

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)



PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO  
Y LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO EN PROCESOS DE TRANSICIÓN  
EMPRESARIAL HACIA LA SOSTENIBILIDAD

MARIELLA HIDALGO ULLOA

PROYECTO FINAL DE GRADUACION PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TITULO DE MÁSTER EN LIDERAZGO Y GESTIÓN  
AMBIENTAL

San José, Costa Rica

Noviembre, 2025

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como  
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Liderazgo y Gerencia Ambiental

ESTEBAN  
ECHAVARRIA  
CANO (FIRMA) Firmado digitalmente por  
ESTEBAN ECHAVARRIA  
CANO (FIRMA)  
Fecha: 2025.12.15  
18:22:37 -06'00'

---

**Esteban Echeverría**  
**PROFESOR TUTOR**

KARLA MARIA  
ASTORGA  
CASTRO  
(FIRMA) Firmado digitalmente  
por KARLA MARIA  
ASTORGA CASTRO  
(FIRMA)  
Fecha: 2025.12.15  
21:22:30 -06'00'

---

**Karla Astorga**  
**LECTOR No.1**

DANIEL  
GERARDO  
RODRIGUEZ  
MOLINA  
(FIRMA) Firmado digitalmente  
por DANIEL  
GERARDO  
RODRIGUEZ MOLINA  
(FIRMA)  
Fecha: 2025.12.16  
11:43:40 -06'00'

---

**Daniel Rodríguez**  
**LECTOR No.2**

MARIELLA  
HIDALGO  
ULLOA  
(FIRMA) Digitally signed  
by MARIELLA  
HIDALGO ULLOA  
(FIRMA)  
Date: 2025.12.16  
23:18:25 -06'00'

---

**Mariella Hidalgo**  
**SUSTENTANTE**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi mami y a Lita, quienes son mi ejemplo de fortaleza, perseverancia y amor incondicional.

Asimismo, lo dedico a todas aquellas personas que buscan generar un impacto positivo desde el lugar en el que se encuentran.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradezco a Dios por darme la oportunidad, sabiduría, salud y guía para estudiar esta maestría y desarrollar este proyecto.

Agradezco a mi mamá Diana por enseñarme a superarme a mí misma e impulsarme a siempre seguir mis sueños.

A Lita y Anto por estar siempre para mí e impulsarme a ser cada día mejor.

A Josué por acompañarme en este camino y apoyarme durante este proceso.

A Esteban Echeverría, mi tutor y Fabián Jimenez, socio de Susty, que me acompañaron en este proceso de aprendizaje y me apoyaron con sus recomendaciones y enseñanzas.

A la UCI por construir espacios de aprendizaje de cooperación internacional y desarrollo regenerativo que me inspiraron a seguir acercándome a ser una mejor profesional con un impacto positivo en la sociedad y el ambiente.

A mis compañeros de maestría que compartieron conmigo sus vidas y este proceso durante 2 años, agregaron gran valor a mi aprendizaje.

¡Gracias!

## INDICE

HOJA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE ILUSTRACIONES	vii
RESUMEN EJECUTIVO	viii
INTRODUCCION.....	11
1.1 Antecedentes .....	11
1.2 Problemática. ....	14
1.3 Justificación del problema .....	15
1.4 Restricciones.....	16
1.5 Objetivo general.....	17
1.6 Objetivos específicos .....	17
MARCO TEÓRICO.....	18
1.1 Cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero .....	18
1.2 La huella de carbono como herramienta de gestión .....	19
1.3 Sobre la taxonomía de emisiones .....	20
1.4 Compromisos internacionales y nacionales en materia climática .....	23
1.5 Metodologías de estudio y cálculo .....	25
1.6 Conceptos técnicos clave en el cálculo de la huella de carbono.....	34
1.7 Retos y oportunidades de la transición sostenible empresarial.....	40
1.8 Enfoque pedagógico y de gestión del conocimiento .....	44
MARCO METODOLOGICO .....	47
1.1 Marco referencial o institucional.....	48
1.2 Antecedentes de la Institución .....	49
1.3 Misión y visión.....	51
1.4 Estructura organizativa .....	51
1.5 Productos que ofrece.....	52
1.6 Limite organizacional .....	52
1.7 Procedimiento metodológico para la realización del diagnóstico .....	54
1.8 Fuentes de información .....	54
1.9 Técnicas de Investigación .....	56
1.10 Método de Investigación.....	57
1. Introducción al desarrollo.....	59
2. Estudio técnico y teórico del cálculo de huella de carbono organizacional.....	64
3. Elaboración del manual didáctico para el cálculo de la Huella de Carbono.....	72
4. Diseño de una herramienta de recolección y cálculo de la Huella de Carbono .....	80
5. Caso práctico: cálculo de huella de carbono organizacional en Claro Telecomunicaciones.....	98
6. Síntesis del desarrollo.....	128
CONCLUSIONES.....	132
RECOMENDACIONES .....	134
BIBLIOGRAFIA.....	138
ANEXOS .....	144
Anexo 1: Acta del proyecto final de graduación .....	144

Anexo 2: Manual de Cálculo de huella de Carbono Organizacional para No Expertos: ¡Guía práctica paso a paso! .....	144
Anexo 3: Huella Paso a Paso: Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono .....	282
Anexo 4: Formulario Otras emisiones indirectas. Transportes de colaboradores ....	284
Anexo 5: Reporte de Huella de Carbono organizacional .....	287
Anexo 6: Matriz de recolección de datos Huella de Carbono de Claro .....	291
Anexo 7: Claro Reporte de Huella de Carbono organizacional .....	292
Anexo 8: Resumen de información de flotilla vehicular 2024 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Categorización de emisiones a través de la cadena de valor .....	23
<b>Figura 2</b> <i>Interfaz del cuadro de factores de emisión de la Herramienta Paso a Paso</i> ..	68
<b>Figura 3</b> <i>Pestaña para la definición de límites organizacionales</i> .....	80
<b>Figura 4</b> <i>Pestaña en la herramienta para la identificación de actividades de emisión por alcance 1 y 2.</i> .....	82
<b>Figura 5</b> <i>Pestaña de la identificación de otras actividades de emisión indirecta (Alcance 3).</i> .....	83
<b>Figura 6</b> <i>Pestaña en la herramienta de registro del inventario de GEI.</i> .....	83
<b>Figura 7</b> <i>Pestaña de la herramienta sobre la matriz de significancia de las categorías alcance 3.</i> .....	87
<b>Figura 8</b> <i>Pestaña de la matriz de significancia de las categorías alcance 3, instrucciones de uso.</i> .....	87
<b>Figura 9</b> <i>Pestaña de recolección de datos de las emisiones directas, categoría de fuentes móviles.</i> .....	88
<b>Figura 10</b> <i>Pestaña de recolección de datos sobre las emisiones directas, fuentes fugitivas.</i> .....	89
<b>Figura 11</b> <i>Pestaña de recolección de datos de emisiones indirectas por energía, fuentes de energía eléctrica tercerizada.</i> .....	90
<b>Figura 12</b> <i>Cuadro de cálculo para las emisiones directas, combustión móvil.</i> .....	90
<b>Figura 13</b> <i>Cuadro de cálculo para las emisiones directas, emisiones fugitivas</i> .....	91
<b>Figura 14</b> <i>Cuadro de cálculo para las emisiones indirectas, energía eléctrica de la red.</i> .....	91
<b>Figura 15</b> <i>Comportamiento de las emisiones anuales por el consumo de energía eléctrica.</i> .....	91
<b>Figura 16</b> <i>Cuadro de cálculo para otras emisiones indirectas (alcance 3), categoría residuos ordinarios de relleno sanitario.</i> .....	92
<b>Figura 17</b> <i>Comportamiento de las emisiones anuales por el consumo de energía eléctrica.</i> .....	93
<b>Figura 18</b> <i>Cuadro de cálculo para otras emisiones indirectas, residuos valorizables.</i> ..	95
<b>Figura 19</b> <i>Cuadro factores de emisión para realizar los cálculos en la herramienta.</i> ....	95
<b>Figura 20</b> <i>Cuadro de calculadora de resumen de emisiones de GEI.</i> .....	96
<b>Figura 21</b> <i>Matriz de fuentes de actividad de Claro, alcance 1 y 2.</i> .....	99
<b>Figura 22</b> <i>Matriz de fuentes de actividad de Claro, Otras emisiones indirectas.</i> .....	101
<b>Figura 23</b> <i>Inventario de GEI de Claro</i> .....	102
<b>Figura 24</b> <i>Matriz de significancia del alcance 3, otras emisiones indirectas.</i> .....	104
<b>Figura 25</b> <i>Cuadro de resumen de la flotilla vehicular categorizada por marcas y tipo de combustible.</i> .....	105
<b>Figura 26</b> <i>Gráfico del porcentaje de tipo de vehículos categorizado por combustibles que opera Claro.</i> .....	106
<b>Figura 27</b> <i>Gráfico del total de emisiones en ton CO<sub>2</sub>e emitido mensualmente por la flotilla vehicular y la cantidad de vehículos en control de Claro.</i> .....	108
<b>Figura 28</b> <i>Resumen de tCO<sub>2</sub>e y conteo de vehículos por mes de Claro en el año 2024.</i> .....	110

<b>Figura 30</b> Cuadros de recolección de información y cálculo de las fuentes fugitivas, tomado de la herramienta. ....	111
<b>Figura 31</b> Cuadro de recolección de información mensual sobre consumo eléctrico. ....	112
<b>Figura 32</b> Cuadro de cálculo del tCO <sub>2</sub> e por consumo eléctrico en los dos locales. ....	113
<b>Figura 33</b> Gráfico del comportamiento de las emisiones en ton CO <sub>2</sub> e del consumo eléctrico en los dos locales. ....	114
<b>Figura 34</b> Gráfico del comportamiento de las emisiones en ton CO <sub>2</sub> e los residuos ordinarios tratados en relleno sanitario. ....	116
<b>Figura 35</b> Cuadro de recolección de información y cálculo de huella de carbono de los residuos valorizables. ....	117
<b>Figura 36</b> Cuadro de datos sobre el transporte de colaboradores de Claro. ....	120
<b>Figura 37</b> Cuadro de cálculo de kilómetros recorridos para el transporte de colaboradores hacia y desde la oficina. ....	121
<b>Figura 38</b> Cuadro de cálculo de la huella de carbono emitida en la categoría de transporte de colaboradores de Claro. ....	122
<b>Figura 39</b> Cuadro de resumen de cálculo de la huella de carbono. ....	124
<b>Figura 40</b> Gráfico sobre el peso de cada alcance en las emisiones de Claro del año 2024. ....	125
<b>Figura 41</b> Captura de pantalla del menú de la calculadora de GEI de Susty. ....	135
<b>Figura 42</b> Captura de pantalla del cuadro de cálculo de Alcance 1, combustión móvil. ....	136

## RESUMEN EJECUTIVO

En el contexto actual, donde la sostenibilidad y la transparencia ambiental se han convertido en factores estratégicos de competitividad y reputación, surge la necesidad de desarrollar metodologías accesibles que permitan a las organizaciones medir, comprender y gestionar su huella de carbono. Este proyecto tiene como antecedente la creciente demanda de herramientas simples, estandarizadas y de bajo costo que faciliten el cálculo de la huella de carbono organizacional, así como la participación de las empresas en programas nacionales como el Programa País Carbono Neutralidad (PPCN). La problemática identificada radica en la complejidad técnica y los altos costos asociados a las metodologías existentes, lo que limita la capacidad de muchas empresas, especialmente las medianas y pequeñas, de acceder a procesos de medición confiables y sostenibles.

El propósito general del proyecto fue desarrollar un modelo metodológico práctico que integre aspectos técnicos, pedagógicos y operativos para el cálculo de la huella de carbono organizacional, aplicando sus resultados en un caso real. Como objetivos específicos se plantearon: (1) realizar un estudio técnico basado en las principales normas y protocolos internacionales (Protocolo GEI, ISO 14064 e INTE B5); (2) diseñar un manual de guía práctica que democratice la información sobre el cálculo de huella de carbono y facilite su comprensión; (3) desarrollar una herramienta de recolección de datos y cálculo accesible y de fácil uso; y (4) aplicar la metodología en un caso práctico con Claro Telecomunicaciones S.A., validando así su funcionalidad.

La metodología utilizada fue de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), con enfoque aplicado y de validación práctica. Se emplearon métodos estadísticos para el análisis de datos energéticos y de consumo de combustibles, así como métodos dinámicos y objetivos-subjetivos para el desarrollo del manual y la herramienta. La información se recolectó a partir de registros internos de la empresa y se procesó mediante la herramienta Susty, complementada con una hoja de cálculo diseñada para el control cruzado y validación de los resultados. Este proceso permitió establecer la línea base de emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa Claro Telecomunicaciones S.A. en el año 2024, considerando las operaciones administrativas de la empresa en Torre Cordillera y su flota vehicular asociada.

Los resultados del estudio evidenciaron la aplicabilidad de la metodología propuesta, destacando su capacidad para integrar teoría y práctica en un modelo replicable para otras organizaciones. Se logró desarrollar un manual técnico-pedagógico que traduce conceptos complejos en procedimientos comprensibles, y una herramienta digital que facilita el cálculo y verificación de datos, mejorando la precisión y eficiencia del proceso. En el caso práctico, se identificaron las principales fuentes emisoras de la empresa, se cuantificaron sus emisiones y se generaron recomendaciones para la mejora de la recolección de datos y la reducción de emisiones.

Las conclusiones del trabajo demuestran que el cálculo de la huella de carbono puede ser accesible y replicable si se integra una visión técnica con un enfoque educativo. La metodología desarrollada permite cuantificar emisiones, y también fortalecer la cultura organizacional hacia la sostenibilidad. Además, la experiencia práctica validó la

importancia de la calidad de los datos, la asignación de responsabilidades internas y la capacitación de los equipos en conceptos básicos de medición y conversión de unidades. Entre las principales recomendaciones se propone mejorar las funcionalidades de la herramienta Susty, como la posibilidad de importación masiva de datos y la visualización de totales mensuales para que las organizaciones puedan realizar el ingreso por ellas mismas. Así como fortalecer en las empresas los procesos de control de calidad de información, homogeneización de formatos y designación de responsables ambientales por área. En conjunto, este trabajo representa una contribución a la gestión ambiental empresarial en Costa Rica, ofreciendo una metodología práctica, educativa y adaptable a diferentes contextos organizacionales, alineada con los esfuerzos globales de mitigación del cambio climático y los compromisos nacionales de carbono neutralidad.

## **INTRODUCCION**

### **1.1 Antecedentes**

La idea del proyecto surge a partir de la necesidad de democratizar el cálculo del impacto ambiental, específicamente mediante la medición de la huella de carbono generada por las operaciones empresariales cotidianas, ya sea en la producción de bienes, prestación de servicios o ejecución de procesos internos.

La empresa tecnológica Susty se especializa en la innovación para la gestión de la sostenibilidad y el reporte de indicadores ambientales, sociales y de gobernanza (ASG). Susty ofrece múltiples herramientas que permiten a las organizaciones generar reportes personalizados en diferentes formatos y con base en múltiples estándares o certificaciones. Su plataforma facilita la gestión de indicadores relacionados con cualquier norma, adjudicación o premio, y proporciona trazabilidad en la cadena de valor, además de contribuir a la gestión del riesgo y la reputación corporativa.

Entre sus principales características, destaca una interfaz sencilla de utilizar, la personalización de reportes según las necesidades de cada cliente, el cumplimiento con estándares internacionales y la capacidad de fomentar la colaboración entre distintos actores dentro de la empresa. De acuerdo con su misión, Susty busca equipar a las compañías con soluciones tecnológicas que les permitan comprender el universo de las certificaciones y cumplir con regulaciones nacionales e internacionales.

La empresa ha consolidado alianzas con organizaciones como Ecoins, Bandera Azul Ecológica, MarViva y Organika, todas con una misión común: promover

prácticas sostenibles y proteger el medio ambiente en Costa Rica. A través de herramientas como las que ofrece Susty, se facilita la democratización de la información ambiental, lo que permite a las organizaciones internas generar mejoras, postularse a reconocimientos, o establecer vínculos con programas de sostenibilidad.

Susty cuenta con una cartera de clientes diversa, incluyendo sectores como banca, telecomunicaciones, restaurantes, aseguradoras, supermercados, entre otros.

Uno de estos clientes es Claro Telecomunicaciones S.A. (Claro), que desde el año 2024 ha mantenido una relación profesional con Susty para recibir acompañamiento técnico y utilizar su herramienta de generación de reportes de sostenibilidad con el fin de postularse a programas como el Programa País de Carbono Neutralidad y el Programa de Bandera Azul. Como parte de esta colaboración, Claro también adquirió el módulo para el cálculo de huella de carbono. Sin embargo, la empresa enfrenta un reto importante relacionado con la falta de personal capacitado para realizar este tipo de cálculos.

Claro Telecomunicaciones S.A. manifestó su interés en realizar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y calcular la huella de carbono asociada a sus operaciones en las instalaciones de Torre Cordillera, ubicadas en Pavas, San José, Costa Rica. El estudio se centra en los pisos 5 y 6 del edificio, espacios donde la organización mantiene control operativo y financiero, e incluyen las actividades de los equipos, departamentos y colaboradores que laboran en dichas oficinas.

En el quinto piso se localizan las áreas de recursos humanos, compras, finanzas, legal, auditoría, regulatorio y sistemas tecnológicos; mientras que en el sexto piso se ubican los departamentos de gerencia, servicio al cliente, proyectos y otras unidades administrativas. Asimismo, se consideran los vehículos utilizados por el personal de estas oficinas, con el fin de evaluar las emisiones derivadas de su uso. El objetivo principal de este proceso es comprender el impacto ambiental generado por las operaciones de la empresa, identificar las fuentes con mayores y menores niveles de emisiones de GEI y, con base en esta información, apoyar la toma de decisiones estratégicas orientadas a la reducción de impactos, ya sea mediante inversiones, innovaciones tecnológicas o ajustes operativos.

Este contexto dio origen a la propuesta de este proyecto, el cual busca brindar apoyo técnico y metodológico a Claro en el estudio de emisiones mediante el uso de la herramienta Susty y el acompañamiento de su equipo interno, a fin de generar un reporte robusto, confiable y de valor estratégico para su transición hacia la sostenibilidad. Al mismo tiempo, este caso ejemplifica una situación recurrente entre varios clientes de Susty: la necesidad de capacitación práctica para poder realizar estos cálculos de manera autónoma. A partir de esta necesidad nace la idea de diseñar materiales de transferencia de conocimiento, con el fin de capacitar al personal de empresas en transición hacia la sostenibilidad. Este material busca facilitar la elaboración de reportes ambientales útiles, veraces y accesibles, y fomentar una cultura organizacional orientada a la toma de decisiones basada en datos ambientales.

## 1.2 Problemática

En un contexto global cada vez más comprometido por regulaciones nacionales e internacionales con la sostenibilidad y la descarbonización, las empresas enfrentan el reto urgente de identificar, medir y reducir sus impactos ambientales. El cálculo de la huella de carbono se ha transformado en una herramienta clave para evaluar y gestionar dichos impactos. Esta información permite que las organizaciones tomen decisiones informadas, cumplan con normativas y se alineen con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a través del Pacto Nacional para el Avance de los ODS firmado en el año 2016 en Costa Rica.

Sin embargo, muchas empresas, especialmente pequeñas y medianas, no poseen las capacidades, los recursos o el conocimiento para implementar metodologías de cálculo de huella de carbono de forma autónoma. Esta limitación genera una brecha significativa entre las metas de sostenibilidad y la operación, dificultando la integración de criterios ambientales en sus procesos de negocio.

El proyecto responde a esta problemática al ofrecer:

- Una aplicación práctica de cálculo de huella de carbono organizacional, utilizando herramientas especializadas y estándares internacionales.
- Un modelo de transferencia de conocimiento que permita a otras empresas replicar el proceso de forma sencilla.
- Una propuesta adaptada al contexto costarricense, con enfoque en accesibilidad, claridad metodológica y aplicabilidad.

### 1.3 Justificación del problema

Para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) deben alcanzar su punto máximo en 2025, disminuir un 43% en 2030 y llegar a cero en 2050 (Ollagnier, Jamison, y Bermúdez, 2023). En la actualidad, las organizaciones enfrentan una presión en crecimiento por evaluar su desempeño ambiental y reducir los impactos negativos. Esta presión es generada por parte de regulaciones internacionales planteadas en el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de Paris, por regulaciones nacionales como la ley Orgánica del Ambiente Costarricense, y la presión por parte de los consumidores.

El cálculo de las emisiones y la medición de la huella de carbono en procesos y productos se ha transformado en el primer paso para identificar los impactos ambientales y crear estrategias para reducirlos. Desarrollar el conocimiento sobre el carbono para controlar, mejorar y crear valor con los datos de carbono que sirva a las empresas para tomar decisiones. Sin embargo, muchas empresas no tienen la capacidad técnica y metodológica para implementar estas mediciones y estrategias. Según la encuesta de RSM sobre Desafíos en materia de sostenibilidad en el escenario actual de Latinoamérica, del 2024, en Centroamérica, 38% de las compañías no realizan o no están seguras de realizar una evaluación periódica de su huella de carbono.

Este proyecto final de graduación busca responder a esa necesidad mediante un enfoque dual, por un lado, realizando un análisis práctico y riguroso de la huella de carbono en una línea productiva del cliente de Susty, Claro Telecomunicaciones S.A., y por otro, desarrollando herramientas de transferencia de conocimiento

accesibles, que promuevan la replicabilidad del ejercicio en otras empresas que estén interesadas en realizar una transición sostenible y comenzar a evaluar estos datos en su compañía y cumplir las regulaciones actuales y futuras.

El proyecto no solo aportará datos útiles para la toma de decisiones ambientales en las operaciones del cliente de Susty, sino que también contribuirá al fortalecimiento de capacidades internas en el sector privado, fomentando la transición sostenible desde una perspectiva práctica, colaborativa y basada en evidencia.

#### 1.4 Restricciones

- Disponibilidad de datos primarios: el acceso a toda la información necesaria para el cálculo se vio limitado por parte del cliente. Se restringió la obtención de ciertos datos primarios y obligó a trabajar con información parcial o estimaciones fundamentadas.
- Tiempo de implementación: este trabajo se desarrolló en un periodo de tres meses. Esto condicionó la profundidad del análisis y fue necesario planificar el tiempo de la recolección de datos, el análisis y la creación de la herramienta de transferencia de conocimiento en el plazo.
- Participación de un cliente voluntario: el desarrollo de este trabajo dependió de la colaboración voluntaria de un cliente. Esta organización tiene interés por mejorar su impacto ambiental. La disponibilidad del cliente influyó en el avance del proceso y en la cantidad de datos accesibles.

- Limitaciones del software: la herramienta digital de Susty utilizada para el procesamiento y análisis presentó algunas restricciones técnicas lo que limitó la comparación de resultados.
- Cobertura de la línea productiva: por restricciones de tiempo y acceso a la información, en análisis se concentró en las emisiones directas e indirectas por energía, abarca solamente dos categorías del alcance 3, de otras emisiones indirectas.

### 1.5 **Objetivo general**

Facilitar la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mediante la aplicación de una metodología validada y el desarrollo de un modelo de transferencia de conocimiento replicable en empresas en transición hacia la sostenibilidad, tomando como caso de estudio a Claro Telecomunicaciones S.A. en Costa Rica.

### 1.6 **Objetivos específicos**

1. Definir, el alcance del inventario de emisiones de GEI de Claro, considerando criterios de control, disponibilidad de datos y relevancia estratégica.
2. Recolectar y sistematizar los datos primarios y secundarios necesarios para el cálculo de la huella de carbono de las oficinas y la flota vehicular de la organización.

3. Aplicar la herramienta Susty y los estándares reconocidos para el cálculo de la huella de carbono, garantizando consistencia y trazabilidad en los resultados.
4. Elaborar un informe de resultados para el cliente que incluya recomendaciones técnicas orientadas a la reducción de emisiones en la flota vehicular y en las operaciones de oficina.
5. Diseñar una metodología de transferencia de conocimiento y material didáctico simplificado que facilite a empresas en transición la comprensión y aplicación de la herramienta Susty para el cálculo de su huella de carbono.

