuerdo con PROCOMER (2021), corresponden a las categorías de los productos más exportados provenientes del sector industrial durante los años 2019, 2020 y lo acumulado al mes de agosto del 2021.

**Gráfico 1. Exportaciones 2019 - Agosto 2021**

Nota: PROCOMER. (2021).

### Logística

La logística se puede definir como un proceso que inicia desde la fabricación del bien, hasta que concluye con su principal objetivo, que la mercancía deseada llegue a manos del consumidor de forma eficiente, esta se considera un aspecto fundamental en el comercio internacional, ya que involucra una serie de funciones importantes, tales como el almacenamiento, el transporte y la distribución de las mercancías, mismas que son realmente necesarias, ya que sin estas no se puede llevar a cabo el proceso dentro de la empresa que finaliza con la respectiva entrega de las mercancías al consumidor final.

Al respecto, Melero (2018), mencionando a Martin Christopher (1992), define logística como:

La logística es el proceso de manejar estratégicamente la adquisición, el movimiento y el almacenamiento de materiales, partes e inventario acabado (y el flujo de

información correspondiente) a través de la organización y sus canales de marketing, de forma que la rentabilidad actual y la futura sean maximizadas a través de un procesamiento de pedidos eficiente en costes. (párr. 2).

Conforme pasan los años vienen diferentes cambios y retos a los que se enfrentan las empresas y sus procesos, por lo que la logística no puede quedarse atrás, esta debe de innovar y evolucionar constantemente para así lograr adaptarse a las nuevas necesidades y preferencias del consumidor, esto con el objetivo de siempre satisfacer las necesidades de los clientes, cuando las empresas se transforman y adaptan se vuelven más eficientes, y con esto, la empresa destaca entre las demás, es más competitiva y productiva.

De acuerdo con innova group (2020), citando el estudio llamado “Warehouse 2024” de Zebra Technologies Corporation, “Las estrategias de logística de los próximos años pasan por la modernización y automatización de los centros de logística y distribución para hacer frente al actual crecimiento de la economía bajo demanda”. (párr. 2). En la cita anterior se muestra la importancia de modernizar los procesos relacionados a la logística para que con esto las empresas puedan ofrecer un mejor servicio adaptado a las nuevas tecnologías y necesidades de los clientes.

Por lo que, las empresas deben de modernizarse para así explotar los recursos con los que se cuentan actualmente, como lo es la tecnología, hacer uso de esta en la logística logra tener una logística más integral y optimizada, ya que, en el momento en que las empresas deciden hacer uso de la tecnología, estas logran convertirse en empresas más competitivas, brindando soluciones a los consumidores, mejorando los resultados de la empresa, y siempre logrando su objetivo que es satisfacer al consumidor.

Ramírez (2020), menciona acerca de la tecnología en la logística lo siguiente:

La aplicación de las nuevas tecnologías basadas principalmente en internet, será fundamental y esencial para mejorar las operaciones logísticas dentro de una empresa y las relaciones con todos los restantes agentes de la red logística. El éxito

de una empresa pasa precisamente por saber utilizar y gestionar de manera inteligente la enorme cantidad de datos en un nuevo entorno digital.

La tecnología nos permite optimizar los flujos de información de las actividades logísticas de la empresa orientados a la satisfacción del cliente con el menor coste posible en un mercado hipercompetitivo.

Por otro lado, muchos consumidores actualmente prefieren empresas responsables y sostenibles con el medio ambiente, por lo tanto, estas deben implementar ciertas iniciativas relacionadas a lo que es el transporte y la logística de las empresas, esto con el fin de reducir las emisiones que generan en sus procesos, por lo que también se reduce el impacto que genera al medio ambiente, y en consecuencia logran obtener una logística verde y por lo tanto son empresas con responsabilidad social empresarial (RSE).

De acuerdo con Mercadé (2018), menciona acerca de la logística verde lo siguiente:

Dentro de los principales beneficios que se persiguen a través de la logística verde es reducir el tráfico, especialmente en las grandes ciudades, puesto que la congestión a nivel de tráfico ya es un problema de por sí. Por lo tanto, el hecho de buscar rutas alternativas, así como horarios en los que hay menos tráfico, no solo contribuirá a una mejora para la circulación sino que la empresa podrá ser más eficiente. (párr. 3).

Otro objetivo principal es la reducción de emisiones. Varios países de Europa incumplen sistemáticamente los límites permitidos de dióxido de nitrógeno, que principalmente procede de la combustión de vehículos a motor. Por lo tanto, la logística verde busca alternativas a nivel de flotas eléctricas así como optimización de las rutas para reducir las emisiones. (párr. 4).

La cita anterior muestra algunos beneficios, como lo son la optimización de las rutas y procesos para obtener una logística más eficiente, ya que con esta se reducen los tiempos de

tránsito, además se reducen costos operativos debido a que se gasta menos combustible, por lo que se reducen las emisiones y por lo tanto se contamina menos, por otro lado con el cambio de la flota actual por una más moderna también contribuye a reducir las emisiones, por lo que esto es de beneficio para ambas partes, tanto el consumidor como la misma empresa que brinda el transporte.

## **Transporte terrestre**

El transporte terrestre existe desde hace muchos años atrás, ya que siempre se ha presentado la necesidad de transportar, comenzando con caballos y bueyes, transportando pequeñas cargas debido a la poca capacidad que es capaz de llevar en un mismo viaje, seguido por la máquina de vapor que permite transportar cargas más pesadas, en mayor cantidad, y recorrer distancias un poco más largas en comparación a este anterior, y continuando con el tráiler que es lo que se conoce en el presente que permite trasladar grandes cargas en contenedores a lo largo de carreteras adaptándose a las necesidades de las mercancías que se están trasladando.

Con respecto al transporte terrestre, Especialista en logística de almacén (2020), lo define como: “Las diferentes soluciones de transporte por carretera que permiten la circulación de bienes y servicios hacia el interior o exterior de un territorio. Normalmente esta circulación se realiza con un camión”. (párr.2). Este aspecto es indispensable dentro de la logística, ya que sin él no sería posible realizar la movilización de las mercancías, lo que dificulta mantener un intercambio y flujo comercial normal.

Este se considera que es uno de los factores más importante dentro de la logística, ya que permite el flujo del comercio, debido a que por medio de este se moviliza gran cantidad mercancías a diario de un punto a otro, ya sea por carretera o por vías férreas, lo que facilita el intercambio comercial, sin embargo, para que el transporte sea eficiente es indispensable contar con una buena infraestructura vial, además también se debe de contar con una buena planificación en cuanto a las rutas de distribución, esto con el fin de lograr cumplir con las entregas a tiempo y sean más productivos.

Gómez (2018), menciona acerca del transporte terrestre lo siguiente:

El transporte terrestre es la alternativa más utilizada en las distancias cortas. Sobre todo, utilizada en los países desarrollados, que tienen infraestructuras bien adaptadas para el transporte por carretera. Como decíamos, la existencia de una amplia red de carreteras permite que la recogida de la mercancía y la entrega a destino sea efectiva. En este sector también se incluye el tráfico de mercancías por vía férrea, que es más barato que por carretera. La principal ventaja del transporte terrestre es que permite enviar cualquier tipo de mercancía por el balance entre precio y conservación. Se incluyen los alimentos perecederos. Cabe destacar que no es la vía más barata, pero en cantidades moderadas es asumible por las empresas de transporte de mercancías.

### **Infraestructura vial**

Infraestructura vial se puede definir como un conjunto de elementos que cumplen funciones importantes, mismas que colaboran a tener un desplazamiento eficiente, si se cuenta con una infraestructura vial bien planeada con esto se estimula el desarrollo económico, además incentiva el comercio y se contamina menos el ambiente, sin embargo, en el caso de Costa Rica la infraestructura vial con la que se cuenta actualmente no está bien planeada por lo que no es eficiente, por lo tanto, retrasa el desarrollo del país.

De acuerdo con Barrantes (2018), define red vial define red vial como:

En términos generales las redes viales se encuentran compuestas por el conjunto de vías, tanto terrestres como marítimas a través de las cuales se pueden establecer distintos tipos de relaciones, ya sea de tipo comercial (productor-consumidor o vendedor-comprador) o de tipo funcional como elementos facilitadores del transporte y comunicación. (p.7)

Para nadie es un secreto que un gran porcentaje de las carreteras costarricenses requieren de ampliación, reconstrucción y rehabilitación, para esto es necesario contar con una buena planificación, además de una buena administración de los recursos, para realizar estas obras, se

requiere de una inversión millonaria, mismas que se realizan con financiamiento, sin embargo, el país no se encuentra en condiciones para continuar solicitando créditos, por lo que continúa estando rezagado en ese aspecto, afectando la competitividad del país.

Según Brunner (2017) la Red Vial de Costa Rica:

Entre los resultados que incluye el VII Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional se encuentra que de las carreteras nacionales un 80 – 85 % se encuentran en un estado de condición aceptable, además que se presenta una mejoría total o parcial en 2420 kilómetros de carreteras pavimentadas, mientras que 821 kilómetros muestran un deterioro en sus condiciones.

Costa Rica necesita realizar una buena inversión en infraestructura, además de contar con una planificación adecuada, para así se logre reducir el congestionamiento vial que se vive actualmente, se cuentan con proyectos como la construcción de pasos a desnivel, puentes, mejoras en rotondas, además de ampliaciones de carreteras, al respecto Ruiz (2021), menciona: “Al menos \$1.500 millones invertirá el país en 24 proyectos de infraestructura vial de gran envergadura durante este y el próximo año principalmente, según la información del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) recopilada por EF”. (párr. 1).

### ***Impacto Ambiental del Transporte Terrestre de Mercancías.***

El transporte terrestre costarricense, específicamente el de carga genera un impacto ambiental directo, que se intensifica y acumula conforme crece la economía, el transporte de carga utiliza combustibles fósiles, lo que ocasiona un impacto directo al ambiente, ya que con la quema de estos se genera GEI, por lo tanto, produce contaminación que afecta el ambiente provocando así el calentamiento global y el cambio climático, por lo que es importante que las empresas del sector logren reducir este impacto.

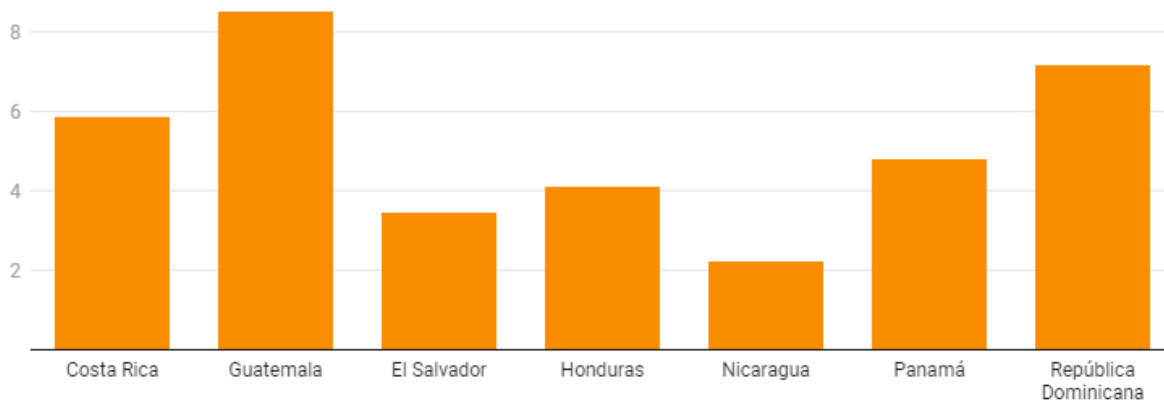
Por otro lado, Costa Rica cuenta con poca y deficiente infraestructura vial en la actualidad, lo que pone en riesgo la sostenibilidad, eficiencia y competitividad del transporte debido a esto, ya

que al no contar con una infraestructura adecuada para el transporte terrestre, se intensifican las emisiones de GEI, ya que al incrementarse el tiempo en tránsito de los vehículos se produce aún más contaminación, lo que impacta aún más el medio ambiente y por lo tanto la sostenibilidad ambiental se ve comprometida.

### Ilustración 1. Emisiones totales de CO<sub>2</sub> en transporte

#### Emisiones totales de CO<sub>2</sub> en transporte

Datos en millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a 2018



Nota: La Nación, (2021).

Se puede observar que en el caso de Costa Rica, a pesar de ser un país pequeño representa altos porcentajes con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, posicionándose en tercer lugar a pesar de tener menor población que Guatemala y República Dominicana, las emisiones del país son muy altas, y esto se debe a la alta dependencia del país a los derivados del petróleo, así como también a la ineficiencia del sector transporte costarricense, lo que significa que se debe de realizar cambios en las flotas actuales, con el fin de adquirir nuevas y más eficientes, además de cambios en los combustibles para reducir las emisiones que se generan.

#### Uso de combustibles fósiles

El uso de combustibles fósiles en Costa Rica, específicamente en el sector transporte genera mucha contaminación, por lo que el reducir su consumo debe ser prioridad mundial, en especial

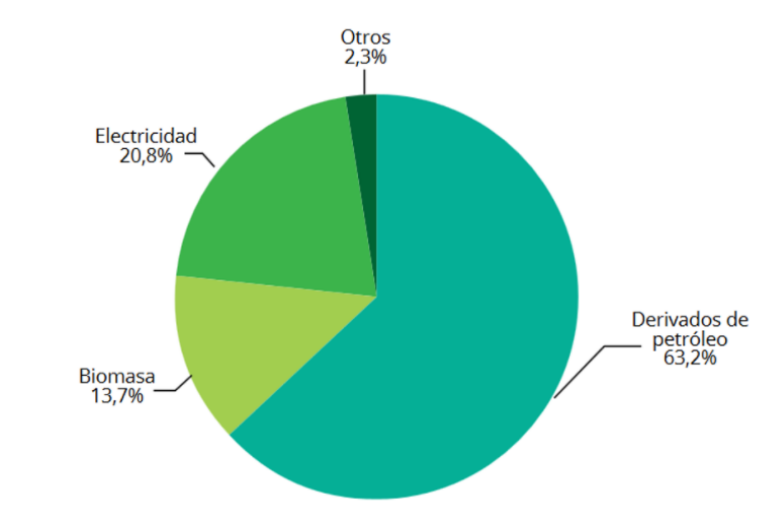
para las empresas del sector transporte, ya que con la quema de los combustibles fósiles se generan grandes cantidades de GEI, que aumentan el efecto invernadero, y por lo tanto empeora el cambio climático, por lo que es un problema que se debe de atacar a corto plazo en los próximos años, ya que si no se llega a reducir el consumo de estos la temperatura de la tierra va a continuar en aumento.

Villalobos y Wilmsmeier (2016), mencionan acerca del uso de combustibles fósiles en el sector transporte:

El sector del transporte es un gran consumidor de energía, representando el 19% del consumo mundial de energía final en 2013. El mismo sector representará el 97% del aumento del consumo de petróleo mundial entre 2013 y 2030. Las consiguientes implicaciones —en términos de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero— de un sector transporte dominado por el petróleo, apuntan a que la reducción del combustible utilizado en este sector sea (y debe ser) una de las más altas prioridades para todos los países. (p.1).

Es por esto, que nace el Plan Nacional de Descarbonización, este es de gran apoyo, ya que con la meta ya planteada y proyectada es más sencillo para las empresas seguir una guía, y comenzar a medir su huella, reconociendo sus mayores fuentes generadoras de emisiones, para seguidamente, mitigar y compensar mediante acciones o estrategias que se adapten a las necesidades de cada empresa, para conseguir de esta forma descarbonizar la economía costarricense, servir de ejemplo para los demás países y conseguir la meta de descarbonización para el año 2050, sin embargo, esto no es posible si no se reduce el consumo de combustibles fósiles.

### Ilustración 2. Consumo final de energía por fuente para el año 2017



Nota: SEPSE, MINAE, (2017).

### Huella de Carbono

La huella de carbono se puede definir como el conjunto de GEI, que se generan, ya sea directas o indirectas, con las diversas actividades que se realizan a diario tanto por las empresas como las personas, en otras palabras, Estévez (2017), la define como: “La huella de carbono se define como la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto por un individuo, organización, evento o producto” (párr.2). Por lo tanto, esta le permite identificar, tanto a las empresas, organizaciones y las personas en general la cantidad de GEI que se generan producto de las actividades diarias.

De acuerdo con la ISO 14001:2015 (2019), la huella de carbono se puede medir según el tipo de emisiones, mismas que se mencionan a continuación:

- Emisiones Directas

También conocidas como emisiones de Alcance 1. Son los gases emitidos de forma directa, por ejemplo, por el uso de combustibles fósiles en maquinaria o vehículos,

por pérdidas de gases refrigerantes, o por reacciones químicas durante los procesos productivos de la organización. (párr.7).

- Emisiones Indirectas

Son los gases de efecto invernadero emitidos por el productor de la energía requerida por la organización. Dependen tanto de la cantidad de energía requerida por la organización como del origen energético de la red que provee a la organización. (párr. 8).

- Otras Emisiones Indirectas

Son las atribuibles a los productos y servicios adquiridos por la organización, que a su vez habrán generado emisiones previamente para ser producidos. Son las más difíciles de contabilizar debido a la gran cantidad de productos y servicios utilizados por las organizaciones y a la dificultad en conocer las emisiones de estos productos o servicios si no son aportadas por el propio productor. (párr. 9).

- Absorciones

También se deben contabilizar las absorciones de CO<sub>2</sub>, que la organización realiza de forma directa y contrarresta las emisiones generadas. No se deben contabilizar dentro de un inventario, aunque la organización sí puede informar de sus compensaciones si las ha realizado. (párr. 10)

Por lo que, el que las empresas conozcan la huella de carbono que generan en las diversas actividades y procesos que llevan a cabo es de suma importancia, ya que esta les permite identificar los procesos o actividades que tienen mayor impacto al medio ambiente, y, además, les brinda información para que estas sean más conscientes de la contaminación que generan, para de esta forma, ser más responsables y mediante la implementación de ciertas medidas correctivas que se adapten a la empresa, para que de esta forma logren mejorar como empresa y ser más competitivos.

## **Cálculo de la huella de carbono**

Para el cálculo de la huella de carbono, se debe escoger un periodo determinado, además elegir el área que se va a analizar y las fuentes de las que provienen las emisiones, por lo que su cálculo es de gran importancia, ya que con este se obtiene información relevante que sirve para analizar las áreas en las que se deben reducir las emisiones, para continuar con las medidas de mitigación y compensación que corresponden, por lo tanto mejora la imagen de la empresa, ya que se está haciendo responsable de las emisiones que generan.

De acuerdo con la Dirección de Cambio Climático (2021), los reconocimientos del PPCN, funcionan de la siguiente manera:

El PPCN está construido en torno a un sistema de reconocimientos de cinco pasos, el cual recompensa las acciones de descarbonización a través de su reconocimiento oficial y público. El sistema de reconocimientos permite a los ciudadanos, consumidores y otras organizaciones identificar a los participantes y su nivel de compromiso. (p. 3).

El sistema de reconocimientos describe las etapas que deben seguir organizaciones, fabricantes de productos, comunidades, centros educativos y organizadores de eventos para alcanzar la carbono neutralidad. (p.3).

Este sistema proporciona un camino claro hacia la carbono neutralidad, incluyendo dos categorías plus, las cuales reconocen esfuerzos sobresalientes. Además, brinda a cada organización participante, fabricante de productos, comunidad, centro educativo y organizador de eventos la oportunidad de contribuir de acuerdo con sus respectivas circunstancias y capacidades, y a la vez establece un camino claro de superación personal. (p.3).

### Ilustración 3. Sistema de reconocimientos PPCN



Nota: Dirección de Cambio Climático, (2021).

Rona (2019), menciona los tipos de reconocimiento del PPCN a continuación:

- Carbono Inventario

La organización realiza el inventario de sus emisiones GEI de acuerdo con lo especificado en las normativas de procesos y estándares de calidad del PPCN 2.0. (p.9).

- Carbono Reducción

La organización, además de realizar su inventario, gestiona y cuantifica acciones de reducción de emisiones GEI asociadas a sus fuentes de emisión. (p.9).

- Carbono Reducción Plus

La organización, además de gestionar y cuantificar acciones de reducción, establece objetivos adicionales determinados por el Ministerio de Ambiente y Energía. (p.9).

- Carbono Neutral

La organización realiza acciones de mitigación y compensa aquellas no ha podido reducir a través de los Mecanismos de Compensación Permitidos. (p.9).

- Carbono Neutral Plus

La organización, además de compensar sus emisiones, establece objetivos adicionales determinados por el Ministerio de Ambiente y Energía. (p.9).

En el caso de Costa Rica, existe el Programa País Carbono Neutralidad (PPCN), que se basa en que las empresas, y personas en general midan su huella, y de acuerdo a la capacidad que tengan estos apliquen acciones para reducir las emisiones generadas para así obtener reconocimientos, mismos que son brindados por parte de la Dirección de Cambio Climático, ya que estos supervisan el avance de los involucrados en el programa y otorgan los reconocimientos, este programa colabora con la descarbonización del país.

### **Políticas públicas**

Las políticas públicas corresponden a un conjunto de procesos que son facilitados por el gobierno, mismas que responden con soluciones a los problemas que afectan a la sociedad, tiene como objetivo el solucionarlos con el fin de garantizar el bienestar a esta, en el caso de Costa Rica, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan), es el encargado de elaborar y facilitar una guía con los pasos básicos para la elaboración de Políticas Públicas, esto con el objetivo de guiar y asesorar con la elaboración de la Políticas Públicas.

Al respecto, el Mideplan (s.f), menciona:

El proceso de acompañamiento técnico para la elaboración de las políticas nacionales por parte de Mideplan, surge a petición de varias instituciones cuya función principal es ejercer la rectoría política o la responsabilidad de coordinar la concertación social para la definición y ejecución de acciones prioritarias en un tema

determinado, en relación con lo cual se ha canalizado la asesoría, apoyo y acompañamiento sistemático a partir del 2008 y hasta la actualidad. (párr. 3).

En Costa Rica, existen distintas políticas públicas, mismas que son de gran importancia, ya que con estas se logra solucionar los problemas existentes, mismos que son de interés público, por lo que su implementación beneficia a toda la sociedad, como planes relacionados a la disminución al máximo de las emisiones contaminantes, además de proyectos en relación con el mejoramiento de la infraestructura vial y el transporte, por otro lado, también existen planes que buscan promover la Responsabilidad Social en las empresas.

### **Plan Nacional de Descarbonización 2018 - 2050**

El Plan Nacional de Descarbonización, solicitado por el presidente de la República Carlos Alvarado, liderado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y la Dirección de Cambio Climático (DCC), es lanzado en el año 2019, con el objetivo de establecer metas a largo plazo y sus respectivas acciones tanto a corto, mediano como largo plazo, para así conseguir la descarbonización de la economía costarricense para el año 2050, ya que el objetivo de Costa Rica es ser una economía verde libre de emisiones.

De acuerdo con el documento del Plan Nacional de Descarbonización (2019), comenta acerca de la propuesta para la descarbonización de la economía lo siguiente:

Planificar la descarbonización requiere cubrir todos los sectores de la economía. La propuesta de este plan se estructura en 10 ejes de descarbonización que se derivan del patrón de emisiones de gases de efecto invernadero - Los ejes pertenecen a cuatro tipos de fuentes de emisiones: Energía (Transporte - colectivo, particular y de carga -, Sistema Eléctrico, Sector residencial y comercial y Sector industrial), Procesos Industriales, Residuos, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (ganadería bovina, agricultura y bosques). Para cada eje se plantea una visión de transformación, así como medidas de cambio organizadas en el corto, mediano y largo plazo. (p.5)

Este Plan presenta retos para el país, tanto para el sector público como para el privado, ya que se deben de implementar acciones que para que sea posible cumplir con los objetivos planteados, ya que esto conlleva a una fuerte inversión para poder lograrlas, como lo es la implementación de tecnología, cambios en los combustibles, además del Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA), la creación de centros de consolidación, entre otros, sin embargo, todo este esfuerzo va a traducirse como un beneficio para todos, reduciendo el congestionamiento vial y la contaminación que se genera

Con respecto al transporte de carga, el Plan Nacional de Descarbonización (2019), menciona lo siguiente:

En una economía abierta el sistema de transporte de carga para la distribución de los productos es fundamental para la competitividad del país. El sector también genera externalidades negativas dado que las zonas urbanas se ven afectadas por el transporte de carga, en especial la GAM, dado el tránsito de carga que sale, o regresa a esta zona. La generación y atracción de transporte de carga en el Área Metropolitana de San José se origina fundamentalmente en las industrias, centros logísticos, centros urbanos y puntos de ingreso o salida de mercadería como puertos o pasos internacionales. Hay un crecimiento acelerado de emisiones provenientes de la combustión de diésel y la carencia de regulación en Costa Rica para este sector en materia de emisiones de carbono y de contaminantes de vida corta (PM,NOx) lo cual tiene implicaciones para la salud y muertes prematuras. Del consumo total de energía en Costa Rica del sector transporte, 36.5% proviene del transporte de carga. El sector representa 15% de la flota vehicular, pero está excluido de las obligaciones del Decreto que desde 2016 regula las emisiones del transporte. Esto es así porque el sector ha externado la preocupación perderían competitividad frente a empresas centroamericanas que no tienen exigencias ambientales equivalentes. (p. 12).