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero**

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos globales contemporáneos, con impactos significativos sobre los sistemas ecológicos, sociales y económicos. El Sexto Informe de Evaluación del Grupo de Trabajo del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, de ahora en adelante (IPCC) señala que el calentamiento del sistema climático se relaciona principalmente con las actividades humanas, en particular por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivados de la quema de combustibles fósiles, la agricultura, los procesos industriales y el cambio de uso del suelo (IPCC, 2021).

Estas emisiones antropogénicas, provocadas por el humano, alteran la composición de la atmósfera con la acumulación de gases que fortalecen el efecto invernadero

natural, provocando un aumento sostenido de la temperatura media global. El IPCC advierte que las concentraciones actuales de GEI son las más elevadas en cientos de miles de años, impulsando cambios rápidos y generalizados en el clima, incluyendo fenómenos extremos, pérdida de biodiversidad, riesgos para la seguridad alimentaria y la disponibilidad de agua.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) reconoce como GEI principales (Programa País Carbono Neutralidad, 2019):

1. dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ),
2. metano ( $\text{CH}_4$ ),
3. óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ),
4. hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ),
5. hidrofluorocarbonos (HFCs),
6. perfluorocarbonos (PFCs) y
7. trifluoruro de nitrógeno ( $\text{NF}_3$ )

El Protocolo de Montreal (ONU, s.f.) también considera hidroclorofluorocarbonos (HCFC) y clorofluorocarbonos (CFC), porque su reducción responde a su doble efecto o impacto, degradación de la capa de ozono y su alta capacidad de calentamiento global.

## **1.2 La huella de carbono como herramienta de gestión**

La huella de carbono es un indicador que permite cuantificar el total de emisiones de GEI son generadas. De forma directa o indirecta por un individuo, producto,

organización o servicio. Y se expresa en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2e</sub>) (IPCC, 2014). Cuando se trata del estudio de un producto, esta métrica considera todo el ciclo de vida del objeto: desde la extracción de materias primas, pasando por producción, uso y transporte, hasta su disposición final. En el ámbito organizacional, la huella de carbono considera desde la extracción de materias primas, transportes aguas arriba y aguas abajo, transportes y cualquier operación que realice la organización y sus colaboradores. Su cálculo facilita identificar las principales fuentes de emisión para así diseñar estrategias de reducción y comunicar los avances en sostenibilidad, inclusive certificarse. Además, constituye un instrumento clave para cumplir con compromisos internacionales y responder a la creciente presión de regulaciones y consumidores.

### 1.3 Sobre la taxonomía de emisiones

Las emisiones de GEI en el ámbito empresarial suelen clasificarse en tres categorías según las normas ISO 14064-1:2018 y el marco nacional del PPCN/INTE B5. Por otro lado, el Protocolo GEI las clasifica en “alcances” 1, 2 y 3 (2004).

Sin embargo, las normas más recientes utilizadas en Costa Rica como la ISO 14064-1:2018 y las directrices INTE B5 del Programa País Carbono Neutralidad 2.0 han adoptado una nomenclatura distinta, agrupando las emisiones en:

- directas,
- indirectas asociadas a energía importada, y
- otras indirectas.

En este trabajo se reconocerá la equivalencia conceptual entre ambos enfoques, pero se utilizará la clasificación vigente (directas e indirectas) por ser la que Costa Rica exige para reportes organizacionales.

La referencia a “alcances” se mantendrá con fines de comparación internacional y para facilitar la comprensión de los lectores acostumbrados al Protocolo GEI.

**Tabla 1**

*Clasificación de emisiones y remociones.*

Protocolo GEI	PPCN/INTE B5 ISO 14064-1:2018	Descripción
Alcance 1	Emisiones directas	Emisiones provenientes de fuentes propias o controladas por la organización, como el consumo de combustibles en vehículos y emisiones por fugas de refrigerantes.
Alcance 2	Emisiones indirectas	Emisiones asociadas a la generación de la electricidad, vapor o calor adquiridos. La generación de emisiones es fuera del control de la organización, pero se genera para su utilización.
Alcance 3	Otras emisiones indirectas	Son generadas a lo largo de la cadena de valor y se analizan en dos enfoques <ul style="list-style-type: none"> <li>• aguas arriba, por ejemplo, el uso de productos, el transporte de</li> </ul>

		<p>proveedores, la extracción de materia prima</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aguas abajo, como el transporte hacia los clientes, la disposición final de productos, los viajes de negocios.</li> </ul>
--	--	---

*Nota.* Fuente DCC-MINAE, 2019, p. 24

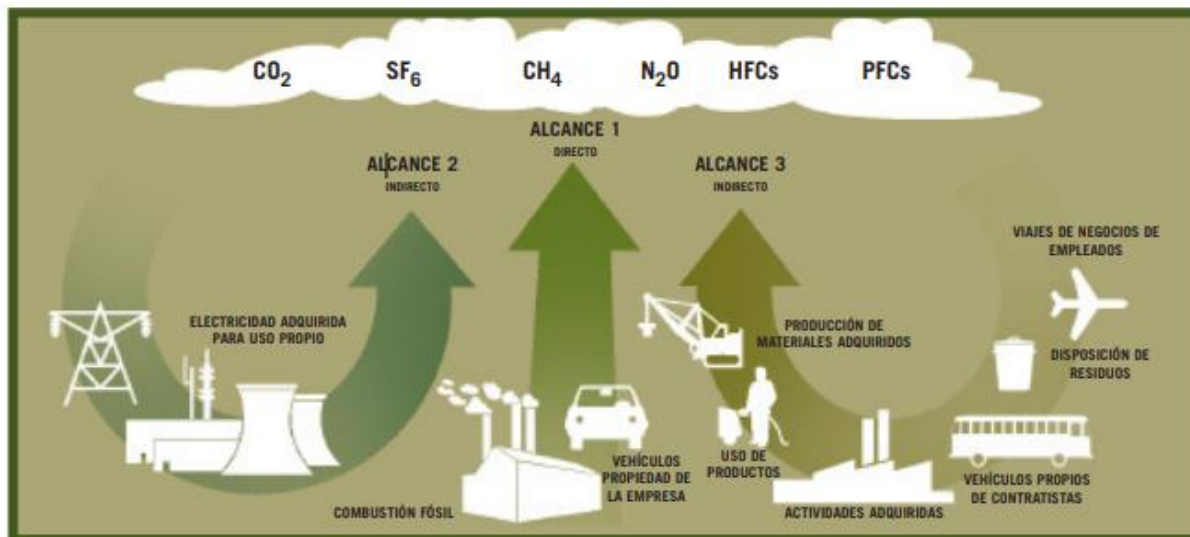
Esta clasificación permite catalogar las actividades de emisión, facilitar su comprensión y revisión, comparar inventarios entre organizaciones y construir planes estratégicos que contemplen no solo operaciones internas, sino también impactos externos vinculados a proveedores y clientes.

Como se observa en la siguiente imagen los GEI son emitidos por diferentes actividades organizacionales. Las tres flechas hacia arriba que representan la generación de emisión de GEI contemplan las tres categorías de emisión. En cada una de las flechas se observan ejemplos de las actividades que influyen en la emisión.

## Figura

1

## Categorización de emisiones a través de la cadena de valor



*Nota.* Tomado de *Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte* (p. 30), World Resources Institute, & World Business Council for Sustainable Development, 2001. En la imagen se observa los GEI emitidos por diferentes actividades organizacionales. Las tres flechas hacia arriba que representan la generación de emisión de GEI contemplan los tres alcances o categorías. En cada una de las flechas se observan ejemplos de las actividades que influyen en la emisión.

#### 1.4 Compromisos internacionales y nacionales en materia climática

El Acuerdo de París (2015) marcó un hito al comprometer a la comunidad internacional a mantener el aumento de la temperatura media global por debajo de los 2 °C respecto a niveles preindustriales y a realizar esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. Para lograrlo, se estableció la meta global de alcanzar el carbono neutralidad a mediados del siglo XXI.

Costa Rica ha asumido un papel de liderazgo en este ámbito. En 2019, el gobierno presentó el Plan Nacional de Descarbonización 2018–2050, cuyo objetivo es transformar la economía hacia un modelo bajo en emisiones, con énfasis en transporte, energía, agricultura, industria, residuos y conservación forestal (UNFCCC, 2019). Este plan se complementa con la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC). Este compromiso voluntario se asume en el marco del Acuerdo de París en el 2015 y fue actualizado en el 2020. Resume las políticas públicas para implementar en Costa Rica entre los años 2021 y 2030. Estas se enfocan en reducir emisiones de GEI en múltiples sectores (MINAE, 2020). También involucra a las empresas que forman parte de la economía del país. Obligando a los países con el apoyo de las organizaciones a presentar mecanismos transparentes de medición, reporte y verificación que le permitan demostrar los logros de objetivos (MINAE, 2019).

En el plano organizacional, Costa Rica implementó el Programa País Carbono Neutralidad (PPCN 2.0), que permite a entidades públicas y privadas avanzar en etapas de gestión de emisiones: desde el inventario hasta la categoría Carbono Neutralidad Plus. Estas categorías incentivan progresivamente la acción climática empresarial mediante la certificación bajo la norma nacional INTE B5:2020, alineada con los lineamientos del IPCC y la ISO 14064.

## 1.5 Metodologías de estudio y cálculo

Para que un inventario de GEI presente las características de credibilidad y comparabilidad depende de la aplicación de metodologías reconocidas para su estudio y cálculo. Se investigan las siguientes metodologías:

- IPCC: El IPCC prepara metodologías y directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero mediante el Grupo Especial para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Esas metodologías y directrices ayudan a confeccionar los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero, por fuentes, y de remociones, en sumideros.
- Protocolo GEI: es el estándar más utilizado por organizaciones para cuantificar emisiones en los tres alcances. Sus principios de relevancia, completitud, consistencia, transparencia y exactitud aseguran reportes confiables (WRI & WBCSD, 2024).
- ISO 14064: proporciona lineamientos para cuantificación, monitoreo, reporte y verificación de reportes de emisión de GEI, organizados en tres partes: inventarios, proyectos y validación/verificación (ISO, 2019).
- DEFRA: un departamento gubernamental de Reino Unido que publica factores de emisión actualizados para distintas actividades, usados internacionalmente cuando no existen equivalentes nacionales.

- Norma INTE B5:2020: creada en Costa Rica, adapta metodologías globales al contexto local, asegurando trazabilidad y verificación externa mediante organismos acreditados.

La metodología desarrollada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) constituye el estándar internacional más utilizado para la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero. Proporciona lineamientos que garantizan la transparencia, consistencia, comparabilidad y trazabilidad de los datos, permitiendo que tanto los países como las organizaciones cuenten con un marco sólido para medir y reportar sus emisiones (IPCC, 2021).

Desde la publicación de sus primeras directrices en el año 1996, el IPCC ha actualizado de manera periódica sus guías. Fue consolidando avances técnicos, el alcance de los sectores evaluados, e incorporando factores de emisión por defecto y metodologías más detalladas. En el año 2019 introdujo ajustes y actualizaciones científicas. En resumen, ofrece una base metodológica muy robusta para capturar nuevas fuentes y categorías de emisiones (GHG Management Institute, s.f.).

La metodología que explica el IPCC se enfoca en la relación entre la actividad y el factor de emisión, de modo que las emisiones se calculan multiplicando los datos de actividad (como litros de combustible consumidos, kilovatios-hora utilizados o kilómetros recorridos) por un factor que traduce esa actividad en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e). Este principio general se comparte con otras metodologías, y asegura una estructura uniforme para el estudio y cálculo, independientemente del sector analizado.

El IPCC distingue entre distintos niveles de complejidad metodológica, conocidos como tiers (IPCC, 2021).

- El Tier 1 es el menos preciso, utiliza factores de emisión genéricos, por ejemplo, de reportes internacionales.
- El Tier 2 se basa en factores específicos de cada país o sector, aumentando la exactitud de las estimaciones.
- El Tier 3 utiliza datos propios y modelos más detallados, lo que permite obtener cálculos más exactos.

Esta flexibilidad en la metodología posibilita que tanto países u organizaciones con recursos limitados y otros con mayor capacidad técnica puedan implementar los lineamientos y compartir el conocimiento.

Otro aspecto importante de esta metodología es que se incorporan buenas prácticas para garantizar la calidad de los inventarios. Entre ellas se encuentran la preferencia por factores de emisión representativos a nivel local y la obligación de documentar de manera transparente todas las fuentes de información, supuestos y métodos aplicados.

Si bien las directrices del IPCC fueron concebidas originalmente para los inventarios nacionales, su estructura ha sido ampliamente adoptada en el ámbito empresarial. A través de estándares como el Protocolo GEI, la norma ISO 14064 o la INTE B5 en Costa Rica, los principios del IPCC se han adaptado para permitir que las organizaciones delimiten sus fronteras operativas, recopilen datos de actividad, seleccionen factores de emisión adecuados y calculen su huella de carbono de acuerdo con los alcances definidos. De esta manera, las empresas pueden alinear

sus mediciones con marcos internacionales reconocidos y facilitar la comparabilidad de sus resultados con los de otros actores económicos y regulatorios.

El Protocolo GEI (Greenhouse Gas (GHG) Protocol) es el estándar más utilizado a nivel mundial para la cuantificación y reporte de emisiones de GEI por organizaciones, ciudades y productos. El protocolo fue desarrollado por dos organizaciones, el *World Resources Institute* (WRI) y el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Su objetivo es proporcionar un marco estándar, transparente y consistente para medir y gestionar las emisiones de GEI (WRI y WBCSD, 2024). Es ampliamente utilizado por el sector privado y programas gubernamentales para medir y reducir las emisiones de GEI.

El Protocolo GEI se fundamenta en cinco principios básicos: la relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión de los datos recopilados, que aseguran que sean útiles para el uso de la herramienta de cálculo, que los resultados sean los suficientemente veraces para la toma de decisiones, la comunicación y socialización. El objetivo del protocolo es ofrecer una guía simplificada para medir y reportar emisiones, ilustrar oportunidades de reducción, apoyar la acción por parte de administración, apoyar en el reporte a interesados siendo creíble, transparente y consistente (WRI y WBCSD, 2024).

El Protocolo GEI creó varios estándares aplicables a diferentes alcances de cálculo. El estándar corporativo, es el más común, se enfoca en las organizaciones para la medición de la huella de carbono de sus operaciones. El protocolo para proyectos, utilizado para evaluar las reducciones específicas de GEI a partir de proyectos por ejemplo de eficiencia energética o energías renovables. El estándar del producto,

para guiar la medición asociadas a todo el ciclo de vida del producto. Por último, se creó el estándar para ciudades que puede ser utilizado por gobiernos locales para contabilizar emisiones en las mismas.

Para el cálculo de la huella de carbono corporativo, el Protocolo GEI, como otros estándares reconocidos, establecen tres categorías para dividir las emisiones con base en el foco y control de la fuente de emisión. Estas categorías permiten mejorar la clasificación clara, organización y transparencia. Es necesario que la información pueda ser comparable para la presentación de informes de emisión. En resumen, el Protocolo GHG es un marco metodológico fundamental para cuantificar, clasificar, y reportar las emisiones de gases de efecto invernadero. El enfoque de tres categorías se alinea con los principios internacionales como del IPCC, estableciendo legitimidad y aplicabilidad. Asimismo, es una base para el diseño del material didáctico que acompañará el proceso de facilitación de transferencia de conocimiento hacia el personal administrativo y operativo promoviendo la transición sostenible informada y efectiva dentro de la empresa.

Otra estandarización relevante en el marco de este proyecto es la ISO 14064, perteneciente a la familia de normas ISO 14060. La Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) desarrolla documentos técnicos que transforman el conocimiento científico en herramientas prácticas. En el caso de esta familia de normas, se centra en establecer las pautas para enfrentar el cambio climático, promoviendo ajustes medibles y trazables.

Las normas ISO 14064 proporcionan claridad y coherencia en la cuantificación, seguimiento, reporte, validación y verificación de las emisiones y remociones de

gases de efecto invernadero (GEI), apoyando así el desarrollo sostenible y la transición hacia una economía baja en carbono. Como lo señala la ISO 14064-1:2019, estas normas benefician a organizaciones, proponentes de proyectos y partes interesadas en todo el mundo al estandarizar procesos y fortalecer la transparencia (ISO, 2019). En particular, la norma:

- mejora la integridad en la cuantificación de GEI;
- refuerza la credibilidad, coherencia y transparencia de los reportes;
- facilita el diseño e implementación de estrategias de gestión de GEI;
- impulsa acciones de mitigación mediante la reducción de emisiones o aumentos en las remociones;
- permite dar seguimiento al desempeño y progreso en metas climáticas.

La cuantificación de la huella de carbono según esta norma resulta clave para identificar oportunidades de reducción y remoción de GEI a lo largo del ciclo de vida de productos, bienes y servicios. La ISO 14064 se estructura en tres partes:

- ISO 14064-1: incluye requisitos y directrices para elaborar inventarios organizacionales de GEI.
- ISO 14064-2: explica lineamientos para proyectos de reducción o remoción de GEI.
- ISO 14064-3: presenta criterios para la validación y verificación de informes de emisiones.

A pesar de ser una metodología robusta y completa, su implementación representa un desafío para muchas empresas, debido a la disponibilidad de datos, la

complejidad en los cálculos y los costos asociados a la verificación externa y certificación (ISO, 2019).

Otra metodología ampliamente utilizada es la desarrollada en el Reino Unido por el Departamento de Ambiente, Alimentación y asuntos rurales conocido también por sus siglas en inglés DEFRA. DEFRA publica anualmente factores de emisión actualizados, utilizados para convertir los datos de actividad, como, por ejemplo: el consumo de energía, transporte o generación de residuos; en emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. Como el gobierno de Reino Unido indica en su página web, estos factores respetan los lineamientos del IPCC y se ajustan al contexto europeo. Esto ha facilitado su adopción internacional como referencia técnica. La metodología distribuida por DEFRA se utiliza para estimar y reportar las emisiones de GEI en organizaciones y cadenas de valor.

La metodología de DEFRA es valorada por las organizaciones porque ofrece guías prácticas, accesibles y adaptables a distintos sectores productivos. Puede ser aplicada en empresas de diferentes tamaños, incluso aquellas empresas que no cuentan con recursos para consultorías ambientales, porque está formada por manuales, tablas de factores y ejemplos de cálculo. Asimismo, promueve la mejora continua, porque los factores de emisión son revisados y actualizados anualmente y se archivan, permitiendo reflejar con mayor precisión los avances tecnológicos y cambios en la matriz energética.

La metodología que comparte DEFRA no solo constituye una fuente técnica para la estimación de la huella de carbono, también aporta en la democratización de la información ambiental. Comparte de forma gratuita reportes explicativos en detalle

de la metodología, herramientas en Excel con instrucciones y los factores de conversión por actividad. Facilita todas estas herramientas prácticas que fortalecen el empoderamiento de las organizaciones en el área ambiental mediante la alineación de sus reportes con marcos regulatorios internacionales.

Sin embargo, utilizar los datos ofrecidos por DEFRA representa, para un análisis de huella de carbono en Latinoamérica, el uso de información del Tier 1 según el IPCC, el menos preciso y recomendable. Es preferible recuperar este dato de una fuente Latinoamericana o del país donde se realiza el cálculo, al menos.

A nivel nacional, el gobierno ha desarrollado el Programa País sobre Carbono Neutralidad (PPCN), y propone el uso de la ISO 14064:2019 y la norma INTE B5:2020. La norma INTE B5:2020, desarrollada por la Dirección de Cambio Climático (DCC) de Costa Rica, define los criterios para que una organización certifique que sus emisiones netas de GEI han sido neutralizadas mediante un enfoque riguroso y transparente según se explica en su guía de participación en el programa PPCN (2019). Este estándar exige la elaboración de un inventario detallado de emisiones y remociones. Utilizando metodologías reconocidas internacionalmente como la IPCC y la ISO 14064.1, seguido de estrategias eficaces de reducción y la compensación de emisiones residuales mediante esquemas certificados nacionalmente.

El proceso se sustenta en un sistema de gestión estricto que promueva la calidad, trazabilidad y verificación externa por organismos acreditados. Adicionalmente, el Programa País Carbono Neutralidad otorga reconocimientos por etapas de avance en este camino: desde el inventario hasta el nivel Carbono Neutralidad Plus,

impulsando el compromiso continuo de las organizaciones con la sostenibilidad climática.

El PPCN (MINAE, 2020) establece distintas categorías que permiten reconocer el grado de avance de las organizaciones en la gestión de sus emisiones de GEI. La categoría Carbono Inventario corresponde al reporte de emisiones, mientras que Carbono Reducción añade la implementación de acciones para disminuirlas. En un nivel más avanzado, la categoría Carbono Reducción Plus reconoce a las organizaciones que, además de cumplir con la reducción, demuestran esfuerzos que superan los requisitos mínimos establecidos.

Posteriormente, la categoría Carbono Neutralidad se otorga a las organizaciones que logran llevar sus emisiones netas a cero, mediante acciones de mitigación, participación en proyectos de reducción o la compra de créditos de carbono. Finalmente, la categoría Carbono Neutralidad Plus distingue a aquellas entidades que, además de alcanzar la neutralidad, implementan medidas adicionales de mitigación y remoción de GEI que van más allá de lo requerido, consolidándose como líderes en la acción climática empresarial.

Ahora, en referencia a la conceptualización del cálculo de huella de carbono, se fundamenta en principios metodológicos que garantizan la credibilidad y comparabilidad de los resultados. El PPCN en su guía establece los principios de integridad, coherencia, exactitud, legalidad y eficiencia, los cuales aseguran que los inventarios de GEI reflejen de manera completa y transparente las emisiones y remociones asociadas a las operaciones de una organización (2020). Estos principios son consistentes con los lineamientos internacionales de la ISO 14064 y

del Protocolo GEI, que incorporan nociones como relevancia, completitud, consistencia y transparencia.

### **1.6 Conceptos técnicos clave en el cálculo de la huella de carbono**

El cálculo de la huella de carbono exige definir límites organizacionales que se refiere a criterios de control financiero, operacional o de participación accionaria. Y límites operativos que buscan reconocer qué procesos o instalaciones se incluyen. Asimismo, se establece un año base, que sirve de referencia temporal para comparar avances. La guía de PPCN explica el año base como el primer año comparativo del cálculo de huella de carbono, el que se utiliza como base de las estrategias de reducción.

En este paso se detalla hasta dónde se incluyen las operaciones de una organización dentro del inventario de GEI. Según el PPCN, estos pueden establecerse bajo criterios de control operacional, control financiero o participación accionaria, lo que coincide con los enfoques aceptados internacionalmente. De forma complementaria, los límites operativos determinan cuáles actividades, procesos o instalaciones generan emisiones relevantes para ser contabilizadas, integrando así las fuentes y sumideros dentro del área establecida.

La identificación de fuentes y sumideros de emisiones constituye otro paso esencial. Las organizaciones deben cuantificar todas las actividades emisoras (combustión, transporte, procesos industriales) y remociones (reforestación, conservación forestal u oceánica). En el caso de otras fuentes indirectas de emisión, para priorizar, se recomienda construir una matriz de significancia, que clasifica las

fuentes según magnitud, relevancia y grado de control. El Protocolo GEI propone tres pasos principales para decidir qué actividades incorporar como indirectas significativas:

1. Describir la cadena de valor de la organización, e identificar cuántos niveles aguas arriba y aguas abajo se desea considerar.
2. Considerar factores como la externalización de servicios, el uso de materiales con alta intensidad de carbono (como cemento, acero o aluminio), o la dependencia de proveedores intensivos en emisiones.
3. Identificar socios clave de la cadena de valor que generen grandes cantidades de GEI, con el fin de obtener datos más precisos y representativos.

La calidad de los datos es un pilar central del cálculo de huella de carbono. Se privilegian fuentes primarias o Tier 3 (mediciones directas, facturas de combustible y electricidad) y se complementan con fuentes secundarias o Tier 1 y Tier 2 cuando no existe información directa. Los factores de emisión convierten datos de actividad (ejemplo: litros de diésel) en emisiones de CO<sub>2</sub>e, y deben seleccionarse de fuentes confiables como el IPCC, DEFRA o instituciones nacionales como el Instituto Meteorológico Nacional (IMN, MINAE).

Los marcos, programas y reglamentaciones presentadas buscan lograr la meta de carbono neutralidad para el año 2050 como se pactó en el Acuerdo de Paris en el año 2015. El carbono neutralidad es la condición en la que las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y emisiones de otros GEI, asociadas a una actividad se equilibran con las remociones de emisiones causadas por esta actividad humana. Como indica

el Sexto Informe del IPCC (2021), este equilibrio puede aplicarse a diferentes niveles como países, organizaciones, actividades, productos o servicios. En el caso de las empresas, lograr ser carbono neutral implica cuantificar y reducir sus emisiones directas e indirectas a lo largo de toda su cadena de valor, y compensar aquellas emisiones que no pueden eliminarse.

Como se explica en el PPCN (2019), la carbono neutralidad se logra por medio de un proceso transparente de medición de las fuentes de emisión, remoción y compensación. El resultado de las emisiones ( $\sum E$ ) menos las remociones ( $\sum R$ ), menos la compensación ( $\sum C$ ), es igual a cero. Se expresa con la siguiente ecuación:

$$\sum E - \sum R - \sum C = 0$$



Inventario GEI

Para efectos del programa, la resta entre las emisiones y las remociones representa el cálculo del inventario de GEI. El inventario de GEI se construye a partir de la lista de actividades de emisión y los datos de emisión recolectados del año base y esta ecuación. La E de la ecuación corresponde a la medición verificable de emisiones totales y remociones dentro del límite operativo, y dentro del límite del año base, que debe coincidir con el año del reporte. La organización debe decidir el año base que se estudiará. Este representa el punto de referencia temporal contra el cual se mide y evalúa el progreso de la organización. En Costa Rica, el PPCN establece que corresponde generalmente al año calendario (del 1 de enero al 31 de diciembre), y debe mantenerse de manera consistente a lo largo del tiempo, salvo ajustes justificados por cambios estructurales en la organización. La R de la

ecuación representa las reducciones de emisiones, incluye las estrategias de la organización a través de la implementación de acciones planeadas para reducir la emisión de GEI. Estas reducciones no se deben restar directamente en la ecuación, ya que al realizar la contabilidad de emisiones se reflejan de forma integrada en el valor.

Finalmente, la C de la ecuación corresponde a la compensación, entendida como un mecanismo que previene la liberación de gases de efecto invernadero mediante la adquisición de reducciones o remociones en forma de créditos de carbono generados por terceros, fuera de los límites operacionales de la organización.

La compensación constituye la última etapa en la gestión de la huella de carbono y se refiere al proceso mediante el cual una organización neutraliza las emisiones que no ha podido reducir directamente, mediante la adquisición de reducciones o remociones certificadas de gases de efecto invernadero. En el marco del PPCN de Costa Rica, esta compensación se realiza principalmente a través de proyectos nacionales de reducción o captura de GEI, como la protección de bosques, reforestación o proyectos energéticos renovables, lo que asegura beneficios ambientales y sociales locales.

A nivel internacional, la compensación se basa en la compra de créditos de carbono certificados bajo estándares reconocidos como *Verified Carbon Standard* o *Gold Standard*. Es fundamental resaltar que la compensación no sustituye los esfuerzos internos de reducción, sino que complementa la estrategia integral de descarbonización de la organización, asegurando el cumplimiento del principio de

responsabilidad climática y aportando a la transición hacia economías bajas en carbono.

En cuanto a la identificación de fuentes de emisión y sumideros, el PPCN requiere que las organizaciones identifiquen de forma exhaustiva todas las fuentes que liberan GEI y los sumideros que los absorben. Se categorizan por emisiones directas, emisiones indirectas por energía y otras emisiones indirectas para estructurar el inventario y establecer estrategias de reducción y compensación. Esta división, compartida con la ISO 14064 y el Protocolo GEI, facilita la comparabilidad internacional de los reportes.

Otro tema que comparten todos los principios estudiados, la recolección de información veraz es un pilar clave del proceso, ya que la calidad del inventario depende de la confiabilidad y trazabilidad de los datos. Se recomienda priorizar fuentes primarias o Tier 3 y complementar con fuentes secundarias Tier 1 y Tier 2 cuando no exista información directa. Para estructurar esta información, el PPCN propone el uso de una matriz práctica de recolección de datos, que organiza las fuentes, responsables, periodicidad y métodos de recolección, lo que asegura un proceso ordenado y transparente.

Los factores de emisión constituyen un elemento técnico esencial utilizado por las metodologías de cálculo. Establecen la relación entre la actividad medida (ejemplo: litros de diésel consumidos) y la cantidad de emisiones generadas (ejemplo: kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente). Estos factores pueden provenir de bases de datos internacionales como las del IPCC o DEFRA, o de fuentes nacionales como el Instituto Nacional de Meteorología, el MINAE-DCC en Costa Rica, y deben

seleccionarse en función de su pertinencia, actualidad y coherencia con el contexto local

El uso del CO<sub>2</sub> equivalente permite comparar y agregar diferentes gases de efecto invernadero según su potencial de calentamiento global (PCG o GWP, por sus siglas en inglés). Este índice expresa cuántas veces más calor puede atrapar un gas en la atmósfera en comparación con el CO<sub>2</sub> en un periodo determinado (DCC, 2019). Esto quiere decir, que este valor indica cual es el potencial de calentar la atmosfera de cada GEI en comparación al CO<sub>2</sub>eq. Estos valores son calculados anualmente y se ubican en informes científicos. En Costa Rica, el Instituto Meteorológico Nacional publica periódicamente los valores oficiales de PCG.

En síntesis, los conceptos técnicos que fundamentan el cálculo de la huella de carbono, tales como los límites organizacionales y operativos, las categorías de emisión, la calidad de los datos, la significancia y los factores de emisión, garantizan que los inventarios de GEI sean comparables, verificables y trazables en el tiempo. El Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN) de Costa Rica se alinea con marcos internacionales como la ISO 14064 y el Protocolo GEI, lo que permite a las organizaciones aplicar metodologías consistentes y reconocidas globalmente, pero adaptadas al contexto nacional. Este marco asegura que los esfuerzos de cuantificación, reducción y compensación de emisiones respondan a criterios de integridad y transparencia, sentando así la base para la toma de decisiones y la implementación de estrategias efectivas de mitigación del cambio climático.

### **1.7 Retos y oportunidades de la transición sostenible empresarial**

El liderazgo ambiental emerge como una competencia clave en la transición hacia modelos empresariales sostenibles y regenerativos. Este tipo de liderazgo va más allá de la gestión técnica de los impactos ambientales, implica una visión ética, sistémica y transformadora capaz de movilizar personas y recursos hacia el bienestar de toda forma de vida. Según Edward Müller (2025) en su escrito “¿Qué pasaría si te dijera que podemos revertir el cambio climático y el colapso planetario?”, la regeneración representa un nuevo paradigma que trasciende el enfoque tradicional de “hacer menos daño”, proponiendo en su lugar la creación de condiciones que permitan a los ecosistemas y a las comunidades humanas prosperar en conjunto. En este contexto, los líderes ambientales son agentes de cambio que comprenden la interdependencia entre los sistemas ecológicos, sociales y económicos, y que orientan la toma de decisiones hacia el restablecimiento del equilibrio planetario.

La gerencia ambiental, por su parte, se transforma en una práctica integradora que requiere adoptar perspectivas holísticas y transdisciplinarias e ir más allá que la “sostenibilidad”. Esto demanda nuevas capacidades de gestión basadas en la cooperación, la innovación y la ética, donde la rentabilidad es como el medio para regenerar la vida, no como un fin en sí. En palabras de Müller, “simplemente hacer menos daño ya no es una opción viable”; es necesario que cada acción empresarial contribuya activamente a restaurar la biodiversidad, fortalecer las comunidades locales y regenerar los ecosistemas que sustentan la economía. Así, el liderazgo y la gerencia ambiental regenerativa se convierten en pilares fundamentales para

guiar la transición empresarial hacia un modelo que no solo sea sostenible, sino que esté verdaderamente al servicio de la vida y sea regenerativo.

En este escenario, el liderazgo y la gerencia ambiental regenerativa no solo inspiran un cambio cultural dentro de las organizaciones, sino que también constituyen la base para enfrentar los desafíos de la gestión sostenible. La capacidad de los líderes para integrar la visión ética en la toma de decisiones permite traducir la regeneración en acciones concretas, como la gestión de emisiones, la eficiencia energética o la innovación en procesos productivos. De esta manera, el liderazgo ambiental actúa como el puente entre la aspiración de regenerar y la implementación de estrategias empresariales alineadas con los marcos regulatorios internacionales y las demandas del mercado global que acercan a la misión de regeneración.

La gestión de emisiones en las empresas enfrenta barreras como limitaciones financieras, falta de capacidades técnicas o ausencia de datos confiables, particularmente en pequeñas y medianas empresas (Diez-Martínez & Peiró-Signes, 2022). Sin embargo, también ofrece oportunidades en competitividad, reputación, innovación, acceso a mercados y financiamiento verde.

En un contexto global, marcos como el Pacto Verde Europeo plantean requisitos estrictos a socios comerciales. Aprobado en 2020, establece el compromiso de la Unión Europea de reducir un 55 % de sus emisiones para 2030 y alcanzar la neutralidad climática en 2050 (FreshFruitPortal, 2024). Entre sus medidas se incluyen el Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera y la Directiva de Reporte

de Sostenibilidad Corporativa, que obligan a empresas exportadoras hacia Europa a reportar su huella de carbono (European Commission, 2025; IBM, s.f.).

El Pacto Verde Europeo representa una presión externa que impulsa por la competitividad y se ajusta a las expectativas de los clientes. Es un incentivo que impulsa la transición sostenible, obligando a las organizaciones y a los países a medir, controlar, mejorar e innovar sus procesos con el objetivo de reducir los impactos ambientales para así hacer negocios con la Unión Europea.

Para Costa Rica, cuyo 37 % de exportaciones agroindustriales se destinan a la UE, este marco regulatorio implica la necesidad de adoptar metodologías de cálculo y reportes ambientales estandarizados, así como procesos de innovación en empaque, transporte y eficiencia productiva (FreshFruitPortal, 2024).

La presión internacional por cumplir con los compromisos pactados en acuerdos multilaterales y regulaciones territoriales ha llevado a que los gobiernos, las instituciones y los organismos internacionales desarrollen iniciativas que promuevan activamente la integración de prácticas sostenibles en las empresas (Diez-Martínez y Peiró-Signes, 2022). En este contexto, las organizaciones se han visto obligadas a adaptar sus estrategias corporativas y modelos de negocio para alinearse con objetivos de sostenibilidad a largo plazo. Esta transformación implica ajustes estructurales y también un cambio en la visión, misión y valores de las empresas, orientándolas hacia modelos de desarrollo más resilientes, responsables e inclusivos.

El proceso de transición sostenible no es simple, especialmente en un contexto globalizado en el que las cadenas de valor son como redes complejas de actores

interdependientes. La coordinación entre estos actores, la recopilación de información y medición del impacto y de las emisiones de GEI representan algunos de los principales desafíos para las empresas. A pesar de la existencia de marcos de referencia que ofrecen una visión de cómo integrar la sostenibilidad, la mayoría son herramientas cualitativas que limita la aplicación práctica y la posibilidad de medir de forma objetiva el éxito de su implementación (Diez-Martínez y Peiró-Signes, 2022). Según el estudio de Transición hacia la sostenibilidad (2022), existe una brecha en la disponibilidad de métricas cuantitativas y estandarizadas, compromiso de gerencia, falta de indicadores clave de desempeño (KPIs) ambientales para que la organización monitoree, estudie y mejore su desempeño en materia ambiental, social y de gobernanza (ESG).

A nivel organizacional, los factores internos como la cultura empresarial, la estructura de gobernanza y la disposición hacia la innovación colaborativa desempeñan un rol fundamental en la incorporación de estrategias sostenibles. No obstante, también se reconoce la influencia significativa de factores externos, como las políticas públicas, la presión de los consumidores o la dinámica competitiva del mercado. La interacción entre estos factores puede transformar los procesos internos de una empresa. La transición hacia modelos de negocio sostenibles requiere herramientas operativas, y también de una visión estratégica que permita enfrentar los desafíos asociados a la sostenibilidad, generar valor y responder a las exigencias de un entorno complejo y regulado.

En este contexto, resulta fundamental reconocer que la necesidad de gestionar y reportar emisiones no se limita al sector exportador ni a las actividades productivas

tradicionales. Las empresas del sector servicios, particularmente aquellas del ámbito tecnológico y de telecomunicaciones, también generan impactos significativos en su operación diaria, tanto por el consumo energético como por el uso de flotas vehiculares, centros de datos y oficinas administrativas.

Por ejemplo, en empresas con presencia nacional e inserción en cadenas de valor globales, la medición de su huella de carbono representa una oportunidad estratégica para anticiparse a futuras exigencias regulatorias, fortalecer su reputación corporativa y avanzar en sus metas de sostenibilidad. Si cuenta con procesos complejos, un alto número de colaboradores y una estructura organizacional distribuida en distintas sedes, la empresa enfrenta desafíos típicos de organizaciones grandes en cuanto a disponibilidad de datos, trazabilidad y coordinación interdepartamental. Enfocarse en los límites organizacionales permite identificar las fuentes más relevantes de emisión y proponer acciones de mitigación, y también generar capacidades internas y modelos replicables que faciliten la gestión ambiental en otras áreas de la empresa y en organizaciones similares en transición hacia la sostenibilidad.

### **1.8 Enfoque pedagógico y de gestión del conocimiento**

Para la transición empresarial hacia la sostenibilidad se debe transformar el conocimiento ambiental a una experiencia compartida y colaborativa dentro de la organización. No se debe limitar la participación de los colaboradores a la recopilación de datos técnicos, debe haber un involucramiento de conocimiento y tareas. Mantener al equipo informado e involucrado es fundamental para crear

equipos colaborativos motivados por el objetivo final del proyecto de cálculo de huella de carbono. Como lo desarrolla el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) en un informe sobre La Conciencia Ambiental en Costa Rica producto del Proyecto para la Promoción del Manejo Participativo en la Conservación de la Biodiversidad (Proyecto MAPCOBIO) (2017).

La educación ambiental, debe ser un proceso integrador, además de informativo, debe ser reflexivo, crítico y participativo, para promover que los colaboradores entiendan los retos climáticos, y se sientan parte de la solución. Este enfoque, que ha sido aplicado en contextos como el del SINAC en Costa Rica, se basa en la capacitación de facilitadores locales, la construcción de capacidades institucionales y la generación de herramientas pedagógicas útiles y accesibles. Adaptando el concepto de educación ambiental al ámbito empresarial, este enfoque permite que las personas se apropien del conocimiento técnico y lo conviertan en acciones concretas e importantes dentro de sus roles.

En el marco de este proyecto, los manuales de instrucciones y guías didácticas son instrumentos prácticos para democratizar el conocimiento. Los materiales diseñados con lenguaje claro y sencillo permiten que tanto el comité de sostenibilidad, los equipos operativos y nuevos colaboradores accedan a las metodologías de cálculo de huella de carbono, comprendan los estándares aplicables y se apropien de los procesos sin depender de consultores externos. La autonomía gracias a la educación ambiental sobre el proceso y herramientas didácticas fortalecen la cultura organizacional, reduce la dependencia de recursos

externos y genera mayor eficiencia en la gestión ambiental (Universidad del Rosario, 2014).

Basado en los aportes de la educación ambiental como proceso interdisciplinario y participativo (SINAC, 2008; Universidad del Rosario, 2014), el uso de herramientas pedagógicas estructuradas fomenta el empoderamiento de los empleados y promueve la colaboración interdepartamental. Al capacitar equipos en diferentes áreas, como operaciones, finanzas, mantenimiento, flotilla vehicular y recursos humanos, se favorece la comprensión transversal de los desafíos ambientales y promueven que se identifiquen oportunidades de reducción de emisiones en cada área. Esta sinergia fortalece la visión corporativa, se integra la sostenibilidad como parte de la estrategia empresarial, alineando los objetivos ambientales con la misión y valores corporativos, y favoreciendo una toma de decisiones informada y colaborativa.

Un manual práctico, sencillo y pedagógico de cálculo de huella de carbono para personas no técnicas también debe estar orientado a la medición y mejora continua para consolidar los avances a largo plazo. Si se logra que los colaboradores internalicen cómo medir, reportar y analizar los datos de huella de carbono, se facilita la revisión periódica de los procesos, la identificación de nuevas oportunidades de eficiencia y la actualización de prácticas. En este escenario, un manual y herramientas prácticas y didácticas serían instrumentos vivos que se retroalimentan con la experiencia organizacional, fortalecen la capacidad institucional y promueven la cultura de mejora continua y rendición de cuentas.

En el marco de este proyecto final de graduación, la gestión de la huella de carbono se considera un objetivo clave dentro de la sostenibilidad organizacional, al establecer un punto de partida para conocer los impactos generados en términos de emisiones de GEI a la atmósfera y permitir realizar ajustes operacionales que buscan reducir el impacto ambiental. No obstante, este estudio requiere herramientas prácticas para su medición, monitoreo y reporte. Para facilitar y motivar el análisis en empresas de todos los tamaños, deben existir herramientas que ayuden a los encargados a recopilar la información de forma confiable y a realizar los cálculos considerando todos los requisitos de la metodología de cálculo seleccionada.

Los estándares internacionales, marcos y programas nacionales buscan contribuir a que los interesados formen parte de este análisis y establecer lineamientos que permitan que los resultados sean comparables y utilizables. Sin embargo, existe una barrera para las organizaciones pequeñas y medianas que no cuentan con los recursos suficientes para invertir en un especialista que realice estos cálculos técnicos, muchas veces costosos. Por esto, este trabajo busca democratizar este conocimiento y educar a la gerencia y a los comités de sostenibilidad voluntarios de las organizaciones, de manera que comprendan el tema, puedan realizar el análisis por sí mismos y continúen aportando a las metas nacionales y globales.

## **MARCO METODOLOGICO**

Descripción del contexto del sitio, en dónde se lleva a cabo el trabajo.

## 1.1 Marco referencial o institucional

Claro, como lo indica en su página oficial en Costa Rica, es una empresa de telecomunicaciones perteneciente a América Móvil, uno de los grupos más grandes de telecomunicaciones en América y el mundo. Su presencia en Costa Rica desde el 2011, y en la región centroamericana le ha permitido consolidarse como un actor estratégico en la digitalización, conectividad y acceso a servicios de información, posicionándose como un proveedor clave de soluciones tecnológicas en telefonía móvil, fija, internet, televisión por suscripción y servicios corporativos. Esta trayectoria la convierte en una organización con un alto grado de incidencia en la vida cotidiana de la población, así como en los sectores productivos que dependen de la conectividad para su operación

Claro posee diversas líneas de servicio, que van desde soluciones individuales hasta paquetes integrales dirigidos a empresas (Claro, 2025). Su modelo de operación requiere el soporte de infraestructura tecnológica de gran escala, tales como redes móviles, centros de datos, sistemas de transmisión y logística asociada, por ejemplo, el amplio uso de flotilla vehicular. Esta complejidad genera un importante consumo energético y de recursos, lo que hace necesario implementar estrategias de sostenibilidad y eficiencia que reduzcan el impacto ambiental asociado a la operación.

La relevancia de Claro como estudio de caso para el cálculo de la huella de carbono radica en el impacto ambiental intrínseco de las telecomunicaciones, especialmente en el consumo eléctrico de sus centros de datos y redes, así como en la cadena de valor que incluye proveedores y logística. El análisis de la huella de carbono permite

identificar oportunidades de reducción de emisiones y, al mismo tiempo, fortalecer la capacidad de la empresa para responder a exigencias normativas y regulatorias, tanto nacionales como internacionales. En este marco, la transferencia de conocimiento y la capacitación interna adquieren un papel fundamental: al generar manuales de instrucción y estrategias de democratización de la información, se promueve la autonomía de los equipos, el empoderamiento de los colaboradores y la colaboración interdepartamental, condiciones necesarias para lograr mejoras sostenidas en el tiempo.

## **1.2 Antecedentes de la Institución**

La empresa ha manifestado un creciente interés por la gestión ambiental y la sostenibilidad corporativa, incorporando dentro de sus políticas la eficiencia energética, la optimización de recursos y la transición hacia el uso de fuentes renovables. Claro Costa Rica se ha consolidado como un actor relevante en materia de sostenibilidad corporativa, al ser la primera operadora en recibir el Galardón Verde por operar con un 97,9 % de energía renovable en el período 2018–2019, mediante acciones como la sustitución de luminarias tradicionales por tecnología LED y la incorporación de paneles solares en algunas de sus instalaciones (La República, 2019). Este reconocimiento evidencia el compromiso de la empresa con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y con la transición hacia un modelo energético más limpio.

En paralelo, la empresa ha impulsado programas de reciclaje de residuos electrónicos, logrando recolectar más de 11 toneladas en el año 2023. Estas

iniciativas se complementan con proyectos de educación e inclusión digital, tales como Aldeas Digitales y Mujeres ON, que promueven el empoderamiento tecnológico y el acceso a herramientas digitales en comunidades vulnerables (Revista Summa, 2023). Por otro lado, tiene un gran impacto como

Adicionalmente, Claro Costa Rica ha recibido el reconocimiento de la Bandera Azul Ecológica, otorgado por el Ministerio de Salud, debido a sus esfuerzos en gestión ambiental, eficiencia energética y mitigación de impactos climáticos negativos (Periódico Pura Vida, 2022). Estos logros refuerzan la posición de la compañía como referente nacional en la integración de la sostenibilidad en sus operaciones.

En el plano corporativo global, América Móvil, la empresa matriz de Claro ha establecido objetivos alineados con estándares internacionales de sostenibilidad.

Entre sus principales metas se encuentra alcanzar la carbono-neutralidad en 2050, y lograr para 2030 una reducción del 52 % en las emisiones de los alcances de emisiones directas e indirectas por energía, así como del 14 % en el alcance de otras emisiones indirectas, tomando como línea base el año 2019 (América Móvil, 2023). Estas metas reflejan un compromiso estratégico de largo plazo y justifican la

pertinencia de analizar a Claro como un caso de estudio en proyectos orientados a la gestión de la huella de carbono y la transición empresarial hacia la sostenibilidad.

La inclusión de Claro dentro de este estudio se justifica no solo por su peso en el mercado nacional, sino también por su potencial para transformarse en un referente regional de prácticas sostenibles en el sector de telecomunicaciones. Al integrar la visión corporativa con una estrategia ambiental clara, y al establecer procesos de medición, mejora continua y transferencia de conocimiento, la empresa puede

contribuir a la transición hacia modelos de negocio más responsables, resilientes y alineados con los retos del cambio climático.

### 1.3 Misión y visión

- Misión: Ser líderes en telecomunicaciones en toda la región Centroamericana.
- Visión: Mejorar la vida de los clientes, ayudando a las personas, negocios y comunidades a estar más y mejor conectados con el mundo.

### 1.4 Estructura organizativa

La cultura organizacional de Claro Costa Rica se caracteriza por ser disruptiva, innovadora y flexible, con un fuerte énfasis en el trabajo colaborativo y en la autonomía de sus equipos. Según MyDNA Digital, la compañía promueve esquemas basados en proyectos y procesos de decisión menos jerárquicos, lo que fomenta una mentalidad emprendedora y visionaria entre sus colaboradores (Claro Costa Rica, s.f.). En parte del área que se estará desarrollando el cálculo de huella de carbono se encuentra el equipo especializado en proyectos encargado de recibir ideas innovadoras de todos los colaboradores, para estudiarlas e implementarlas. Estos valores culturales se encuentran alineados con los principios de América Móvil, empresa matriz de Claro, que impulsa la innovación, la descentralización y el trabajo colaborativo como ejes estratégicos fundamentales (América Móvil, s.f.). Asimismo, la compañía ha realizado importantes inversiones en infraestructura tecnológica, operando con más del 97 % de su red en tecnología 4G y alcanzando

cobertura en el 92 % de los distritos del país, lo cual refleja una cultura orientada hacia la excelencia y la expansión tecnológica (Revista Sobrevuelo, 2021).

Estos elementos culturales de innovación, autonomía y orientación a la calidad tecnológica establecen un terreno favorable para la implementación de iniciativas como la medición de la huella de carbono y la transferencia de conocimiento ambiental, ya que la flexibilidad organizativa permite una mayor apropiación y compromiso de los colaboradores con los objetivos de sostenibilidad.