Este plan es elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte de Costa Rica (MOPT) con el apoyo de Ineco (Ingeniería y Economía del Transporte), en este se incluyen una variedad de programas y acciones, todos relacionados al mejoramiento de carreteras, puertos, aeropuertos, transporte público y ferrocarril, todos establecidos con el fin de mejorar la infraestructura actual del país y además ofrecer un sistema de transporte más eficiente, integrado y sostenible.

Dentro del plan se menciona el proyecto del ferrocarril, definitivamente es una opción viable para el país, ya que en conjunto con el transporte por carretera representa una oportunidad, sin embargo, este se encuentra en muy mal estado y no es posible su modificación ya que no son adecuados para su uso en el presente, el Plan Nacional de Transporte (2011), al respecto menciona: “Los trazados actuales, no son adecuados para asegurar el éxito futuro de este sistema. Es necesario un ferrocarril del siglo XXI, construido sobre conceptos y trazados del siglo XXI, con todo lo que ello implica”. (p. 37)

Según lo establecido en el Plan Nacional de Transporte (2011), menciona acerca del nuevo sistema ferroviario y el transporte de carga lo siguiente:

Estará conectada con la red de plataformas logísticas que se crearán en el país en las proximidades de los dos principales puertos (Moín y Caldera), de los principales pasos fronterizos (Peñas Blancas y Paso Canoas), y de las plataformas de Muelle San Carlos y de la GAM. (p. 202)

Para nadie es un secreto que el estado actual de la infraestructura vial con la que se cuenta actualmente no es la idónea para el correcto transporte de mercancías, ya que el estado de estas limita el correcto funcionamiento que debe de tener, además, muchas de las unidades que se utilizan no están hechas para la infraestructura con la que se cuenta en el país, por otro lado, al carecer de zonas logísticas, los vehículos de carga pesada deben de entrar a las zonas urbanas ocasionando así mayor contaminación.

Con respecto al punto anterior, dentro del Plan Nacional de Transporte (2011), hace referencia a la necesidad de:

Desarrollar una red de plataformas logísticas, localizadas en las cercanías de los pasos fronterizos, los puertos y los centros de producción y consumo. Estas plataformas logísticas deberán aglutinar todos los servicios a la carga y al camión que sean necesarios, ya sean estos de carácter logístico, operativo, de mantenimiento o fiscal. La distribución capilar de las mercancías deberá realizarse, salvo excepciones, por vehículos ligeros. (p. 39).

**Tabla 1. Síntesis de Retos y Líneas Estratégicas del PNT en Logística de Cargas**

| Retos  | Líneas Estratégicas  |
|--|--|
| Reformas estructurales.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Marco legal e institucional.</li> <li>● Capacitación y tecnología.</li> <li>● Desarrollo de normativa técnica de referencia.</li> </ul>   |
| Jerarquización, modernización y mejora de las carreteras.              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollo de la red vial estratégica.</li> <li>● Actuaciones en medio urbano.</li> <li>● Conservación, rehabilitación y explotación.</li> <li>● Apoyo a la explotación de la red vial cantonal.</li> <li>● Mejoramiento y reconstrucción.</li> </ul> |
| Modernización, mejora y ampliación de los puertos y la navegación.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conservación y rehabilitación.</li> <li>● Nueva terminal de contenedores en Moín (TCM).</li> <li>● Mejoras y ampliaciones.</li> </ul>   |
| Modernización, mejora y ampliación de los aeropuertos y la navegación. | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Nuevo aeropuerto internacional de San José (Orotina).</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Desarrollo de los aeropuertos internacionales.</li> <li>● Mejoramiento de aeródromos locales.</li> </ul>  |
| Creación de un nuevo sistema ferroviario competitivo.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Infraestructuras metropolitanas.</li> <li>● Equipamientos metropolitanos.</li> <li>● Corredor Caribe Sur-La Cruz.</li> <li>● Corredor Valle Central-Puerto Caldera.</li> </ul>  |
| Desarrollo y potenciación de la intermodalidad logística. | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Plataformas de Actividades Logísticas (PALs).</li> <li>● Ordenación de pasos fronterizos estratégicos.</li> <li>● Patios ferroviarios intermodales de carga.</li> <li>● Sistemas de facilitación del comercio.</li> </ul> |

Nota: Plan Nacional en Logística de Cargas – PNLog Costa Rica 2014 – 2024, (2014).

### **Plan Nacional en Logística de Cargas – PNLog Costa Rica, 2014 – 2024**

Este plan es desarrollado en el año 2014, por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), en el que además participaron empresas tanto del sector público como del sector privado, sin embargo, este plan se desarrolla con el principal objetivo de incentivar el comercio costarricense, apoyar el desarrollo del país y hacerlo más competitivo. Sin embargo, este plan es desarrollado con el objetivo de servir como base para transformarlo y se elabore un instrumento que se utilice para mejorar el sistema logístico del país.

De acuerdo con el PNLog (2014), consiste en:

El Plan Nacional de Logística de Cargas (PNLog) es un instrumento de planificación nacional que orienta la acción pública en materia de logística de cargas, con el propósito de estimular, apoyar y fortalecer el comercio (interno y exterior) de un

país. De allí que, este instrumento identifique áreas de atención prioritaria y defina estrategias y acciones de corto, mediano y largo plazo que permitan motorizar el intercambio comercial, y con ello, la competitividad de un país. (p. 14).

**Tabla 2. Principales fortalezas del sistema de logística de cargas de Costa Rica**

| <b>Fortalezas</b> |   |
|-------------------|---|
| Infraestructura   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● La red vial nacional ofrece buena cobertura, la densidad registrada es de 83 km de caminos por cada 100 km<sup>2</sup> de superficie terrestre<sup>32</sup> vs. 35 en El Salvador, el país con más densidad poblacional de la Región, o 15 en Guatemala, el país más poblado de Centroamérica.</li> <li>● La infraestructura fronteriza se encuentra en proceso de modernización mediante programa financiado por el BID. El gobierno ha adoptado soluciones de infraestructura y operacionales eficientes en Peñas Blancas para agilizar las exportaciones de Costa Rica hacia Nicaragua, que sientan un precedente en facilitación.</li> </ul> |
| Servicios         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Flotas de transporte carretero con un nivel de mantenimiento generalmente superior al observado en el resto de la Región, debido a los controles técnicos más rigurosos practicados en Costa Rica respecto a sus vecinos regionales.</li> <li>● Los servicios logísticos cuentan con un nivel de desarrollo importante para ciertas cadenas, en particular consumo masivo, en las que se observan prácticas de terciarización.</li> </ul>  |
| Procesos          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Con la implementación del TIC@, se ha avanzado en la modernización aduanera y la simplificación de procesos.</li> </ul>  |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | <p>Está en proceso la gestión de financiamiento para la actualización del sistema TIC@ y se tiene previsto a mediano plazo la implementación del TIC@2, sistema que permitirá superar las limitaciones funcionales y de obsolescencia tecnológica a futuro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El país cuenta con el sistema integrado de Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) para la centralización y simplificación de trámites de importación y exportación. Está en fase final de implantación el SIVUCE 2.0, que permita corregir las limitaciones de la herramienta actual e informatizar la mayor parte de los procesos.</li> <li>● Costa Rica ha adoptado el Tránsito Internacional de Mercancías (TIM) para facilitar la movilización de carga hacia y desde la región.</li> <li>● Se aprobó y está vigente el programa de Operador Económico Autorizado (OEA).</li> <li>● Se cuenta con una Dirección de Riesgo como parte del SNA que fortalece el análisis de riesgo</li> </ul> |
| Demanda                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Existe un sector exportador robusto y diversificado en crecimiento que garantizan una demanda estable de servicios aéreos, marítimos y terrestres.</li> <li>● Existen prácticas de subcontratación en algunas cadenas logísticas que podrían ser expandidas a otros sectores en la medida que se adopten prácticas que apunten a una mayor madurez, en particular de las cadenas exportadoras.</li> </ul>   |
| Elementos complementarios del sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>● El país cuenta con una base legal para el otorgamiento y gestión de concesiones, mecanismo éste que permite</li> </ul>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>incorporar recursos privados al financiamiento de inversiones en el sector.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Costa Rica cuenta con denso tejido institucional en las áreas, componentes y sectores vinculados a la logística de carga.</li> <li>● Existe un marco legal que da base al accionar del sector. Los avances del país se concentran en las áreas de infraestructura y procesos.</li> <li>● El país revela una vocación y disciplina para la planificación de corto, mediano y largo plazo.</li> <li>● El país cuenta con programas de formación y desarrollo de profesionales en administración aduanal y comercio exterior.</li> <li>● Costa Rica cuenta con una base jurídico-administrativa y organizacional para el desarrollo (entrenamiento y capacitación) de funcionarios públicos en Régimen de Servicio Civil</li> </ul> |
|--|--|

Nota: Plan Nacional en Logística de Cargas – PNLog Costa Rica, 2014 – 2024, (2014).

**Tabla 3. Principales debilidades del sistema de logística de cargas de Costa Rica**

| <b>Debilidades</b> |  |
|--------------------|--|
| Infraestructura    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● La red vial que sirve a los intercambios terrestres entre los distintos nodos de comercio tiene limitada capacidad para acoger los volúmenes de tránsito de carga (actuales y futuros), ocasionando problemas de congestión en el acceso a dichos nodos. Estas limitaciones son estructurales y se deben en gran medida a la topografía del país, lo cual determina la necesidad de generar un sistema muy bien jerarquizado y promover un uso</li> </ul> |

|           |  |
|-----------|--|
|           | <p>eficiente de dicha infraestructura a través de sistemas modernos de gestión de la infraestructura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● La red ferroviaria de carga en operación ofrece limitada cobertura y se encuentra en deficientes condiciones, lo cual afecta negativamente las operaciones del servicio y limita su potencial para el uso por parte de cadenas logísticas potencialmente usuarias de este modo.</li> <li>● La infraestructura fronteriza es deficitaria, restringiendo la fluida movilización de la carga y generando con ello demoras y sobrecostos a los usuarios. El programa de modernización en curso sigue el modelo de pasos nacionales con la perspectiva de integrarse a los otros países en modelos yuxtapuestos, pero hasta tanto los otros países no adopten decisiones firmes respecto a esta modalidad operativa, la infraestructura generará un beneficio limitado.</li> <li>● El país no cuenta con un sistema articulado de infraestructura logística que promueva la segregación [sic] de los flujos de corta y larga distancia, promueva la triangulación de la carga y haga uso eficiente de la infraestructura existente. La logística urbana de la GAM está desarticulada y se mezcla con la logística de larga distancia, generando impacto en las zonas urbanas.</li> </ul> |
| Servicios | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Altos niveles de informalidad en los servicios de transporte carretero. La calidad y desempeño del servicio se ven afectados negativamente por elevados costos operacionales. Éstos, conjuntamente con la integración vertical con las navieras para las exportaciones agrícolas son los causantes de los altos fletes de los servicios.</li> </ul>   |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los servicios logísticos ofrecidos por terceros se limitan casi exclusivamente a servicios auxiliares y alguna oferta de valor agregado a cadenas rentables como es el consumo masivo. Existe una práctica de desarrollar la logística in-house debido en parte a la falta de infraestructura colectiva que reduzca las barreras de entrada a operadores logísticos especializados. En el sector agrícola, la oferta logística es muy limitada y los productos se exportan con muy escasa agregación de valor logístico.</li> </ul> |
| Procesos                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La demanda de servicios logísticos de valor agregado es poco madura, existen prácticas de terciarización muy limitadas lo cual constituye un aspecto a atender en paralelo al desarrollo de programas de incentivos al surgimiento de operadores logísticos especializados para atender las necesidades de los subsistemas logísticos prioritarios.</li> </ul>  |
| Demanda                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La demanda de servicios logísticos de valor agregado es poco madura, existen prácticas de terciarización muy limitadas lo cual constituye un aspecto a atender en paralelo al desarrollo de programas de incentivos al surgimiento de operadores logísticos especializados para atender las necesidades de los subsistemas logísticos prioritarios.</li> </ul>  |
| Elementos complementarios del sistema | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El país destina un monto limitado de recursos públicos al financiamiento de inversiones en infraestructura. En el 2013, esta cifra estuvo en el orden de sólo un 1.1% PIB en asignación (ó 0.6% de ejecución), muy inferior a la meta propuesta por el MOPT y a la cifra recomendada por la OEA (6.2% PIB).</li> </ul>  |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>● La rigidez del sistema presupuestario costarricense dificulta el destino de recursos públicos a nuevas inversiones y proyectos en el sector.</li><li>● Limitado/incipiente desarrollo del sistema de concesiones y resistencia cultural producto de un sistema débilmente estructurado restringe la incorporación de recursos privados al financiamiento de proyectos públicos.</li><li>● Marco legal revela la existencia de vacíos reglamentarios y/o la necesidad de modificar el marco normativo en las áreas de servicios (logísticos y de transporte) e infraestructura.</li><li>● Ausencia de marco normativo que procure el ordenamiento integral del sector (i.e. Ley Marco del Sector Logístico) y que pondrían en riesgo la implementación del PNLog.</li><li>● El mapa institucional del sector logístico revela la existencia de un tejido altamente complejo, carente de una entidad que ejerza las funciones de rectoría, formulación de política y coordinación interinstitucional.</li><li>● Aunque el país muestra vocación y una fuerte disciplina de planificación, es necesario fortalecer/reforzar el sistema de planificación de largo plazo en logística de cargas.</li><li>● Escasez de RRHH con competencias técnicas, y escasez de funcionarios con sólido conocimiento de la normativa jurídica aduanera y sus aspectos procesales. Esta limitación genera altos niveles de discrecionalidad en la interpretación y consecuente aplicación de la normativa.</li></ul> |
|--|---|

Nota: Plan Nacional en Logística de Cargas – PNLog Costa Rica, 2014 – 2024, (2014).

Lo mencionado anteriormente evidencia que Costa Rica tiene muchas fortalezas, mismas que sirven como una ventaja competitiva, sin embargo, también cuenta con debilidades que para el país son retos en los que se tiene que trabajar, para mejorar el desempeño y servicio que brinda el sistema logístico costarricense, además de incentivar el comercio exterior, por lo que este plan debe ser desarrollado más profundamente con el fin de incentivar el comercio, mejorar el servicio que se ofrece y desarrollar estrategias que mejoren la logística costarricense.

### **Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030**

El PNTE, es un plan que abarca 12 años, iniciando a partir del 2018 hasta el año 2030, con este, se pretende incentivar el transporte eléctrico, haciendo uso de las energías renovables en el sector transporte, de esta forma, se sustituye el uso de combustibles fósiles por energías renovables, por lo tanto, esto representa una disminución en las emisiones de GEI, de esta forma mejora la calidad de vida, el cambio climático se frena, y se avanza en el cumplimiento de las metas relacionadas al cambio climático.

Costa Rica, en este caso tiene una ventaja con respecto al uso de energías renovables, ya que ya tiene varios años produciendo energía eléctrica basada en fuentes renovables, por lo que con la implementación de estas en el sector transporte representa un impacto positivo para el ambiente, ya que se reducen los GEI, por lo tanto el transporte se transforma, viéndose como un transporte más sostenible, limpio y responsable, por lo tanto es más eficiente, y de esta forma se reduce la dependencia del país por los combustibles fósiles.

De acuerdo con el PNTE (2019), el principal objetivo de este es:

El Plan Nacional de Transporte Eléctrico (PNTE) tiene como objetivo promover la transición hacia una mayor participación de las energías renovables en la matriz energética nacional, mediante la electrificación del transporte en todos sus modos, en busca de mejorar la calidad del aire en zonas urbanas, aspecto que se verá reflejado directamente en la salud humana y lograr impactos en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) contribuyendo así con las políticas

de descarbonización del país. Para este propósito es necesario integrar los esfuerzos de diferentes actores en el sector público, en el sector privado y la sociedad civil. (p. 9).

El PNTE (2018), tiene distintos enfoques y principios, los mismos se mencionan a continuación:

- Eficiencia Energética

La eficiencia energética permite reducir la cantidad de energía que se requiere para proveer un servicio. Para el caso del sector transporte es posible dar un salto significativo en este aspecto mediante el uso de vehículos eléctricos, ya que las eficiencias de estos motores son mayores al 90% en comparación con la eficiencia de los motores de combustión que son menores al 30%. (p. 95).

- Energías Renovables

Mediante el uso de fuentes limpias y renovables se ha logrado contar con un sistema sostenible de generación de energía eléctrica, el cual se basa en el aprovechamiento de recursos disponibles en el país como lo son el hidráulico, geotérmico, eólico, biomasa y más recientemente el recurso solar. Sin embargo, la participación de la energía eléctrica en el consumo energético nacional solamente representa el 20,8%, ya que la principal fuente energética son los derivados del petróleo con un 62,6%. Es aquí donde reside la fortaleza del país para optar por transporte eléctrico como opción sostenible. (p. 95).

- Descarbonización de la economía

Desde hace varias décadas, Costa Rica ha manifestado su compromiso de orientar su desarrollo hacia la descarbonización de la economía y de esta forma sumarse a los esfuerzos mundiales por revertir los efectos del cambio climático, que golpean

fuertemente a las poblaciones y economías de todos los países. Aunque se ha considerado que el aporte de nuestro país en la reducción de emisiones es pequeño, se ha asumido una posición de vanguardia con el propósito de constituirse en un modelo que pueda ser replicado en otros países. Al mismo tiempo esta posición de compromiso a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, permitirá contar con el apoyo mundial para nuevas oportunidades de negocio aprovechando los cambios tecnológicos que permitan optimizar las formas de uso de la energía. (p. 96).

- Sostenibilidad energética

La sostenibilidad energética tiene como pilares el uso de energía con bajo nivel de gases de efecto invernadero, el uso de fuentes limpias y renovables y la eficiencia energética. De esta forma se asegura la disponibilidad de la energía para satisfacer las necesidades actuales y futuras, se logran costos más estables al no estar afectados por aspectos externos y se garantiza un mayor acceso a la población. Aunque el componente de energía eléctrica que se consume en el país se considera altamente sostenible, no pasa lo mismo con el consumo de derivados del petróleo los cuales tienen una alta generación de gases de efecto invernadero, son recursos finitos y su uso es de baja eficiencia. Por tal motivo, una de las formas más viables de mejorar la sostenibilidad energética nacional es el aumento del uso de la energía eléctrica en todos los modos de transporte. (p. 96).

Es por esto, que este plan es de gran apoyo para lograr la descarbonización, especialmente en el sector transporte, ya que como ya se ha mencionado, este es el mayor responsable de las emisiones de GEI, al respecto en el PNTE (2018) citando a la NDC de Costa Rica, MINAE (2015), se menciona lo siguiente: “El gran reto para el país en materia de energía es el sector transporte, principal emisor de este tipo de gases con una participación del 44% de las emisiones nacionales” (p. 10). Por lo tanto, el plan busca llevar al país a una meta en común, el reducir las emisiones de GEI, mediante el uso del transporte eléctrico, en general.

## Acciones de mitigación

Las acciones de mitigación permiten reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que estas son primordiales para lograr reducirlas, además son necesarias para lograr la carbono neutralidad y el alcance de las metas trazadas para el cumplimiento de estas, lo que implica realizar distintos cambios dentro de las empresas, principalmente en las del sector transporte ya que estos son de los más grandes emisores de GEI por el uso de combustibles fósiles, y el sector industrial que produce emisiones contaminantes durante sus procesos.

De acuerdo con Bermúdez, Bonilla, Moya y Steinvorth (2019), citando a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) (2014), definen acción de mitigación como: “Una intervención humana para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de gases de efecto invernadero”. Así, las acciones de mitigación son la principal herramienta para la reducción de las emisiones de GEI a través del tiempo”. (p. 5), por lo que estas acciones sirven para disminuir los GEI que se generan a través de las actividades que se realizan, tanto en el sector transporte como en el sector industrial costarricense.

En el Caso de Costa Rica, existe una guía, llamada Guía para la integración de acciones de mitigación en el Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático (SINAMECC) (2019), esta guía tiene como objetivo el siguiente:

Esta guía tiene como fin registrar e integrar las acciones de mitigación en el Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático (SINAMECC), así como sus indicadores de seguimiento. Mediante el SINAMECC se busca consolidar un conjunto de acciones de mitigación coordinadas que contribuyan a las metas climáticas del país. (p. 4).

La guía está formada por cuatro pasos, Guía para la integración de acciones de mitigación en el Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático (SINAMECC) (2019), estos pasos se mencionan a continuación:

- Paso 1: Registro de una iniciativa de mitigación.
- Paso 2: Registro de una acción de mitigación.

En este paso se recopila la información de registro de una acción de mitigación en la DCC, de manera tal que se incluya en el SINMECC. El responsable deberá documentar y describir la acción de mitigación utilizando la plantilla en el Anexo 1.

- Paso 3: Armonización con el inventario nacional de GEI.

El proceso de armonización de una acción de mitigación con el inventario nacional de GEI debe ser realizado en los casos en los que se identifique que, con los métodos de cálculo existentes, el impacto en mitigación de GEI de la acción de mitigación no se refleje en el inventario. Cualquier mejora que se sugiera realizar al inventario debe estar fundamentada de manera científica y además, en caso de incluir una nueva variable en los cálculos, el responsable de la acción de mitigación debe indicar cómo se le dará sostenibilidad en el tiempo. Este proceso está sujeto a un acuerdo con el equipo del inventario.

- Paso 4: Análisis e integración en el SINAMECC.

En este paso el responsable de la acción de mitigación solicita a la DCC la integración de indicadores y variables de importancia para la implementación y monitoreo del avance de la acción de mitigación al SINAMECC.

Dicha guía, está hecha para que las personas responsables de las empresas, instituciones y organizaciones que deseen registrar las estrategias de mitigación que van a implementar, además de el alcance de las acciones, la forma en la que se desea reducir las emisiones, esto para llevar un control en el inventario de GEI, esto con el fin de que Costa Rica logre alcanzar las metas

establecidas, con el fin de llevar a cabo un seguimiento, además los pasos mencionados anteriormente, son de carácter obligatorio.

## **Tecnología**

El uso de tecnología trae beneficios para las empresas, ya que con esto se simplifican procesos, las rutas se optimizan, los envíos son más eficientes, por lo tanto, esto se refleja en una reducción de los costos, por otro lado, las empresas de transporte se modernizan para así ofrecer un servicio de calidad, además para mantenerse competitivos en el mercado, sin embargo, para la implementación de esta se necesita que se adapte a las necesidades de la empresa y además se requiere inversión, y no está al alcance de todas las empresas, por lo que implica un reto para el sector.

Con la implementación de la tecnología en el transporte se obtienen varios beneficios, de acuerdo con Fernández (2019): entre ellos destacan los siguientes:

1. Optimización de tiempos en el traslado de la carga.

Un software especializado en transporte, de gestión o ERP (Enterprise Resource Planning) es un programa avanzado que administra y planifica todos los recursos de una empresa: Tráfico, vehículos, personal, facturación, cobranza, localización satelital, contabilidad, nómina, bancos, almacén, taller, llantas y predicciones para la toma de decisiones. Al tener un control integral del negocio, la distribución de tareas es más eficiente y los tiempos para realizarlas se reducen hasta en un 50%. (párr. 4).