### **1.5 Productos que ofrece**

Claro Costa Rica ofrece una cartera diversificada de productos y servicios de telecomunicaciones, que incluyen telefonía móvil en modalidades prepago y pospago con beneficios como redes sociales ilimitadas, acumulación de datos y roaming en América sin Fronteras, servicios de internet ultrarrápido mediante fibra óptica simétrica, con velocidades de hasta 400 Mbps y paquetes integrales que combinan internet, telefonía y televisión digital (Delfino.cr, 2025); también comercializa dispositivos móviles, accesorios y permite la contratación en línea con entrega gratuita (Tienda en Línea Claro, s.f.). Además, Claro brinda acceso a plataformas digitales como Claro Video y Claro Música, posicionándose como un proveedor integral que integra conectividad, entretenimiento y soluciones digitales en un solo ecosistema.

### **1.6 Limite organizacional**

El inventario de emisiones de GEI de Claro Telecomunicaciones S.A. se centra en las actividades desarrolladas en las instalaciones de Torre Cordillera, ubicada en

Pavas, San José, Costa Rica. El estudio se delimita específicamente a los pisos cinco y seis del edificio, espacios sobre los cuales la organización ejerce control operativo y financiero. En estos niveles se concentran las operaciones administrativas, estratégicas y de soporte de la compañía, siendo una representación integral de su funcionamiento interno.

Durante la visita de las oficinas de la organización, se demostró que en el quinto piso se encuentran los departamentos de Recursos Humanos, Compras, Finanzas, Legal, Auditoría, Regulación y Sistemas Tecnológicos, áreas que desempeñan un papel fundamental en la gestión corporativa y en la toma de decisiones estratégicas. Por su parte, en el sexto piso operan los equipos de Gerencia, Servicio al Cliente, Proyectos y otras áreas clave de coordinación interdepartamental, que contribuyen de manera directa a la implementación de los objetivos de negocio y de sostenibilidad de la empresa.

El alcance del inventario incluye, además, las emisiones asociadas al uso de los vehículos corporativos asignados al personal de estas oficinas, los cuales constituyen una fuente directa de consumo de combustibles fósiles y, por lo tanto, de emisiones directas. Esta inclusión busca ofrecer un panorama más completo de la huella de carbono derivada de las operaciones administrativas y de movilidad vinculadas al centro de trabajo.

En estas instalaciones laboran aproximadamente 400 colaboradores, quienes cumplen con un horario presencial de lunes a viernes, de 7:00 a.m. a 5:00 p.m. La dinámica de concentración del personal en un único espacio físico, junto con la diversidad de funciones que desempeñan los distintos departamentos, convierte a

la Torre Cordillera en un escenario representativo para el cálculo de emisiones y para la implementación de medidas de gestión ambiental en el marco de los objetivos de sostenibilidad corporativa.

### **1.7 Procedimiento metodológico para la realización del diagnóstico**

Este proyecto se desarrolló con un enfoque aplicado y mixto, cualitativo y cuantitativo. Combina el análisis técnico de datos reales con la interpretación de la experiencia de la aplicación práctica. El propósito del estudio es resolver la necesidad de capacitar y facilitar el cálculo de huella de carbono organizacional a personal no especializado, por medio de la elaboración de un manual didáctico y una herramienta de cálculo sencilla.

El enfoque mixto permite estudiar la parte cuantitativa centrada en la recopilación de datos y el análisis de datos de consumo. La parte cualitativa, se orienta a la evaluación subjetiva del proceso de cálculo, el uso de las herramientas y el aprendizaje práctico. De esta forma, el estudio integra la teoría con la práctica, así se genera conocimiento técnico y material pedagógico que se puede replicar en otras organizaciones interesadas en la transición hacia la sostenibilidad.

### **1.8 Fuentes de información**

En el marco de este proyecto final de graduación se investigaron diversas metodologías y referencias técnicas que sustentan el desarrollo del manual y la herramienta de cálculo de huella de carbono.

#### **Fuentes primarias**

- Protocolo GHG: desarrollado por el *World Resources Institute (WRI)* y el *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, es el estándar más utilizado a nivel global para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en los tres alcances. Sus principios de relevancia, completitud, consistencia, transparencia y exactitud garantizan la elaboración de inventarios y reportes confiables (WRI & WBCSD, 2024).
- DEFRA: el *Department for Environment, Food and Rural Affairs* del Reino Unido publica factores de emisión actualizados para diversas actividades. Estos factores son ampliamente utilizados a nivel internacional cuando no existen equivalentes nacionales. DEFRA también ofrece documentos metodológicos detallados sobre el proceso de cálculo de emisiones.
- Programa País Carbono Neutralidad (PPCN): Elaborado por la Dirección de Cambio Climático de Costa Rica, proporciona lineamientos específicos para el diseño y desarrollo de inventarios corporativos de GEI, incluyendo la identificación de fuentes de emisión, la selección de factores de emisión y la aplicación de metodologías nacionales para su cálculo.
- El aprendizaje autodidáctico se reforzó con la participación de un programa ofrecido por la red colaborativa de freelancers *Karbon Me*, la cual reúne especialistas en el tema de cálculo de huella de carbono que ofrece al público. Esta combinación entre la formación teórica y normativa y la aplicación práctica permitió un aprendizaje holístico que integró el conocimiento conceptual con la experiencia real.

### **Fuentes secundarias**

- Norma INTE B5:2020: Desarrollada por la Dirección de Cambio Climático de Costa Rica, esta norma adapta metodologías internacionales al contexto nacional, garantizando trazabilidad y coherencia con los requisitos de certificación de carbono neutralidad.
- ISO 14064: Proporciona lineamientos internacionales para la cuantificación, monitoreo, reporte y verificación de emisiones de GEI. Está organizada en tres partes: inventarios, proyectos y validación/verificación (ISO, 2019). Dado que su consulta completa requiere la adquisición de los textos oficiales, en este proyecto final de graduación se realizó una revisión parcial de su estructura y principios.
- IPCC: El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático desarrolla metodologías y directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, a través del Grupo Especial de Inventarios Nacionales. Estas guías permiten calcular las emisiones y remociones de GEI por fuentes y sumideros. Aunque sus metodologías son de aplicación nacional y no empresarial, fueron consultadas como referencia técnica complementaria.

### 1.9 Técnicas de Investigación

Se aplicaron las siguientes técnicas de investigación:

- Revisión documental: Dado que este es un tema ampliamente estudiado y respaldado científicamente, existen diversos marcos, normas y programas internacionales y nacionales que explican y valoran la información relacionada con el cálculo de gases de efecto invernadero. Por ello, fue

fundamental realizar una revisión exhaustiva de estos documentos oficiales. El propósito principal fue traducir esta información técnica y compleja en un lenguaje sencillo y aplicable. Se recopilaron, estudiaron y compararon distintas metodologías, lo que constituyó la base teórica para el desarrollo del manual y la herramienta.

- **Análisis de contenido:** Se analizó el contenido de las metodologías revisadas para identificar elementos comunes y divergentes, con el fin de diseñar herramientas más útiles, comprensibles y accesibles para el usuario final.
- **Estudio de caso:** Estudio de caso: Se implementó un estudio de caso con la empresa Claro Costa Rica, lo que permitió aplicar la metodología desarrollada y poner a prueba la funcionalidad de la herramienta creada. Si bien la validación no se realizó directamente con el equipo de la empresa debido a limitaciones de tiempo y disponibilidad, la aplicación práctica por parte de la investigadora, junto con el análisis de protocolos y procedimientos internos, permitió verificar la coherencia, aplicabilidad y utilidad del instrumento propuesto. Este proceso evidenció la necesidad de incluir ciertos componentes y ajustes en el manual y en la herramienta, fortaleciendo la estructura metodológica y su potencial de uso en contextos organizacionales similares.

#### **1.10 Método de Investigación.**

El proyecto tiene un enfoque aplicado y mixto (cualitativo y cuantitativo), orientado a capacitar personal no especializado en el cálculo de huella de carbono y a

desarrollar un material didáctico de transferencia de conocimientos y una herramienta complementaria que sirva como guía para la recolección, organización e ingreso de datos. Asimismo, se utiliza la herramienta Susty para realizar un control cruzado y para la generación de reportes ambientales útiles.

Se emplean tres métodos principales:

- Estadístico: Para recolectar, organizar y analizar datos cuantitativos del consumo energético y de combustibles de la flota vehicular de Claro, calculando las emisiones de gases de efecto invernadero y generando un inventario de emisiones que sustente recomendaciones de reducción.
- Objetivo-subjetivo: Combina el análisis de datos reales con la interpretación de la experiencia de uso de la herramienta, identificando fortalezas, limitaciones y buenas prácticas que alimentarán el material didáctico. Según Muñoz (1998), el método objetivo subjetivo combina la observación objetiva de hechos y fenómenos reales (datos cuantificables, medibles) y el análisis subjetivo (interpretación personal, contexto, experiencia del investigador). Al complementarlas, permiten registrar lo objetivo y comprender el significado y las implicaciones interpretativas del proceso.
- Dinámico: Permite la mejora continua del material a partir de los hallazgos del cálculo de emisiones y la prueba de la herramienta, asegurando su aplicabilidad práctica y comprensión por futuros usuarios.

## DESARROLLO

### 1. Introducción al desarrollo

#### **Propósito de esta sección**

Esta sección tiene como propósito presentar y desarrollar en detalle el proceso de investigación llevado a cabo para recolectar la información referente a programas y protocolos globales y nacionales para comprender ampliamente el tema sobre el cálculo de huella carbono. Se buscó entender desde el surgimiento de la importancia de esta medición, como herramienta para cuantificar el impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero generadas diariamente por personas y organizaciones, hasta su papel actual en la mitigación del calentamiento global, el cambio climático y las consecuencias ambientales que estos fenómenos acarrearán como los desastres naturales.

Es hasta la actualidad que el concepto de huella de carbono ha adquirido relevancia. Los países se comprometen a contabilizar y reducir sus emisiones, lo que impulsa a las organizaciones a interesarse en conocer sus propios niveles de impacto, de forma voluntaria u obligatoria dependiendo del segmento. Este conocimiento permite tomar decisiones, innovar y controlar el impacto ambiental de las operaciones, y a la vez, los consumidores valoran cada vez más a las empresas responsables y ambientalmente conscientes. Por eso, contar con este tipo de información representa una ventaja competitiva para generar estrategias de mejora, eficiencia y atracción de clientes comprometidos con la sostenibilidad.

El aprendizaje desarrollado para esta investigación se basó en la revisión del Protocolo GHG y los lineamientos del IPCC por el ámbito internacional,

complementados con políticas nacionales del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN) y la INTE B5 de Costa Rica. El proceso siguió una lógica de análisis de “lo más general a lo más específico”, integrando diferentes niveles normativos y técnicos.

Paralelamente, el aprendizaje autodidáctico se reforzó con la participación de un programa ofrecido por la red colaborativa de freelancers Krbon Me, la cual reúne especialistas en el tema de cálculo de huella de carbono que ofrece al público, por un costo, ofrecen cursos relacionados al cálculo de huella de carbono de productos y de organizaciones. Esta combinación entre la formación teórica y normativa y la aplicación práctica permitió un aprendizaje holístico que integró el conocimiento conceptual con la experiencia real.

### **Descripción de las partes que componen el desarrollo**

El desarrollo de este proyecto se estructuró en cuatro partes principales:

1. El estudio técnico: se profundizó en el tema del cálculo de la huella de carbono organizacional como base para este proyecto.
2. La elaboración de un manual: orientado a democratizar la información sobre el cálculo de huella de carbono, promoviendo que más empresas puedan comprender su impacto en términos de emisiones y diseñar estrategias de gestión. El Manual “Huella de Carbono: Guía para no expertos” fue creado como un modelo de transferencia de conocimiento que permite replicar el cálculo en otras empresas en transición hacia la sostenibilidad, de forma accesible y voluntaria.

3. Creación de una herramienta práctica: para la recolección de datos y el cálculo de emisiones, fácil de usar y orientada a la participación del equipo de trabajo.
4. Caso práctico: aplicación del cálculo de huella organizacional en la empresa Claro Telecomunicaciones S.A., con el fin de poner en práctica lo aprendido y facilitar la construcción del material didáctico a partir de la experiencia real.

### **Relación con los objetivos específicos**

Claro definió el alcance del inventario de GEI considerando criterios de control, disponibilidad de datos y relevancia estratégica. El análisis se centró en las actividades desarrolladas en las instalaciones de Torre Cordillera, ubicada en Pavas, San José, Costa Rica, específicamente en los pisos quinto y sexto del edificio. Espacios sobre los cuales la organización ejerce control operativo y financiero. En estos niveles se concentran las operaciones administrativas, estratégicas y de soporte de la compañía. Además, la flotilla vehicular registrada a estas oficinas.

El límite operacional se demarcó en las operaciones que se encuentran en el quinto piso como los departamentos de Recursos Humanos, Compras, Finanzas, Legal, Auditoría, Regulación y Sistemas Tecnológicos. Y en el sexto piso operan los equipos de Gerencia, Servicio al Cliente, Proyectos y otras áreas clave de coordinación interdepartamental. El alcance del inventario también incluye las emisiones asociadas a la flotilla vehicular registrada a esta oficina y al personal.

El objetivo que se definió junto a la organización es la construcción del inventario de GEI y la realización del cálculo de la huella de carbono correspondiente a las

operaciones de Claro en las oficinas de Torre Cordillera, con el fin de optar por la categoría de Inventario Carbono del Programa País Carbono Neutral, utilizando el año base 2024.

Gracias al apoyo de Claro en esta investigación, se recolectaron y se sistematizaron los datos para el cálculo de la huella de carbono de las oficinas y la flota vehicular. Para realizar el cálculo se utilizaron la herramienta “Calculadora de Carbono” de Susty y la herramienta de recolección de datos verificando los resultados de cada una. Este análisis se presenta a Claro como un informe de resultados con recomendaciones técnicas para realizar exitosamente el cálculo, así como estrategias de reducción de emisiones para sus operaciones definidas.

El aprendizaje y la puesta en práctica permite diseñar una metodología de transferencia de conocimiento acompañada por un manual como material didáctico simplificado que facilite el análisis a organizaciones en transición hacia la sostenibilidad por medio de la comprensión y aplicación del cálculo de su huella de carbono.

### **Metodología utilizada**

El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo bajo un enfoque aplicado y mixto (cualitativo y cuantitativo), con el objetivo de generar conocimiento útil y una herramienta práctica para el cálculo de la Huella de Carbono Organizacional. Esta metodología permitió el análisis técnico de datos reales y también la reflexión sobre la experiencia de uso y desarrollo del material didáctico, integrando la parte técnica con la dimensión pedagógica del estudio.

Para la ejecución del desarrollo se aplicaron de manera complementaria los siguientes métodos:

- Método estadístico: se utilizó en la recopilación, organización y análisis de los datos numéricos sobre el consumo energético, combustibles, traslados de la empresa Claro. Este método permite realizar el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero, utilizando factores de emisión reconocidos, y elaborar el inventario de emisiones que sustenta los resultados del caso práctico y las recomendaciones de reducción.
- Método objetivo–subjetivo: combina la interpretación objetiva de los datos reales con una evaluación reflexiva del proceso de uso de la Calculadora de Carbono de Susty. Este enfoque permitió identificar fortalezas, debilidades, oportunidades de mejora y barreras de comprensión que orientaron la construcción del manual didáctico y la herramienta de recolección y cálculo. Así es como la experiencia práctica se integró como parte activa del proceso de diseño metodológico.
- Método ágil: aplicado en el proceso de construcción, prueba y ajuste del manual y de la herramienta de cálculo. Este método permitió incorporar mejoras de manera continua a medida que se obtenían resultados del caso práctico, garantizando la coherencia y aplicabilidad de los productos finales.

En cuanto a las técnicas e instrumentos, se emplearon:

- Análisis documental, a partir de registros internos de la empresa (consumos energéticos, combustibles y flota vehicular).

- Uso aplicado de la Calculadora de Carbono de Susty, como instrumento para el cálculo, análisis y validación práctica.
- Elaboración de material didáctico, construido a partir de la experiencia práctica, para facilitar la transferencia de conocimientos y democratizar la información sobre el cálculo de la huella de carbono en entornos organizacionales.

En conjunto, esta metodología permitió vincular la teoría con la práctica, integrar la experiencia de campo con la generación de materiales pedagógicos y validar la utilidad de los productos desarrollados, manual y herramienta, mediante su aplicación real en una empresa en territorio costarricense.

## **2. Estudio técnico y teórico del cálculo de huella de carbono organizacional.**

El cálculo de la huella de carbono organizacional es fundamentado en un conjunto de normas y estándares internacionales. Su objetivo es garantizar la trazabilidad, comparabilidad y credibilidad de los inventarios de gases de efecto invernadero alrededor del mundo. En Costa Rica, este proceso se alinea con el Programa País Carbono Neutralidad (PPCN) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), con la norma INTE B5:2016, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo GHG) y la norma internacional ISO 14064-1:2018.

Estos estándares establecen los requisitos técnicos para definir los límites organizacionales y operativos, clasificar las emisiones según su alcance, seleccionar los factores de emisión y aplicar los principios de transparencia y precisión en el reporte de resultados.

El GHG Protocol, desarrollado por el *World Resources Institute (WRI)* y el *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, es el estándar más utilizado a nivel global para la contabilidad de GEI, proporcionando las bases conceptuales para clasificar y reportar las emisiones bajo las tres categorías principales. Por su parte, el Programa País Carbono Neutralidad en Costa Rica ofrece lineamientos específicos para el diseño y desarrollo de inventarios de GEI, incluyendo la identificación de fuentes de emisión, la selección de factores y la aplicación de metodologías para su cálculo. Se recomienda el uso del reporte de factores de emisión elaborado por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) de Costa Rica.

En conjunto, estos marcos normativos constituyen la base del presente proyecto y sustentan el desarrollo del manual didáctico y de la herramienta de cálculo elaborada, garantizando coherencia con los estándares nacionales e internacionales.

### **Principios y clasificación de emisiones**

El proceso de cálculo de la huella de carbono organizacional se rige por cinco principios fundamentales, compartidos entre los estándares antes mencionados y el PPCN:

- **Relevancia:** el inventario debe reflejar con fidelidad las fuentes de emisión más significativas y representar adecuadamente la realidad de la organización.
- **Integridad:** todas las fuentes dentro de los límites establecidos deben ser contabilizadas, evitando omisiones.

- Consistencia: la metodología y los límites aplicados deben mantenerse a lo largo del tiempo para permitir la comparación entre periodos.
- Transparencia: los datos y supuestos utilizados deben estar debidamente justificados, documentados y ser accesibles para revisión.
- Precisión: los resultados deben ser exactos y basarse en información confiable, minimizando la incertidumbre del cálculo.

Con base en el Protocolo GHG y la INTE B5, las emisiones se clasifican en tres categorías:

- Emisiones directas (Alcance 1): provienen de fuentes propiedad o controladas por la organización, como el consumo de combustibles fósiles en vehículos, calderas o plantas de emergencia, así como las emisiones fugitivas de gases refrigerantes o procesos industriales.
- Emisiones indirectas por energía (Alcance 2): derivadas del consumo de electricidad, vapor o refrigeración adquiridos de terceros. Aunque no se generan dentro de la empresa, son consecuencia directa de su consumo energético.
- Otras emisiones indirectas (Alcance 3): incluyen todas aquellas que ocurren a lo largo de la cadena de valor (aguas arriba y aguas abajo), como transporte de colaboradores, viajes de negocio, generación de residuos, transporte de mercancías, transporte de materia prima o uso de productos vendidos.

La clasificación de las emisiones en estas tres categorías permite una comprensión integral de los impactos y orienta la priorización de estrategias de mitigación y reducción.

### **Factores de emisión, fuentes de datos y unidades de medida**

Para realizar el cálculo de la huella de carbono se utilizan los factores de emisión, este dato representa la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten por la unidad de actividad. Por ejemplo, el número de kilogramos de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que se emiten por litro de combustible que se consume. O el número de kilogramos de  $\text{CO}_2$  que se emiten por kilovatio hora (kWh) de electricidad utilizada en el hogar o en la oficina.

En el presente estudio se priorizo la utilización del uso de factores oficiales publicados por el IMN, los cuales son actualizados anualmente y recomendados por el PPCN y la INTE B5. En los casos donde no existen factores nacionales, se recurrió a fuentes internacionales reconocidas como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) o el *Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)* del Reino Unido.

En la siguiente figura se visualizan el cuadro de factores de emisión utilizados en el cálculo de huella de carbono. Este cuadro forma parte de la herramienta de cálculo de este manual.

Figura 2

## Interfaz del cuadro de factores de emisión de la Herramienta Paso a Paso

Huella de carbono de organizacional Base de factores de emisión				
En este cuadro se debe registrar información detallada sobre cada factor de emisión y su fuente. Esto es importante por varias razones: permite referenciar adecuadamente los datos y reducir posibles errores humanos; además, servirá como referencia para los próximos periodos de estudio, garantizando el uso de las mismas fuentes y la comparabilidad de los resultados.				
Factores de emisión utilizados				
Descripción	Valor	Unidad	Fuente	Categorización elegida dentro de base de FE
Diesel CO2	2.613	kgCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025
Diesel CH4	0.149	gCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Diesel N2O	0.154	gCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Gasolina CO2	2.231	kgCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025
Gasolina CH4	0.907	gCO2eq/m3	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Gasolina N2O	0.283	gCO2eq/kg	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Energía eléctrica	0.127	kgCO2eq/kWh	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	uso de electricidad, edición 2025, año 2024
Residuos relleno sanitario	0.0519	kg CH4/kg residuos	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector residuos, residuos sólidos: metano / relleno sanitario
R 410a	1924	kgCO2eq/litro	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Refrigerant and other: R410A Total emissions including non-Kyoto products
Automóvil	0.16691	kgCO2eq/km	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Business travel-land: average car, unknown gas
Bus	0.10846	kgCO2eq/km pasajero	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Business travel-land: bus, average local bus
Motocicleta	0.11367	kgCO2eq/km	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Business travel-land: motorbike average
Taxi / uber	0.14861	kgCO2eq/km pasajero	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Business travel-land: taxis, regular taxi
Tren	0.3546	kgCO2eq/km pasajero	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Business travel-land: rail, national rail
Avión	0.1758	kgCO2eq/km pasajero	<a href="#">DEFRA 2024</a>	Business travel-air: flights international, to/from non-UK: average passenger.km with RF

Las fuentes de datos de actividad provienen de registros internos de la organización

Claro, como:

- facturas de consumo eléctrico,
- reportes de compra de combustibles,
- registros de mantenimiento de extintores con gases refrigerantes,
- registros del transporte de los empleados,
- y reportes de disposición de residuos.

Cada dato de actividad se multiplica por su respectivo factor de emisión, y el resultado se convierte a toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e), unidad estándar que permite integrar distintos gases en una sola métrica.

Esta metodología asegura que el inventario sea comparable, verificable y transparente, alineándose con los requisitos de la INTE B5 y los principios del Protocolo GHG, y constituye la base técnica para el manual y la herramienta de cálculo desarrollados.

### **Explicación del proceso de recolección, conversión y cálculo de datos.**

El proceso de investigación para realizar el cálculo de huella de carbono es fundamental. Como lo indica el manual es clave contar con un esquema de gobernanza claro que garantice la participación y el compromiso de toda la organización y en especial de los delegados. Se recomienda estructural a tres niveles de responsabilidad: la alta gerencia, el comité ambiental interno y los delegados por departamentos.

Esta estructura es fundamental para garantizar que existen los recursos financieros, de información y humanos necesarios para sacar el estudio adelante y lograr con éxito la meta. Es esencial que todos los involucrados comprendan el objetivo y el alcance del estudio para fortalecer su sentido de pertenencia y responsabilidad en el proceso. Cuando las personas entienden la importancia del cálculo y se comprometen con el trabajo a desarrollar se hace más sencillo y es posible organizarlo eficientemente.

En este estudio se propone el uso de herramientas tecnológicas para la recolección de información y el cálculo de la huella de carbono. La unión de los datos y el cálculo crean una herramienta completa donde se resumen los datos recolectados y contiene los datos necesarios para realizar el cálculo de huella de carbono. Las

herramientas tecnológicas facilitan la organización de la recopilación de estos datos y da claridad al proceso.