2. Ahorro en combustible.

Un software dedicado al transporte de carga expone a directores de logística las mejores rutas, horarios, rendimientos por viaje y fechas de entregas en todo el país,

con el fin de ahorrar tiempos, sin embargo, el beneficio colateral es el ahorro en combustible, que se traduce en mejores utilidades. (párr. 5).

### 3. Captación de más clientes.

Al contar con un control integral de la empresa, reducir tiempos y costos en combustible, así como, ofrecer a sus clientes información en tiempo real, los directores podrán planear mejor sus actividades y dedicar más tiempo a las estrategias de captación de clientes locales y en el extranjero. Utilizar software de última generación es la mejor carta de presentación que una compañía puede ofrecer a sus clientes en esta era de globalización y digitalización. (párr. 6).

Basado en la cita anterior, evidentemente la implementación de esta es funcional tanto para la empresa como para los clientes, ya que brinda un valor agregado a la empresa siendo innovadora, adaptándose a los cambios, ofreciendo un servicio de mayor calidad y menos contaminante, y a los clientes ya que muchos consumidores les gusta tener la información necesaria de sus envíos de forma eficiente y, además, ahora las personas muestran preferencias por las empresas responsables con el ambiente.

### **Cambios en los combustibles**

El realizar cambios en los combustibles fósiles es realmente necesario, ya que estos son los utilizados actualmente, y emiten emisiones contaminantes, mismas que generan gran preocupación por el impacto ambiental que estos producen, por lo que, se debe sustituir su uso, y, esto lleva al uso de combustibles limpios o alternativos, mismos que son más rentables y respetuosas con el medio ambiente, ya que no emiten tanta contaminación, por lo que se logra la reducción de las emisiones generadas, además colaboran con la descarbonización del país para el año 2050.

Con respecto a nuevos combustibles Alonso y Toro (2019), mencionan:

El desarrollo de nuevos combustibles es una de ellas, ya que se continúa investigando combustibles que disminuyan las emisiones de gases de efecto invernadero, como por ejemplo el uso de biocombustibles, electricidad, hidrogeno entre otros. Sin embargo, algunas de estas nuevas tecnologías solo han sido investigadas para vehículos pequeños, no obstante, cuando estén completamente consolidadas podrían escalarse al transporte de carga terrestre.

### ***Combustibles alternativos.***

El uso de combustibles alternativos en Costa Rica es una oportunidad para el sector transporte, ya que estos son menos contaminantes, además de que existe una amplia variedad, por lo que son una opción viable para utilizarlos en sustitución de los combustibles fósiles, de acuerdo con Ondarse (2021), “Los combustibles alternativos son aquellos carburantes que fueron diseñados para reemplazar a los derivados del petróleo (combustibles fósiles) y a los combustibles nucleares” (párr.1).

Además, el sustituir y reducir al máximo de forma paulatina el uso de combustibles fósiles en el país, es la opción más adecuada para lograr reducir las emisiones de GEI, ya que el sector transporte es el mayor responsable de estas, debido al consumo y posterior quema de combustibles fósiles, por lo que el buscar alternativas para la sustitución de este es una realidad en la actualidad, es por esto que seguidamente se mencionan algunas opciones que logran reducir las emisiones y que son viables para el país.

### ***Gas natural.***

El gas natural es un combustible alternativo, económico y ecológico, que se puede utilizar como combustible en los vehículos de carga pesada, Berrospi, Colina, Holguín y Zúñiga (2021), define el gas natural como: “Es una de las energías primarias más limpias, seguras y económicas disponibles para uso domiciliario, comercial, industrial, vehicular y generación de energía eléctrica (central termoeléctrica)”. (p.48). Por lo que el uso de este presenta una oportunidad para el país, ya

que existen países que poseen reservas muy grandes, por lo que se puede exportar, además de que este tiene un precio más bajo en comparación al petróleo.

**Tabla 4. Principales países con mayores reservas de gas natural**

| <b>Puesto</b> | <b>País</b>  | <b>Metros cúbicos</b> |
|---------------|--------------|-----------------------|
| 1             | Rusia        | 38 billones           |
| 3             | Irán         | 32 billones           |
| 4             | Qatar        | 24.7 billones         |
| 5             | Turkmenistán | 19.5 billones         |
| 6             | EE.UU        | 12.9 billones         |

Nota: World Energy Trade, (2020).

El uso del GNL presenta una variedad de beneficios, tanto para el transporte de carga como para el ambiente, al respecto Stock Logistic (2019), menciona:

- Comparado con los combustibles tradicionales reduce entre un 20 y un 30 por ciento las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Elimina totalmente las emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y las partículas (PM).
- Requiere una menor capacidad de almacenamiento respecto a otros combustibles.
- Tiene un precio competitivo y no depende tanto de la volatilidad de los mercados, como es caso del petróleo.

La empresa Shell, explica el funcionamiento del GNL en el transporte, al respecto menciona:

Una vez que el gas natural se ha licuado, el GNL se mantiene en tanques aislados hasta que se carga en un buque o transportador especialmente diseñado para ello. Cuando llega a su destino, el GNL se descarga en tanques de almacenamiento en

una instalación conocida como terminal de carga fraccionada. Este se utiliza en barcazas, transbordadores, cruceros, buques portacontenedores y barcos petroleros en puertos, ríos y zonas costeras. El gas natural también se puede licuar a pequeña escala, lo que lo hace aún más accesible.

Este método utiliza plantas de licuefacción construidas en secciones para que se puedan escalar hacia arriba y hacia abajo y trasladarse a diferentes lugares. Los trenes y los buques metaneros transportan el GNL a los tanques de almacenamiento situados en las estaciones de servicio de los camiones pesados. Una vez allí, el GNL se mantiene frío en tanques aislados. Los clientes llenan los vehículos de la misma manera que lo harían con otros combustibles líquidos. (p.62).

Por lo que, el utilizar este combustible en los camiones de carga pesada sería de gran impulso en la meta de descarbonización planteada por el gobierno de Costa Rica, ya que con el uso de este el transporte es más sustentable, sin embargo, para implementar su uso se deben importar los camiones, lo que se refleja como una fuerte inversión que no todas las empresas pueden acarrear, por lo que se deben de buscar otras alternativas de combustible para reducir las emisiones de carbono.

### ***Biocombustibles.***

Estos son producidos a partir de materia orgánica que se procesa, y son una buena opción para realizar la transición de los combustibles fósiles, ya que con el uso de estos se logra reducir las emisiones de GEI, lo que resulta conveniente para el país, ya que la producción de este representa una oportunidad para el sector agrícola, ya que este es producido a partir de productos agrícolas, lo que genera empleo, por otro lado, es otra solución para la disminución del uso de los combustibles fósiles y por ende una reducción significativa de las emisiones generadas por la quema de estos.

Además, tiene ciertas ventajas que lo hacen destacar, por ejemplo, es un combustible de bajo costo, ya que es fabricado a partir de recursos renovables, como lo son los cultivos, además,

la principal ventaja con la que cuenta es que con el uso de esto se reducen los GEI, lo que lo hace un combustible limpio y sostenible, por otro lado, para otros países que no cuentan con grandes reservas de combustible, este representa una oportunidad, debido a que se comienza a producir localmente, lo que ocasiona un alza en la empleabilidad del país.

Alonso y Toro (2019), definen los biocombustibles como:

Los biocombustibles son combustibles que son renovables al provenir de fuentes renovables como plantas y/o animales. En la actualidad, los combustibles más utilizados vienen de plantas como la caña de azúcar, el trigo, maíz, entre otros. Entre los biocombustibles más conocidos se encuentran el biodiesel, el bioetanol, biometanol, biobutanol, y el biogás. Estos tipos de combustibles generan dióxido de carbono sin emisiones netas de carbono, ya que cuando se libera dióxido de carbono es absorbido por la misma fuente que es la base de los biocombustibles, es decir las plantas, manteniendo el balance del proceso. (pp. 13-14).

De acuerdo con Brenes, Carvalho y Torroba (2021), los combustibles son producidos a partir de:

Estos biocombustibles suelen producirse a partir de materias primas de origen agropecuarias (caña de azúcar, maíz, aceites vegetales, aceites vegetales usados, grasas, residuos, etc.) en procesos que permiten agregar valor, generar empleo y aprovechar la generación de subproductos con diversos usos alimenticios, industriales, farmacéuticos, etc. (párr. 6).

Como se observa en lo anteriormente mencionado, la producción de biocombustible es viable para muchos países, ya que presenta una solución al problema más grande al que se enfrentan muchas economías a nivel mundial, que es alcanzar la meta de reducir al máximo las emisiones generadas por la quema de los combustibles fósiles, por lo tanto, esta es una oportunidad en la que el gobierno debe considerar y aprovechar la riqueza costarricense con respecto a la agricultura y producir biocombustibles.

### *Electricidad.*

El uso de electricidad como combustible alternativo en los camiones de carga pesada es una realidad, y este forma parte de las soluciones para alcanzar el objetivo planteado con el fin de descarbonizar la economía para el año 2050, el uso de estos es una buena opción, ya que al ser el sector transporte el mayor responsable de las emisiones contaminantes que se generan, tanto las empresas del sector como el ambiente se ven beneficiados, ya que con esto se obtiene un transporte más limpio y eficiente por lo tanto menos contaminante.

Mendoza (2020), menciona las ventajas de utilizar vehículos eléctricos en el transporte de carga, al respecto menciona:

1. Beneficia al medio ambiente.
2. Genera nuevos paradigmas y conocimientos para las empresas en función de crear modelos de negocio acorde a los principios de sostenibilidad.
3. Mejora la reputación corporativa al ofrecer entregas con cero emisiones a los clientes.
4. Ahorra costos de mantenimiento de las unidades. La mayoría de las piezas de un vehículo eléctrico no están sujetas a desgaste ni a altas temperaturas.
5. Ahorra combustible. El consumo de energía de cada vehículo desplazado por electricidad representa entre el 15% y 35% cuando se compara con un vehículo que utiliza hidrocarburos.

De acuerdo con Hinicio (2020), un camión de celda de combustible es más funcional para recorrer largas distancias, ya que no sacrifica tanto porcentaje con relación a la capacidad de almacenamiento que este posee, al respecto menciona: “Un camión eléctrico de celda de combustible sacrificaría solo 8% de su capacidad de carga”. (p.13). Un ejemplo de un camión de celda de combustible o Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV), es el desarrollado por Kenworth Truck Company y Toyota Motor North, mismo se muestra a continuación.

#### Ilustración 4. Camión eléctrico de celda de combustible



Nota: Híbridos y eléctricos, (2020).

Al ser estos vehículos por lo general utilizados para largas distancias se necesita de baterías que lo sustenten, lo que implica un sacrificio en cuanto a la capacidad de almacenamiento, por lo que, Hinicio (2020), menciona: “Un camión eléctrico a baterías sacrificaría 33% de su capacidad de carga respecto a un ICEV”. (p. 13), es debido a esto que los camiones que utilizan baterías son ideales para distancias cortas, o bien para mercancías que no ocupen mucho espacio, un ejemplo de estos camiones es el Tesla Semi, desarrollado por Tesla, mismo se muestra a continuación.

### Ilustración 5. Tesla Semi



Nota: World Energy Trade, (2021).

#### **Cambios en la flota**

Para reducir la huella de carbono que se genera con el transporte terrestre de mercancías, se deben de realizar cambios en la flota por una que sea más eficiente y menos contaminante, en la que se sustituye el uso de combustibles fósiles por opciones más amigables con el ambiente, como las mencionadas anteriormente, sin embargo, para realizar esto se necesita de inversión, es por esto que las empresas necesitan de incentivos, exoneraciones y beneficios fiscales para lograr llevar estos cambios a cabo.

Por lo tanto, al renovar la flota, a largo plazo las empresas pueden ver como se reducen los costos por mantenimiento de los vehículos, además también como disminuye el uso de combustibles fósiles, utilizando de esta forma otros combustibles alternativos, como la electricidad, el gas natural y los biocombustibles, ya que estos son más eficientes, limpios, sostenibles con el medio ambiente, lo que colabora con la reducción de las emisiones del GEI, lo que termina apoyando de gran forma la meta de descarbonización.

Además, otra alternativa en la flota es el implementar el uso de tecnología en la flota costarricense, ya que, esta tiene como resultado una mejoría en la productividad y rentabilidad de la empresa de transporte, ya que con la implementación de la tecnología le permite reducir costos de mantenimiento y reducción de consumo de combustibles, ya que se cuenta con motores que son más eficientes, además de que los envíos son más seguros y el transporte resulta menos contaminante, más sostenible y limpio.

### **Acciones de compensación**

Estas son acciones o medidas que de cierta forma repara el daño causado al medio ambiente y que no se logra reducir con la mitigación, en este caso corresponde a la huella producida por las distintas actividades que se realizan tanto en el sector transporte como en el sector industrial, por lo que el compensar es muy importante, ya que con esto se reduce al máximo la huella generada por dichos procesos. Existen lo llamado Pago por Servicios Ambientales, que consisten en un aporte que beneficia a distintas áreas, dentro de estos servicios ambientales, se encuentran la mitigación de emisiones de GEI, protección de la biodiversidad y la protección del agua.

Fernández (2020), define compensación ambiental como:

La compensación ambiental consiste en el desarrollo y la aplicación de un conjunto de planes correctivos para subsanar el daño generado a los ecosistemas naturales. Daños causados por distintas actividades industriales como la deforestación, la extracción, el desarrollo de infraestructuras, entre otras.

De acuerdo con Bonilla (2021), menciona un aspecto muy importante acerca de la compensación:

El principio fundamental en el que se basa la compensación ambiental es que el resarcimiento no puede ser menor al costo del impacto. De hecho, es deseable que implique una ganancia ambiental, que resulte en un entorno de mejor “calidad” al existente antes del impacto. (párr.2).

En el caso de Costa Rica, existen los llamados Unidades Costarricenses de Compensación (UCC), esto corresponde a la venta de créditos para la reducción de emisiones de carbono, por lo tanto, las empresas que deciden realizar este pago, es utilizado para lograr compensar lo que no se logra mitigar, por lo tanto, básicamente consiste en corregir el daño que se ha generado al ambiente por diversas actividades, mediante una contribución monetaria que va dirigida a la contribución con el medio ambiente, cada UCC tiene un precio de \$7.5.

De acuerdo con el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) (s.f), menciona acerca de las UCC, lo siguiente:

En los mercados de carbono y de gases de efecto invernadero, las unidades de compensación corresponden a una tonelada de dióxido de carbono equivalente, reducido, evitado o secuestrado por una entidad para compensar la emisión de esa tonelada en otro lugar. El término "crédito de carbono" representa un permiso negociable, igual a la reducción de una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. (párr. 1).

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **Enfoque**

Para efectos de la presente investigación, se utiliza un enfoque cualitativo, ya que con este se aborda mejor el tema debido a la naturaleza de esta, la misma se basa en hechos, experiencias y datos, mismos que se van a desarrollar a lo largo de la presente, esto con el fin de responder la pregunta planteada en el problema de investigación. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), el enfoque cualitativo: “Proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista fresco, natural y completo de los fenómenos”. (p. 20).

Por lo tanto, en esta investigación se utiliza un enfoque cualitativo para con esto lograr profundizar los temas planteados a lo largo del proceso de la investigación, siguiendo la línea de los objetivos ya planteados en capítulo I, esto con el fin de responder a la pregunta del problema planteado, ya que con esto se origina nueva y valiosa información, misma que se va a utilizar para complementar la información ya obtenida anteriormente, con el fin de desarrollar y enriquecer la misma.

### **Diseño**

Según Hernández y Mendoza (2018), el diseño: “En la ruta cualitativa es el abordaje general que se utilizará en el proceso de investigación”. (p. 524).

Para la presente investigación, se utiliza el diseño de investigación - acción, ya que se investiga sobre la huella de carbono en los sectores industriales costarricenses, y se buscan acciones de mitigación y compensación, esto con el fin de disminuir el efecto que se produce por medio del transporte terrestre de mercancías. Al respecto, Hernández y Mendoza (2018), define investigación-acción, como: “Precepto básico es que debe conducir a cambiar y por lo tanto este cambio debe incorporarse en el propio proceso de investigación. Se indaga al mismo tiempo que se interviene”. (p.552).

Además, se utiliza un diseño fenomenológico, ya que se investiga sobre la experiencia de los involucrados en los sectores industriales y en el transporte terrestre, con respecto a la huella que se genera, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), el diseño fenomenológico: “Su propósito principal es explorar, describir y comprender las experiencias de las personas respecto a un fenómeno y descubrir los elementos en común de tales vivencias”. (p. 548).

## **Fuentes**

### **Fuentes primarias**

Las fuentes primarias empleadas en la presente investigación corresponden a documentos como tesis, documentos oficiales publicados por instituciones y ministerios. Respecto a las fuentes primarias Hernández y Mendoza señalan lo siguiente: “Las referencias o fuentes primarias proporcionan datos de primera mano, pues se trata de documentos que incluyen los resultados de los estudios correspondientes”, (p.72).

En cuanto a las fuentes primarias, se emplearon tesis y documentos de universidades internacionales, además de comunicados oficiales publicados por parte de la Presidencia de la República de Costa Rica, publicaciones de PROCOMER, además de publicaciones de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, documentos publicados por el MINAE y Universidades Nacionales.

### **Fuentes secundarias**

Las fuentes secundarias utilizadas en la investigación corresponden a información obtenida de documentos y comunicados de organizaciones tanto nacionales como internacionales relacionadas al comercio internacional y el medio ambiente, además de la información brindada por parte de los entrevistados. De acuerdo con las fuentes secundarias Hernández y Mendoza (2018), indica lo siguiente: “Implica la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónico”. (p. 291).

## Muestra

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), la muestra es: “Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta, si se desean generalizar los resultados” (p. 196).

En la presente investigación se utiliza una muestra no probabilística con el fin de obtener la información adecuada por parte de los entrevistados elegidos cuidadosamente, estos cuentan con conocimiento en el área que se investiga, la muestra es elegida ya que así permite ampliar y enriquecer la actual investigación. Con respecto a la muestra no probabilística, Hernández y Mendoza (2018) menciona lo siguiente: “Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación”. (p. 200).

**Tabla 5. Muestra**

| <b>Número de entrevistado</b> | <b>Entidad</b>   | <b>Razón</b>                                     |
|-------------------------------|--|--|
| Entrevistado N°1              | Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) | Institución relacionada al comercio.             |
| Entrevistado N°2              | Dirección de Cambio Climático de Costa Rica (DCC)        | Departamento del MINAE, que se encarga del PPCN. |
| Entrevistado N°3              | SETRANA S.A.   | Empresa del sector transporte.                   |
| Entrevistado N°4              | Florida Ice and Farm Company (FIFCO)                     | Empresa del sector industrial.                   |
| Entrevistado N°5              | ILG Logistics  | Empresa del sector transporte.                   |
| Entrevistado N°6              | TLA  | Empresa del sector transporte.                   |

|                      |   |   |
|----------------------|---|---|
| Entrevistado<br>N°7  | KANI  | Empresa del sector industrial                                 |
| Entrevistado<br>N°8  | Polymer   | Empresa del sector industrial                                 |
| Entrevistado<br>N°9  | Florex  | Empresa del sector industrial                                 |
| Entrevistado<br>N°10 | Cámara Costarricense de<br>Transportistas Unitarios (C.C.T.U) | Cámara costarricense<br>relacionada al transporte de<br>carga |

Nota: Campos, K. (2021).

**Tabla 6. Unidades de Estudio**

| <b>Objetivo</b>   | <b>Unidad de Análisis</b> | <b>Subcategoría</b>  | <b>Definición Conceptual</b>   | <b>Instrumento</b> | <b>Ítem</b> |
|---|---------------------------|--|--|--------------------|-------------|
| Describir la logística terrestre de mercancías de los sectores industriales costarricenses. | Logística terrestre.      | Plan Nacional de Transporte.<br>Infraestructura vial.<br>Logística terrestre costarricense.<br>Cambio climático.<br>Contaminación. | Se define como las diferentes soluciones de transporte por carretera que permite la circulación de bienes y servicios hacia el interior o exterior de un territorio. | Cuestionario.      | 1-4.        |

|  |                     |   |   |               |       |
|--|---------------------|---|---|---------------|-------|
| Investigar el impacto ambiental que produce el transporte terrestre de los sectores industriales costarricenses. | Impacto ambiental.  | Responsabilidad social empresarial.<br>Combustibles fósiles.<br>Reducción de costos.<br>Huella de carbono.<br>Medición de huella. | Conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente de una modificación del entorno natural, como consecuencia de obras u otras actividades.   | Cuestionario. | 5-8.  |
| Identificar las principales políticas públicas nacionales en materia de transporte terrestre de mercancías.      | Políticas públicas. | Plan Nacional de Descarbonización.<br>Proyectos.<br>Regulaciones.<br>Tecnología.  | Se entiende por políticas públicas el resultado de la dinámica del juego de fuerzas que se establece en el ámbito de las relaciones de poder, relaciones esas constituidas por los grupos económicos y políticos, | Cuestionario. | 9-13. |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  | clases sociales<br>y demás<br>organizaciones<br>de la sociedad<br>civil. |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

Nota: Campos, K, (2021).

## **Instrumentos**

### **Cuestionario**

En la presente se utiliza como herramienta un cuestionario conformado por 13 preguntas, cada una de ellas planteadas en base a los objetivos específicos indicados anteriormente en capítulo I, para posteriormente ser aplicadas en diferentes entrevistas que se realizan a la muestra seleccionada que corresponde a expertos en el tema de investigación. Hernández y Mendoza (2018), menciona que un cuestionario: “Consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir”. (p. 251).

Las preguntas del cuestionario son preguntas abiertas, ya que con esto se pretende obtener respuestas amplias por parte de las personas seleccionadas para la aplicación de la entrevista, y así lograr ampliar la información y añadirla a la investigación, ya que esto ayuda a reforzar, profundizar y enriquecer la investigación en curso. Según Hernández y Mendoza (2018), las preguntas abiertas: “No delimitan las alternativas de respuesta. Son útiles cuando no hay suficiente información sobre las posibles respuestas de las personas”. (p. 254).

### **Entrevista**

En la presente investigación se realizaron 15 entrevistas a diferentes empresas e instituciones, mismas que están involucradas en el ámbito de comercio internacional y el tema de investigación. Se seleccionaron diferentes instituciones gubernamentales, empresas privadas del sector transporte y del sector industrial, las mismas se realizaron con el fin de recopilar información

de diferentes fuentes. Con respecto a entrevista Hernández y Mendoza (2018), la definen como: “Una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados)”. (p. 449).

Las entrevistas realizadas en la presente investigación son aplicadas con el fin de responder las diferentes preguntas planteadas en el cuestionario, y con esto obtener información relevante y así lograr conocer la opinión y experiencia de las personas entrevistadas, esto con el principal objetivo de conseguir la información necesaria para así complementar la investigación. Posteriormente, las respuestas de los entrevistados son categorizadas y analizadas respectivamente en el capítulo IV de la presente.

### **Proceso para la Recolección y Análisis de Datos**

La recolección de datos se hizo por medio de consulta de páginas de internet relacionadas con el tema de la investigación, adicionalmente, se tomaron en cuenta publicaciones realizadas por organizaciones e instituciones nacionales e internacionales relacionadas al comercio internacional y el transporte terrestre, además de noticias publicadas por periódicos nacionales e internacionales, y, por último, se incluyen las diferentes entrevistas aplicadas a la muestra. Con respecto a la recolección de datos, Hernández y Mendoza (2018), la define como un: “Acopio de datos narrativos en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de muestreo”. (p. 443).

Por lo que, el análisis de los datos de la presente investigación es de forma cualitativa, ya que se parte de las experiencias brindadas por parte de los entrevistados, y de las categorías de análisis que se obtienen de las entrevistas realizadas, las mismas serán debidamente categorizadas y posteriormente analizadas en el siguiente capítulo de la presente. De acuerdo con esto, Hernández y Mendoza (2018), señala, “En el análisis de datos cualitativos el proceso esencial consiste en que recibimos datos no estructurados y los estructuramos e interpretamos”. (p. 509).

Por lo tanto, la recolección de datos, y el posterior análisis de estos, son parte fundamental de la investigación, ya que con la recolección de datos obtenida por medio de las entrevistas permite al investigador conocer la opinión de los diferentes entrevistados, y a través de estas se puede

recolectar información importante que se utiliza en la investigación. Además, a partir de estos datos, se realiza el debido análisis y consecuente categorización de cada respuesta dada por parte de los entrevistados.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS

**Tabla 7. Unidades y categorías de análisis**

| Unidad              | Categoría   |
|---------------------|---|
| Logística terrestre | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan Nacional de Transporte.</li> <li>2. Infraestructura vial.</li> <li>3. Logística terrestre costarricense.</li> <li>4. Cambio climático.</li> <li>5. Contaminación.</li> </ol>   |
| Impacto ambiental   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Responsabilidad social empresarial.</li> <li>2. Combustibles fósiles.</li> <li>3. Reducción de costos.</li> <li>4. Huella de carbono.</li> <li>5. Medición de la huella.</li> </ol> |
| Políticas públicas  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plan Nacional de Descarbonización.</li> <li>2. Proyectos.</li> <li>3. Regulaciones.</li> <li>4. Tecnología.</li> </ol>  |

Nota: Campos, K, (2021).

### Unidad de análisis 1: Logística terrestre

La primera unidad de análisis es obtenida a partir del primer objetivo específico, el cual hace referencia a la logística terrestre costarricense. A continuación, se muestran y enumeran las categorías obtenidas a partir de las respuestas de los entrevistados:

1. Plan Nacional de Transporte.
2. Infraestructura vial.
3. Logística terrestre costarricense.

4. Cambio climático.
5. Contaminación.

A continuación, se realiza una descripción de las categorías, considerando las respuestas brindadas por parte de los entrevistados, seguidamente se anotan las respuestas brindadas y posteriormente, se realiza el respectivo análisis de cada una.

### **Categoría 1: Plan Nacional de Transporte**

#### **Descripción:**

Basado en lo mencionado por los entrevistados, se obtiene la primera categoría que hace referencia al Plan Nacional de Transporte, mismo que incluye proyectos relacionados a la mejoría de la estructura vial del país, estas respuestas se muestran a continuación:

*“Costa Rica se aprecia un elevado tráfico de vehículos pesados en los centros urbanos, especialmente en las poblaciones de la GAM y en la ciudad de Limón. Corregir esta anomalía es una de las tareas del Plan Nacional de Transporte (PNT)”.* (entrevistado 2).

*“Además del Plan nacional de transporte, que incluye estrategias para la mejoría de la infraestructura del país, para mejorar la movilidad”.* (entrevistado 3).

*“Y el Plan Nacional de Transporte, que va a ayudar no solamente al sector industrial sino que a todos en general, ya que incluye proyectos relacionados a la infraestructura del país”.* (entrevistado 8).

#### **Análisis**

El Plan Nacional de Transporte se tratan temas de interés público y de gran importancia para el país, primeramente, define las metas y los retos a los que se enfrenta actualmente el sistema de transportes de Costa Rica, además se da un panorama actual del sistema de transportes

costarricense destacando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de este, engloba tanto las carreteras, como el transporte público, además los puertos, aeropuertos, el ferrocarril y el transporte terrestre de mercancías, todos temas importantes a tratar y mejorar, además se fijan objetivos a corto, mediano y largo plazo, ya que el plan abarca desde el año 2011 al 2035.

El MOPT (2011), en el PNT menciona el objetivo de este plan, al respecto menciona:

Con el Plan Nacional de Transportes de Costa Rica 2011-2035 (PNT), el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) ha decidido apostar abiertamente por la planificación del sistema de transportes a corto, medio y largo plazo. Con ello se dota de un instrumento para asegurar la modernización y adecuación de todas las redes de transporte a las necesidades del país. El MOPT asume el compromiso público de liderar y ejecutar las políticas y actuaciones en materia de transporte, en las que el marco legal vigente le otorga sus competencias. Este PNT conforma el elemento sobre el que se sustenta este compromiso. (p. 7).

Dentro del plan se trazan líneas a seguir durante el desarrollo de este, dentro de ellas se encuentran:

- Mejore su eficiencia (infraestructuras, recursos, capacidades y procedimientos). (p.41).
- Mejore su competitividad (servicios, calidad y coste). (p.41).
- Mejore su seguridad (accidentes y actos ilícitos). (p.41).
- Mejore su sostenibilidad (impacto medioambiental e integración ciudad-puerto). (p.41).

Además, en este plan se incluyen estrategias a corto, mediano y largo plazo en temas de transporte, entre los que se incluye además la infraestructura (puertos, aeropuertos, carreteras y las vías férreas), esto con el fin de ofrecer un transporte más eficiente, más competitivo, además de seguro y por supuesto que sea sostenible, y por lo tanto, mejore la posición internacional del país,

además se pretende tener una infraestructura y transporte adaptados a las necesidades actuales del país.

## **Categoría 2: Infraestructura vial**

### **Descripción:**

De acuerdo con lo mencionado por los entrevistados, se obtiene la presente categoría, en la cual se mencionan las respuestas relacionadas a la infraestructura vial de Costa Rica. Las mismas se mencionan a continuación:

*“Muchas carreteras a lo largo del país no tienen suficiente capacidad para el tráfico que se maneja, por lo que las presas generan un aumento de los tiempos de tránsito, mayor gasto de combustible y desgaste en general de las unidades”.* (entrevistado 1).

*“Es muy ineficiente debido a varios factores: la obsoleta infraestructura vial (GAM y rural), las instalaciones de la mayoría de productores (edificios, muelles de carga, patios y accesos, ubicaciones en zonas congestionadas”.* (entrevistado 6).

*“El estado de las carreteras y la topografía de Costa Rica dificultan el traslado expedito de los contenedores desde los puertos o fronteras”.* (entrevistado 7).

*“Rezagada, si bien tenemos mucha infraestructura vial, nuestra red de caminos y carreteras se han ido quedando atrás para el número de vehículos que las utilizan”.* (entrevistado 10).

### **Análisis**

La infraestructura vial de Costa Rica es muy ineficiente, ya que no está acoplada a las necesidades actuales del país, es por esto por lo que se crea el Plan Nacional de Transportes, para lograr de esta forma el actualizar el sistema de transporte actual de Costa Rica, en este plan también incluye la infraestructura del país, que está muy rezagada y necesita modernizarse, ya que muchas

se deben construir y otras rehabilitar debido al mal estado en el que se encuentran estas, esto se realiza con el fin de mejorar el estado y la capacidad de la misma.

Alpízar, Madrigal y Salas (2018), citando a Chacón (2015), mencionan con respecto a la infraestructura vial de Costa Rica lo siguiente:

El país tiene un serio problema de rezago en materia de infraestructura de transportes aéreos, marítimos y terrestres. Aunque la mayor cobertura mediática suele enfocarse en la movilidad en la Gran Área Metropolitana (GAM), las posibilidades de potenciar el modelo de crecimiento basado en la exportación de bienes y servicios están determinadas también por la renovación y la expansión de la infraestructura de muelles y aeropuertos. De hecho, la infraestructura de transporte, considerada uno de los requerimientos básicos para la definición de la competitividad de un país, fue el rubro peor calificado en el cálculo del Índice de Competitividad Global costarricense en el periodo 2014-2015, principalmente por la calidad de las carreteras. (p.36).

Por lo tanto, al mejorar la infraestructura se reducen significativamente los tiempos de tránsito y por consiguiente ahorros en combustibles y los costos de operación de las empresas y como resultado se obtiene una disminución en la contaminación producida, todas estas acciones se reflejan como una mejora en el traslado en general pero especialmente el transporte de las mercancías, ya que con esto el país se vuelve más competitivo y además impulsa el crecimiento del país.

**Tabla 8. Megaobras**

| <b>Trayecto</b>                          | <b>Comprende</b>   | <b>Inversión estimada</b> |
|--|--|---------------------------|
| San José – Caldera.<br>24 kilómetros.    | Ampliación de la Ruta Nacional 27.                         | \$500 millones.           |
| San José – Cartago.<br>24, 3 kilómetros. | Mejorar el tránsito vehicular entre<br>San José y Cartago. | \$400 millones.           |

|   |   |                 |
|---|---|-----------------|
| San José – Río Frío.                    | Ampliación, mejoramiento y rehabilitación de ruta 32.             | \$640 millones. |
| San José - San Ramón.<br>55 kilómetros. | Ampliación y mejoramiento del Corredor Vial San José – San Ramón. | \$400 millones. |

Nota: Presidencia de la República de Costa Rica, (2020).

**Tabla 9. Proyectos prioridad 1**

| <b>Ruta</b> | <b>Proyecto</b>   |
|-------------|---|
| 1           | Obas impostergables OBIS San José – San Ramón.  |
| 1           | Limal – Cañas.  |
| 1           | Barranca – Limal.   |
| 32          | Rehabilitación y mejoramiento Río Frío – Limón.   |
| 39          | Circunvalación Norte, Unidades Funcionales I y IIA.   |
| 39          | Intersección Guadalupe.   |
| 39          | Intersección La Bandera y Facultad de Derecho de la UCR.                                    |
| 39          | Paso a desnivel intersección con ruta nacional No 176, calle Costa Rica.                    |
| 39          | Paso a desnivel inmediaciones Hatillo 8 y Hatillo 7.  |
| 39          | Paso a desnivel límites Hatillo 2 y 3 con Hatillos 4 y 5 (inmediaciones Max [sic] x Menos). |
| 39          | Paso a desnivel con intersección ruta de travesía No 10104 (cementerio San Pedro).          |
| 2           | Paso a desnivel La Galera, intersección con rutas nacionales 215, 251 y 252.                |
| 147         | Radial Lindora, de intersección con ruta nacional No 27 a puente sobre río Virilla.         |
| 2           | Intercambios Taras y La Lima.   |

Nota: Cámara Costarricense de la Construcción, (2020).

Como se observa en las tablas anteriores, son muchos los proyectos que el país debe llevar a cabo, sin embargo, todos estos proyectos para mejorar la infraestructura vial de Costa Rica, se requiere de una inversión millonaria, misma que debe ser financiada, ya que Costa Rica no cuenta

con los fondos suficientes para realizar tales proyectos, como lo es el financiamiento por el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), que tiene como objetivo el comenzar con estas obras de construcción y rehabilitación de las rutas costarricenses que se encuentran en mal estado.

### **Categoría 3: Logística terrestre costarricense**

#### **Descripción:**

La presente categoría se obtiene a partir de las respuestas brindadas por parte de los entrevistados, esta hace referencia a la logística terrestre de Costa Rica, a continuación, se mencionan las respuestas:

*“Si debiera describir la logística terrestre costarricense, en una palabra, esta sería: mejorable”.* (entrevistado 1).

*“Si hablamos de transporte de carga pesada terrestre, podemos indicar que es un caos circular por las vías nacionales, a esto debemos sumarle las restricciones vehiculares para equipo pesado, lo que hace que el país tenga un rezago en la cadena de suministros de mercancías de más de 30 años, sumado a la flota articulada vehicular obsoleta e ineficiente”.* (entrevistado 3).

*“La logística terrestre en Costa Rica es fundamental para el trasiego de mercancías en el área. Es buena pero se deben de mejorar muchas áreas para que sea un canal de distribución mucho más completo y expedito”.* (entrevistado 5).

*“Muy costosa, y poco integrada”.* (entrevistado 8),

*“Cambiante, muchos factores adversos afectan la efectividad de la logística”.* (entrevistado 9).

#### **Análisis**

La logística es un aspecto muy importante en el comercio, ya que colabora con la generación de empleo además de que contribuye al crecimiento del país, ya que no consiste solamente en el transporte de las mercancías, sino que va más allá, la logística es un conjunto de operaciones que le permite a las empresas comercializar sus bienes, ya que esta va desde la compra de materias primas, producción, embalaje, etiquetado, almacenaje, distribución y el transporte a origen, y con una logística eficiente se logra optimizar los recursos y mejorar la productividad a lo largo de la cadena de suministro.

En el caso de Costa Rica, existe el Sistema Integrado de Logística (SIL), esta es una herramienta lanzada por PROCOMER para los importadores y exportadores del país, en la que se pueden realizar distintas tareas relacionadas a comercio internacional, como lo es cotizaciones en navieras aerolíneas y transporte terrestre, además de agencias y seguros, cálculos de peso y el proceso para exportar e importar por medio de una plataforma disponible en la página web de PROCOMER.

Esta herramienta desarrollada es de gran ayuda en la actualidad para el gremio de los importadores y los exportadores costarricenses, es por eso que PROCOMER (2018), define el objetivo principal de SIL, entre los cuales se encuentran los siguientes: reducir los tiempos de respuesta operativa y administrativa de los exportadores y oferentes logísticos; dado que facilita los procesos y trámites y, a su vez, incrementa la competitividad en materia de comercio internacional. (párr. 8).

En cuanto a la logística terrestre costarricense, en el Plan Nacional de Transportes de Costa Rica (2011), menciona:

En términos generales, además de las cuestiones relativas al ordenamiento jurídico, del que cabe decir que es incompleto e inapropiado para asegurar la mejora sustancial del sistema de transportes, el transporte terrestre de mercancías del país está subyugado por el estado de la red vial, por las características del parque automotor (camiones), por los procedimientos logísticos de distribución de las

mercancías y por la carencia de los equipamientos complementarios necesarios. (p.38).

La situación actual de la red vial actual no facilita que el transporte de mercancías se lleva a cabo de forma adecuada. La carencia de variantes de población o “by pass” que eliminen el paso obligado por las poblaciones, la limitación o inexistencia de espaldones apropiados, las pendientes fuertes y prolongadas, los radios de curvatura en planta de los trazados tanto principales como complementarios, el estado de conservación de los pavimentos son factores todos que limitan la capacidad y funcionalidad de la red vial para el transporte de mercancías. (p.38).

Con respecto a la logística costarricense, a pesar de que la infraestructura vial disponible no colabora con el desarrollo de esta, el país ha evolucionado y crecido con respecto al comercio internacional, por ejemplo con los tratados de libre comercio que tiene Costa Rica actualmente, ya que esto le permite al país expandirse aún mas y ofrecer sus productos fuera de sus fronteras, de acuerdo con Calderón, Retana y Romero (2021), mencionando al Banco Mundial (2018), las exportaciones de bienes y servicios de Costa Rica constituyen para el 2017 un porcentaje importante del PIB, de 34,15%. (p.11).

#### **Categoría 4: Cambio climático**

##### **Descripción:**

La cuarta categoría se obtiene a partir de las respuestas brindadas por parte de los entrevistados, las cuales hacen referencia al cambio climático y lo que este conlleva, estas respuestas se mencionan a continuación:

*“El cambio climático es real, y está demostrado que la contaminación por concepto de transporte, debido a la quema de hidrocarburos ha sido un gran responsable de los daños causados a la atmosfera, de los cuales actualmente ya se está pagando por ellos”.* (entrevistado 1).

*“A nivel de política pública climática para el cumplimiento de metas climáticas de la Dirección de Cambio Climático sobre el marco de política pública, así como programas asociados a apoyan el cumplimiento de las metas comprometidas en esos instrumentos de política pública”.* (entrevistado 2).

*“Cumplimiento de metas relacionadas al cambio climático”.* (entrevistado 3).

*“Definitivamente tanto el gobierno como las empresas del sector privado deben tener una visión de sostenibilidad, no solo por la imagen de CR como un país “ecológico”, sino por el inminente impacto en el calentamiento global”.* (entrevistado 6).

## **Análisis**

El cambio climático es un reto al que se enfrenta actualmente la tierra, ya que aumenta la temperatura del planeta, esto debido al Efecto Invernadero que es producto de los GEI, ya que estos han venido sumando durante los últimos años, y por lo tanto, la temperatura mundial también ha incrementado, teniendo así un aumento en el nivel del mar, además de afectación a los ecosistemas por los cambios bruscos de temperatura, por lo tanto, las empresas y los individuos deben tomar conciencia acerca y tomar acciones para prevenir el cambio climático.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica (SINAC) (s.f), definen cambio climático como:

El Cambio Climático (CC) es uno de los mayores desafíos que tiene actualmente nuestro planeta y que debe ser enfrentado por las poblaciones humanas. Los cambios en las precipitaciones y en el clima y el aumento del nivel del mar, entre otros derivados del CC, que ayudan a aumentar la tensión económica, política y humanitaria lo cual lleva a una afectación del desarrollo humano a nivel mundial. (párr. 1).

De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA) (2020), existen GEI naturales y los provenientes de las actividades humanas, al respecto menciona:

Los gases de efecto invernadero naturales son:

- Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)
- Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Ozono (O<sub>3</sub>)

Por su parte, los gases de efecto invernadero generados por las actividades del hombre son:

- Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural, o sus derivados) en la producción de energía, en el funcionamiento de los procesos industriales, y en su uso en el sector transporte; también proviene de los procesos industriales [como la producción de cemento, cal, sosa, amoníaco, carburos de silicio o de calcio, acero, y aluminio], la deforestación –que provoca la descomposición de la materia orgánica- y de la quema de la biomasa vegetal

- Metano (CH<sub>4</sub>)

Proviene de la agricultura (p.ej. cultivo de arroz), el uso del gas natural el metano es un componente del gas natural], la descomposición de los residuos en los rellenos sanitarios, y del hato ganadero.

- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

Se genera en la producción de ácido nítrico y ácido adípico, el uso de fertilizantes, en incineración de residuos, y en la quema de combustibles en el sector transporte.

- Perfluorometano (CF<sub>4</sub>) y perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), Hidrofluorocarbonos (nombres comerciales: HFC-23, HFCS-134a, HFC-152a)

Se generan en la producción de aluminio, espumas de poliuretano, ciertos solventes de limpieza especializados, aerosoles, y compuestos empleados en extintores. También pueden emitirse a la atmósfera por fugas o mal uso de los gases refrigerantes contenidos en refrigeradores, congeladores, equipos de aire acondicionado de casas, comercios y automóviles, y en equipos de refrigeración de empresas, transporte (trailers refrigerados), o de empresas productoras de hielo.

- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)

Se genera durante la producción de ciertos tipos de aluminio, en fundiciones de aluminio o magnesio, y puede emitirse a la atmósfera por fugas o accidentes con equipo eléctrico de alto voltaje que emplea al SF<sub>6</sub> como aislante.

- Qué es el carbono negro

Es un forzante climático de vida corta producto de la combustión incompleta de combustible fósil y por lo tanto es emitido junto con el monóxido de carbono, aunque en proporciones diferentes de acuerdo al [sic] tipo de fuente y se ha incorporado recientemente como un elemento clave en el fenómeno del cambio climático.

Por lo que estos gases colaboran con el cambio climático, el calentamiento global y además aumenta el efecto invernadero, por lo que es un tema en el que se debe de tomar mucha importancia y por parte de los gobiernos a desarrollar políticas públicas, adoptar acuerdos, establecer metas para reducir las emisiones generadas, con el fin de concientizar

a la población para tomar medidas con el fin de reducir las al máximo, para así reducir los efectos negativos a los que se enfrenta el planeta y el bienestar de los seres humanos.

### **Categoría 5: Contaminación**

#### **Descripción:**

Basándose en lo descrito por los entrevistados, se obtiene la sexta categoría, en la misma se mencionan las respuestas relacionadas a la contaminación producida por la logística terrestre costarricense, estas respuestas se mencionan a continuación:

*“Podría considerarse que afecta el medio ambiente desde diferentes ejes: contaminación del agua, aire, tierra y contaminación sonora”.* (entrevistado 1).

*“El sector transporte representa uno de los mayores retos del país en la consecución de su ambicioso objetivo de des-carbonizar la economía. Actualmente, este sector representa un 44% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)”.* (entrevistado 2).

*“Bueno principalmente en las emisiones de carbono, que los equipos pesados (camiones) emanan al medio ambiente, el control y desecho de llantas, una vez estas tienen finalizada su vida útil, y la contaminación sónica que los equipos pesados emiten por su naturaleza”.* (entrevistado 3).

*“El impacto al medio ambiente es muy severo al tener el 100% de los transportes con diésel y gasolina”.* (entrevistado 4).

*“Al quemar una gran cantidad de productos derivados del petróleo las unidades de transporte dañan tanto el medio ambiente como la salud humana”.* (entrevistado 5).

*“Obviamente tiene un impacto directo en la contaminación del aire y calentamiento global, pero tiene impacto en el resto de la naturaleza por la construcción de carreteras, puentes, zonas de carga, patios, predios, etc.; por el traslado de los insumos para la construcción, más el impacto*

*de la logística de traslado de combustible al país y su distribución en él, ya que no somos un país productor de los mismos”.* (entrevistado 6).

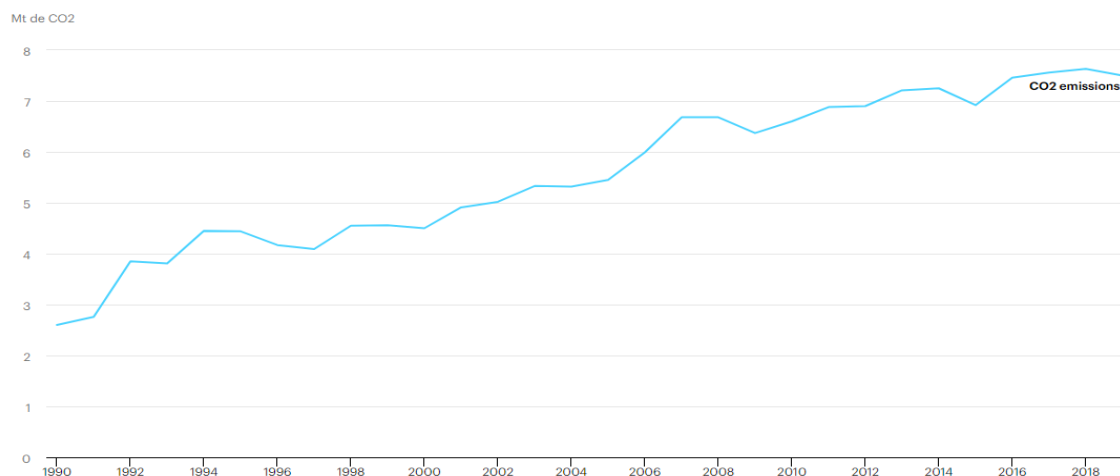
*“Impacta negativamente por el consumo de combustibles fósiles principalmente en las emisiones de carbono, que los equipos pesados de los camiones y por ende la emisión de gases, por otra parte, la contaminación sónica en zonas protegidas donde forzosamente deben atravesar las carreteras”.* (entrevistado 7).

## **Análisis**

La contaminación producida en el país es principalmente por el uso de combustibles fósiles, ya que Costa Rica es un país dependiente del combustible fósiles para realizar muchas actividades, dentro de estas se encuentra en principal generador de emisiones de carbono, que corresponde al sector transporte, por lo tanto, es un aspecto de vital importancia en el ya mencionado Plan Nacional de Descarbonización, que busca reducir al máximo o bien, eliminar del todo el uso de combustibles fósiles en el país.

Debido a esta problemática presente en el país, surge la necesidad de eliminarlos por completo y moverse al transporte basado en energías limpias, para que colabore con la descarbonización del país, además también insta a el sector industrial a hacer un mejor manejo de los desechos para reducir al mínimo las emisiones contaminantes, siendo así las energías renovables la solución, utilizándolas como fuente de energía, sustituyendo de esta forma a los combustibles fósiles.

### Ilustración 6. Emisiones totales de CO2 en Costa Rica



Nota: Agencia Internacional de Energía. (IEA), (2019).

De acuerdo con el documento del Plan Nacional de Descarbonización (2019), en este se menciona acerca de la propuesta para la descarbonización de la economía lo siguiente:

Una de las grandes tareas de la Costa Rica Bicentenario consistirá en modernizar la infraestructura de forma que el crecimiento económico se logre sin aumentar la contaminación ni dañar el capital natural. Esta gran transformación costarricense deberá ocurrir en un contexto internacional que ya reconoce la necesidad de hacer una transición sin precedentes de una economía global anclada en combustibles fósiles - y vulnerable a los impactos climáticos - hacia una economía sin emisiones, impulsada por energía renovable y resiliente a los impactos del clima extremo. (p.6).