La recopilación de esta información debe ser organizada y sistemática para garantizar trazabilidad y consistencia a través de estudio. Para garantizar estos principios, se plantean estas recomendaciones para el proceso:

- Decidir cuál será la frecuencia de recolección de datos: idealmente mensual o bimensual para no acumular el trabajo de recolección de datos.
- Frecuencia de la actualización, debe ser anual. La huella de carbono se calcula en un periodo de 12 meses. Ya sea de enero a diciembre o según los periodos contables.
- Hay que reconocer que se deben estandarizar las unidades de los datos que se recolectan: litros, kWh, km recorridos, toneladas, etc.
- Centralización de la información, crear un repositorio único, una carpeta digital compartida.
- Seleccionar responsables claros: cada área o departamento que debe recolectar la información debe contar con un delegado formalmente designado.
- La recolección de datos corresponde entonces a la colección de datos de actividad que emiten gases de efecto invernadero por categorías. Igualmente, los datos de factores de emisión y potenciales de calentamiento global.

Una vez que ya se tienen los siguientes datos:

- El dato de actividad de emisión (cuánto se consume en litros, kg, kWh, etc.)
- El factor de emisión

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\underbrace{\sum E - \sum R - \sum C = 0}$$

Para calcular las toneladas de CC  $\Rightarrow$  debe multiplicar el dato de la actividad por el factor de em **Inventario GEI**

Los resultados se deben reportar en una única unidad de medida: tCO<sub>2</sub>e. Todas las unidades utilizadas deben ser congruentes, lo que implica verificar y, de ser necesario, convertir los datos iniciales recolectados a la unidad de referencia del factor de emisión, como litros (L), kilogramos (kg), gramos (g) o kilovatios hora (kWh). Posteriormente, se realiza la conversión final a toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Complicando el asunto, algunas actividades que se realizan generan más de un tipo de GEI. Por ejemplo, la combustión de diésel libera principalmente CO<sub>2</sub>, pero también CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en pequeñas cantidades. En estos casos se debe seguir la siguiente metodología:

- Se realiza el cálculo utilizando el FE de cada gas por separado.
- Se multiplica por su respectivo Potencial de Calentamiento Global (PCG).
- Se suman todos los resultados en CO<sub>2</sub>e.

Así se obtiene un número en la misma unidad y es comparable, en las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. El Potencial de calentamiento global (PCG), es un factor que describe cual es el grado de daño a la atmósfera (el grado de impacto de la fuerza de radiación) de un GEI determinado en relación con el CO<sub>2</sub>.

### **3. Elaboración del manual didáctico para el cálculo de la Huella de Carbono**

El cálculo de las emisiones y la medición de la huella de carbono en procesos y productos se ha transformado en el primer paso para identificar los impactos ambientales y crear estrategias para reducirlos. Con esto es necesario desarrollar el conocimiento sobre el carbono para controlar, mejorar y crear valor con información que sirva a las empresas para tomar decisiones. Sin embargo, muchas empresas no tienen la capacidad técnica y metodológica para implementar estas mediciones y estrategias. Según la encuesta de RSM sobre Desafíos en materia de sostenibilidad en el escenario actual de Latinoamérica, del 2024, en Centroamérica, 38% de las compañías no realizan o no están seguras de realizar una evaluación periódica de su huella de carbono.

Este proyecto busca responder a esa necesidad mediante el desarrollo de herramientas de transferencia de conocimiento accesibles, que promuevan la replicabilidad del ejercicio en otras empresas que estén interesadas en realizar una transición sostenible voluntaria y comenzar a evaluar estos datos en su compañía y cumplir las regulaciones actuales y futuras.

El concepto de huella de carbono va tomando relevancia en el planeta, impulsado por marcos internacionales y cumplimientos nacionales. Actualmente su cálculo se deja solo a personas especializadas y técnicas en el tema. Sin embargo, se necesita que más organizaciones y personas se unan a este movimiento. Que conozcan sobre las emisiones de gases de efecto invernadero que se generan individualmente

y en organizaciones completas. Este entendimiento va acompañado de concientización y de posibles acciones para su reducción. Por lo tanto, este proyecto busca ser una guía paso a paso del cálculo de huella de carbono organizacional y ser utilizado por equipos del comité encargado o inclusive personas delegadas con esta responsabilidad. El objetivo es que, sin ser expertos en el tema, puedan realizar la investigación, la recolección de datos y los cálculos de forma voluntaria, pero a la construyan un estudio veraz y transparente para que incorporen esta información a sus tomas de decisiones y creación de estrategias.

Se busca que el manual construido democratice este conocimiento y más personas y organizaciones se unan al movimiento de la transición sostenible y regenerativa.

El manual está estructurado en módulos explicativos, estos consisten en los siguientes temas:

- Módulo 1. Introducción al cálculo de la huella de carbono
- Módulo 2. Glosario de términos clave
- Módulo 3. Pasos para calcular la huella de carbono en la empresa
- Módulo 4. Objetivo y Límites organizacionales
- Módulo 4. Límites operativos: clasificación de emisiones
- Módulo 5. Equipo de trabajo y la recopilación de datos para el cálculo
- Módulo 6. Factores de emisión y conversión a CO<sub>2</sub>e
- Módulo 7. Herramientas para la recolección de datos
- Módulo 8. Matriz de significancia para priorizar otras emisiones indirectas
- Módulo 9. Análisis e interpretación de resultados
- Módulo 10. Estrategias de reducción y mejora continua

- Módulo 11. Comunicación y transferencia de conocimiento
- Módulo 12. Pasos para calcular la huella de carbono en la empresa
- Módulo 13. Anexos y recursos adicionales

Se presenta la información de “lo más general a lo más específico”, iniciando con explicaciones de conceptos importantes y de las metodologías. Contiene en detalle los cálculos que se debe de realizar y se refuerza el material con ejemplos del día al día. Inclusive se presenta un personaje llamado Carbona que acompaña al usuario durante todo su aprendizaje con ejemplos que usan concretamente los conceptos repasados durante los módulos.

El manual desarrolla explicaciones sobre el análisis y la interpretación de los resultados y las estrategias de reducción y mejora continua. Asimismo, incluye un módulo sobre la comunicación y la transferencia del conocimiento. Para que este cálculo no sea solo un dato, si no, que se pueda transmitir a los interesados y con esto se pueda tomar decisiones buscando una reducción de impactos.

### **Contenido desarrollado**

En el manual se presenta un cuadro resumen de los pasos que debe seguir la organización para realizar el estudio interno necesario para construir el inventario de gases de efecto invernadero. El siguiente cuadro forma parte del penúltimo módulo que plantea de forma sencilla y concisa los pasos sistemáticos a seguir para realizar el estudio exitosamente.

Los módulos del 1 al 11, contienen explicaciones y planteamiento de ejemplos detallados. En el módulo 12 se presenta un cuadro resumen que intenta complementar y reducir la cantidad de información explicada. No obstante, este

cuadro por sí solo no es tan funcional. Es fundamental leer el manual para comprender todos los conceptos que se indican en este cuadro. Pero este cuadro si contiene un resumen de todo lo que se descompone en el manual completo.

Pasos	Descripción
1. Definir los límites del inventario	<p>Se debe establecer qué áreas, procesos y operaciones se van a medir dentro del cálculo y hasta dónde llegará el inventario. Esto incluye los siguientes límites:</p> <p>Límites organizacionales: se puede optar por el control operativo, el control financiero o la participación accionaria.</p> <p>Límites operacionales: se deben incluir las emisiones directas e indirectas por energía (alcances 1 y 2) obligatoriamente y las otras emisiones indirectas (alcance 3) más relevantes, definidos según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo GEI).</p> <p>Ejemplo: En una oficina corporativa, el límite puede ser “todas las operaciones que ocurren en el edificio X bajo control de la empresa”.</p>
2. Definir el objetivo del cálculo de huella de carbono	La organización debe definir el objetivo del estudio para determinar el nivel de profundidad, el tipo de información a recopilar y el marco de referencia.

	<p>No es lo mismo realizar el cálculo con fines de certificación nacional o internacional, que hacerlo únicamente para fines de gestión interna, comunicación a proveedores y clientes, o preparación para compromisos voluntarios de sostenibilidad.</p> <p>Definir el objetivo da dirección al cálculo y también asegura que los resultados sean útiles y alineados con la estrategia organizacional.</p>
<p>3. Identificar las fuentes de emisión</p>	<p>Una vez definidos los límites, se debe listar cada fuente que genera emisiones. A continuación, se presentan las categorías con algunos ejemplos. En el Módulo 4 se detallan más ejemplos.</p> <p>Emisiones directas - Alcance 1: consumo de combustibles en vehículos propios, fugas de gases refrigerantes.</p> <p>Emisiones indirectas por energía - Alcance 2: electricidad consumida en las instalaciones.</p> <p>Otras emisiones indirectas - Alcance 3: transporte de colaboradores, viajes de negocios, gestión de residuos. Es recomendable utilizar una matriz de significancia para evaluar cuales actividades de emisiones indirectas (Alcance 3) son lo suficientemente significativas para tomarlas en cuenta. En el Módulo 9 encontrará una</p>

	<p>explicación en detalle de cómo construir una Matriz de Significancia y como completarla.</p>
<p>4. Recolectar datos de actividad</p>	<p>Los datos de actividad son la base para el cálculo. Algunos ejemplos:</p> <p>Facturas de electricidad (kWh).</p> <p>Consumo de combustibles (litros o galones).</p> <p>Kilómetros recorridos en transporte de colaboradores.</p> <p>Declaraciones de proveedores.</p> <p>Es fundamental garantizar que los datos sean verificables y consistentes, para asegurar la calidad del inventario (IPCC, 2006). Se debe mantener un archivo con los respaldos de los datos.</p>
<p>5. Aplicar factores de emisión</p>	<p>Después de recolectar los datos completos. Se debe buscar e identificar los factores de emisión para realizar el cálculo. En el Módulo 6 se explica con más detalle los factores de emisión.</p> <p>Los factores de emisión permiten transformar la actividad en emisiones.</p> <p>Se recomienda utilizar los factores de emisión nacionales, como los publicados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en Costa Rica, siguiendo la metodología del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN).</p>

	<p>Si no existen factores nacionales disponibles, se pueden emplear los del IPCC (2006).</p> <p>Ejemplo: 1 kWh consumido en Costa Rica equivale a un valor específico en kg de CO<sub>2</sub>e, según la matriz eléctrica nacional.</p>
6. Calcular las emisiones totales	<p>El cálculo se realiza con una sencilla ecuación. Se multiplican los siguientes datos</p> <p>Dato de la actividad × Factor de emisión = Emisión de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e)</p> <p>Una vez calculadas todas las fuentes, se suman los resultados para obtener la huella de carbono total de la empresa.</p>
7. Reportar y comunicar resultados	<p>El informe debe ser claro, transparente y accesible para los colaboradores y otras partes interesadas. El objetivo no es solo cumplir con regulaciones o certificaciones, sino también democratizar la información ambiental dentro de la organización.</p> <p>Se recomienda estructurar el reporte por categorías y acompañarlo de gráficos comparativos para facilitar la interpretación.</p>
8. Establecer metas de reducción	<p>El inventario no es un fin en sí mismo. La empresa debe usar esta información para definir:</p>

	<p>Acciones de eficiencia energética.</p> <p>Sustitución de combustibles.</p> <p>Promoción del transporte sostenible.</p> <p>Programas de compensación.</p> <p>Esto permite alinear los esfuerzos empresariales con compromisos internacionales como el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7, 12 y 13) (Naciones Unidas, 2015).</p>
--	---

Nuevamente como aclaración, en el desarrollo del manual se explica en detalle cada uno de los pasos definidos en el cuadro anterior.

El manual de democratización del conocimiento sobre el cálculo de huella de carbono tiene un enfoque pedagógico, enfocado en que cualquier persona de cualquier ámbito laboral y educativo comprenda los conceptos y procesos de este estudio y pueda realizarlo en su casa o en su trabajo. Tomando en cuenta requisitos fundamentales del cálculo, sin dejar de lado los principios de transparencia, relevancia, legalidad y consistencia. Se emplea lenguaje claro y accesible, se evita el uso de tecnicismos, y en casos donde se deben utilizar tecnicismos se explican claramente su significado y se complementa con ejemplos claros. El objetivo es que cualquier persona pueda realizar el estudio y que cualquier compañía, pequeña, mediana o grande, las que no tienen recursos destinados a estos estudios puedan de igual manera unirse al movimiento de medición de huella de carbono y transformación regenerativa por medio de estrategias y acciones concretas basadas en datos.

#### **4. Diseño de una herramienta de recolección y cálculo de la Huella de Carbono**

A través de la investigación del proceso de cálculo de huella de carbono nace la necesidad de crear una herramienta que apoye en la sistematización y organización de los pasos del cálculo de huella de carbono. Este análisis lleva detalle y es fundamental guardar todos estos datos en un mismo documento organizado según las características de cada cálculo de huella de carbono. Por esto, se presenta un documento en formato Excel elaborado propiamente, basándose en herramientas como la de la Dirección de Cambio Climático y una presentada por el curso que se llevó del instituto Krbon Me. El nombre de la herramienta es Huella Paso a Paso Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono: para no expertos y se incluye como Anexo 2.

Es una herramienta complementaria que detalla la información que se debe ir recolectando mensualmente. Se divide por pestañas que van solicitando la información puntual y el paso a paso para calcular la huella de carbono.

Primeramente, se enfoca en la determinación de los límites organizacionales. La pestaña contiene conceptos importantes como el límite organizacional, límite operacional y el objetivo del estudio. Existen los espacios para incluir la información de estos tres conceptos y además incluir el año base y el periodo que se está analizando. Así como lo explica el Protocolo GHG y el PPCN determinarlos guiará el estudio.

#### **Figura 3**

*Pestaña para la definición de límites organizacionales*

### Cálculo de Huella de Carbono Organizacional

#### LÍMITES

El primer paso para iniciar con el inventario de GEI y el cálculo de la huella de carbono organizacional, es determinar el objetivo y los límites del estudio. Haga un análisis con el equipo de trabajo para determinar estos puntos y anótelos en los espacios correspondientes.

Límite organizacional:

Límite operacional:

Objetivo:

Año base:

Periodo a analizar:

Seguidamente, se presenta la matriz de actividades. Esta pestaña fue creada con el objetivo de que se haga el análisis interno de cuáles son las actividades de emisión que realiza la empresa. Se debe hacer un estudio del contexto y los procesos operativos y administrativos, dependiendo de sus límites, para identificar las fuentes de emisión. Se presenta detalladamente los tres alcances y las categorías basadas en las del Protocolo GEI.

Esta matriz además de identificar si las categorías aplican o no, contiene espacios para colocar quién será el delegado por departamento responsable de recolectar la información y ponerla a disposición del equipo. También se detalla información clave para que el estudio sea exitoso. Se define la frecuencia de registro de la información,

si existen la evidencia o respaldo necesario, y cuál será el proceso de recolección de la información. Si no existe la información, completar este espacio ayudará al equipo a idear una estrategia o iniciativa para recolectar la información y lo plasmará en esta herramienta. Identificar claramente los actores y las fuentes de información, ayudará a mantener a todos los involucrados responsables de sus tareas porque está registrado bajo el nombre del encargado que además tiene a mano la guía para hacer la recolección de datos. Así se convierte en una tarea sencilla e informada.

**Figura 4**

*Pestaña en la herramienta para la identificación de actividades de emisiones directas.*

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES A CUANTIFICAR Cálculo de Huella de Carbono							
Para todas las actividades hay que recolectar datos de los 12 meses del período de estudio.							
Con el siguiente cuadro, se debe hacer un profundo análisis de las actividades y acciones de la organización. Este cuadro distribuye estas actividades en los 3 alcances. Lea línea por línea y conteste en los límites. Se aprovecha el espacio para definir responsables y determinar si la información existe y como se debe recolectar, o si será necesario.							
Alcance	Categoría	Fuentes de emisión	Fuente de datos	Ejemplos cotidianos organizacionales	Preguntas	Datos a solicitar	Unidad de medida recomendada
<b>Alcance 1</b>							
1 Directas	n/a	Fuentes móviles	Vehículos propios	Camionetas, autos, motocicletas Montacargas, grúas o maquinaria. Internos y externos.	¿Existen vehículos propios de la organización?	Litros de diesel/combustible/gas ó Km recorridos por los vehículos en el año Tipo de combustible Facturas de carga de combustible Registros de flotilla	Litros Kilometros
	n/a	Fuentes fijas	Combustible / Lubricante (gas, litros aceite, litros)	Calderas industriales, generadores eléctricos, sistemas de calefacción dentro de la instalación	¿Existen consumos de gas natural dentro de la organización? ¿La organización posee máquinas propias que usen lubricantes o grasas?	Factura de gas Kilos de lubricante	Kilogramos Litros
	n/a	Recarga de refrigerantes	Aires acondicionados (AC)	Recarga de sistemas de AC, de cámaras frigoríficas o cuartos fríos, vitrinas, congeladores	¿Hay A/C propios? ¿Hubo recargas de gases refrigerantes en el período de estudio?	Kgs de refrigerante	Kilogramos
	n/a	Fuentes fugitivas	Bitácoras de mantenimiento, reportes de reparaciones, fichas técnicas de equipos con gases refrigerantes, factura de compra de refrigerantes	Fugas de refrigerantes en AC o refrigeración liberadas durante mantenimiento o por deterioro. Fugas en tuberías, válvulas o conexiones. Procesos químicos de manufactura.	¿Se llevan registros de recargas y reparaciones? ¿Quién se encarga del mantenimiento? ¿Existen reportes del proveedor o fichas técnicas?	Número de equipos Tipo de refrigerante Kgs de refrigerante recargado Capacidad del refrigerante por equipo	Kilogramos
	n/a	Residuos	Residuos tratados dentro de la empresa	Compostaje, incineración de residuos sólidos, tanques sépticos	¿Se hace el tratamiento de residuos dentro de la empresa? ¿Hay tanques sépticos? ¿Se hace compostaje?	kg pesados de cada residuo	Kilogramos

Figura 5

Ejemplo de la pestaña de la identificación de otras actividades de emisión indirecta (Alcance 3).

Alcance 3							
3 Otras indirectas	1	Bienes adquiridos	Todos los bienes que hayan comprado en el período de estudio	Compra de papel. Servicios de limpieza. Insumos para la producción.	¿Qué bienes ha adquirido la organización durante el año? (Ej. computadoras, muebles, resmas de papel, alimentos, bebidas, elementos de trabajo, etc.) ¿Existe forma de cuantificar los bienes adquiridos en el período de estudio? Sabemos de donde vienen los bienes adquiridos?	Cantidades de bienes adquiridos en el período de estudio (esto en general lo lleva el sector de compras) inventario de activos adquiridos durante el período de estudio Facturas, órdenes de compra Inventario	Kilogramos Número de unidades Costo
	2	Bienes de capital	Todos los bienes que adquieran que formen parte del capital de la empresa	Compra de maquinaria industrial Construcción de una planta. Compra de vehículos	¿Se han adquirido máquinas o equipamientos tipo vehículos, edificios, etc.?	Cantidades y tipo de bienes de capital adquiridos Contabilidad y compras	Costo \$ Unidades Kilogramo
	3	Actividades de combustible o electricidad que no se contemplan en el Alcance 1 o 2	N/A	Emissiones por extracción combustibles. Transporte de combustibles fósiles. Distribución de	¿Se utiliza el gas natural en algún proceso de la empresa? ¿Se transporta combustible? ¿Se procesa algún combustible en la organización?	Reportes y facturas de compra de combustibles. Proveedores	kWh Kilogramos Litros
	4	Transporte (aguas arriba) - bienes	km entre proveedor y oficina	Transporte de materias primas desde proveedor. Envío de productos semielaborados. Logística desde puerto a planta	¿Existen datos de la distancia y forma de transporte del proveedor de bienes de categoría 1?	Distancia entre proveedor y concesionaria Cantidad de pedidos realizados en el año Tipo de transporte utilizado para los traslados de bienes	Kilometros Litros
	5	Residuos	Todos los residuos generados	Desechos de la organización. Comida descartada. Envío al relleno sanitario.	¿Se realiza una segregación de residuos en la organización? ¿Tienen cuantificado los pesos para cada corriente?	Cantidades (kg) de reciclables, compostables, residuos equipo electrónico (E/E) y residuo sólido urbano (RSU) en caso que tengan recolección diferenciada, kg pesados de cada residuo	Kilogramos
	6	Viajes corporativos	Todos los viajes realizados en avión o transporte terrestre de larga distancia	Vuelos por reuniones. Estadías durante capacitaciones. Transporte terrestre de visitas.	¿Se han realizado viajes corporativos en el período de estudio?	Cantidad de viajes realizados, y para cada uno: - Modo de transporte (avión o bus) - Días de estadía - Origen y destino - Reporte de viaje	Kilometros Vuelos Noches

Con respecto a las otras emisiones indirectas, se incluyen las 15 categorías de forma detallada como lo demuestra la siguiente figura.

La siguiente pestaña es un cuadro de resumen de las fuentes de actividad identificadas en la pestaña anterior. Esto sirva para apoyar visualmente e identificar de forma sencilla las fuentes de emisión presentes en los procesos de la organización. Esta idea es tomada de uno de los requisitos del PPCN.

Figura 6

Pestaña en la herramienta de registro del inventario de GEI.

**INVENTARIO DE GEI**  
**Huella de Carbono Organizacional**

En este cuadro se deben registrar todas las fuentes de emisión identificadas en la pestaña Matriz de Actividades. Este inventario tiene como objetivo organizar y consolidar la información para servir de base en el análisis de emisiones que se realizará posteriormente.

Es importante que se incluyan todas las fuentes, incluso aquellas para las que actualmente no se cuenta con datos de actividad o no sea posible realizar el cálculo. De esta forma, el inventario reflejará de manera integral todas las fuentes potenciales de emisión dentro de la organización.

Se recomienda mantener la misma categorización utilizada previamente, para conservar la coherencia y trazabilidad de la información.

<b>1 Alcance 1</b>	
1.2	Fuentes móviles
1.1.1	
1.1.2	
<b>2 Fuentes fijas</b>	
1.2.1	
1.2.2	
<b>3 Recarga de refrigerantes</b>	
1.3.1	
1.3.2	
<b>4 Fuentes fugitivas</b>	
1.4.1	
1.4.2	
<b>5 Residuos</b>	
1.5.1	
1.5.2	

<b>2 Alcance 2</b>	
2.1	Emisiones de electricidad
2.1.1	
2.1.2	
2.2	Fuentes renovables de energía
2.2.1	
2.2.2	
<b>3 Alcance 3</b>	
<b>3.1 Bienes adquiridos</b>	
3.1.1	
3.1.2	
<b>3.2 Bienes de capital</b>	
3.2.1	
3.2.2	
<b>3.3 Actividades de combustible o electricidad que no se contemplan en el Alcance 1 o 2</b>	
3.1	
3.2	
<b>3.4 Transporte (aguas arriba) - bienes</b>	
3.4.1	
3.4.2	
<b>3.5 Residuos</b>	
3.5.1	
3.5.2	
<b>3.6 Viajes corporativos</b>	
3.6.1	
3.6.2	
<b>3.7 Traslado Empleados</b>	
3.7.1	
3.7.2	
<b>3.8 Bienes alquilados</b>	
3.8.1	
3.8.2	
<b>3.9 Transporte de bienes a la venta</b>	
<b>3.10 Procesamiento de productos</b>	
<b>3.11 Uso de productos</b>	

El siguiente cuadro se me mostrará es una excelente práctica para identificar la significancia de otras emisiones directas (alcance 3). Esta matriz busca definir la relevancia de cada una de estas emisiones.

El Protocolo GHG y el PPCN categorizan otras emisiones indirectas (alcance 3) como voluntario, lo dejan abierto a la identificación de relevancia de la organización. Debido a que es más complicado recolectar los datos porque estos datos pertenecen a los proveedores aguas arriba y aguas abajo.

Como lo explica el Protocolo GHG (pág. 35), para contabilizar estas emisiones no es necesario realizar un análisis de ciclo de vida de todos los productos y operaciones. Es más útil enfocarse en una o dos grandes actividades con mayor emisión. Algunas recomendaciones para identificar estas actividades son:

1. Describir la cadena de valor para enlistar las acciones aguas arriba y aguas abajo.
2. Determinar la relevancia de estas emisiones tomando en cuenta:
  - Si representan un porcentaje alto respecto a las emisiones directas y emisiones indirectas de energía (alcance 1 y 2). Por ejemplo, en la empresa A deben asistir los 400 empleados los 5 días de la semana, esto representa un gran porcentaje de emisiones por quema de combustible, se considera clave realizar un estudio de cuantos kilómetros viajan los empleados ida y vuelta de su casa al trabajo.
  - Si tienen un riesgo de emisión grave.