Es debido a lo descrito anteriormente por lo que todos los sectores de la economía costarricense deben de identificar el origen de la contaminación que generan actualmente e implementar cambios y estrategias no solamente en las empresas, sino en general, tanto en el sector público, como privado y la sociedad, para que se logre disminuir el impacto producido por la contaminación que son producto de los procesos que se llevan a cabo a diario, para que, con esto, sean más eficientes, sostenibles, y se disminuya la contaminación.

## **Unidad de análisis 2: Impacto ambiental**

La segunda unidad de análisis corresponde al segundo objetivo específico, el mismo hace referencia al impacto ambiental generado por el transporte terrestre de mercancías, específicamente en Costa Rica. A continuación, se muestran las categorías que surgieron a partir de las respuestas de los entrevistados:

1. Responsabilidad social empresarial.
2. Combustibles fósiles.
3. Reducción de costos.
4. Huella de carbono.
5. Medición de la huella.

A continuación, se describirá cada categoría, basándose en las respuestas dadas por parte de los entrevistados señalados en la muestra mencionada anteriormente.

### **Categoría 1: Responsabilidad social empresarial**

#### **Descripción:**

Basado en lo mencionado por parte de los entrevistados, se obtiene la segunda categoría, en la que se citan las respuestas relacionadas a la responsabilidad social de las empresas, tanto del sector transporte como el industrial. Dichas respuestas se mencionan a continuación:

*“La responsabilidad ambiental es un aspecto importante es que, en la actualidad, cada día las personas se preocupan más por tener un consumo responsable y se están dando casos en los que, mediante el IoT los productos son posicionados en el mercado y los consumidores ven toda la trazabilidad de estos, para afectos de su satisfacción de compra. Por lo que, tener una empresa que brinda servicios de transporte y demuestra su compromiso con el medio ambiente también podría ser de utilidad para tener un mejor posicionamiento y aceptación social”. (entrevistado 1).*

*“Es importante que las empresas de transporte reduzcan la huella de carbono porque esto los hace ver como una empresa responsable con el ambiente, que genera una mejora en los ecosistemas, pequeños cambios pueden generar grandes beneficios”.* (entrevistado 5).

*“Las empresas deben ser responsables para proteger el medio ambiente, pero en especial Costa Rica depende mucho de su imagen en términos ambientales”.* (entrevistado 7).

*“Todo esfuerzo en ese sentido, aporta algo al propósito. No dejar huella, parece ser muy difícil y costoso de lograr, pero aun así, debemos hacer el esfuerzo de contaminar lo menos posible. Estos es un asunto de aportar todos. (Aunque sea poco, pero al fin y al cabo, aportar)”.* (entrevistado 10).

## **Análisis**

El ser una empresa responsable con el medio ambiente requiere de mucho compromiso ya que es necesario medir, mitigar y compensar los efectos ocasionados por la contaminación que ellos mismos generan, por las emisiones generadas por los vehículos, por lo que las empresas de transporte deben tomar conciencia y cumplir con las metas, y leyes que existen en temas de reducción de la contaminación, o aportar económicamente a proyectos que realicen su aporte al ambiente, ya que de esta forma también son responsables socialmente.

Con respecto a la Responsabilidad Social Empresarial el Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica (MEIC) (s.f), la define como:

La Responsabilidad Social se define como la gestión ética y responsable de empresas y organizaciones públicas, privadas y de la sociedad civil, teniendo en cuenta aspectos económicos, sociales, ambientales y de buen gobierno de forma transversal en su actividad y en los impactos que esta genera. Este comportamiento responsable no sólo redundará en una mejora de la sociedad y el medio ambiente, sino en el aumento de la competitividad y la eficiencia de empresas, organizaciones y sus trabajadores, contribuyendo al desarrollo sostenible del país y por ende a una

sociedad más próspera, equitativa, solidaria y justa. La Responsabilidad Social atañe a la ciudadanía en su conjunto y a las organizaciones de la sociedad, empresas, organizaciones sociales y personas. (p.8).

En el caso de Costa Rica, tiene fama de ser un país verde, debe de apostar por la reducción al máximo de la contaminación que se genera a diario, para que con esto pueda ser visto como un país sostenible, responsable y protector del medio ambiente, además, tiene planteado lograr la neutralidad de emisiones, con el Plan Nacional de Descarbonización de la economía costarricense para el año 2050, por lo que debe de implementar estrategias para lograrlo.

### Ilustración 7. Respeto al medio ambiente, mitigación y adaptación al cambio climático

| EJE DE POLÍTICA 5   | Respeto al medio ambiente, mitigación y adaptación al cambio climático               |
|---|--|
| 7.5.1. Vincular con iniciativas existentes  |   |
| 7.5.2. Fomentar el uso responsable del suelo, aire y agua y evitar la contaminación       |  |
| 7.5.3. Proteger la biodiversidad  |  |
| 7.5.4. Promover la mitigación y adaptación al cambio climático y la eficiencia energética |  |
| 7.5.5. Prevenir y gestionar los residuos desde una visión de circularidad                 |  |

Nota: MEIC, (s.f).

### Categoría 2: Combustibles fósiles

**Descripción:**

La segunda categoría se obtiene a partir de lo expresado por parte de los entrevistados, en esta se citan las respuestas que poseen relación con el uso de combustibles fósiles que utilizan los camiones que se utilizan en el país, dichas respuestas se mencionan a continuación:

*“La quema de combustibles fósiles para el funcionamiento de los camiones, afectando la respiración de personas y animales. La contaminación de la tierra y el agua, causado por los aceites y combustibles que derraman los camiones en su recorrido”.* (entrevistado 1).

*“La quema de combustibles fósiles genera gran contaminación”.* (entrevistado 2).

*“El impacto ambiental de transporte está determinado por la cantidad de emisiones tóxicas de los motores, aceites y combustibles fósiles”.* (entrevistado 5).

*“Exceso de gases contaminantes producto de los combustibles que se utilizan”.* (entrevistado 8).

*“Emisiones por quema de combustible y además una liberación innecesaria de calor al medio ambiente”.* (entrevistado 10).

**Análisis**

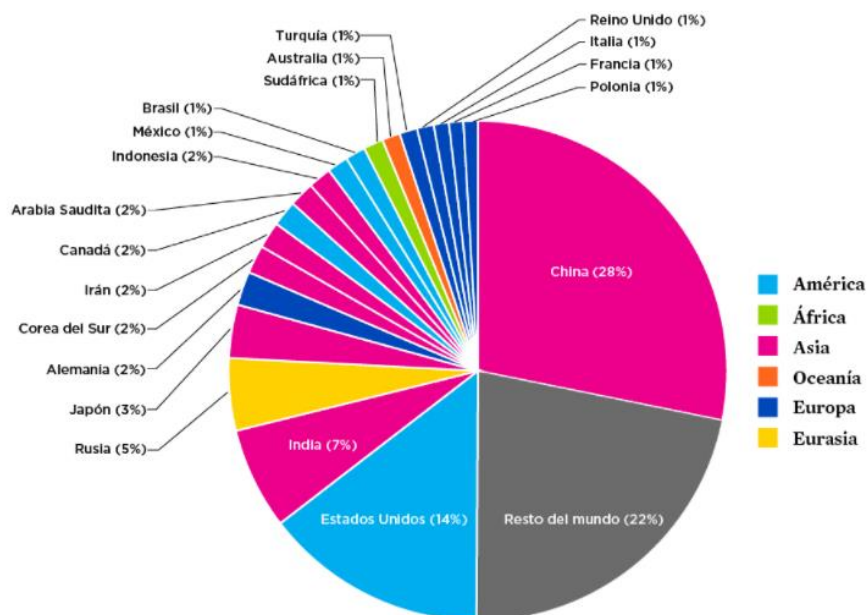
Costa Rica es un país altamente dependiente de los combustibles fósiles, por lo que son la principal fuente de contaminación del país, ya que el uso de estos trae consigo una serie de consecuencias, no solamente contribuyen de gran forma a aumentar el efecto invernadero, sino también en una aceleración del calentamiento global, provocando altas temperaturas, teniendo como resultado un problema en cuanto a la sostenibilidad, además, los combustibles fósiles tienen la característica de que no son renovables, las reservas de combustibles fósiles no son ilimitadas.

Alpízar, Madrigal y Salas (2018), mencionan una debilidad de Costa Rica, con respecto a los combustibles fósiles mencionan:

La elevada dependencia del sector de transporte a los combustibles fósiles, lo que desencadena en un aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y una mayor contaminación atmosférica y acústica, principalmente en las zonas urbanas. Vale la pena recalcar que la flota vehicular en Costa Rica, además de ser numerosa, es vieja, lo que hace que emita aún más. (p. 8).

Es por lo citado anteriormente, que el sector transporte es uno de los sectores que requiere de mayor esfuerzo y transformación debido al gran consumo de combustibles fósiles, por lo tanto, es primordial y realmente necesario el buscar energías renovables con el fin de sustituir o disminuir al máximo el uso de estos, abriendo de esta forma paso a nuevas alternativas limpias y sostenibles para los sectores costarricenses, colaborando así con la meta de descarbonizar la economía costarricense.

**Ilustración 8. Emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por la quema de combustibles fósiles por país (2017)**



Nota: Agencia Internacional de Energía. (IEA), (2019).

### **Categoría 3: Reducción de costos**

#### **Descripción:**

La presente categoría se obtiene a partir de lo mencionado por parte de los entrevistados, en esta se muestran las respuestas relacionadas con la reducción de costos que pueden tener las empresas del sector transporte, dichas respuestas se mencionan a continuación:

*“Disminución de costos producto del consumo de combustibles fósiles”*. (entrevistado 2).

*“Ser más ágiles en los traslados entre fronteras y tener unas vías en mejor estado darían una reducción en el consumo de combustibles y por lo tanto se refleja como una reducción en los costos”*. (entrevistado 4).

#### **Análisis**

Con respecto a la reducción de costos dentro de una empresa de transporte, se puede incluir diferentes aspectos, entre ellos se encuentran los siguientes:

- Optimizar y planear las rutas de distribución

Este es un factor clave para ser más productivos y eficientes en los envíos que se realizan, ya que al consolidar varias cargas se realiza un solo envío para diferentes destinos, pero dentro de la misma ruta, además con esto se logra aprovechar mejor la capacidad que tienen el vehículo de carga, para así aprovechar al máximo el espacio y reducir la cantidad de envíos, por lo tanto, se disminuye el gasto de combustible y por ende la contaminación, además el transporte es más competitivo.

De acuerdo con MoverTirs (2020), menciona las ventajas que obtienen las empresas al optimizar las rutas, al respecto menciona:

Optimiza tus rutas de transporte mediante su correcto diseño y planificación. Verás cómo te proporciona más beneficios de los que probablemente imaginas. Entre las ventajas que la optimización de rutas puede aportar a tu empresa de transporte destacan estas 5:

1. Ahorrarás en costes logísticos.

Si tus rutas están optimizadas tus camiones recorrerán menos kilómetros, y por lo tanto consumirán menos combustible. Estudios han confirmado que una correcta gestión de rutas puede contribuir a reducir los costes logísticos hasta un 30%.

2. Ahorrarás en tiempo de trabajo.

Una planificación manual de las rutas toma mucho tiempo de quien las diseña y de quienes las llevan a cabo. Mediante la optimización de rutas podrás automatizar este proceso. Además, con rutas más inteligentes los chóferes no desperdician tiempo en la carretera.

3. Tus clientes estarán más satisfechos.

Si optimizas tus rutas de transporte mejorarás tu ratio de entrega de pedidos a tiempo. Además las rutas inteligentes tendrán en cuenta las peticiones especiales de cada cliente.

4. Gestionarás mejor tu flota de camiones.

Mediante la optimización de rutas evitarás usar más camiones de los necesarios. Y podrás tomar la decisión de reducir tu flota de vehículos si lo consideras preciso.

5. Podrás atender a más clientes.

Reduciendo el tiempo de entrega de cada pedido será posible lograr más entregas cada día. Optimizando las rutas podrás calcular cuántos pedidos puede entregar cada camión diariamente.

- Mejoras en la infraestructura vial

Una mejora en la infraestructura vial del país sería de gran ayuda para el sector, ya que actualmente es muy deficiente y no está en las mejores condiciones, es por esta razón que se creó el Plan Nacional de transportes, con el fin de mejorar el transporte y la infraestructura del país, por lo que con vías en mejor estado se reducen los tiempos de tránsito por lo que también se reduce el gasto de combustible, y por lo tanto el ambiente se ve beneficiado, ya que se emiten menos emisiones contaminantes.

- Cambios en los combustibles

El realizar cambios en combustibles que se utilizan actualmente que son los combustibles fósiles, ya que estos son limitados y contaminantes, por lo que van deteriorando el medio ambiente, como ejemplo está el calentamiento global, por lo que sustituir los combustibles fósiles por los combustibles alternativos es una buena opción, ya que estos ilimitados, además que son menos contaminantes, por lo que va a representar una disminución en los costos dentro de las empresas.

- Cambios en la flota

Además, un aspecto relevante es el realizar cambios en la flota actual por una más moderna y eficiente, ya que, en el país, la flota actual de muchas empresas del sector es muy antigua, que no se adaptan a las nuevas necesidades ni a los nuevos avances tecnológicos, por lo que contaminan de gran manera y además se invierte mucho dinero en su mantenimiento y en los de operación, además de que impactan mucho al medio ambiente por los combustibles que se utilizan actualmente.

Del Medico (2021), menciona algunos consejos con el fin de reducir costos logísticos de la empresa, estos se citan a continuación:

### 1. Implementar un proceso de planeamiento de rutas eficientes

El transporte es responsable de la mayor parte de los costos logísticos, representando el 63,5% de los gastos totales del sector. Por ello, a la hora de buscar formas de reducir los costos logísticos en una empresa, es muy importante prestar especial atención a esta actividad.

El principal objetivo de la planeación de rutas de carga es seleccionar la mejor ruta posible, optimizando el tiempo y los costos relacionados con el transporte. Esta práctica puede generar varios beneficios para cualquier empresa, algunos de ellos son:

- Reducción de costos logísticos.
- Mejor aprovechamiento de la flota.
- Mayor número de entregas en menor tiempo.
- Mayor calidad de servicio.

### 2. Programar el mantenimiento periódico de las flotas

Un camión parado y con problemas mecánicos, es sinónimo de pérdidas. Además, la falta de mantenimiento crea riesgos tanto para el conductor como para otros conductores en la carretera y para la carga transportada.

Por lo tanto, es importante mantener un cronograma de mantenimiento programado, que debe realizarse periódicamente para garantizar el correcto funcionamiento de los vehículos. Para ello, saber controlar el mantenimiento de la flota es fundamental.

Este es un procedimiento de suma importancia que no se puede descuidar, ya que ayuda a identificar y a anticipar problemas mecánicos, para que sean solucionados antes de que generen costos mayores.

Una medida como esta es capaz de alargar la vida útil de los vehículos, prevenir accidentes y asegurar la reducción de los costos logísticos de transporte a largo plazo.

### 3. Invertir en tecnología para la automatización de procesos

Cada empresa tiene una serie de rutinas burocráticas, sin embargo, estas actividades a menudo toman mucho tiempo del equipo debido a que se hacen manualmente; además están sujetas al riesgo de error humano, que puede terminar generando más costos.

A pesar de la necesidad de una inversión inicial, el uso de un software de automatización puede promover excelentes resultados a medio y largo plazo.

Estas herramientas son capaces de eliminar actividades burocráticas, garantizando una serie de beneficios, tales como:

- Mayor eficiencia en la ejecución de procesos.
- Mejor uso del tiempo.
- Reducción de costos logísticos.

### 4. Invertir en la formación de tu equipo.

No es ningún secreto que cuanto más calificado esté un equipo, más eficiente será su desempeño. Cuando los empleados saben exactamente qué hacer, cuándo hacerlo y cómo hacerlo, la calidad del trabajo desarrollado aumenta, reduciendo el riesgo de errores que generan costos para la empresa.

Por lo tanto, invertir en la capacitación de tus empleados es una excelente manera de reducir los costos logísticos y de aumentar la calidad de los productos y/o servicios que ofrece tu empresa.

#### 5. Reducción de inventario o modelo de gestión Just in Time.

Es un método de gestión en el que cada acción debe realizarse “en el momento oportuno”, es decir, actividades como compras, transporte y producción se desarrollan según la demanda.

Este modelo de gestión se enfoca en la calidad de la operación, reducción de desperdicios y reducción o incluso eliminación de stock, ya que las mercancías detenidas no generan ganancias, por el contrario, generan costos de almacenamiento.

#### 6. Monitorear los indicadores clave de desempeño logístico

Hacer el seguimiento de los indicadores de desempeño logístico (KPIs) relevantes para tu empresa, es una tarea fundamental para evaluar el desempeño de tu negocio.

El seguimiento constante de estas métricas permite identificar cuellos de botella, realizar intervenciones y optimizar procesos, generando reducción de costos.

La elección de los KPIs a monitorizar dependerá de la estrategia y los objetivos de cada empresa, pero básicamente necesitas identificar cuáles son las métricas más importantes para el funcionamiento de tu negocio.

A partir de los resultados de estos análisis, es posible realizar intervenciones, apuntando a las mejoras necesarias para generar la reducción de costos deseada.

Sin embargo, es evidente que el realizar estos cambios dentro de la empresa va a ser necesario disponer de dinero para así realizar la inversión necesaria, ya que este es un gasto adicional para las empresas, pero a pesar de ser una inversión al inicio, a largo plazo estas van a lograr ver las significativas reducciones de los costos, ya que con todos estos cambios se logra que el transporte sea más controlado, eficiente, productivo y menos contaminante, por lo tanto, más sostenible.

#### **Categoría 4: Huella de carbono**

##### **Descripción:**

Según lo señalado por los entrevistados, se presenta la cuarta categoría, en la que se presentan las respuestas relacionadas con la huella de carbono que produce el transporte de mercancías, estas respuestas se mencionan a continuación:

*“Para poder vender mejor nuestros productos bajo sellos verdes de control de emisiones, por ejemplo, reducir el impacto a la población con la contaminación por gases”.* (entrevistado 3).

*“En la huella de carbono por el consumo de combustibles”.* (entrevistado 7).

*“Exceso de gases contaminantes producto de los combustibles que se utilizan”.* (entrevistado 8).

*“Las emisiones son una parte muy importante del problema. Hay que buscar reducirlas lo más posible”.* (entrevistado 10).

##### **Análisis**

La huella de carbono es un indicador ambiental que es utilizado por muchas organizaciones y empresas, en la actualidad, ya que en esta se refleja la cantidad total de GEI generado por las actividades que se realizan, tanto individuales como las de una empresa, las organizaciones y los

bienes producidos, además del transporte utilizado tanto para las materias primas antes de la producción, como el transporte que lleva los bienes a su destino, estos gases contribuyen al calentamiento global y por ende aceleran el cambio climático.

La huella de carbono es principalmente producida por el uso de combustibles fósiles, especialmente por el sector transporte, es por esto que Costa Rica ha decidido desarrollar el Plan Nacional de Descarbonización con el fin de descarbonizar la economía y el Plan Nacional de Transporte con el objetivo de optimizar el transporte y además mejorar la infraestructura actual, que si bien es todo un reto para el país, esto se hace con el fin de dar soluciones y en los próximos años cumplir la meta y disminuir la contaminación que se genera.

De acuerdo con lo mencionado por Alonso y Toro (2019), la huella de carbono es:

La huella de carbono es la medida de la totalidad de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub> que se produce alrededor del desarrollo de un producto, a lo largo de toda la cadena de producción, desde la extracción de materias primas para la obtención de un producto hasta el tratamiento de los residuos que este produce, involucrando el proceso de manufactura y el transporte en la cadena de suministro. (p. 8).

La huella de carbono no es un tema nuevo, sin embargo, hasta hace pocos años se le ha prestado más atención, esto debido a que ya se están mostrando las consecuencias de la poca importancia que se le prestaba a este tema, en la actualidad se presentan problemas ambientales que se vienen arrastrando por la poca conciencia que se tenía acerca de las emisiones generadas a lo largo de los procesos, mismas que aceleran el cambio climático, por lo que se debe tomar conciencia para con esto mejorar los procesos, hacerlos más eficientes y además reducir el impacto.

### Ilustración 9. Huella de carbono en la cadena de valor



Nota: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), (s.f).

Tal y como se observa en la imagen anterior, la generación de GEI es constante a lo largo de la cadena de valor, algunas de estas emisiones son indirectas, ya que no dependen en su totalidad de la empresa, sin embargo, en estas está incluido el transporte, tanto de materia prima como el transporte a su destino, además del uso de los bienes producidos por la empresa, así como de los desechos que se generan, por lo que es parte de la responsabilidad de la empresa, y para esto, se pueden adoptar algunas medidas de compensación para lograr reducir las al máximo.

Por otro lado, se encuentran las emisiones de GEI directas, que, si están estrechamente relacionadas a la actividad y producción de la empresa, ya que incluye todos los procesos y actividades que se realicen dentro de la empresa, como lo es la producción, el embalaje, el uso de combustibles fósiles en el transporte, y máquinas, por lo que estas son a las que más atención deben

prestar, y por lo tanto deben aplicar medidas de mitigación para reducir las al máximo y acciones de compensación para las que no logren reducir.

### **Categoría 5: Medición de la huella**

#### **Descripción:**

De acuerdo con lo descrito por los entrevistados, se obtiene la presente categoría, en donde se mencionan las respuestas relacionadas a la medición de huella que deberían de realizar las empresas, mismas respuestas se mencionan a continuación:

*“Las empresas pueden calcular su huella o impacto, y en caso de no poder reducirla en el sector transporte, implementar medidas que puedan reducir y compensar este impacto desde otras áreas de la empresa”.* (entrevistado 1).

*“Mediante la medición de la huella que se genera”.* (entrevistado 2).

*“Medir la huella, la mayoría de las empresas no lo realizan”.* (entrevistado 6).

#### **Análisis**

El medir la huella que se genera mediante los procesos que se realizan es de gran importancia, ya que a diario se generan emisiones contaminantes, por parte de las empresas y organizaciones mediante los procesos que llevan a cabo, así como también las actividades realizadas en la sociedad en general, por lo que, para medir la huella se realiza mediante la cuantificación de las emisiones mediante un inventario de GEI, en el cual, se miden los GEI generados en un tiempo determinado, y una vez teniendo conocimiento del origen se pueden controlar mediante la implementación de una serie de estrategias para lograr reducir las.

De acuerdo con la Dirección de Cambio climático define Inventario de GEI como:

Un Inventario de Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) estima los gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera y absorbidos durante un período de tiempo determinado, en general un año calendario. Generan como resultado el perfil con las fuentes de emisión y las emisiones de GEI de un país en un año. (párr. 1).

Teniendo el inventario de GEI, ya se obtiene medida la huella de carbono, de esta forma se logran identifican las principales actividades de las que provienen dichas emisiones, por lo que una vez que se haya calculado de la huella se debe de comenzar con la implementación de diferentes estrategias o medidas que se adapten a la reducción de la huella generada, por lo que conforme pasa el tiempo se puede comparar el avance que se logra con estas estrategias en un periodo establecido.

De acuerdo con lo mencionado por Alonso y Toro (2019), la medición de la huella es importante ya que:

La huella de carbono es el impacto que generan las actividades humanas que afectan el medio ambiente. Y es por tal motivo, que es de gran importancia cuantificar la huella de carbono, debido a que es la medición que permite identificar el efecto que tiene en el medio ambiente cualquier proceso humano, por tal razón a nivel mundial se han creado pactos, tratados y normas para medir y controlar la emisión de gases de efecto invernadero. (p.8).