- Si las partes interesadas las consideran críticas, por ejemplo, los clientes, proveedores, la sociedad, inversionistas.
- Si estas emisiones pueden ser reducidas o influenciadas por la organización. Por ejemplo, que la gerencia deba hacer muchos viajes corporativos, se podrían reportar estas emisiones y mitigarlas.

3. Identificar socios de la cadena de valor que puedan proveer información fidedigna.

Contabilizar las otras emisiones indirectas (alcance 3) es más complejo por la disponibilidad y confiabilidad de la información. Como lo explica el Protocolo GHG (pág. 36) es aceptado que la precisión de los datos sea menor. Se aceptan estimaciones con el requisito de que se explique transparentemente el método de estimación y los datos utilizados. Es más importante entender la magnitud de la categoría y la magnitud de los posibles cambios que se puedan idear.

Por esto, es recomendable utilizar esta matriz con la que se evalúan criterios establecidos y en base a una puntuación se decide cuáles son las categorías que se debe realizar el esfuerzo de calcular.

## Figura 7

Ejemplo de la pestaña de la herramienta sobre la matriz de significancia de las categorías alcance 3.

MATRIZ DE SIGNIFICANCIA DEL ALCANCE 3 / OTRAS EMISIONES INDIRECTAS								
La Matriz de Significancia permite identificar qué actividades de emisión del Alcance 3 son relevantes para el estudio. Primero se ingresan las actividades y luego se evalúan según criterios establecidos. Con base en la puntuación, se define si una actividad se excluye o se considera significativa para el análisis.								
Alcance	Fuente de Emisión (detalle)	Responsable / proveedor	Control / influencia (1-3)	Acceso a la información (1-3)	Frecuencia (1-3)	Puntaje Total	¿Incluir en el inventario?	Justificación de inclusión o exclusión
3.1	Bienes adquiridos							
3.1.1			3	2	2	7	Si <input checked="" type="checkbox"/>	
3.1.2			2	2	1	5	No <input checked="" type="checkbox"/>	
3.2	Bienes de capital							
3.2.1			3	3	3	9	Si <input checked="" type="checkbox"/>	
3.2.2						0		
3.3	Actividades de combustible o electricidad que no se contemplan en el Alcance 1 o 2							
3.1						0		
3.2						0		
3.4	Transporte (aguas arriba) - bienes							
3.4.1						0		
3.4.2						0		
3.5	Residuos							

La misma pestaña incluye las instrucciones de uso de la matriz de significancia y se ven de la siguiente manera.

## Figura 8

Pestaña de la matriz de significancia de las Otras emisiones indirectas de GEI, alcance 3, instrucciones de uso.

INSTRUCCIONES PARA USAR LA MATRIZ DE SIGNIFICANCIA	
1.	<p>Evalúe cada fuente de emisión del Alcance 3 en los siguientes criterios con una escala del 1 (bajo) al 3 (alto):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnitud: Cuánto contribuye esa fuente al total de emisiones.</li> <li>- Control: Qué tanto puede gestionarla la empresa.</li> <li>- Datos disponibles: Facilidad y calidad de los datos disponibles para calcular las emisiones.</li> <li>- Relevancia regulatoria o reputacional: Qué tanto interesa esa fuente a partes interesadas, clientes o reguladores.</li> </ul>
2.	Sume los puntajes por fila para obtener el 'Puntaje Total'.
3.	<p>Aplique los siguientes criterios para decidir su inclusión en el inventario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 7 a 12 puntos: Incluir <input checked="" type="checkbox"/></li> <li>- 6 a menos de 6 puntos: Puede excluirse, siempre que el total de exclusiones no supere el 3% del inventario total <input checked="" type="checkbox"/></li> </ul>
4.	Documente siempre la justificación de exclusión o inclusión para fines de verificación externa.

Utilizando la información recolectada sobre los límites, las actividades de emisión directas e indirectas relacionadas a energía identificadas y las fuentes de emisión de otras emisiones indirectas relevantes; el siguiente paso, es realizar la recolección

de datos. En la herramienta se proponen cuadros de recolección de datos, así que las siguientes pestañas corresponden a:

1. Emisiones directas - Alcance 1 – combustión móvil
2. Emisiones directas - Alcance 1 – combustión estacionaria
3. Emisiones directas - Alcance 1 – emisiones fugitivas
4. Emisiones indirectas energía - Alcance 2 – energía eléctrica
5. Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – residuos
6. Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – transporte de empleados
7. Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – viajes corporativos
8. Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – bienes adquiridos
9. Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – transporte tercerizado.

Para cada una de estas pestañas se incluye un cuadro de recolección de datos de emisión como el siguiente:

Pestaña de recolección de datos de las emisiones directas, categoría de fuentes móviles.

**Figura 9**

*Pestaña de recolección de datos de las emisiones directas, categoría de fuentes móviles.*

HCO (Huella de carbono Organizacional) Alcance 1, Fuentes móviles				
Combustión móvil				
Ingresar en estas celdas la sumatoria de litros de combustibles adquiridos para la maquinaria de combustión móvil por mes. Como cada combustible genera una acantidad diferente de emisiones, es fundamental incluir el tipo de combustibel utilizado.				
Mes	Litros Combustible A	Litros combustible B	Litros Combustible C	Litros combustible D
Tipo de combustible				
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				
<b>TOTAL (litros)</b>	0	0	0	0

La siguiente figura muestra el cuadro de recolección de datos de las fuentes fugitivas de las emisiones directas.

### Figura 10

*Pestaña de recolección de datos sobre las emisiones directas, fuentes fugitivas.*

HCO (Huella de carbono Organizacional) Alcance 1, Fuentes fugitivas	
Según datos de mantenimiento	
Fuente de recolección de datos:	
Mes	Carga de refrigerante (kg)
Enero	
Febrero	
Marzo	
Abril	
Mayo	
Junio	
Julio	
Agosto	
Septiembre	
Octubre	
Noviembre	
Diciembre	
<b>TOTAL (kg)</b>	

La siguiente figura muestra el cuadro de recolección de datos de las fuentes de energía eléctrica del alcance 2, emisiones indirectas de energía.

### Figura 11

*Pestaña de recolección de datos de emisiones indirectas por energía, fuentes de energía eléctrica tercerizada.*

HCO (Huella de carbono Organizacional) Alcance 2			
Complete con las facturas de luz del año en estudio			
Fuente de recolección de datos:			
Empresa distribuidora:			
Mes	Consumo (kWh)		Consumo (kWh)
	Local 1		Local 2
Enero		12,084	12,052
Febrero		11,899	12,083
Marzo		12,377	12,977
Abril		11,851	11,652
Mayo		12,410	11,705
Junio		14,529	13,217
Julio		13,787	12,036
Agosto		12,781	11,400
Septiembre		13,890	13,373
Octubre		14,579	14,990
Noviembre		13,922	12,360
Diciembre		14,039	13,097
<b>TOTAL (kWh)</b>		<b>158,148</b>	<b>150,942</b>

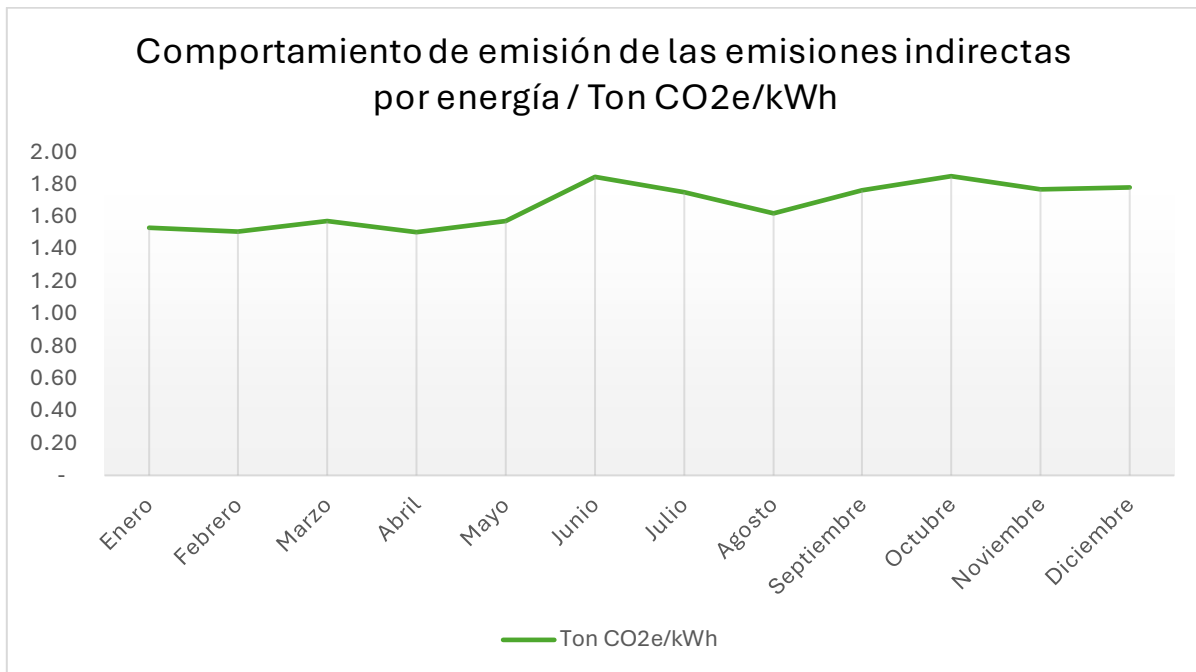
Estas pestañas incluyen el cuadro de cálculo de huella de carbono. Por ejemplo, el caso de la combustión móvil.

### Figura 12

*Cuadro de cálculo para las emisiones directas, combustión móvil.*

Código maquinaria	Tipo combustible	Total de litros	FE CO2	KG CO2e CO2	TON CO2e CO2	FE CH4	PCG CH4	G CO2e (CH4)	TON CO2e (CH4)	FE N2O	PCG N2O	G CO2e (N2O)	TON CO2e (N2O)	TON CO2e TOTAL	
Maquinaria 1	Diesel	300		2.613	783.9	0.7839	0.149	28	1251.6	0.0012516	0.154	265	12243	0.012243	0.7973946
Maquinaria 2															
Maquinaria 3															
Maquinaria 4															
														0.7973946	





El siguiente ejemplo es el cuadro de recolección de datos de residuos, un dato clave en el cálculo de huella de carbono. Es importante recalcar que para hacer este cálculo se debe realizar el proceso de pesaje de las bolsas de basura, por eso es fundamental solicitar al servicio de mantenimiento o de limpieza que realice esta acción y digite la información en un documento de forma manual o digital.

### **Figura 16**

*Cuadro de cálculo para otras emisiones indirectas (alcance 3), categoría residuos ordinarios de relleno sanitario.*

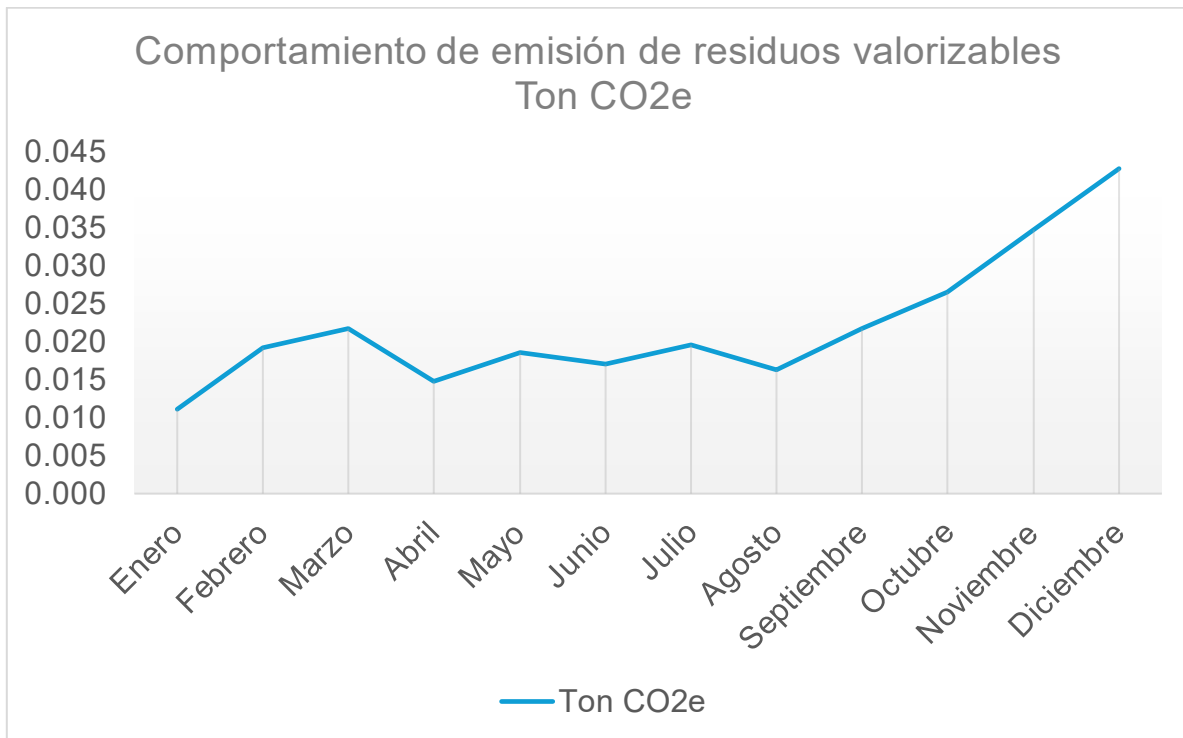
HCO (Huella de carbono Organizacional)				
Alcance 3, Categoría 5: Residuos				
Residuos a relleno sanitario 2024				
Es necesario realizar un pesaje de las bolsas de residuos que genera la organización para obtener estos datos.				
Fuente de recolección de datos: ??				
MES	PESO (kg)	Factor de emisión kg/CO2e	kg CO2e	Ton CO2e
Enero	214.0	0.0519	11.107	0.011
Febrero	369.4	0.0519	19.171	0.019
Marzo	419.5	0.0519	21.772	0.022
Abril	284.4	0.0519	14.759	0.015
Mayo	357.0	0.0519	18.528	0.019
Junio	328.9	0.0519	17.069	0.017
Julio	377.0	0.0519	19.566	0.020
Agosto	313.0	0.0519	16.245	0.016
Septiembre	418.1	0.0519	21.701	0.022
Octubre	511.1	0.0519	26.527	0.027
Noviembre	669.0	0.0519	34.721	0.035
Diciembre	824.3	0.0519	42.779	0.043
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>5,085.63</b>		<b>263.94</b>	<b>0.26</b>

Esta pestaña también considera los residuos valorizables, para los cuales también se debe de realizar el proceso de pesado.

Este cuadro incluye el gráfico del comportamiento de emisiones por residuos para reconocer en que mes se está botando una mayor cantidad de residuos al relleno sanitario.

### Figura 17

*Comportamiento de las emisiones anuales por el consumo de energía eléctrica.*



En la siguiente figura se muestra el cuadro de la herramienta para realizar el cálculo de la huella de carbono asociada a los residuos valorizables. Los factores de emisión tomados de DEFRA incluyen tanto las emisiones generadas por el transporte hacia el centro de gestión como las correspondientes a la gestión del reciclaje.

No obstante, es importante recalcar que el reciclaje se considera una acción de reducción, por lo que no deben contabilizarse las emisiones derivadas del proceso de reciclaje, sino más bien las emisiones evitadas gracias a una gestión responsable de los residuos.

**Figura 18**

*Cuadro de cálculo para otras emisiones indirectas, residuos valorizables.*

Residuos valorizables 2024				
En los siguientes cuadros se realiza el cálculo de huella de carbono por cada material valorizable. Esto porque cada uno de ellos tiene un factor de emisión diferente. Este factor se basa en el tratamiento que se le da para disponer de ellos por la empresa gestora. Los residuos valorizables son: vidrio, plástico, cartón, aluminio, residuos electrónicos, etc.				
Plástico				
MES	PESO (kg)	Peso tonelada	Factor de emisión kg CO2e / ton	Ton CO2e
Enero	171.2	0.1712	6.41061	1.097
Febrero	295.5	0.2955	6.41061	1.894
Marzo	335.6	0.3356	6.41061	2.151
Abril	227.5	0.2275	6.41061	1.458
Mayo	285.6	0.2856	6.41061	1.831
Junio	263.1	0.2631	6.41061	1.687
Julio	301.6	0.3016	6.41061	1.933
Agosto	250.4	0.2504	6.41061	1.605
Septiembre	334.5	0.3345	6.41061	2.144
Octubre	408.9	0.4089	6.41061	2.621
Noviembre	535.2	0.5352	6.41061	3.431
Diciembre	659.4	0.6594	6.41061	4.227
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>4,068.50</b>			<b>26.08</b>

Para realizar estos cálculos es importante tener a mano los factores de emisión. Y una buena práctica es mantener en el mismo documento o herramienta los valores de factores de emisión utilizados y la fuente de la información como lo muestra la siguiente figura. De esta manera se conoce de donde vino el dato y de donde se debe tomar en los siguientes años. Asimismo, si se hacen los cálculos ligando este dato central a las hojas de cálculo, será más sencillo realizar cualquier cambio debido a ajustes o correcciones anuales de los factores de emisión.

Esta práctica ayuda a realizar el cálculo de huella a futuro porque se tiene una trazabilidad de donde se recuperaron los datos. Es fundamental tomar en cuenta que el factor de emisión debe ser el año que se está estudiando.

**Figura 19**

*Cuadro factores de emisión para realizar los cálculos en la herramienta.*

Huella de carbono de organizacional Base de factores de emisión				
Factores de emisión utilizados				
Descripción	Valor	Unidad	Fuente	Categorización elegida dentro de base de FE
Diesel CO2	2.613	kgCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025
Diesel CH4	0.149	gCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Diesel N2O	0.154	gCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Gasolina CO2	2.231	kgCO2eq/litro	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025
Gasolina CH4	0.907	gCO2eq/m3	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Gasolina N2O	0.283	gCO2eq/kg	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector energía, 2025 / Transporte terrestre/gasolina/con catalizador
Energía eléctrica	0.127	kgCO2eq/kWh	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	uso de electricidad, edición 2025, año 2024
Residuos relleno sanitario	0.0519	kg CH4/kg residuos	<a href="#">IMN Costa Rica</a>	Sector residuos, residuos sólidos: metano / relleno sanitario
CO2 extintor	1	kgCO2eq/litro	<a href="#">DEFRA, 2024</a>	Recarga de CO2 puro equivale a 1 al ser el mismo gas
Automóvil	0.16691	kgCO2eq/km	<a href="#">DEFRA, 2024</a>	Business travel-land: average car, unknown gas
Bus	0.10846	kgCO2eq/km pasajero	<a href="#">DEFRA, 2024</a>	Business travel-land: bus, average local bus
Motocicleta	0.11367	kgCO2eq/km	<a href="#">DEFRA, 2024</a>	Business travel-land: motorbike average
Taxi / uber	0.20805	kgCO2eq/km	<a href="#">DEFRA, 2024</a>	Business travel-land: taxis, regular taxi. Se aplican los factores de emisión por kilómetro-vehículo (vehicle km)
Avión	0.1758	kgCO2eq/km pasajero	<a href="#">DEFRA, 2024</a>	Business travel-air: flights international, to/from non-UK: average passenger.km with RF

Cada equipo de trabajo debe de recolectar estos factores de emisión de fuentes fidedignas y reconocidas, así como decidir cuál se ajusta mejor.

Finalmente, la herramienta incluye un calculador de huella de carbono organizacional, donde se hace un resumen de los datos recolectados y totalizados.

Se vuelve a realizar el cálculo con el objetivo de revisar la veracidad de los datos y e identificar cualquier error.

Con este cuadro se totalizan las toneladas de dióxido de carbono equivalente emitido por la organización y por cada categoría.

## Figura 20

*Cuadro de calculadora de resumen de emisiones de GEI.*

Calculador de Huella de carbono organizacional						
En este espacio se presenta un resumen de los datos recolectados y totalizados para el cálculo de la huella de carbono. Es fundamental verificar la coherencia entre las unidades de los datos de actividad y las unidades de los factores de emisión, de modo que ambas coincidan. Cualquier ajuste necesario debe realizarse en los cuadros de recolección de datos.						
Se recomienda realizar un segundo cálculo como control cruzado, con el fin de validar la consistencia de los resultados obtenidos en los cuadros de datos. Si fuera posible.						
Finalmente, se debe completar el cálculo hasta obtener el resultado expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente (t CO <sub>2</sub> e).						
	Alcance y categoría	Tipo de emisión	Dato de actividad	Unidad	tCO <sub>2</sub> e	Porcentaje Alcance
1	Alcance 1				466.717	41%
1.1.1	Vehiculos diesel	Diesel	78,510.79	litros	208.680	
1.1.2	Vehiculos gasolina	Gasolina	110,677.31	litros	258.032	
1.4.1	Recarga de extintor CO2	CO2	4.54	Kg	0.005	
2	Alcance 2				39.254	3%
2.1.1	Uso de electricidad de la red	kWh	309,090.00	kWh	39.254	
3	Alcance 3				625.650	55%
3.1.1	Residuos Ordinarios	ordinarios	4,068.50	kg	0.211	
3.2.1	Traslado empleados	diferente medio transporte	3,982,988.00	km	625.439	
					1131.621	100%

Se espera que con esta herramienta la organización tenga ventaja sobre la recolección organizada de datos que deben ser utilizados para el cálculo de huella de carbono. El equipo de trabajo tendrá avanzado la organización de la recolección de datos y partes importantes del cálculo. Así se puede construir de manera sencilla este estudio.

### Desafíos identificados en el proceso

La herramienta presenta ciertas limitaciones debido a la gran cantidad de información técnica disponible sobre el proceso de cálculo de la huella de carbono. Existen múltiples metodologías y enfoques, lo que puede generar confusión al momento de seleccionar los factores de emisión o los criterios más adecuados para cada organización.

Por otro lado, el ajuste de unidades representa un desafío común, ya que en algunos casos es necesario realizar conversiones y en otros no, dependiendo de los factores de emisión y de los datos de actividad utilizados. En el manual se incluye un

apartado específico sobre el cambio de unidades; sin embargo, es fundamental mantenerlo siempre presente y realizar las verificaciones necesarias para garantizar la coherencia entre datos y factores aplicados.

Asimismo, las industrias, segmentos y organizaciones presentan características muy diferentes entre sí. Por esta razón, los criterios, las fuentes de emisión y los factores aplicables variarán según el contexto y las particularidades de cada organización.

La herramienta incluye pestañas específicas para el cálculo de la huella de carbono correspondiente a Otras emisiones indirectas, abarcando siete categorías consideradas prioritarias. Las demás categorías no fueron incorporadas debido a su complejidad metodológica y a la disponibilidad limitada de información para su cálculo.

#### **5. Caso práctico: cálculo de huella de carbono organizacional en Claro Telecomunicaciones**

El caso práctico que se llevó a cabo con la aceptación de la gerencia de Recursos Humanos de la compañía para realizar el estudio en sus instalaciones. La colaboradora Iveth fue la encargada de poner a disposición la información requerida. Se compartió por medio de una carpeta compartida digital los reportes de datos y respaldos. Se realizó una visita en septiembre del 2025 a las instalaciones de Claro para conocer al equipo de trabajo y las instalaciones, la demás comunicación se realizó por medio de correo y WhatsApp.

Primeramente, se definieron los siguientes límites para el inventario de gases de efecto invernadero:

- Limite organizacional: el inventario de emisiones de GEI de Claro se centra en las actividades desarrolladas en las instalaciones de Torre Cordillera, ubicada en Pavas, San José, Costa Rica. El estudio se delimita específicamente a los pisos cinco y seis del edificio, espacios sobre los cuales la organización ejerce control operativo y financiero. En estos niveles se concentran las operaciones administrativas, estratégicas y de soporte de la compañía.
- Limite operacional: los departamentos ubicados en el quinto piso son: Recursos Humanos, Compras, Finanzas, Legal, Auditoría, Regulación y Sistemas Tecnológicos. En el sexto piso operan los equipos de Gerencia, Servicio al Cliente, Proyectos y otras áreas clave de coordinación interdepartamental. El alcance del inventario también incluye las emisiones asociadas al uso de los vehículos corporativos asignados al personal de estas oficinas.
- Objetivo del estudio: construcción del inventario de GEI y calculo de huella de carbono de estas emisiones para la organización Claro Telecomunicaciones S.A. para optar por la categoría de Inventario Carbono del Programa País Carbono Neutral, utilizando el año base 2024.

Durante la entrevista con Iveth se analizó la matriz de actividades de la herramienta y se repasaron los alcances 1,2 y 3, por categoría identificando si existen emisiones dentro de los límites.

## **Figura 21**

*Matriz de fuentes de actividad de Claro, alcance 1 y 2.*

### ACTIVIDADES A CUANTIFICAR PARA EL CÁLCULO

Para todas las actividades hay que recolectar datos de los 12 meses del período de estudio  
 Con el siguiente cuadro, se debe hacer un profundo análisis de las actividades y acciones de la organización. Este cuadro dista preguntas. Lo que se quiere determinar con este cuadro es cuales actividades de emisión se llevan a cabo dentro de los límites debe recolectar, o si será necesario gestionar la recolección de esta información de otra manera.

Alcance	Categoría	I	Fuente de datos	Preguntas
<b>Alcance 1</b>				
1	n/a	Fuentes móviles	Vehículos propios	¿Existen vehículos propios de la organización?
	n/a	Fuentes fijas	Combustible / Lubricante (gas, litros)	¿Existen consumos de gas natural dentro de la organización? ¿La organización posee máquinas propias que usen lubricantes o gases?
	n/a	Recarga de refrigerantes	Aires acondicionados	¿Hay A/C propios? ¿Hubo recargas de gases refrigerantes en el período de estudio?
	n/a	Residuos	Residuos tratados dentro de la empresa	¿Se hace el tratamiento de residuos dentro de la empresa? ¿Hay tanques sépticos? ¿Se hace compostaje?
<b>Alcance 2</b>				
2	n/a	Emisiones de electricidad	Luz	
	n/a	Fuentes renovables de energía	Electricidad	¿Tienen fuentes de energía renovable? (paneles solares, etc)

## DE HUELLA DE CARBONO

tribuye estas actividades en los alcances 1, 2 y 3. Lea línea por línea y conteste en base a las . Se aprovecha el espacio para definir responsables y determinar si la información existe y como se

Datos a solicitar	Recolección de datos
	<b>Torre Cordillera, Pavas</b>
Litros de diesel/combustible/gas ó Km recorridos por los vehículos en el año Tipo de combustible Facturas de carga de combustible Registros de flotilla	Uso de estados de cuenta
Factura de gas kilos de lubricante	N/A
Kgs de refrigerante	Reporte de AC
kg pesados de cada residuo	Aguas residuales van a sistema de alcantarillado
Facturas de energía eléctrica en el período considerado	Compartir facturas
	N/A

A partir del primer uso de este cuadro, se realizaron ajustes en la matriz de actividades y se incluyeron más columnas que son utilizadas para delegar tareas y determinar la existencia de datos de actividad y su respectivo respaldo. Con el objetivo garantizar el proceso de recolección de datos.

### Figura 22

*Matriz de fuentes de actividad de Claro, Otras emisiones indirectas.*

Alcance 3				
Bienes adquiridos	Todos los bienes que hayan comprado en el período de estudio	¿Qué bienes ha adquirido la organización durante el año? (Ej. computadoras, muebles, resmas de papel, alimentos, bebidas, elementos de trabajo, etc.) ¿Existe forma de cuantificar los bienes adquiridos en el período de estudio? Sabemos de donde vienen los bienes adquiridos?	Cantidades de bienes adquiridos en el período de estudio (esto en general lo lleva el sector de compras) inventario de activos adquiridos durante el periodo de estudio	Catering service para reuniones 3 mensuales aprox. Preguntar por inventario de compras anual. Extintores?
Bienes de capital	Todos los bienes que adquieran que formen	¿Se han adquirido máquinas o equipamientos tipo vehículos, edificios, etc.?	Cantidades y tipo de bienes de capital adquiridos	2 vehículos y un local en Buenos Aires
Actividades de combustible o electricidad que no se contemplan en el Alcance 1 o 2	N/A	N/A		
Transporte (aguas arriba) - bienes	km entre proveedor y oficina	¿Existen datos de la distancia y forma de transporte del proveedor de bienes de categoría 1?	Distancia entre proveedor y concesionaria Cantidad de pedidos realizados en el año Tipo de transporte utilizado para los traslados de bienes	Compras de papel, servilleta se encarga el servicio de limpieza.
Residuos	Todos los residuos generados	¿Se realiza una segregación de residuos en la organización? ¿Tienen cuantificado los pesos para cada corriente?	Cantidades (kg) de reciclables, compostables, residuos equipo electrónico (E/E) y residuo sólido urbano (RSU) en caso que tengan recolección diferenciada. kg pesados de cada residuo	Tratamiento de residuos tercerizados.
Viajes corporativos	Todos los viajes realizados en avión o transporte terrestre de larga distancia	¿Se han realizado viajes corporativos en el período de estudio?	- Cantidad de viajes realizados, y para cada uno: - Modo de transporte (avión o bus) - Días de estadía - Origen y destino	Investigación de datos

En la matriz se identifican las emisiones directas e indirectas de energía que se deben contabilizar.

Con la determinación de fuentes de emisión por alcance y por categoría se puede construir el inventario de GEI, esta lista incluye todas las fuentes de emisión de cualquier tipo de GEI. Como lo ilustra la siguiente figura.

### Figura 23

#### *Inventario de GEI de Claro*

INVENTARIO DE GEI Huella de Carbono Organizacional
<p>En este cuadro se deben registrar todas las fuentes de emisión identificadas en la pestaña Matriz de Actividades. Este inventario tiene como objetivo organizar y consolidar la información para servir de base en el análisis de emisiones que se realizará posteriormente.</p> <p>Es importante que se incluyan todas las fuentes, incluso aquellas para las que actualmente no se cuente con datos de actividad o no sea posible realizar el cálculo. De esta forma, el inventario reflejará de manera integral todas las fuentes potenciales de emisión dentro de la organización.</p> <p>Se recomienda mantener la misma categorización utilizada previamente, para conservar la coherencia y trazabilidad de la información.</p>

Emisiones directas
138 vehículos de combustible
73 vehículos de Diesel
extintores de incendio
fuentes fugitivas de 6 refrigeradores
equipamientos de aire acondicionado integrados
Lubricantes para mantenimiento vehículos

Emisiones indirectas de energía
Compra de energía eléctrica

Otras emisiones indirectas
Gestión de residuos valorizables
Gestión de residuos ordinarios
Transporte Gestión de residuos valorizables
Transporte Gestión de residuos ordinarios
Desplazamiento de empleados (de casa a trabajo)
Viajes de negocio de empleados
Transporte del servicio de catering
Adquisición de bienes de oficina (transporte)
Servicio catering
Adquisición de al menos 85 vehículos en el 2024

*Nota:* elaboración propia.

Voluntariamente, se identifican de las otras emisiones indirectas (alcance 3) la categoría de residuos y de transporte de empleados representan un gran porcentaje de emisiones por lo que vale la pena realizar el cálculo. Hay un gran potencial de control e influencia sobre los residuos valorizables y los ordinarios, y también sobre la asistencia de colaboradores a la oficina.

A continuación, se presenta la figura de la matriz de significancia del las otras emisiones indirectas, alcance 3, otras emisiones indirectas. Esta matriz se realiza en base a los criterios de frecuencia de emisión, acceso a la información, poder de influencia y frecuencia.

**Figura 24**

*Matriz de significancia del alcance 3, otras emisiones indirectas.*

MATRIZ DE SIGNIFICANCIA HUELLA DE CARBONO CLARO								
Alcance	Fuente de Emisión (detalle)	Reponsable / proveedor	Control / influencia (1-3)	Acceso a la información (1-3)	Frecuencia (1-3)	Puntaje Total	¿Incluir en el inventario?	Justificación
3	Bienes adquiridos							
3	Catering service (aprox 3 al mes)		3	2	2	7	No <input checked="" type="checkbox"/>	Información fue solicitada pero no entregada
3	Remodelaciones		3	1	1	5	No <input checked="" type="checkbox"/>	No hay acceso a la información
3	Diseño		3	1	1	5	No <input checked="" type="checkbox"/>	No hay acceso a la información
3	Bienes de capital							
3	2 vehiculos		3	3	1	7	No <input checked="" type="checkbox"/>	Información fue solicitada pero no entregada
3	Transporte (aguas arriba) - bienes							
3	Residuos							
3	Recoleccion de residuos valorizables	Madera Plastica CR	3	3	3	9	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Incluido
3	Recoleccion de residuos ordinarios	Servicio municipal	3	2	3	8	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Incluido
3	Viajes corporativos							
3	Cuantos?		3	1	2	6	No <input checked="" type="checkbox"/>	Información fue solicitada pero no entregada
3	Cómo?		3	1	2	6	No <input checked="" type="checkbox"/>	Información fue solicitada pero no entregada
3	Adonde?		3	1	2	6	No <input checked="" type="checkbox"/>	Información fue solicitada pero no entregada
3	Traslado Empleados							
3	415 empleados, envío de formulario		3	3	3	9	Si <input checked="" type="checkbox"/>	Incluido

Existe una gran oportunidad de reducción en ambas categorías. Sobre el traslado de empleados, el dato de emisión por mes se podría reducir si se aplica una política de trabajo remoto de al menos un día con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera

### **Emisiones directas - Alcance 1 – emisiones por combustión móvil**

A continuación, se explica el proceso de recolección de datos para completar los cuadros de emisiones por alcance. Iniciando con la combustión móvil, el compromiso fue apoyar a la organización con el cálculo de huella de carbono de su flotilla completa de vehículos. Durante el año 2024, Claro posee como parte de su flotilla vehicular entre 121 hasta los 214 vehículos de varias marcas y tipos de combustible. Esta diferencia se debe varias razones: un servicio tercerizado de transporte y Claro decidió apropiarse del proceso entonces hubo una compra de 85 vehículos. Por otro lado, a la hora de digitar los datos en los reportes mensuales de tarjetas por vehículos se cambia la metodología o algunos vehículos entran a mantenimiento y se dejan de utilizar.

En el siguiente cuadro se observan la cantidad de vehículos que controla Claro y el tipo de combustible. El resultado indica que para diciembre había 129 vehículos de gasolina, 83 vehículos de Diesel y 2 vehículos eléctricos. Aquí existe una gran oportunidad de modificar el tipo de vehículo que se adquiere y poco a poco ir cambiando los vehículos a unos que emitan menos emisiones.

### **Figura 25**

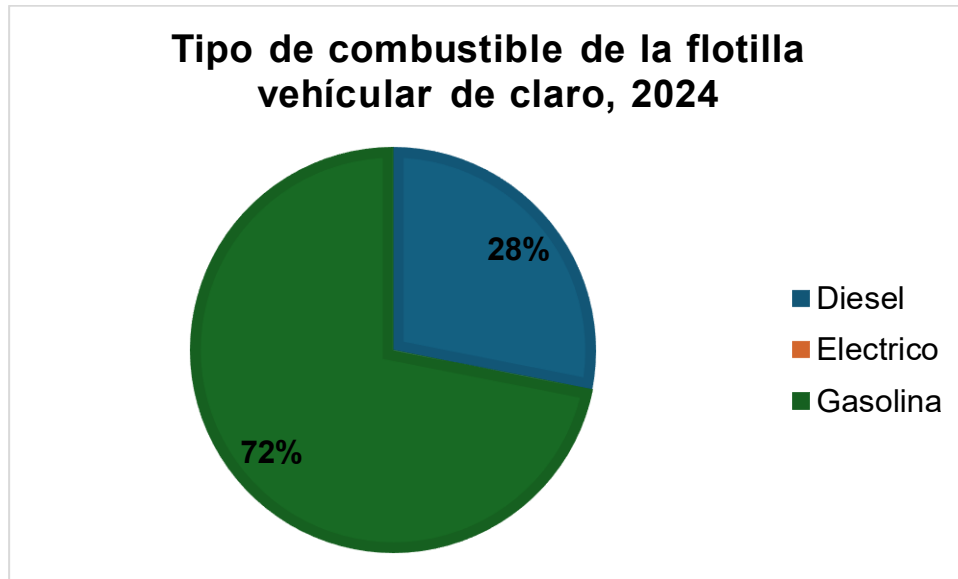
*Cuadro de resumen de la flotilla vehicular categorizada por marcas y tipo de combustible.*

Marcas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Agosto	Junio	Julio	Octubre	Noviembre	Diciembre	Grand Total
<b>FOTON</b>						12			24	12	26	74
Diesel						12			24	12	24	72
Gasolina											2	2
<b>FOTON</b>										12		12
Diesel										12		12
<b>GEELY</b>									1	1	3	5
Electrico									1	1	2	4
Gasolina											1	1
<b>ISUZU</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
Diesel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	32
Gasolina											1	1
<b>JAC</b>						14	4	4	19	19	19	79
Diesel						14	4	4	19	19	19	79
<b>NISSAN</b>	35	35	36	37	37	39	37	29	39		39	363
Diesel	4	5	5	6	6	8	6	4	8		7	59
Gasolina	31	30	31	31	31	31	31	25	31		32	304
<b>NISSAN</b>										39		39
Diesel										8		8
Gasolina										31		31
<b>noencontrado</b>								29				29
Diesel								9				9
Gasolina								20				20
<b>SUZUKI</b>	53	55	57	57	57	69	58	35	81	71	94	687
Diesel											6	6
Gasolina	53	55	57	57	57	69	58	35	81	71	88	681
<b>SUZUKI</b>										10		10
Gasolina										10		10
<b>TOYOTA</b>	30	31	30	30	30	30	30	25	30	30	30	326
Diesel	27	28	27	27	27	27	27	22	27	27	25	291
Gasolina	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	35
<b>(blank)</b>												
<b>Grand Total</b>	<b>121</b>	<b>124</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>127</b>	<b>167</b>	<b>132</b>	<b>125</b>	<b>197</b>	<b>197</b>	<b>214</b>	<b>1657</b>

Esta información se puede ilustrar de la siguiente manera con un gráfico de pastel que compare la cantidad de tipos de combustible utilizan en la organización.

### Figura 26

*Gráfico del porcentaje de tipo de vehículos categorizado por combustibles que opera Claro.*



A continuación, se presenta el gráfico de la cantidad de toneladas de dióxido de carbono equivalente emitido en el 2024 mensual. Al inicio del año entre enero y julio, se mantiene una emisión similar. A partir de agosto se realizan adquisiciones de 85 vehículos progresivamente por lo que hay un aumento en la cantidad de vehículos y en las emisiones.

En la recolección de datos de la flota vehicular se encontraron algunos desafíos:

- No se encontraron los reportes de gastos por vehículo del mes de septiembre, por lo que se deja por fuera.
- El reporte de noviembre tenía la misma información que el reporte de octubre. Se realizó el cálculo con la información del gasto por galones, pero se dejó por fuera otra información y por eso en el gráfico se ve una caída de emisiones en noviembre.
- No se contó con los datos sobre el consumo de aceite lubricante, esto impidió incluir las emisiones asociadas a este insumo por que no se contaba con los

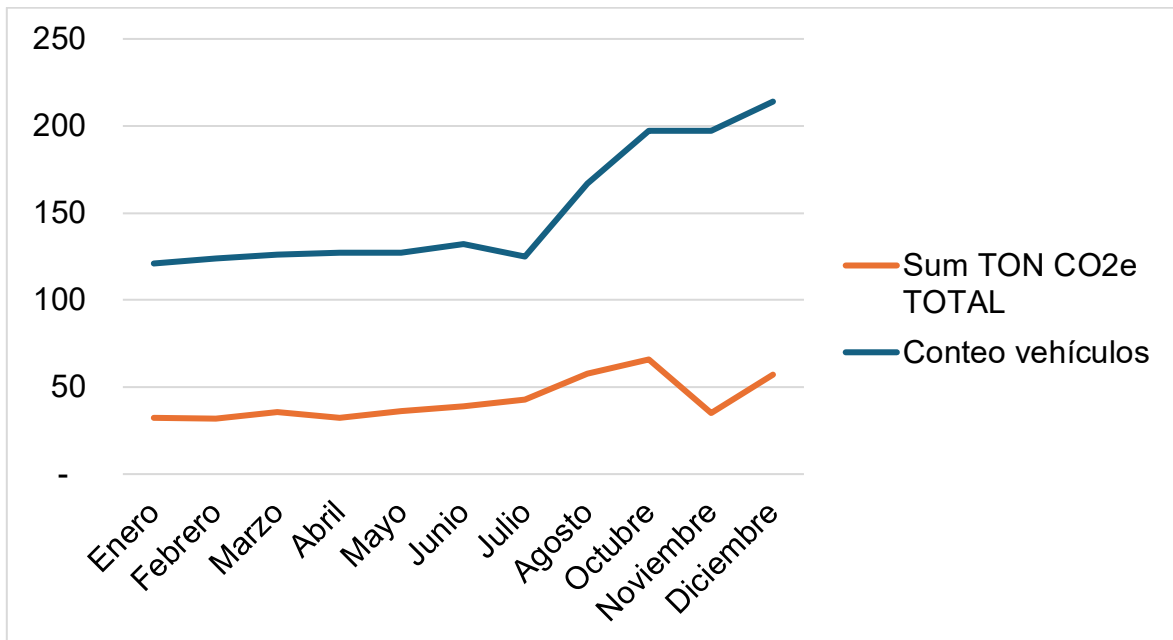
registros verificables del volumen, tipo de aceite y frecuencia de cambios para la flotilla vehicular completa.

Cabe resaltar que, en el caso del consumo de aceite lubricante, la información requerida para su contabilización es amplia y específica. Aunque este insumo forma parte de los elementos que generan emisiones directas, la empresa no cuenta con registros sistemáticos sobre el volumen de aceite utilizado, el tipo de lubricante ni la frecuencia de los cambios realizados por vehículo. Ante la ausencia de estos datos y con el fin de mantener la integridad metodológica del inventario, no fue posible estimar las emisiones asociadas a este componente. Esta situación representa una oportunidad importante de mejora en los procesos de registro y control de insumos relacionados con la operación de la flotilla.

Con la información que entregó el cliente. No obstante, representa una gran oportunidad de mejora de la recolección organizada de la información y consistente.

### **Figura 27**

*Gráfico del total de emisiones en ton CO<sub>2</sub>e emitido mensualmente por la flotilla vehicular y la cantidad de vehículos en control de Claro.*



La emisión de GEI por la flota vehicular es alta debido a la gran cantidad de vehículos que utiliza la operación de Claro. Las emisiones mensuales entre los meses de enero y julio oscilan entre las 31 a las 43 tCO<sub>2</sub>e. En los meses de agosto y octubre y diciembre se registra una mayor cantidad de vehículos en el reporte de gastos de las tarjetas de los vehículos y se alcanzan en octubre las 66 tCO<sub>2</sub>e y en diciembre las 57 tCO<sub>2</sub>e. Como se visualiza en el siguiente cuadro de resumen.

**Figura 28**

*Resumen de tCO<sub>2</sub>e y conteo de vehículos por mes de Claro en el año 2024.*

Mes	Sum TON CO <sub>2</sub> e TOTAL	Conteo vehículos
Enero	32	121
Febrero	32	124
Marzo	36	126
Abril	32	127
Mayo	36	127
Junio	39	132
Julio	43	125
Agosto	58	167
Octubre	66	197
Noviembre	35	197
Diciembre	57	214
<b>Grand Total</b>	<b>467</b>	<b>1,657</b>

*Nota:* elaboración propia

Las emisiones directas por combustión móvil corresponden en total por el año 2024 a 466.712 tCO<sub>2</sub>e.

### **Emisiones directas - Alcance 1 - emisiones fugitivas**

Se identificaron dos tipos de emisiones fugitivas:

- la recarga de los extintores y
- el mantenimiento y recarga de los aires acondicionados.

Posterior a varios contactos con Claro, se mencionó que la información del mantenimiento de aires acondicionados la guarda el departamento de Ingeniería. Este departamento no está en el edificio Torre la Cordillera y no se logró compartir la información. Este es otro punto de mejora para el cálculo del siguiente periodo de estudio, mejorar la recolección de información delegando la responsabilidad a alguien de mantenimiento para guardar la información y compartirla.

Claro logró compartir la información de recarga de gas CO<sub>2</sub> de los extintores de Torre Cordilleras, servicio que se dio el 16 de enero del año 2024. Se hizo una recarga de 10 libras.

Este dato se convierte a kg, misma unidad del factor de emisión, que en este caso es 1 porque el gas de recarga es de CO<sub>2</sub>, igualmente el potencial de calentamiento global es 1. Por lo tanto, en este caso se multiplica el dato de actividad en KG 4.535 y en toneladas esto corresponde a 0,004535 ton de CO<sub>2</sub>e.

Lamentablemente, este es un dato no representativo porque hace falta información para conocer la huella de carbono real de las fuentes fugitivas.

## Figura 29

*Cuadros de recolección de información y cálculo de las fuentes fugitivas, tomado de la herramienta.*

HCO (Huella de carbono Organizacional) Alcance 1, Fuentes fugitivas								
Según datos de mantenimiento								
Fuente de recolección de datos: facturas Seguridad Permanente								
Mes	Carga de refrigerante (kg)							
Enero	4.54							
Febrero								
Marzo								
Abril								
Mayo								
Junio								
Julio								
Agosto								
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>4.54</b>							

Las fuentes fugitivas generan emisiones directas por el uso de aire acondicionado, refrigeración, extintores y aerosoles.  
Asegúrese de que la unidad de medida coincida con la del factor de emisión.  
Registre los datos de emisiones fugitivas consultando los reportes de mantenimiento de los equipos o las fichas técnicas de cada producto.

Lista de recolección de datos de las emisiones fugitivas								
Mes	Descripción de la fuente	Gas utilizado	Dato de actividad (carga)	Unidad de medida (kg)	Factor de Emisión	Potencial de calentamiento global	Kg CO <sub>2</sub> e	Ton CO <sub>2</sub> e
Enero	Proveedor Seguridad Permanente Fact #13352 Extintores	CO <sub>2</sub>	10 lb	4.535147392	1	1	4.535147	0.004535

## Emisiones indirectas - Alcance 2 – energía eléctrica

Seguidamente se calcula el alcance 2, el uso de energía eléctrica, conocidas como fuentes indirectas de energía. Como el estudio se realizó en dos pisos o locales de

un mismo edificio, la empresa recibe dos facturas mensuales, por lo tanto, se entregó la información de los gastos en kWh por hora de los registros de ambos locales A y B. Se recolecta esta información en la herramienta de recolección de datos.

### Figura 30

*Cuadro de recolección de información mensual sobre consumo eléctrico.*

<b>HCO (Huella de carbono Organizacional)</b> Alcance 2, energía eléctrica		
<b>Complete con las facturas de luz del año en estudio</b>		
Fuente de recolección de datos: Datos tomados del documento Matriz CNFL DICIEMBRE 2024, filtrado por TCORDI (Torre Cordillera)		
Empresa distribuidora: CNFL		
Mes	Consumo (kWh)	
	NISE 27812854 Local A	NISE 27812855 Local A
Enero	12,084	12,052
Febrero	11,899	12,083
Marzo	12,377	12,977
Abril	11,851	11,652
Mayo	12,410	11,705
Junio	14,529	13,217
Julio	13,787	12,036
Agosto	12,781	11,400
Septiembre	13,890	13,373
Octubre	14,579	14,990
Noviembre	13,922	12,360
Diciembre	14,039	13,097
<b>TOTAL (kWh)</b>	<b>158,148</b>	<b>150,942</b>
<b>TOTAL (kWh)</b>	<b>309,090</b>	

Posteriormente, en la misma pestaña se realiza el cálculo utilizando el factor de emisión o consumo de energía eléctrica. Según el reporte de Atención de demanda y producción de electricidad con fuentes renovables, Costa Rica 2024, elaborado por el Instituto Costarricense de Electricidad, la producción de electricidad con

fuentes renovables durante el año 2024 fue de un 89,4%, por esto el factor de emisión por generación de electricidad es bajo.