**Tabla 10. Normativas mundiales con respecto a la medición de la huella de carbono**

| Nombre de la norma | Definición  |
|--------------------|---|
| Protocolo de Kioto | Fue el primer protocolo internacional creado en el año 1998, en la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su objetivo es reducir en un 5,2% las emisiones gases de efecto invernadero |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
|                                  | alrededor del mundo con relación a los años 90s   |
| Green House Gas (GHC) Protocol   | Protocolo internacional empleado para la medición de gases de efecto invernadero en cualquier sector productivo, además de las emisiones generadas por fuentes indirectas a este, como el transporte. Este protocolo proporciona orientación a las empresas, además de los requisitos que deben crear para estar acorde al protocolo  |
| Normal PAS 2050 - 2060           | Norma creada en Inglaterra por la British Standards Institution con el fin de verificar la huella de carbono desde diferentes ámbitos. La aplicación de esta norma es voluntaria por parte de las empresas, y estas deben garantizar un análisis de ciclo de vida de sus productos a profundidad. Estos ciclos de vida son vistos desde dos aspectos, el primero cuando la vida del producto acaba cuando se entrega a una empresa para ser empleado en la elaboración de otro producto. El segundo, es cuando el producto completa su ciclo de vida hasta llegar al cliente. |
| Normas ISO 14064 – 14067 - 14069 | Norma a nivel internacional que calcula la huella de carbono en productos de aspecto comercial. Uno de sus componentes es la cuantificación e identificación de productos mediante el etiquetado de la huella de carbono. Otro de sus componentes estipula como deben   |

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
|                                 | ser declaradas los documentos públicos acerca de la huella de carbono para que sean verificables.  |
| Carbon Disclosure Project (CDP) | Es un proyecto que permite medir la huella de carbono de las organizaciones y divulgarla globalmente para que los inversores, empresas y ciudades puedan gestionar de manera eficaz el impacto que se genera en el medio ambiente. |
| Carbon Trust Standard           | Certificación a nivel global de empresas con el fin de lograr mejores prácticas en la medición y gestión de las emisiones de CO <sub>2</sub> .   |

Nota: Alonso y Toro (pp. 8-9), (2019).

Como se puede observar en la tabla anterior, existen gran cantidad de normas, proyectos, certificaciones, protocolos y demás alrededor del mundo que tienen como principal objetivo el medir y reducir el impacto ambiental que producen las emisiones que se generan con las actividades diarias de toda empresa, organización y las personas, por lo que es necesario reducir la huella, no solamente por el reconocimiento o la imagen empresarial que pueden proyectar, sino para tener procesos más sostenibles y menos perjudiciales, tanto para el ambiente como para la salud humana.

En conclusión, el medir la huella y posteriormente aplicar medidas o estrategias para la reducción de la huella de carbono que se genera es de gran importancia, ya que con esto se reducen las emisiones porque se es consciente del origen de las mismas, por lo que la empresa se muestra como responsable ambientalmente, ayudando al ambiente, mejorando sus procesos y ofreciendo productos y servicios más sostenibles, amigables y por lo tanto de mejor calidad, además colabora con el objetivo de descarbonizar la economía.

### **Unidad de análisis 3: Políticas públicas**

La tercera unidad de análisis surge a partir del tercer objetivo específico, el mismo hace referencia a las políticas públicas vigentes en Costa Rica. A continuación, se mencionan las categorías obtenidas de las respuestas de los entrevistados:

1. Plan Nacional de Descarbonización.
2. Proyectos.
3. Regulaciones.
4. Tecnología.

A continuación, se describe y se analiza cada categoría surgida a partir de las respuestas de los entrevistados.

### **Categoría 1: Plan Nacional de Descarbonización**

#### **Descripción:**

Basado en las respuestas brindadas por parte de los entrevistados seleccionados, se obtiene la primera categoría de la presente unidad de análisis, en donde se citan las respuestas relacionadas al Plan Nacional de Descarbonización que lanzó Costa Rica, dichas respuestas se mencionan a continuación:

*“El de mayor tamaño es el Plan Nacional de Descarbonización”.* (entrevistado 1).

*“Acciones que buscan potenciar mediante la implementación de modelos de Economía Circular contemplados en el Plan Nacional de Descarbonización que buscan optimizar el uso de los recursos evitando el desperdicio”.* (entrevistado 2).

*“La descarbonización para el 2050”.* (entrevistado 3)

*“Escuchado del plan 2050 pero está lejos ya que involucra altas inversiones en ambas vías Gobierno y transporte, se debe tener interés político para que esto pase”.* (entrevistado 5).

*“El gobierno de CR, lanzó el Plan Nacional de Descarbonización en febrero del 2019, en el que se incluyen distintos proyectos”.* (entrevistado 6).

*“Escuchado de una meta para el 2050 descarbonización, para lo cual el mayor reto es obtener las inversiones requeridas”.* (entrevistado 7).

## **Análisis**

El descarbonizar la economía es todo un reto para el país, ya que todos los días gran cantidad de actividades que se realizan dentro de las empresas generan emisiones contaminantes, mismas que no colaboran con la descarbonización, sin embargo, es responsabilidad de cada empresa el medir su huella e implementar estrategias que se adapten a las necesidades de cada compañía u organización para así lograr reducir las emisiones, es por esta razón que nace el Plan Nacional de Descarbonizar, el mismo se presentó en 2018 con el objetivo de alcanzar la descarbonización para el 2050.

Según lo mencionado por el MINAE (s.f), el Plan Nacional de Descarbonización corresponde a:

El Plan de Descarbonización está compuesto por 10 ejes, que trazan rutas de cambio en las áreas claves para revertir el crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero, así como fomentar la modernización y dinamización de la economía bajo una visión de crecimiento verde; y por 8 estrategias transversales que buscan consolidar el proceso de cambio transformacional, mediante la modernización de la institucionalidad, el marco fiscal, el sistema educativo bajo enfoques integrales, con consideraciones sociales, financieras, ambientales y tecnológicas.

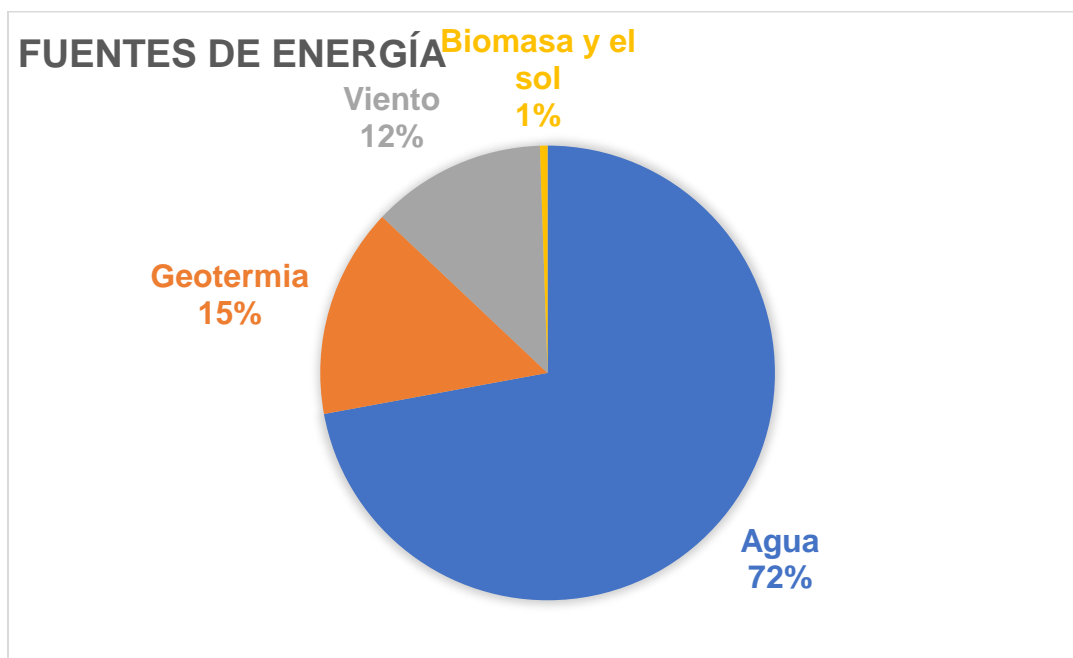
### Ilustración 10. Proceso para alcanzar la Carbono neutralidad



Nota: Universidad EARTH, (2016).

Por otro lado, para lograr descarbonizar la economía se necesita el esfuerzo de todos, ya que para esto se debe reducir el consumo de combustibles fósiles, y cambiarlo por energías renovables, sin embargo, en el caso de Costa Rica ya lleva varios años generando electricidad renovable casi que en un 100%, lo que colabora de gran manera al objetivo de descarbonización, al respecto, Roca (2021), menciona lo siguiente “El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de Costa Rica sumó al concluir 2020 el sexto año consecutivo con más del 98% de generación renovable, según datos del Centro de Control de Energía (CENCE)”. (párr. 1).

**Gráfico 2. Fuentes de energía en 2020**



Nota: Presidencia de la República de Costa Rica, (2020).

Lo mencionado anteriormente representa una ventaja para el país, ya que se puede ver como el país va dejando atrás el uso de combustibles fósiles y cambiándolos por energías renovables que colaboran con la disminución de emisiones contaminantes, además, Costa Rica se considera un país comprometido con el medio ambiente y por lo tanto, se ve como un modelo a seguir para los países que quieren utilizar energías renovables, ya que el país se va adaptando a los cambios con el fin de depender lo menos posible del consumo de petróleo y más en energías renovables.

## **Categoría 2: Proyectos**

### **Descripción:**

Según lo mencionado por parte de los entrevistados, se obtiene la presente categoría, en esta se mencionan las respuestas de los entrevistados con respecto a los proyectos en Costa Rica con relación en infraestructura y transporte de mercancías, dichas respuestas se mencionan a continuación:

*“Programa de Integración Fronteriza: este proyecto busca fortalecer la competitividad de los puestos fronterizos, lo que permitirá que los tiempos de espera se reduzcan, minimizando los tiempos de tránsito internacional por carretera.*

*Ferry al Salvador: actualmente el país se encuentra trabajando en la habilitación de un ferry para el transporte internacional de mercancías, saliendo de Costa Rica hasta el Salvador, lo que permitiría reducir tiempos de tránsito, y a su paso una reducción en la huella de contaminación. Actualmente se está dando la ampliación de diferentes rutas a nivel nacional”.* (entrevistado 1).

*“Con apoyo de la cooperación alemana GIZ se está ejecutando en el país el proyecto MiTransporte”.* (entrevistado 2).

*“Se debe buscar retomar el proyecto de tren de frontera a frontera en el país y Centroamérica esto ayudaría a ser más fluido, menos contaminante y ganar tiempos en los traslados”.* (entrevistado 4).

*“Se debe buscar retomar el tema del canal seco entre Centroamérica lo cual ayudaría sustancialmente, falta mucho interés político para iniciar con esta estrategia”.* (entrevistado 5).

*“Ruta de cuatro carriles desde Peñas Blancas a Canoas*

*Ampliación de la ruta 27*

*Ampliación de la ruta 32*

*Finalizar la ruta a San Carlos*

*Completar la circunvalación, implementar pasos a desnivel y eliminar semáforos*

*Proyecto de agilidad en el cruce de las fronteras*

*Proyecto autopista San Ramón”* (entrevistado 6).

## **Análisis**

Actualmente, existen proyectos tanto relacionados a el mejoramiento de la infraestructura como a el mejoramiento del transporte de mercancías, ya que se sabe que, en Costa Rica, en la

actualidad se cuenta con una infraestructura antigua que no se adecua a las necesidades del país, es por esto que el país ha trabajado en una serie de proyectos que mejoran el estado actual de las carreteras, además de mejorar también la distribución de las mercancías, con el fin de que el país se vea más competitivo.

Un ejemplo de proyecto relacionado al transporte terrestre de mercancías es ya conocido, Tren Eléctrico Limonense de Carga (TELCA), se trata de un proyecto muy funcional y además que requiere de una inversión millonaria, tiene como objetivo el conectar el Valle de la Estrella ubicado en Limón con la frontera con Nicaragua, mismo que sería de gran impulso para el comercio costarricense, ya que este sería un sistema ferroviario de carga que reduce las de horas de tránsito por lo que el transporte sería más eficiente.

### Ilustración 11. TELCA



Nota: Informa-Tico, (2018).

De acuerdo con Canales (2020), el tren abarca, “Los tramos que están en estudio suman 250 kilómetros de vía férrea y su puesta en marcha implicaría la instalación del sistema eléctrico, del equipo rodante, al menos 250 puentes y 150 pasos de alcantarilla”. (párr. 6).

Dentro de los beneficios del tren mencionados por Canales (2020), se encuentran los siguientes:

- Seguridad y menor daño a las vías y al ambiente al sacar cientos de furgones de circulación
- Estimula el turismo al caribe al despejar las rutas de tránsito pesado, a favor del particular
- Generación de empleo en las fases de construcción y operación
- Atraería inversión a la zona de influencia, contribuyendo con la necesidad de reactivar la economía
- Integraría a los productores del sur de Nicaragua con los puertos del caribe nacional.

Otro ejemplo que se puede mencionar dentro de los proyectos en los que está involucrado el país, se mencionan las ampliaciones de distintas carreteras costarricenses, algunas son proyectos nuevos, otros que ya se encuentran en marcha y algunos otros que ya están por concluir, todos estos proyectos tienen un objetivo en común, el mejorar el estado de la infraestructura vial del país, para ofrecer un mejor servicio, más eficiente y sostenible, estos proyectos para llevarse a cabo requieren de una fuerte inversión.

Con respecto a estos proyectos viales, Bnamericas (2020), menciona los siguientes:

#### Proyectos nuevos

- Pasos elevados en Taras y La Lima (US\$57,9 millones): los trabajos, en la ciudad de Cartago, reciben financiamiento mediante un crédito del BID e

incluyen un enlace de 2,8km entre los pasos elevados. Las obras debieran comenzar en enero y demorar 28 meses.

- Túnel de La Galera: construcción de un túnel de 60m en el sureste de San José.
- Modernización de cruces de la circunvalación Los Hatillos.
- Nuevo paso a desnivel de 900m en la rotonda La Bandera.
- Ampliación y modernización de la carretera La Angostura: son 3km de la vía de acceso La Angostura a la ciudad de Puntarenas.
- Construcción de seis puentes en el cantón Santa Ana: el ministerio lo adjudicó por US\$3,3mn a un consorcio formado por Typsa, Conansa y Puente Prefa.

#### Proyectos en marcha

- Carretera Barranca-Limonal: ampliación y rehabilitación del tramo de 50km sobre la carretera Interamericana Norte. Las obras comenzaron en agosto con un crédito del BID de US\$183mn. El préstamo también cubre los costos de la ampliación de la vía La Angostura.
- Ampliación de la carretera San José-Limón (Ruta 32): construcción y rehabilitación del tramo de 107km en la Ruta 32, vía de más de 150km que une San José y la costa este del distrito de Limón. El proyecto total se estimó en US\$465mn, de los cuales US\$396mn provendrán de un crédito del Exim Bank of China.
- Finalización de carretera San José-San Carlos: la obra costará US\$300mn. La construcción comenzó en 2005, pero se paralizó en 2018 con un 60% de avance. Sin embargo, el gobierno reasignó US\$225mn de un crédito del BID para reanudar las obras.
- Tramo Paquera-Playa Naranjo: trabajos de rehabilitación y mejora de 2,6km de este tramo sobre la Ruta Nacional 160.
- Asfaltado entre Chires y Puriscal (Ruta 239): obras en 10km en la Ruta Nacional 239.

#### Proyectos por concluir

- Corredor San José-San Ramón (lote 1 de 4): entre los proyectos más importantes que concluirá el gobierno se encuentra el primer conjunto de 17 proyectos, conocidos como Obras Impostergables (OBIS), que conforman el corredor de US\$550mn. El lote uno consta de cinco obras. El diseño de los dos proyectos incluidos en el lote 2 comenzaría en enero, según el gobierno.
- Puente binacional de US\$25mn sobre el río Sixaola.
- Paso a desnivel de 790m en Guadalupe.
- Carretera Limonal-Cañas: construcción de la carretera de 20km.
- Puente de 122m General Viejo.

Por otro lado, se encuentra el Programa de Integración Fronteriza (PIF), mismo que el Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica (COMEX) (s.f), lo define como:

El Programa de Integración Fronteriza (PIF) tiene como propósito fortalecer la competitividad de Costa Rica mediante la modernización de sus puestos fronterizos terrestres. Este objetivo es consistente con los esfuerzos que realizan los países de Centroamérica para la profundización de su proceso de integración regional.

Este programa tiene un plazo de ejecución de 7 años, comenzando desde el año 2017 y finalizando en el año 2024, y su principal objetivo es el modernizar los puestos fronterizos costarricenses, con el fin de facilitar el tránsito, por lo tanto, se facilita y se hacen más eficientes el comercio, además se simplifican los procesos que se llevan a cabo en dichos puestos, modernizarlos, y, por consiguiente, Costa Rica obtiene puestos fronterizos más competitivos, seguros y modernos.

La finalidad de todos los proyectos mencionados anteriormente es el mejorar la infraestructura vial actual del país, para ofrecer mejores condiciones tanto a la sociedad, como a las empresas de los sectores públicos y privados, ya que con la implementación de estos el país toma una mejor posición a nivel internacional, por lo que es beneficioso para el país, además las empresas del sector transporte también se ven beneficiados, ya que las

horas de tránsito disminuyen considerablemente, lo que se refleja en reducción en los costos.

### **Categoría 3: Regulaciones**

#### **Descripción:**

Basándose en lo señalado por parte de los entrevistados, se obtiene la tercera categoría de la presente unidad de análisis, la cual contempla las respuestas relacionadas a las regulaciones que existen con respecto al transporte de carga en Costa Rica, mismas respuestas se mencionan a continuación:

*“RTV restricción en horarios de circulación”.* (entrevistado 2).

*“Son limitadas básicamente las restricciones de horarios”.* (entrevistado 4).

*“Básicamente las franjas de circulación y la revisión técnica”.* (entrevistado 5).

*“Las regulaciones de emisiones las revisa periódicamente el COSEVI y lo transmite a RTV para su control.*

*El MOPT y COSEVI tienen regulaciones del peso del transporte según el vehículo, con control de básculas en carretera. Esto es relevante, ya que a si existe sobrepeso, el vehículo consume y se esfuerza más, por lo tanto, contamina más.*

*También existe la SIGREP (Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos), el cual es dependencia del MINAE, el cual regula el transporte de sustancias peligrosas, en donde un accidente de estos productos, puede ocasionar un serio impacto ambiental”.* (entrevistado 6).

*“Existen varias regulaciones, los principales permisos de pesos y dimensiones, revisión técnica.”* (entrevistado 8).

*“Nuestra legislación establece controles muy efectivos y severos, mediante la revisión técnica vehicular anual, a la cual tenemos que someter todos nuestros equipos”.* (entrevistado 10).

## **Análisis**

En Costa Rica si se cuenta con regulaciones relacionadas al transporte de carga, tal y como son las dimensiones y los pesos máximos permitidos de los vehículos, además de la Revisión Técnica Vehicular (RTV) a la que se someten todos los vehículos de forma anual, así como las horas de circulación permitidas para estos, además de los horarios de circulación tanto en horas de la mañana como en la tarde, y los estándares de emisiones permitidas que son producidas por los vehículos de carga.

Sin embargo, estas regulaciones existentes no son muy eficaces y además son muy antiguas, estas deberían de estar actualizándose más a menudo, o que el gobierno desarrolle políticas públicas relacionadas al transporte terrestre de mercancías, específicamente a las emisiones generadas por estos vehículos, ya que conforme pasan los años, las necesidades cambian, existen nuevas tecnologías y estas regulaciones deben de cambiar con los años y adaptarse a los cambios, para así lograr colaborar con el ya mencionado plan de descarbonizar la economía.

De acuerdo con el Sistema Costarricense de Información Jurídica (s.f), en el Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los vehículos de carga, menciona lo siguiente:

- Pesos máximos permitidos

Artículo 6° - Tolerancia de peso por eje o por conjunto de ejes. Se admitirá un peso extra o de gracia sin aplicación de multa ni obligación de trasbordo de exceso de carga, suministrado al momento de la medición para solventar entre otros, las diferencias debidas a errores involuntarios en el estibaje de la carga, pequeños corrimientos de la carga durante su transporte, limitaciones del equipo de transporte para distribuir la carga, propagación de errores de los equipos de medición y

diferencias del campo gravitacional terrestre, siempre que no se exceda el PMA. Las tolerancias por eje o conjunto de ejes estipuladas en los cuadros adjuntos no son acumulativas, admitiéndose 500 kg, para vehículos o combinación de vehículos de 2 a 4 ejes y 1000 kg para vehículos o combinación de vehículos de 5 ejes en adelante.

- Dimensiones máximas permitidas

Artículo 3º-Ámbito de aplicación del presente Reglamento. En virtud del grave deterioro de las vías públicas terrestres, muchas veces ocasionado por exceso de peso en los vehículos de carga, el presente Reglamento tiene por objeto el establecimiento de normativa aplicable para regular la circulación de los vehículos dentro de los límites de pesos y dimensiones máximos permitidos.

- Horarios de circulación

Artículo 74.-Horarios de circulación por Rutas Nacionales. Corresponderá al Ministerio de Obras Públicas y Transportes establecer por vía de resolución administrativa los horarios de circulación de los vehículos de carga en aquellos casos en los que técnicamente se justificare por razones de seguridad vial.

**Tabla 11. Horario de restricción de paso en la mañana**

| <b>Horario con restricción de paso en la mañana</b> |   |                                     |
|---|---|-------------------------------------|
| <b>Ruta</b>   | <b>Descripción del tramo</b>  | <b>Sentido: Entrando a San José</b> |
| 1   | Bernardo Soto: Desde la intersección con la Radial Coyoil-Siquiaraes (paso inferior), hasta el puente sobre la Radial Alajuela (paso superior).<br>General cañas: desde el puente sobre la Radial Alajuela (paso superior) hasta la esquina noreste del | 6:00 a.m. – 8:00 a.m.               |

|       |   |                       |
|-------|---|-----------------------|
|       | Parque Metropolitano de la Sabana (Agencia Nissan, antigua Datsun).   |                       |
| 2-252 | Florencio del Castillo: desde la intersección a Taras de Cartago hasta el final de la autopista en Hacienda Vieja, Curridabat.  | 6:00 a.m. – 8:00 a.m. |
| 3     | Radial de Heredia: desde la intersección de avenida 8 con la calle 7, 100 metros al norte del cruce ferroviario, hasta la intersección Pozuelo, en la Uruca.                        | 6:00 a.m. – 8:00 a.m. |
| 5     | Santo Domingo de Heredia: esquina suroeste de la Iglesia Nuestra Señora del Rosario, en Santo Domingo de Heredia hasta la esquina noreste del Templo Católico de San Juan de Tibás. | 6:00 a.m. – 8:00 a.m. |
| 27    | Autopista Próspero Fernández: desde el peaje de Ciudad Colón, hasta la esquina del Gimnasio Nacional.   | 6:00 a.m. – 8:00 a.m. |
| 32    | Carretera Braulio Carillo: desde la intersección de Río Fríos, hasta el peaje.  | 5:00 a.m. – 7:00 a.m. |
| 32    | Carretera Braulio Carrillo: desde el peaje, hasta la intersección de La República.  | 6:00 a.m. – 8:00 a.m. |

Nota: Sistema Costarricense de Información Jurídica (s.f).

**Tabla 12. Horario de restricción de paso en la tarde**

| <b>Horario con restricción de paso en la tarde</b> |  |                                      |
|--|--|--------------------------------------|
| <b>Ruta</b>  | <b>Descripción del tramo</b>   | <b>Sentido: Saliendo de San José</b> |
| 1  | General Cañas: Desde la esquina noreste del Parque Metropolitano la Sabana (Agencia Nissan, antigua Datsun), hasta el puente sobre la Radial Alajuela (paso superior). | 4:30 p.m. – 6:30 p.m.                |

|       |  |                       |
|-------|--|-----------------------|
|       | Bernardo Soto: Desde el puente sobre la Radial Alajuela (paso superior), hasta la intersección con la Radial Grecia.   |                       |
| 2-252 | Florencio del Castillo: desde el inicio de la autopista en Hacienda Vieja, Curridabat, hasta la intersección a Taras de Cartago.   | 4:30 p.m. – 6:30 p.m. |
| 3     | Radial de Heredia: desde la intersección Pozuelo, en la Uruca, hasta el puente sobre el río Pirro, al inicio del cuadrante central de Heredia.   | 4:30 p.m. – 6:30 p.m. |
| 5     | Tibás-Santo Domingo de Heredia: desde la esquina noreste del Templo Católico de San Juan de Tibás, hasta la esquina sureste de la Iglesia Nuestra Señora del Rosario, en Santo Domingo de Heredia. | 4:30 p.m. – 6:30 p.m. |
| 27    | Autopista Próspero Fernández: desde la esquina del Gimnasio Nacional, hasta el peaje de Ciudad Colón.  | 4:30 p.m. – 6:30 p.m. |
| 32    | Carretera Braulio Carrillo: desde la intersección de La República, hasta el peaje.   | 4:30 p.m. – 6:30 p.m. |

Nota: Sistema Costarricense de Información Jurídica, (s.f).

- Estándares de emisiones para el control de ingreso de vehículos

Artículo 9.- Niveles de concentración permitidos según el sistema de encendido: Para efectos de la circulación en el territorio nacional, los vehículos automotores deberán cumplir con los siguientes límites de emisiones:

9.1 Niveles de concentración permitidos para los vehículos automotores encendidos por chispa:

**Tabla 13. Niveles de concentración permitidos para los vehículos automotores encendidos por chispa**

| <b>Vehículos con motor encendido por chispa</b>   |                                  |                                    |                             |                           |                                   |                                     |                               |
|---|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>(Todos los vehículos excepto Motocicletas, Cuadricilos y Bicimotos)</b>  |                                  |                                    |                             |                           |                                   |                                     |                               |
| <b>Fecha de ingreso</b>   | <b>CO % de Volumen (Ralenti)</b> | <b>CO % de Volumen (Acelerado)</b> | <b>HC (ppm) (Acelerado)</b> | <b>HC (ppm) (Ralenti)</b> | <b>CO2 % de Volumen (Ralenti)</b> | <b>Co2 % de Volumen (Acelerado)</b> | <b>Facto Lambda (Ralenti)</b> |
| Hasta 31/12/1994  | ≤ 4,5                            |                                    |                             |                           |                                   |                                     |                               |
| Del 01/01/1995 al 31/12/1998  | ≤ 2                              | ≤ 0,5                              | ≤ 350                       | ≤ 125                     |                                   |                                     |                               |
| Del 01/01/1999 en adelante  | ≤ 0,5                            | ≤ 0,3                              | ≤ 125                       | ≤ 100                     | ≥ 10                              | ≥ 12                                | 1 +/- 0.07                    |
| *El factor lambda aplicará para vehículos ingresados a partir del 26 de octubre de 2012 y se verificará a partir del 1° de enero de 2017. |                                  |                                    |                             |                           |                                   |                                     |                               |

Nota: Sistema Costarricense de Información Jurídica, (s.f).

9.2 Niveles de opacidad permitidos en los vehículos encendidos por compresión:

**Tabla 14. Niveles de opacidad permitidos en los vehículos encendidos por compresión**

| <b>Vehículos a diesel</b>                   |                                     |  |
|---|-------------------------------------|--|
| <b>(Con motor encendido por compresión)</b> |                                     |  |
| <b>Fecha de ingreso</b>                     | <b>Tipo de vehículo</b>             | <b>Valores límite de % de oscurecimiento</b> |
| Hasta el 31/12/1998                         | PMA < 3,5 toneladas y motocicletas. | 70   |
| Del 01/01/1999 en adelante                  |                                     | 60   |

|                            |  |    |
|----------------------------|--|----|
| Hasta el 31/12/1997        | PMA $\geq$ 3,5 Toneladas y vehículos turboalimentados. | 80 |
| Del 01/01/1999 en adelante |  | 70 |
| A partir del 01/01/2017    | PMA < 3,5 Toneladas y motocicletas.                    | 60 |
|                            | PMA $\geq$ 3,5 Toneladas y vehículos turboalimentados. | 70 |

Nota: Sistema Costarricense de Información Jurídica, (s.f).

Este tema de las regulaciones en carretera para los vehículos de carga es muy importante, por lo que en el país se debe de tomar más en serio e implementar regulaciones, o bien el desarrollar políticas públicas que de verdad sean de ayuda, tanto para el beneficio de la empresa de transporte como para el ambiente, ya que con la implementación de estas se puede lograr ofrecer un transporte más eficiente, sostenible, y por lo tanto el medio ambiente se ve beneficiado, y la sociedad como tal también.

#### **Categoría 4: Tecnología**

##### **Descripción:**

En la presente categoría, se presentan las respuestas brindadas por los entrevistados, mismas que hacen referencia a la tecnología en el transporte de carga, dichas respuestas se mencionan a continuación:

*“Más vehículos eléctricos*

*Vehículos híbridos autónomos de enchufe*

*Biocombustibles para la sustitución de gasolina y diésel.*

*Sustitución de la gasolina por GLP.*

*Tren Rápido de Pasajeros*

*Tren de carga.”. (entrevistado 1).*

*“Bio combustibles mas amigables con el ambiente, política estatal para la renovación de una flota vehicular articulada mas moderna , basada no solo en bio combustibles, si no en energía limpias (electricidad -hidrogeno), incentivos fiscales para los que inicien con practicas de este tipo”.* (entrevistado 3).

*“Se debe Considerar el uso de vehículo que utilizan combustibles alternativos”.* (entrevistado 4).

*“Considero adecuado que el Gobierno implemente incentivos al transporte para lograr mejorar calidad y tecnología a las unidades de transporte, se debe hacer alta inversión en unidades mas eficientes en el uso de combustibles”.* (entrevistado 5).

*“Estandarizando y mejorando las unidades de carga, hay motores muy eficientes con muy bajos volúmenes de emisión de gases.”.* (entrevistado 7).

*“Hay que buscar alternativas que mitiguen esos impactos, como en temas de tecnologías.* (entrevistado 8).

*“Adquiriendo equipo con tecnologías sostenibles”.* (entrevistado 9).

*“Facilidades para modernizar la flota (sobre todo el cambio a motores más eficientes y menos contaminantes)”.* (entrevistado 10).

## **Análisis**

Implementar el uso de tecnología en las empresas de transporte terrestre es de gran ayuda para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que con esta la problemática mundial de las emisiones contaminantes va en disminución, por lo tanto, tanto las empresas como el ambiente se ven beneficiados con estos cambios, debido a que se reducen significativamente las emisiones contaminantes, por los cambios en los combustibles utilizados, además de una planificación adecuada y eficiente de las rutas reduciendo así el tiempo en tránsito, por lo tanto, se ahorra combustible y dinero.

Basado en lo mencionado por Alonso y Toro (2019), menciona que el uso de tecnología en el transporte es importante ya que:

La predominancia del transporte terrestre de carga basado en el uso de motores de combustión interna, donde predomina en mayor medida el diésel y luego la gasolina, contribuye en gran medida al incremento del contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Por tal razón, desde la ingeniería se han aplicado algunas estrategias para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, estrategias que involucran el recambio de tecnologías, uso de nuevos combustibles, o en el caso de la logística, el diseño eficiente de rutas que contemplan un menor tiempo y/o distancia de desplazamiento con el objetivo de reducir el consumo de combustible. (p.2).

Por otro lado, con la implementación de tecnología propiamente en los vehículos de carga pesada, les permite a las empresas una variedad de beneficios, como lo son el conocer la ubicación en tiempo real de la unidad por medio de GPS, además de mantener un registro y control de la ruta a tomar, por lo tanto, permite mejorar el servicio, además se tiene información importante a mano que antes no era posible obtener como lo es el estado de la unidad, y de esta forma se pueden tomar decisiones con el fin de ser más productivos y eficientes, ya que se minimizan los riesgos.

## Interpretación de Datos

Con respecto a la logística terrestre costarricense, los entrevistados mencionan muchos aspectos importantes a considerar, dentro de estos, se encuentra el Plan Nacional de Transportes, cuyo objetivo principal es mejorar y modernizar el sistema de transporte costarricense, este plan engloba puntos clave dentro del transporte terrestre de Costa Rica, ya que dentro del plan se encuentra el mejorar la infraestructura vial del país, esto con el fin de ofrecer un servicio de mayor calidad, eficiente y sostenible, por lo que es importante ya que la deficiente estructura vial actual limita el crecimiento del país.

Además, mencionan la problemática que existe actualmente con respecto al cambio climático, esto debido a las grandes cantidades de emisiones de GEI que son generadas principalmente por el uso y posterior quema de los combustibles fósiles en el transporte terrestre y las emisiones contaminantes producidas por los procesos que se llevan a cabo en el sector industrial costarricense, por lo tanto estas emisiones colaboran con el calentamiento global, lo que empeora la situación, por lo que es indispensable el pensar en estrategias a implementar a corto, mediano y largo plazo para reducir las emisiones generadas.

En cuanto al impacto ambiental producido por el transporte terrestre de mercancías, todos los entrevistados coinciden en que es muy alto, esto debido al uso de combustibles fósiles, ya que Costa Rica es un país realmente dependiente de los combustibles fósiles para la movilización, y el sector transporte representa un porcentaje muy alto relacionado a las emisiones producidas por los vehículos producto del consumo de estos, por lo que es de gran importancia el sustituir los combustibles fósiles, y comenzar a utilizar combustibles alternativos, que hacen el transporte más limpio y por lo tanto la huella de carbono disminuye.

Además, mencionan la importancia de la Responsabilidad Social Empresarial, ya que con esto las empresas demuestran realmente el compromiso que tienen con el ambiente, ya que se basan en el respeto al medio ambiente, la sustentabilidad, y los valores que poseen como empresa, por lo que muchas empresas optan por implementar proyectos de RSE, debido a que les brinda un mejor

posicionamiento con respecto a los consumidores y los inversionistas y además beneficia directamente al medio ambiente.

Con respecto a la huella de carbono, estos afirman que es importante que las empresas midan la huella que generan, conozcan el origen de sus emisiones, para posteriormente implementar medidas de mitigación y compensación adaptadas a las necesidades empresas, ya que con esto se reduce de manera significativa la contaminación que se produce, además destacan que, toda empresa debe de medir su huella, con el fin de ser más responsables con el ambiente y ofrecer servicios y productos limpios.

Por otro lado, hacen referencia a las políticas públicas del país, mismas que son importantes, ya que tienen como objetivo el dar soluciones a la problemática a la que se esté haciendo referencia, en este caso, mencionan el Plan Nacional de Descarbonización y el Plan Nacional de Transportes, ambos tienen en común el mejoramiento del país, con respecto a la descarbonización, se basa en reducir las emisiones, para logra tener una economía limpia, sostenible y verde mediante el alcance de metas a corto, mediano y largo plazo, así como en el mejoramiento del sistema de transporte costarricense con el PNT.

En relación con los proyectos en los que está involucrado el país, hacen mención a el PIF, el tren eléctrico TELCA y una variedad de proyectos viales, en este caso, todos tienen como principal objetivo es mejorar el transporte de carga, ofreciendo un transporte más eficiente adaptado a las nuevas necesidades y además a proyectos que engloba el mejoramiento del infraestructura vial actual del país, con el fin de mejorar el tránsito de las mercancías, facilitando de esta forma el intercambio comercial del país, ofreciendo de esta forma un mejor servicio.

Además, hacen referencia a las regulaciones relacionadas al transporte de carga con las que cuenta el país, que a pesar de tener varias, como lo son las dimensiones y pesos máximos permitidos, además de los horarios de circulación y el límite de emisiones permitidas estas no están actualizadas, por lo que no colaboran con las políticas públicas del país, por lo tanto estas necesitan ser actualizadas para de esta forma lograr cumplir con las metas trazadas, además de desarrollar

más regulaciones que limiten el uso de vehículos muy antiguos, ya que estos emiten más emisiones contaminantes.

Otro aspecto importante mencionado por los entrevistados son las acciones que las empresas deberían de aplicar para mitigar y compensar su huella de carbono, en cuanto a esto, los entrevistados mencionan que es indispensable hacer cambios en los combustibles para reducir la contaminación producida por estos, implementar el uso de tecnología para agilizar los procesos, optimizar las rutas con el fin de reducir las emisiones y el tiempo en tránsito, además de hacer cambios en la flotilla existente o adicionar nuevos camiones eléctricos, para que estos empleen energías sostenibles, limpias y sustentables, con el fin de reducir el impacto ambiental.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo de los apartados de la presente investigación. Primeramente, se muestran las conclusiones de la investigación, las mismas corresponden a los resultados más relevantes, estos responden a los objetivos planteados y, además, da respuesta a la pregunta del planteamiento del problema. Seguidamente, se presentan las recomendaciones, las mismas son dirigidas a personas en específico.

Por lo que, el presente capítulo surge a partir del planteamiento del problema, los objetivos de la investigación y, además, tomando en cuenta las respuestas brindadas por parte de la muestra entrevistada, se obtienen las unidades y categorías de análisis mencionadas en el capítulo IV de la presente investigación, por tanto, se extraen las conclusiones mencionadas a continuación y, además, se crean las recomendaciones correspondientes.

### **Conclusiones de la Investigación**

Primeramente, se concluye que la infraestructura vial de Costa Rica debe de mejorar, ya que este es un punto débil que ocasiona ineficiencia en el transporte, y además le resta competitividad al país.

Además, la infraestructura vial de Costa Rica está muy rezagada por lo que no cumple con lo requerido en la actualidad, lo que la hace ineficiente.

Se concluye que el transporte terrestre de mercancías en Costa Rica es de los mayores generadores de gases de efecto invernadero.

Además, se concluye que el planear de forma correcta las rutas, las empresas disminuyen el uso de combustible por lo que les ayuda a reducir costos operativos.

Se concluye que el optimizar las rutas genera una reducción en el impacto generado, por lo tanto, se reduce la huella de carbono.

Por otro lado, se concluye que los proyectos de infraestructura en los que Costa Rica está trabajando son de gran ayuda para reducir la huella de carbono generada.

Por otro lado, las emisiones generadas por el transporte de mercancías son generadoras, en gran parte del cambio climático, por lo que genera un impacto ambiental muy fuerte.

Se concluye que la crisis de contenedores contribuye a las emisiones debido a los atascos en puertos, por lo tanto retrasa la logística y la hace ineficiente.

Se determina que la eventual reducción en el uso de combustibles fósiles ayudaría significativamente a reducir la huella de carbono generado por el uso de estos.

Se concluye que la eventual producción y uso de biocombustible representa una oportunidad para el país.

Además, se concluye que, el uso de camiones eléctricos en el país es de gran ayuda para alcanzar la meta de descarbonizar la economía.

Se determina, que las empresas que miden la huella que generan y además implementan acciones para reducirla o compensarla proyectan una mayor responsabilidad de los impactos.

Además, se concluye que el Plan Nacional de Transporte es una buena iniciativa para así lograr obtener un transporte más eficiente, integrado y sostenible.

Se concluye, que con el Plan Nacional de Transporte Costa Rica se puede lograr mejorar la infraestructura vial del país, siendo el transporte terrestre más competitivo.

Además, se concluye que con el Plan Nacional de Descarbonización Costa Rica se convierte en una economía verde, y responsable con el medio ambiente.

Además, se concluye que en Costa Rica no cuenta con suficientes regulaciones en cuanto a las emisiones en carretera en relación con el transporte terrestre de mercancías, lo que obstaculiza la meta de descarbonización.

Se concluye, que el uso de tecnología puede ser una herramienta muy útil para reducir las emisiones contaminantes generadas por el transporte terrestre de mercancías.

Otra conclusión radica en el hecho de que las empresas con programas de Responsabilidad Social Empresarial adquieren una ventaja competitiva.

Finalmente, se concluye que la huella de carbono generada por el transporte terrestre de mercancías del sector industrial costarricense genera un fuerte impacto en el ambiente, por lo que se deben tomar diferentes acciones con el fin de compensarla o reducirla.

### **Recomendaciones**

Primeramente, se recomienda al sector transporte de mercancías optimizar las rutas, esto con el fin de ofrecer un servicio más eficiente y menos contaminante.

Además, se recomienda a las empresas del sector transporte renovar su flota por una más eficiente y menos contaminante, para colaborar con la descarbonización de la economía costarricense.

Además, se recomienda a las empresas del sector transporte, utilizar tecnología para ser más eficientes y optimizar procesos con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor y, además, contaminar menos.

Por otro lado, se recomienda al sector transporte reemplazar al máximo los combustibles fósiles por combustibles alternativos, esto con el fin de contribuir con la descarbonización de la economía costarricense para 2050.

Por otro lado, se recomienda a las empresas del sector industrial adoptar tecnologías para el desarrollo de sus procesos para que con esto logren bajar las emisiones.

Se exhorta a las empresas del sector industrial costarricense, producir bienes sostenibles, para así apoyar el Plan Nacional de Descarbonización.

Se recomienda a las empresas del sector industrial reducir la huella de carbono que generan a lo largo de sus procesos.

Se exhorta a las empresas del sector transporte reducir su huella de carbono, mediante la implementación de acciones con el fin de reducir la huella que generan.

Se aconseja a las empresas tanto del sector industrial como al sector transporte a adoptar medidas de mitigación para así lograr reducir el impacto generado por estas.

Por otro lado, también se recomienda a las empresas pertenecientes tanto del sector industrial como el sector transporte implementar acciones para compensar lo que no se logra mitigar.

Por otro lado, se le recomienda al Gobierno de Costa Rica actualizar las regulaciones en carretera para el transporte terrestre de carga.

Se recomienda al Gobierno de Costa Rica el desarrollar e implementar políticas públicas relacionadas al transporte de carga en el país.

Además, se recomienda al Gobierno de Costa Rica el considerar la producción de biocombustibles en el país.

Se recomienda al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), promocionar más el Plan Nacional de Transporte, para que con esto se logre llegar al objetivo principal que es ser una economía cero emisiones para el año 2050.

Además, se recomienda a la Dirección de Cambio Climático (DCC), potenciar el Plan Nacional de Descarbonización con el fin de que más empresas se enteren y se unan para lograr la descarbonización del país.

Finalmente, se aconseja, tanto a las empresas como a las instituciones entrevistadas el reducir o compensar la huella de carbono que generan mediante las diferentes acciones planteadas en la investigación, para que reduzcan la huella de carbono que generan.

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTA**

### **Introducción**

En este capítulo se presenta una propuesta con el fin de, primeramente, analizar el impacto producido por el transporte terrestre de mercancías del sector industrial costarricense, además se define el porqué de la propuesta que se plantea, y posteriormente se desarrolla la misma. El principal objetivo de la presente es reducir la huella de carbono que se produce con el transporte terrestre costarricense, para así lograr reducir el impacto producido al ambiente por el uso de combustibles fósiles.

Es importante recalcar que primero las empresas deben medir la huella de carbono que generan, para posteriormente implementar acciones de mitigación, logrando así una reducción de los gases de efecto invernadero, para finalmente, compensar lo que no se logra mitigar, esto con el fin de cumplir con las metas y planes establecidos para ambos sectores en los próximos años, cumpliendo con el objetivo de descarbonizar al máximo la economía costarricense, logrando así procesos y un transporte terrestre más sostenible, eficiente y competitivo.

Con respecto a la información que se utiliza en el presente capítulo, esta se obtuvo de la actual investigación, además, se utilizan las respuestas brindadas por parte de los entrevistados, por otro lado, también se utiliza el análisis y los resultados obtenidos en el capítulo IV de la presente, así como las conclusiones obtenidas en capítulo V, esto con el fin de generar una propuesta que permita reducir la huella de carbono generada por el transporte terrestre y los procesos del sector industrial.

Finalmente, se genera una propuesta, la misma tiene como principal objetivo el brindar a las diferentes empresas, tanto de los sectores industriales como los del sector transporte diferentes opciones de propuestas de mitigación y compensación, para que las tomen en cuenta y las apliquen en sus empresas para que con esto logren reducir la huella que generan a diario. Esta propuesta se basa en primero medir la huella de carbono, posteriormente, brindar las respectivas propuestas para mitigar y compensar el impacto generado.

## **Objetivo general**

Presentar una propuesta para que las empresas midan, mitiguen, compensen y reduzcan la huella de carbono que generan.

## **Objetivos específicos**

Distinguir el origen de la huella de carbono generada por el sector industrial y el sector transporte costarricense.

Sugerir acciones para reducir la huella de carbono.

Detallar a las empresas los beneficios que se obtienen con la reducción de la huella de carbono.

Primero, se debe tener claro el origen de la huella de carbono, ya que, en el caso de las empresas del sector industrial, estas generan emisiones contaminantes a lo largo de la cadena de producción, esto debido a los procesos de transformación que conllevan, por lo que, una vez claro el origen de estas, posteriormente las empresas deben comenzar a evaluar y analizar las posibles acciones a implementar para mitigar y seguidamente compensar las emisiones generadas por el sector.

Por otro lado, para las empresas pertenecientes al sector transporte de carga, estas también deben medir la huella de carbono que generan, y, para esto se debe primero analizar y conocer muy bien el origen de estas emisiones, ya que en el sector transporte se deben principalmente al uso de combustibles fósiles, ya que estos emiten GEI, por lo que se deben buscar soluciones que ayuden a descarbonizar el sector, dando paso al uso de energías limpias y renovables. Basándose en lo descrito anteriormente, se deben establecer distintas estrategias con el fin de mitigar y compensar el impacto ambiental que generan ambos sectores, dichas acciones se enumeran a continuación:

Para el sector industrial costarricense:

1. Cuantificar la huella de carbono.
2. Utilización de equipos más eficientes.

3. Hacer uso de tecnología
4. Utilizar paneles solares.
5. Apoyar económicamente proyectos con el fin de reducir las emisiones de GEI.

Para el sector transporte costarricense:

1. Cuantificar la huella de carbono.
2. Realizar cambios en los combustibles.
3. Implementar el uso de tecnología en las unidades del transporte.
4. Cambios en la flota vehicular.
5. Apoyar económicamente proyectos con el fin de reducir las emisiones de GEI.

Con la implementación de estas acciones planteadas anteriormente, las empresas y el ambiente obtienen una variedad de beneficios, seguidamente, se mencionan algunos:

1. La empresa se ve responsable socialmente, lo que la hace ver más llamativa y competitiva, tanto a nivel nacional como internacional.
2. Se reducen los costos monetarios a largo plazo, debido al uso de tecnología que simplifica los procesos.
3. Con el uso de tecnología, se logra optimizar las rutas y procesos, por lo que se ahorra tiempo y combustible, obteniendo así una reducción en la huella de carbono producida.
4. Cambiando los combustibles fósiles, se minimiza la generación de emisiones contaminantes, por lo tanto, frena el cambio climático.

## Referencias

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2020). *Transporte: Agencia Europea de Medio Ambiente*. Obtenido de Agencia Europea de Medio Ambiente: <https://www.eea.europa.eu/es/themes/transport/intro>
- Alízar, F., Madrigal, R., & Salas, A. (s.f.). *Retos ambientales de Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de MAG: <http://www.mag.go.cr/asuntos-internacionales/Retos-ambientales-CostaRica.pdf>
- Alonso, Y., & Toro, A. (Junio de 2019). *Alternativas para la mitigación del CO2 asociado al transporte terrestre logístico: Una revisión: Repositorio Institucional Universidad de Antioquia*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de Antioquia: [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13912/1/ToroAlejandra\\_2019\\_AlternativasMitigacionTransporte.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/13912/1/ToroAlejandra_2019_AlternativasMitigacionTransporte.pdf)
- Alvarado, F. (24 de Setiembre de 2020). *Grupo Consenso urgen acciones para ejecutar obras de la Red Vial Nacional: Cámara Costarricense de la Construcción*. Obtenido de Cámara Costarricense de la Construcción : <https://www.construccion.co.cr/Post/Detalle/40207/grupo-consenso-urge-acciones-para-ejecutar-obras-de-la-red-vial-nacional>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2014). *Plan Nacional en Logística de Cargas - PNLog Costa Rica, 2014 - 2024: MOPT*. Obtenido de MOPT: <http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4282;jsessionid=992B21BECBB549040435300BCE6AB107>
- Barrantes, R. (2018). *Diagnóstico sobre el estado de la infraestructura vial en Costa Rica movilidad de bienes y servicios: Repositorio Institucional CONARE*. Obtenido de Repositorio Institucional CONARE: [https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/2957/Diagnostico\\_estado\\_Infraestructura\\_vial\\_Costa%20Rica.pdf?sequence=1](https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/2957/Diagnostico_estado_Infraestructura_vial_Costa%20Rica.pdf?sequence=1)
- Bello, A., Villalobos, J., & Wilmsmeier, G. (2016). *Estrategias y herramientas para la eficiencia energética y la sostenibilidad del transporte de carga por carretera: CEPAL*. Obtenido de CEPAL: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40859/1/S1601276\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40859/1/S1601276_es.pdf)

- Berrospi, F., Colina, I., Holguín, C., & Roy, Z. (24 de Abril de 2021). *Propuesta de uso del GNL como combustible para transporte vehicular de carga pesada e interprovincial de pasajeros a lo largo del corredor vial costero en el Perú: Repositorio Institucional de la Universidad ESAN*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad ESAN: [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2373/2021\\_MAGE\\_18-1\\_01\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/2373/2021_MAGE_18-1_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Boneti, L. (2017). Políticas públicas por dentro. En L. Boneti, *Políticas públicas por dentro*. Obtenido de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20171002015938/Politicasypublicaspor dentro.pdf>
- Bonilla, F. (10 de Febrero de 2021). *Investigadores de la UCR promueven una discusión sobre la compensación ambiental en Costa Rica, la cual involucre a distintos actores del Gobierno, la sociedad civil y la academia: UCR*. Obtenido de UCR: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2021/02/10/compensacion-ambiental-un-debate-pendiente.html>
- Brenes, C., Carvalho, A., & Torroba, A. (21 de Julio de 2021). *El aporte de la agricultura hacia una transición limpia en el sector transporte: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*. Obtenido de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: <https://blog.iica.int/index.php/blog/aporte-agricultura-hacia-una-transicion-limpia-en-sector-transporte>
- Brunner, F. (18 de Agosto de 2017). *LanammeUCR evidencia mejoras en carreteras pero con carencias de gestión: UCR*. Obtenido de UCR: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2017/08/18/lanammeucr-evidencia-mejoras-en-carreteras-pero-con-carencias-de-gestion.html>
- Canales, D. (3 de Agosto de 2020). *Conozca TELCA, el tren de carga que aspira conectar Limón con Centroamérica: La República*. Obtenido de La República: <https://www.larepublica.net/noticia/conozca-telca-el-tren-de-carga-que-aspira-conectar-limon-con-centroamerica>
- Carmona, E. (2016). El sistema canadiense de transporte ante el reto del cambio climático. En E. Carmona, *El sistema canadiense de transporte ante el reto del cambio climático*. Obtenido

de [http://ru.micisan.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/21798/L0118-EL\\_SISTEMA-213.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ru.micisan.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/21798/L0118-EL_SISTEMA-213.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Carvalho, S. (2018). *Estrategia para la incorporación de tecnologías que mitiguen gases de efecto invernadero en el sector transporte de carga por carretera: Repositorio Académico de la Universidad de Chile*. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151774/Estrategia-para-la-incorporaci%C3%B3n-de-tecnologias-que%20mitiguen-gases-de-efecto-invernadero-en-el.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chiriboga, S. (2019). *Análisis de emisiones de CO2 del transporte en la ciudad de Ibarra :Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8518/1/02%20IEF%20194%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2016). *Cuarta comunicación Nacional a la conferencia de las partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/updated%20NC4%20Uruguay.pdf>

Córdoba, J. D. (16 de Agosto de 2021). Transporte de Costa Rica es el más contaminante de Centroamérica. *La Nación*. Obtenido de <https://www.nacion.com/el-pais/politica/transporte-de-costa-rica-es-el-mas-contaminante-de/OKFRLPFEXFA6TDNUE2ZPUPYSJA/story/#:~:text=En%20promedio%2C%20cada%20costarricense%20genera,y%20servicios%20que%20requieren%20acarreo>

*Costa Rica presento agenda vial para 2021: bnamericas*. (30 de Diciembre de 2020). Obtenido de Bnamericas: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/costa-rica-presenta-agenda-vial-para-2021>

Del Medico, F. (24 de Junio de 2021). *Descubre 7 consejos para reducir los costos logísticos en una empresa: Maplink*. Obtenido de Maplink: <https://maplink.global/blog/es/como-reducir-costos-logisticos/>

- Dirección de Cambio Climático. (2019). *Plan Nacional de Descarbonización 2018 - 2050: Dirección de Cambio Climático*. Obtenido de Dirección de Cambio Climático: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/11/PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf?x80476>
- Dirección de Cambio Climático. (2021). *Programa País Carbono Neutralidad (PPCN) de Costa Rica: Dirección de Cambio Climático*. Obtenido de Dirección de Cambio Climático: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2021/05/PPCN%20Folleto%20general.pdf?x80476>
- Dirección de Cambio Climático. (s.f.). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI): Dirección de Cambio Climático*. Obtenido de Dirección de Cambio Climático: <https://cambioclimatico.go.cr/inventario-nacional-de-gases-de-efecto-invernadero-ingei/>
- Especialista en logística de almacén . (25 de Febrero de 2020). *¿Qué es el transporte terrestre?: ACACIA Technologies*. Obtenido de ACACIA Technologies: [https://www.acaciatec.com/transporte-terrestre-almacenaje-logistica/#Que\\_es\\_el\\_transporte\\_terrestre](https://www.acaciatec.com/transporte-terrestre-almacenaje-logistica/#Que_es_el_transporte_terrestre)
- Estévez, R. (7 de Julio de 2017). *¿Qué es la huella de carbono?: eco inteligencia*. Obtenido de eco inteligencia: <https://www.ecointeligencia.com/2017/07/huella-carbono/>
- Fernández, F. (6 de Febrero de 2019). *3 beneficios de la tecnología para el sector transporte: Boletín de la computación*. Obtenido de Boletín de la computación: <https://boletin.com.mx/industria-tic/3-beneficios-de-la-tecnologia-al-sector-transporte/>
- Fernández, L. (s.f.). *Compensación ambiental ¿en qué consiste? - Caso real en Colombia: INERCO*. Obtenido de INERCO: <https://www.inerco.com/blog/compensacion-ambiental/>
- FONAFIFO. (s.f.). *Desarrollo y Comercialización: FONAFIFO*. Obtenido de FONAFIFO: <https://www.fonafifo.go.cr/es/servicios/desarrollo-y-comercializacion/>
- García, G. (6 de Octubre de 2020). *Se anuncia un camión eléctrico de hidrógeno de Clase 8 desarrollado por Toyota e Hino: Híbridos y Eléctricos*. Obtenido de Híbridos y Eléctricos: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/anuncia-camion-electrico-hidrogeno-clase-8-desarrollado-toyota-hino/20201006170850038757.html>
- Gómez, C. (20 de Marzo de 2018). *Ventajas del transporte terrestre, aéreo y marítimo: SERTRANS*. Obtenido de SERTRANS: <https://www.sertrans.es/transporte-internacional/transporte-terrestre-aereo-y-maritimo-para-cada-tipo-de-mercancia/>

- González, A. (1 de Junio de 2018). *Definición de industria: Economía simple*. Obtenido de Economía simple: <https://www.economiasimple.net/glosario/industria>
- González, P. (2019). Impacto ambiental en las actividades humanas. En P. González, *Impacto ambiental en las actividades humanas*. Tutor Formación. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang\\_es&id=nBaJDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=definicion+de+impacto+ambiental+libro&ots=h7ieuU1tEc&sig=ipL9UDP\\_hmV65FQ-bNi3dngWDR0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_es&id=nBaJDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=definicion+de+impacto+ambiental+libro&ots=h7ieuU1tEc&sig=ipL9UDP_hmV65FQ-bNi3dngWDR0#v=onepage&q&f=false)
- Guevara, A., & Lara, J. (2016). *Decisiones de transporte y comportamiento ambiental en diez países de la OCDE :Repositorio IBERO*. Obtenido de Repositorio IBERO: [http://ri.iberro.mx/bitstream/handle/iberro/1497/GSA\\_Art\\_11.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ri.iberro.mx/bitstream/handle/iberro/1497/GSA_Art_11.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hinicio. (Septiembre de 2020). *Estudios Técnico - Económicos - Financieros para la creación de condiciones habilitadoras del ecosistema del hidrógeno en Aplicaciones de Movilidad Eléctrica en Costa Rica: Hinicio*. Obtenido de Hinicio: <http://ach2.org/docs/Ecosistema%20del%20hidrogeno%20en%20movilidad%20electrica%20en%20Costa%20Rica%20H-INICIO.pdf>
- Huella de carbono ¿Qué es? ¿Cómo se mide?: Nueva ISO 14001*. (16 de Setiembre de 2019). Obtenido de Nueva ISO 14001: <https://www.nueva-iso-14001.com/2019/09/huella-del-carbono-que-es-como-se-mide/>
- Iberdola. (s.f.). *¿Qué es la huella de carbono y por qué es vital reducirla para frenar el cambio climático?: Iberdola*. Obtenido de Iberdola: <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/huella-de-carbono>
- Informa-Tico. (10 de Diciembre de 2018). *Limón contará con un tren eléctrico de carga un proyecto de Incofer y el BCIE: Informa-Tico*. Obtenido de Informa-Tico: <https://www.informa-tico.com/10-12-2018/limon-contara-tren-electrico-carga-proyecto-incofer-bcie>
- innova group. (8 de Enero de 2020). *Los grandes retos logísticos para 2020: automatización, rapidez en envío y sostenibilidad: innova group*. Obtenido de innova group: <https://www.innovamaquinaria.com/noticia/los-grandes-retos-logisticos-para-2020-automatizacion-rapidez-en-envio-y-sostenibilidad/>

- International Energy Agency: IEA. (2019). *Total CO2 emissions, Costa Rica 1990-2019: IEA*.  
Obtenido de IEA: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=COSTARICA&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2>
- Loyola, E. (2019). *Evaluación de escenarios de mitigación del cambio climático en Chile con respecto al objetivo establecido en el acuerdo de París: Repositorio Académico de la Universidad de Chile*. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/174965/Evaluaci%C3%B3n-de-escenarios-de-mitigaci%C3%B3n-del-cambio-clim%C3%A1tico-en-Chile-con-respecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Melero, J. (1 de Agosto de 2018). *Qué es logística: Transgesa*. Obtenido de Transgesa: <https://www.transgesa.com/blog/que-es-logistica/>
- Mendoza, A. (4 de Noviembre de 2020). *5 ventajas de usar flotillas eléctricas para el transporte de carga: The logistics World*. Obtenido de The logistics World: <https://thelogisticsworld.com/transporte/5-ventajas-de-usar-flotillas-electricas-para-el-transporte-de-carga/>
- Mercadé, A. (3 de Mayo de 2018). *¿Qué es y en qué consiste la logística verde?: CEAC*. Obtenido de CEAC: <https://www.ceac.es/blog/que-es-y-en-que-consiste-la-logistica-verde>
- MINAE, IMN, DCCC. (2019). *II Informe bienal de actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/IBA-2019.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2019). *Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030: MINAE*. Obtenido de MINAE: <https://sepse.go.cr/documentos/PlanTranspElect.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (s.f.). *Resumen Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050: MINAE*. Obtenido de MINAE: <https://minae.go.cr/noticias-minae/documentos/86-plan-de-descarbonizacion>
- Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica (COMEX). (s.f.). *PIF Programa de Integración Fronteriza: COMEX*. Obtenido de COMEX: <https://www.comex.go.cr/facilitacion-del-comercio/pif/>

- Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica (MEIC). (s.f.). *Política Nacional de Responsabilidad Social 2017-2030: MEIC*. Obtenido de MEIC: [https://www.meic.go.cr/meic/documentos/8qt7vsn4p/PN\\_ResponsaSocialCR181217.pdf](https://www.meic.go.cr/meic/documentos/8qt7vsn4p/PN_ResponsaSocialCR181217.pdf)
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT). (2011). *Plan Nacional de Transportes de Costa Rica 2011-2035: MOPT*. Obtenido de MOPT: <https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/a86ca326-d0c2-403f-9166-259c356f4783/Memoria.pdf?MOD=AJPERES>
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (26 de Abril de 2019). *Políticas Públicas: MIDEPLAN*. Obtenido de MIDEPLAN: <https://www.mideplan.go.cr/politicas-publicas>
- Morales, M. (2021). Costa Rica involucra a todos los sectores para descarbonizar su economía. Obtenido de <https://www.nacion.com/gnfactory/brandvoice/2021/aed-ambicion-climatica/index.html>
- Movertis. (7 de Agosto de 2020). *Descubre cómo diseñar y planificar correctamente las rutas de transporte para optimizar tu empresa. La tecnología te ayudará a hacerlo: Movertis*. Obtenido de Movertis: <https://www.movertis.com/blog/sabes-como-optimizar-tus-rutas-de-transporte/>
- Ondarse, D. (15 de Julio de 2021). *Combustibles alternativos: Concepto*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/combustibles-alternativos/>
- Presidencia de la República de Costa Rica. (7 de Octubre de 2019). *70 jóvenes latinoamericanos proponen medidas urgentes para combatir la crisis del clima: Presidencia de la República de Costa Rica*. Obtenido de Presidencia de la República de Costa Rica: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2019/10/70-jovenes-latinoamericanos-proponen-medidas-urgentes-para-combatir-la-crisis-del-clima/>
- Presidencia de la República de Costa Rica. (24 de Febrero de 2019). *MOPT y MINAE de la mano para reducir emisiones en el sector transporte: Presidencia de la República de Costa Rica*. Obtenido de Presidencia de la República de Costa Rica: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2019/02/mopt-y-minae-de-la-mano-para-reducir-emisiones-en-el-sector-transporte/>
- Presidencia de la República de Costa Rica. (23 de Abril de 2020). *Concesión de megaobras de infraestructura vial será motor de la reactivación económica: Presidencia de la República*

*de Costa Rica*. Obtenido de Presidencia de la República de Costa Rica: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2020/04/concesion-de-megaobras-de-infraestructura-vial-sera-motor-de-la-reactivacion-economica/>

Presidencia de la República de Costa Rica. (17 de Diciembre de 2020). *Costa Rica suma sexto año consecutivo con más de 98% de generación eléctrica renovable: Presidencia de la República de Costa Rica*. Obtenido de Presidencia de la República de Costa Rica: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2020/12/costa-rica-suma-sexto-ano-consecutivo-con-mas-de-98-de-generacion-electrica-renovable/>

Presidencia de la República de Costa Rica. (24 de Febrero de 2021). *Presidencia de la República de Costa Rica*. Obtenido de Presidencia de la República de Costa Rica: <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2021/02/en-marcha-90-7-de-las-metas-para-2022-del-plan-nacional-de-descarbonizacion/>

PROCOMER. (24 de Enero de 2017). *Las tres tendencias del sector industrial en 2017: PROCOMER*. Obtenido de PROCOMER: [https://www.procomer.com/alertas\\_comerciales/las-tres-tendencias-del-sector-industrial-en-2017/](https://www.procomer.com/alertas_comerciales/las-tres-tendencias-del-sector-industrial-en-2017/)

PROCOMER. (26 de Febrero de 2018). *Sistema Integrado de Logística de Costa Rica servirá como referencia para Latinoamérica: PROCOMER*. Obtenido de PROCOMER: <https://www.procomer.com/noticia/sistema-integrado-de-logistica-de-costa-rica-servira-como-referencia-para-latinoamerica/>

PROCOMER. (14 de Octubre de 2020). *PROCOMER obtiene premio internacional por la mejor iniciativa de comercio inclusivo y sostenible en el mundo: PROCOMER*. Obtenido de PROCOMER: <https://www.procomer.com/noticia/comprador-internacional-noticia/procomer-obtiene-premio-internacional-por-la-mejor-iniciativa-de-comercio-inclusivo-y-sostenible-del-mundo/>

PROCOMER. (21 de Julio de 2021). *Exportaciones de bienes de Costa Rica crecen 26% al primer semestre del 2021: PROCOMER*. Obtenido de PROCOMER: <https://www.procomer.com/noticia/comprador-internacional-noticia/exportaciones-de-bienes-de-costa-rica-crecen-26-al-primer-semester-del-2021/>

PROCOMER. (2021). *Portal estadístico de comercio exterior: PROCOMER*. Obtenido de PROCOMER: <http://sistemas.procomer.go.cr/estadisticas/inicio.aspx>

- Ramírez, P. (Octubre de 2020). *Las tecnologías aplicadas a la logística: DATADEC*. Obtenido de DATADEC: <https://www.datadec.es/blog/tecnologias-aplicadas-a-logistica>
- Roca, J. (21 de Enero de 2021). *Costa Rica suma su sexto año consecutivo con más de 98% de generación eléctrica renovable: El periódico de la energía*. Obtenido de El periódico de la energía : <https://elperiodicodelaenergia.com/costa-rica-suma-su-sexto-ano-consecutivo-con-mas-de-98-de-generacion-electrica-renovable/>
- Rojas, G. (24 de Mayo de 2016). La logística inversa y el cambio climático. *Ingeniería revista de la Universidad de Costa Rica*. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/24487/24686>
- Rona, N. (Agosto de 2019). *Costa Rica: Programa de Carbono Neutralidad 2.0 - Categoría Organizacional: LEDS LAC*. Obtenido de LEDS LAC: [https://ledslac.org/wp-content/uploads/2020/05/EdC-Carbono-Neutralidad-Costa-Rica-ene20\\_mod.pdf](https://ledslac.org/wp-content/uploads/2020/05/EdC-Carbono-Neutralidad-Costa-Rica-ene20_mod.pdf)
- Ruiz, F. (2 de Abril de 2021). 24 obras de infraestructura vial prometer aliviar el tránsito en diferentes zonas de Costa Rica: El Financiero. *24 obras de infraestructura vial prometer aliviar el tránsito en diferentes zonas de Costa Rica*. Costa Rica. Obtenido de El Financiero: <https://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/24-obras-de-infraestructura-vial-prometen-aliviar/NJCTCJJJFFGFFJ2I4CIGFAVLU/story/>
- Salas, O. (29 de Octubre de 2018). *Futuro energético del país seguirá ligado al petróleo, pero: ¿por cuánto tiempo?: UCR*. Obtenido de UCR: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/10/29/futuro-energetico-del-pais-seguira-ligado-al-petroleo-pero-por-cuanto-tiempo.html>
- Secretaría de Medio Ambiente (SEMA). (Noviembre de 2020). *¿Qué es el Cambio Climático?: SEMA*. Obtenido de SEMA: <https://www.sema.gob.mx/SGA-CC-QUEES.php>
- Shell . (s.f.). *Gas Natural: Más energía, más limpia: Shell*. Obtenido de Shell: [https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/providing-more-and-cleaner-energy/\\_jcr\\_content/par/relatedtopics.stream/1547802037560/14ae145c9ea0962e725f377d367f41f50536d8b56e80863c533d5cd8aa4122ec/natural-gas-providing-more-and-cleaner-energy-sp](https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/providing-more-and-cleaner-energy/_jcr_content/par/relatedtopics.stream/1547802037560/14ae145c9ea0962e725f377d367f41f50536d8b56e80863c533d5cd8aa4122ec/natural-gas-providing-more-and-cleaner-energy-sp)
- Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (s.f.). *Límites de emisiones contaminantes para vehículos en circulación: SCIJ*. Obtenido de SCIJ:

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=81619&nValor3=106783&nValor5=10](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=81619&nValor3=106783&nValor5=10)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (s.f.). *Reglamento de Cicurlación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga: SCIJ*. Obtenido de SCIJ: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=51549&nValor3=101802&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=51549&nValor3=101802&strTipM=TC)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (s.f.). *Reglamento para el control de las emisiones contaminantes producidas por los vehículos con motor de combustión interna: SCIJ*. Obtenido de SCIJ: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=81619&nValor3=106783&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=81619&nValor3=106783&strTipM=TC)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (SCIJ). (s.f.). *Reglamento para la Ordenación Horaria de la Circulación de Vehículos Pesados: SCIJ*. Obtenido de SCIJ: [http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=77074&nValor3=118156&nValor5=2](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_articulo.aspx?param1=NRA&nValor1=1&nValor2=77074&nValor3=118156&nValor5=2)

Sistema Nacional de Áreas de Conservación Costa Rica (SINAC). (s.f.). *Cambio Climático: SINAC*. Obtenido de SINAC: <http://www.sinac.go.cr/ES/cmbclimatico/Paginas/default.aspx>

Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático (SINAMECC). (Marzo de 2019). *Guía para la integración de acciones de mitigación en Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático (SINAMECC): Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático (SINAMECC)*. Obtenido de SINAMECC: [http://sinamecc.go.cr/static/app\\_website/documents/guia\\_de\\_integraci%C3%B3n\\_de\\_acciones\\_de\\_mitigacion\\_al\\_sinamecc.pdf](http://sinamecc.go.cr/static/app_website/documents/guia_de_integraci%C3%B3n_de_acciones_de_mitigacion_al_sinamecc.pdf)

Stock logistic. (29 de Mayo de 2019). *El uso del GNL impulsará la descarbonización del transporte: Stock logistic*. Obtenido de Stock logistic: <https://www.stocklogistic.com/el-uso-del-gnl-impulsara-la-descarbonizacion-del-transporte/>

Suárez, L., & Vásquez, C. (s.f.). La transición energética en Costa Rica. *Revista CFIA*. Obtenido de <https://revista.cfia.or.cr/la-transicion-energetica-en-costa-rica/>

Union of Concerned Scientists. (29 de Enero de 2020). *Las emisiones de dióxido de carbono por país ¿Cuáles son los países más contaminantes de CO2?: Union of Concerned Scientists.* Obtenido de Union of Concerned Scientists: <https://es.ucsusa.org/recursos/emisiones-de-co2-por-pais>

Universidad EARTH. (12 de Mayo de 2016). *Sector privado promueve carbono neutralidad en la zona occidente: Universidad EARTH.* Obtenido de Universidad EARTH: <https://www.earth.ac.cr/es/2016/05/12/private-sector-promotes-carbon-neutrality-in-western-costa-rica/>

World Energy Trade. (11 de Octubre de 2020). *Perfilando los cinco principales países con las mayores reservas de gas natural: World Energy Trade.* Obtenido de World Energy Trade: <https://www.worldenergytrade.com/oil-gas/general/perfilando-los-cinco-principales-paises-con-las-mayores-reservas-de-gas-natural>

World Energy Trade. (21 de Julio de 2021). *El camión eléctrico Tesla Semi está finalmente a punto de entrar en producción: World Energy Trade.* Obtenido de World Energy Trade: <https://www.worldenergytrade.com/innovacion/movilidad/el-camion-electrico-tesla-semi-esta-finalmente-a-punto-de-entrar-en-produccion>

## Apéndice: Cuestionario

Buenos días / tardes, mi nombre es Kimberly Campos Aguirre, soy estudiante de Comercio Internacional en la Universidad Internacional de las Américas, actualmente me encuentro en el proceso de desarrollo de tesis, esto para obtener el título de Licenciada en Comercio Internacional, el título de la tesis es: “Huella de carbono en el trasiego de mercancías y acciones de compensación, en la logística terrestre para los sectores industriales costarricenses en el II semestre 2020.”. Como parte de esta requiero entrevistar a personas con el conocimiento en el tema, por lo que me interesa entrevistarlo. Agradezco me responda las preguntas formuladas sobre el tema. Por otro lado, le informo que las respuestas brindadas serán utilizadas únicamente para el desarrollo de la presente investigación.

1. ¿Cómo describiría la logística terrestre costarricense?
2. ¿De qué forma impacta la logística terrestre al medio ambiente?
3. ¿Cuál es el impacto ambiental que genera la logística terrestre del sector industrial?
4. ¿Qué cambios considera que se pueden realizar con respecto a la logística terrestre costarricense?
5. ¿Por qué es importante reducir la huella de carbono generada por el sector transporte?
6. ¿Qué medidas considera que se deben implementar para reducir las emisiones contaminantes que se generan con el transporte terrestre?
7. ¿Qué acciones considera que se deben implementar para reducir la huella de carbono generada por el sector transporte?
8. ¿De qué forma el sector transporte puede colaborar con la descarbonización del país?
9. ¿Qué estrategias están incluidas con respecto al sector del transporte terrestre?
10. ¿Qué planes existen relacionados con la infraestructura de transporte terrestre?
11. ¿Qué proyectos o políticas están vigentes con respecto al impacto ambiental producido por el transporte terrestre?
12. ¿Qué regulaciones existen con respecto al transporte de carga y las emisiones que genera?
13. ¿Qué procesos están planteados en relación con la descarbonización del país y el sector industrial costarricense?