En el alcance 2, se emiten 20,6 tCO<sub>2</sub>e anualmente por el uso de electricidad de 2 locales de oficinas donde trabajan aproximadamente 400 personas. Cabe resaltar que el total de sus colaboradores deben asistir a la oficina los 5 días de la semana. Las oficinas se mantienen abiertas y funcionando 7 de la mañana hasta las 7 de la noche, se mantiene el uso constante de electricidad. La cantidad de personas que asisten a la oficina podría variar por vacaciones, giras o reuniones.

### Figura 31

*Cuadro de cálculo del tCO<sub>2</sub>e por consumo eléctrico en los dos locales.*

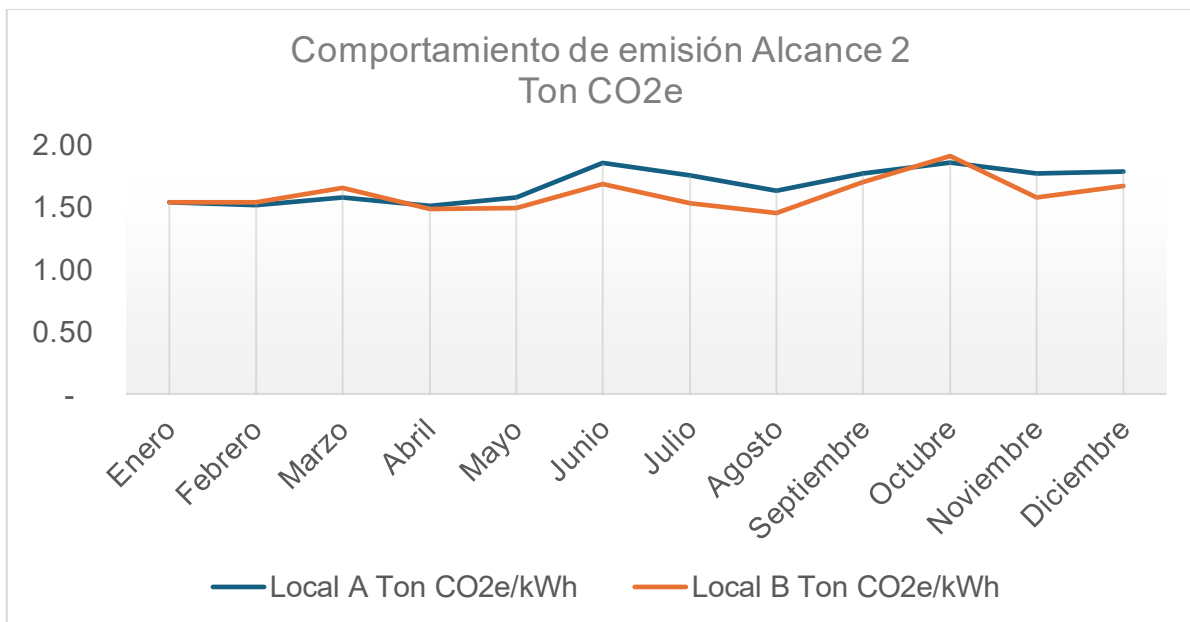
A partir del consumo mensual de kWh se determina la huella de carbono del Alcance 2.					
Local	Mes	Consumo (kWh)	Factor de emisión kg CO <sub>2</sub> e/kWh	kg CO <sub>2</sub> e/kWh	Ton CO <sub>2</sub> e/kWh
A	Enero	12,084	0.127	1,535	1.53
A	Febrero	11,899	0.127	1,511	1.51
A	Marzo	12,377	0.127	1,572	1.57
A	Abril	11,851	0.127	1,505	1.51
A	Mayo	12,410	0.127	1,576	1.58
A	Junio	14,529	0.127	1,845	1.85
A	Julio	13,787	0.127	1,751	1.75
A	Agosto	12,781	0.127	1,623	1.62
A	Septiembre	13,890	0.127	1,764	1.76
A	Octubre	14,579	0.127	1,852	1.85
A	Noviembre	13,922	0.127	1,768	1.77
A	Diciembre	14,039	0.127	1,783	1.78
B	Enero	12,052	0.127	1,531	1.53
B	Febrero	12,083	0.127	1,535	1.53
B	Marzo	12,977	0.127	1,648	1.65
B	Abril	11,652	0.127	1,480	1.48
B	Mayo	11,705	0.127	1,487	1.49
B	Junio	13,217	0.127	1,679	1.68
B	Julio	12,036	0.127	1,529	1.53
B	Agosto	11,400	0.127	1,448	1.45
B	Septiembre	13,373	0.127	1,698	1.70
B	Octubre	14,990	0.127	1,904	1.90
B	Noviembre	12,360	0.127	1,570	1.57
B	Diciembre	13,097	0.127	1,663	1.66
		<b>309,090</b>			<b>39.25</b>

Con esta información se crea un gráfico que demuestra el movimiento del consumo de electricidad mensual por cada local. Este tipo de gráficos exponen visualmente

cuales son los meses en los que se consume una mayor cantidad de energía eléctrica. Esto puede justificar cualquier ajuste de estrategias para reducción de emisiones mensual. Como se puede observar, junio y octubre son los meses con un poco más consumo, sin embargo, estos aumentos no difieren mucho, es un consumo estable.

### Figura 32

*Gráfico del comportamiento de las emisiones en ton CO<sub>2</sub>e del consumo eléctrico en los dos locales.*



Con esta información se pueden reflexionar estrategias concretas para disminuir este consumo, por ejemplo:

- la reducción del trabajo en la oficina por parte de los colaboradores.
- el uso de aires acondicionados no centralizados que permitan apagar áreas de la oficina que no se están utilizando.

- cuando se realizó la visita de la oficina, se comentó que las luces de las oficinas están centralizadas. Existen espacios que deben mantener su luz encendida a pesar de que no se están utilizando. Estas modificaciones pueden realizarse en la infraestructura.

### **Otras emisiones indirectas - Alcance 3**

En base a la matriz de significancia de Otras emisiones indirectas, las identificadas como relevantes son: residuos valorizables y residuos ordinarios, y el traslado de empleados.

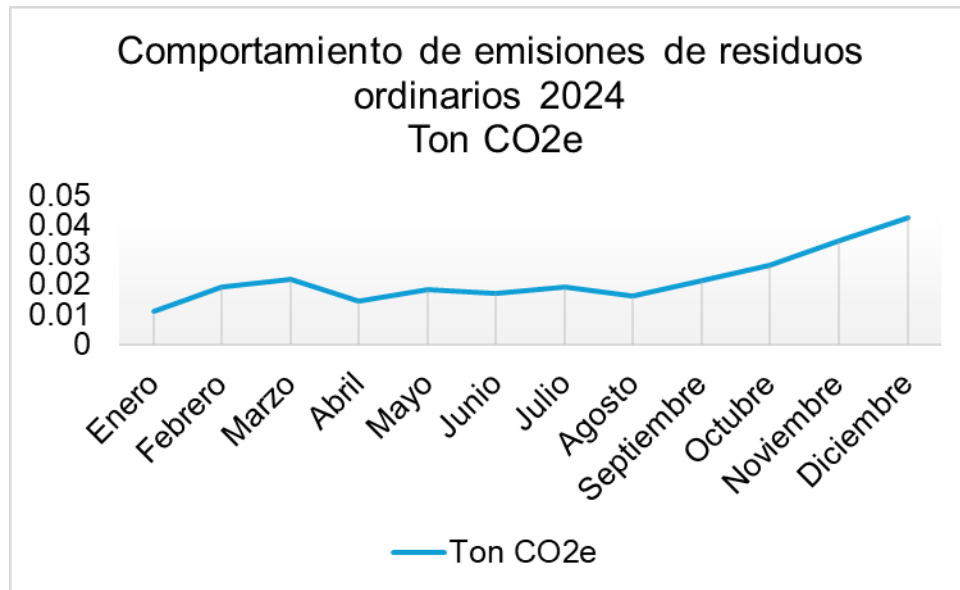
### **Otras emisiones indirectas - Alcance 3 - residuos**

Primero se analizaron los residuos ordinarios. Los datos recolectados por el equipo de Claro pertenecen al documento llamado Base de datos Residuos 2025 agosto, también contiene información del año 2024. Se utilizaron los filtros para seleccionar el centro de trabajo Torre Cordillera Pavas y se filtró por el año 2024.

El resultado de la recolección de datos demostró que en el año 2024 se pesaron 4,068.5 kilogramos de residuos ordinarios que fueron llevados al relleno sanitario para su gestión. En el mismo cuadro existe la columna del factor de emisión para agregarlo, el mismo fue tomado de los factores de emisión del IMN correspondiente a 0.0519 kg/CO<sub>2</sub>e. Al realizar el cálculo se obtiene el dato en kilogramos y se transforma a toneladas dividiendo el dato entre 1,000. El resultado son 0.21 ton CO<sub>2</sub>e. En la herramienta se incluye la posibilidad de crear otro gráfico para demostrar visualmente el comportamiento de las emisiones por residuos ordinarios de la organización.

**Figura 33**

*Gráfico del comportamiento de las emisiones en ton CO<sub>2</sub>e los residuos ordinarios tratados en relleno sanitario.*



En la gráfica se observa que al final del año, al pasar septiembre, hubo un aumento de las emisiones por residuos ordinarios. Se concluye que al final del año se bota más basura ordinaria. Posiblemente, son meses de más actividades sociales entre los colaboradores. Asimismo, en diciembre se dispara la cantidad de kg y emisiones generadas, lo que se puede deber a la época navideña. Si se mantiene una estrategia de reducción y concientización. Es posible lograr que, en los últimos meses del año, a pesar del aumento de actividades, la división de estos residuos se mantenga y compartir estrategias para que el aumento no tan marcado.

### **Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – residuos valorizables**

A continuación, se analizan las emisiones por residuos valorizables. Claro implementa una estrategia de concientización de residuos valorizables muy

importante. Realiza actividades de educación y se entregan panfletos, también se tiene a disposición de los empleados envases destinados a diferentes residuos valorizables. En Claro se dividen y gestionan los siguientes residuos valorizables: equipo electrónico, tapas de plástico, plástico, vidrio, aluminio y cartón.

En los datos entregados por Claro, no se hace una distinción entre los valorizables recolectados y procesados, por lo tanto, solo se tiene un dato total del peso de los valorizables. Para el cálculo se utiliza el factor de emisión por reciclaje que es el mismo valor para todos los equipos recolectados y listados en el párrafo anterior. En el siguiente cuadro, se detalla que la recolección de residuos valorizables en el año 2024 fue de 5,067.6 kilogramos. El factor de emisión de DEFRA es 6,41061 kg CO<sub>2</sub>e por tonelada de residuo. La unidad que indica el dato de DEFRA es en base a toneladas. Por esto, es clave convertir los kilogramos de peso de los residuos a toneladas dividiendo el dato entre 1,000. Con este peso en toneladas, se realiza el siguiente cálculo:

### Figura 34

*Cuadro de recolección de información y cálculo de huella de carbono de los residuos valorizables.*

Residuos valorizables: plástico, cartón, aluminio, residuos eléctricos					
MES	PESO (kg)	Peso tonelada	Factor de emisión kg CO <sub>2</sub> e / ton	kg CO <sub>2</sub> e	Ton CO <sub>2</sub> e
Enero	241	0.241	6.41061	1.545	0.002
Febrero	596	0.596	6.41061	3.821	0.004
Marzo	602	0.602	6.41061	3.859	0.004
Abril	229	0.229	6.41061	1.468	0.001
Mayo	412	0.412	6.41061	2.641	0.003
Junio	390.6	0.3906	6.41061	2.504	0.003
Julio	478	0.478	6.41061	3.064	0.003
Agosto	518	0.518	6.41061	3.321	0.003
Septiembre	302	0.302	6.41061	1.936	0.002
Octubre	378	0.378	6.41061	2.423	0.002
Noviembre	440	0.44	6.41061	2.821	0.003
Diciembre	481	0.481	6.41061	3.084	0.003
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>5,067.60</b>	<b>5.07</b>		<b>32.49</b>	<b>0.0325</b>

El resultado es que por 5.07 toneladas residuos valorizables gestionados responsablemente, se emiten 32.49 kg CO<sub>2</sub>e, o 0.0325 toneladas CO<sub>2</sub>e. El valor es pequeño porque los factores de emisión de DEFRA para residuos valorizables o reciclados son bajos, ya que el tratamiento evita emisiones mayores al reutilizar los materiales. Es importante recalcar que según lo indica el documento de DEFRA para el reciclaje, los factores de emisión consideran el transporte hacia una instalación de valorización de materiales. Esto en línea con las directrices del Protocolo GEI.

Es importante aclarar que en el cálculo de residuos valorizables se reportan únicamente las emisiones evitadas asociadas al reciclaje, utilizando el factor general provisto por DEFRA. Esto se debe a que los residuos valorizados ingresan a otro proceso productivo cuya gestión, transporte y tratamiento corresponden a la empresa gestora, y por tanto cuentan con su propio mecanismo de cálculo, el cual variará según el tipo de valorización aplicado (reciclaje físico, térmico, procesamiento, entre otros). Estas emisiones las contabiliza la empresa gestora. Incluir dichas emisiones dentro del inventario de Claro implicaría una doble contabilización, además de restar el beneficio ambiental que genera la dura tarea de valorización, al evitar emisiones que surgirían si se utilizaran materias primas vírgenes. Por esto, se utiliza únicamente el factor de reciclaje para reflejar el impacto neto evitado, en coherencia con las directrices del Protocolo GEI y la metodología de DEFRA. Se realiza el ejercicio de manera de práctica.

### **Otras emisiones indirectas - Alcance 3 – transporte de colaboradores**

El siguiente cálculo corresponde a las emisiones generadas por el transporte de los colaboradores desde y hacia la oficina. En la matriz de significancia se identificó que esta categoría tiene una relevancia considerable, ya que aproximadamente 400 personas se desplazan cinco días a la semana hacia la oficina.

Para esta fuente, se determinó un grado de control 3, dado que la organización podría reducir estas emisiones mediante la implementación del trabajo remoto. En cuanto al criterio de frecuencia, estas emisiones se generan de forma continua durante los cinco días laborales de la semana.

Para la recolección de estos datos se recomienda utilizar formularios de consulta enviados a todos los colaboradores. En dichos formularios debe explicarse claramente el motivo de la solicitud, aprovechando la oportunidad para comunicar la iniciativa del cálculo de la huella de carbono organizacional.

Estos formularios se utilizan para recopilar información sobre los kilómetros recorridos por cada colaborador en su desplazamiento hacia el trabajo, el tipo de transporte que utilizan, y, cuando sea posible, el tipo de combustible empleado. Además, si los colaboradores viajan acompañados por otras personas de la organización, se debe registrar el número de ocupantes con el fin de obtener datos más precisos sobre las emisiones generadas por el transporte laboral.

Claro ya había realizado en el año 2024 una encuesta sobre la movilización de su personal hacia y desde la oficina. La fuente de información registrada es un cuadro con la sumatoria de los kilómetros recorridos según el tipo de transporte utilizado, clasificado en vehículos pequeños, medianos, grandes y motocicletas pequeñas, medianas y grandes, además del tipo de combustible utilizado.

Figura 35

Cuadro de datos sobre el transporte de colaboradores de Claro.

**2024 - Emisiones del Alcance 3 Categoría 7 - Desplazamientos de empleados (2024)**

Tipo de transporte	Tipo de combustible	Unidad	Kilometros recorridos en 2024
Bike	No aplica	km	1,248
Car	Gasolina	km	13,000
Car Large Diesel	Diesel	km	86,580
Car Large Gasoline	Gasolina	km	156,874
Car Medium Diesel	Diesel	km	21,060
Car Medium Electric	Electrico	km	139,620
Car Medium Gas	Gas	km	11,440
Car Medium Gasoline	Gasolina	km	1,047,415
Car Medium Hybrid	Hibrido	km	4,160
Car Small Diesel	Diesel	km	2,860
Car Small Electric	Electrico	km	38,012
Car Small Gasoline	Gasolina	km	709,192
Motorcycle	Gasolina	km	1,560
Motorcycle Average Electric	Electrico	km	29,328
Motorcycle Large Gasoline	Gasolina	km	62,972
Motorcycle Medium Gasoline	Gasolina	km	346,814
Motorcycle Small Gasoline	Gasolina	km	225,014
SUV Average Diesel	Diesel	km	53,768
SUV Average Electric	Electrico	km	7,800
SUV Average Gasoline	Gasolina	km	205,296
SUV Average Hybrid	Hibrido	km	35,880
Taxi	Gasolina	km	69,610
Walk	No aplica	km	64,355
Bus	Gasolina	km	890,999
Train		km	38,494
			<b>4,263,351</b>

Nota. Adaptado de reporte suministrado por Claro Telecomunicaciones S.A., 2024.

En estos estudios es fundamental depurar y estandarizar los datos que se utilizarán en el cálculo. Estos datos deben ser legibles, ordenados y contener los datos necesarios, como el volumen o masa con su respectiva unidad de medida.

La limpieza de los datos proporcionados por Claro se realiza con el fin de garantizar una mejor comprensión de la información disponible y determinar qué datos pueden utilizarse para el cálculo de la huella de carbono. Este paso es esencial, ya que

permite conocer con precisión la información existente y planificar adecuadamente el proceso de cálculo. Como se visualiza en la siguiente figura, se deben realizar los cálculos necesarios para conocer los kilómetros por año, por tipo de vehículo y de combustible.

**Figura 36**

*Cuadro de cálculo de kilómetros recorridos para el transporte de colaboradores hacia y desde la oficina.*

Huella de carbono Organizacional							
Alcance 3, Categoría 7: Traslado de empleados							
Encuesta a empleados - Se puede realizar via Google forms (ver ejemplo en Anexos)							
Recolectar la información del transporte de los colaboradores de la organización. Es necesario recolectar los km recorridos (ida y vuelta), generalizado, y cuantas personas viajan. Si es transporte público se coloca solamente 1 pasajero.							
Datos recolectados: sumatoria de los kilómetros por tipo de vehículo y tipo de combustible. El dato es anual, de los kilómetros que recorren totalizados.							
Nombre de colaborador	Medio de transporte	Tipo de combustible	Distancia recorrida por AÑO (km ida + vuelta)	Personas en el viaje (en caso de ir en auto)	Frecuencia semanal de trabajo presencial (días por semana)	km totales por semana	km totales por año
Colaboradores 1	BICICLETA	NO APLICA	1,248	1	5	24	1,248
Colaboradores 2	AUTO MEDIANO	GASOLINA	13,000	1	5	250	13,000
Colaboradores 3	AUTO GRANDE	DIESEL	86,580	1	5	1,665	86,580
Colaboradores 4	AUTO GRANDE	GASOLINA	156,874	1	5	3,017	156,874
Colaboradores 5	AUTO MEDIANO	DIESEL	21,060	1	5	405	21,060
Colaboradores 6	AUTO MEDIANO	ELECTRICO	139,620	1	5	2,685	139,620
Colaboradores 7	AUTO MEDIANO	GAS	11,440	1	5	220	11,440
Colaboradores 8	AUTO MEDIANO	GASOLINA	1,047,415	1	5	20,143	1,047,415
Colaboradores 9	AUTO MEDIANO	HIBRIDO	4,160	1	5	80	4,160
Colaboradores 10	AUTO PEQUEÑO	DIESEL	2,860	1	5	55	2,860
Colaboradores 11	AUTO PEQUEÑO	ELECTRICO	38,012	1	5	731	38,012
Colaboradores 12	AUTO PEQUEÑO	GASOLINA	709,192	1	5	13,638	709,192
Colaboradores 13	MOTOCICLETA	GASOLINA	1,560	1	5	30	1,560
Colaboradores 14	MOTOCICLETA	ELECTRICO	29,328	1	5	564	29,328
Colaboradores 15	MOTOCICLETA	GASOLINA	62,972	1	5	1,211	62,972
Colaboradores 16	MOTOCICLETA	GASOLINA	346,814	1	5	6,670	346,814
Colaboradores 17	MOTOCICLETA	GASOLINA	225,014	1	5	4,327	225,014
Colaboradores 18	AUTO GRANDE	DIESEL	53,768	1	5	1,034	53,768
Colaboradores 19	AUTO GRANDE	ELECTRICO	7,800	1	5	150	7,800
Colaboradores 20	AUTO GRANDE	GASOLINA	205,296	1	5	3,948	205,296
Colaboradores 21	AUTO GRANDE	HIBRIDO	35,880	1	5	690	35,880
Colaboradores 22	TAXI / UBER	GASOLINA	69,610	1	5	1,339	69,610
Colaboradores 23	A PIE	NO APLICA	64,355	1	5	1,238	64,355
Colaboradores 24	BUS	GASOLINA	890,999	1	5	17,135	890,999
Colaboradores 25	TREN		38,494	1	5	740	38,494
<b>Total km</b>						<b>81,988</b>	<b>4,263,351</b>

Para este cálculo se utilizaron los factores de emisión de DEFRA, los cuales son más completos, ya que el valor de cada factor contempla las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero. Esto permite realizar un cálculo directo y más sencillo, especialmente útil para equipos sin formación técnica.

En este estudio, los factores de DEFRA se aplicaron únicamente al caso del transporte de empleados.

Para el cálculo de las emisiones directas relacionadas a combustión móvil, se utilizaron los factores de emisión del IMN, los cuales no incluyen otros gases; por ello, el cálculo se realiza de forma separada para cada gas.

El uso de los factores de DEFRA presenta además la ventaja de que ofrecen factores de emisión por kilómetro-pasajero, necesarios para estimar las emisiones asociadas al transporte colectivo, como autobuses o trenes.

En el caso de los servicios de transporte privado, como taxis o plataformas tipo Uber, se aplican los factores de emisión por kilómetro-vehículo, ya que el cálculo considera las emisiones totales del recorrido del vehículo utilizado para el servicio, conforme a las directrices de DEFRA (2024).

Existen diversas maneras de realizar este cálculo según la información disponible. En este caso, dado que se cuenta con datos sobre el tipo y tamaño de vehículo, y el combustible utilizado, fue posible efectuar un cálculo más preciso, utilizando los valores específicos de DEFRA.

Por esto, se ajustó el cuadro de cálculo con base en la información obtenida y se trasladaron los datos de emisión correspondientes. En el cálculo no se toma en cuenta los kilómetros recorridos a pie, en bicicleta y en vehículos eléctricos, los cuales no generan emisiones por combustión de combustible.

### **Figura 37**

*Cuadro de cálculo de la huella de carbono emitida en la categoría de transporte de colaboradores de Claro.*

Grupo	Tipo de transporte	Tipo de combustible	KM anuales	Factor de emisión	Unidad	kgCO <sub>2</sub> eq	Ton CO <sub>2</sub> eq
Colaboradores 2	AUTO MEDIANO	GASOLINA	13,000	0.17726	kgCO <sub>2</sub> eq/km	2,304.38	2.30
Colaboradores 3	AUTO GRANDE	DIESEL	86,580	0.20729	kgCO <sub>2</sub> eq/km	17,947.17	17.95
Colaboradores 4	AUTO GRANDE	GASOLINA	156,874	0.26885	kgCO <sub>2</sub> eq/km	42,175.57	42.18
Colaboradores 5	AUTO MEDIANO	DIESEL	21,060	0.16807	kgCO <sub>2</sub> eq/km	3,539.55	3.54
Colaboradores 7	AUTO MEDIANO	GAS	11,440	0.17634	kgCO <sub>2</sub> eq/km	2,017.33	2.02
Colaboradores 8	AUTO MEDIANO	GASOLINA	1,047,415	0.17726	kgCO <sub>2</sub> eq/km	185,664.78	185.66
Colaboradores 9	AUTO MEDIANO	HIBRIDO	4,160	0.11490	kgCO <sub>2</sub> eq/km	477.98	0.48
Colaboradores 10	AUTO PEQUEÑO	DIESEL	2,860	0.13994	kgCO <sub>2</sub> eq/km	400.23	0.40
Colaboradores 12	AUTO PEQUEÑO	GASOLINA	709,192	0.14370	kgCO <sub>2</sub> eq/km	101,910.89	101.91
Colaboradores 13	MOTOCICLETA	GASOLINA	1,560	0.11367	kgCO <sub>2</sub> eq/km	177.33	0.18
Colaboradores 15	MOTOCICLETA	GASOLINA	62,972	0.11367	kgCO <sub>2</sub> eq/km	7,158.03	7.16
Colaboradores 16	MOTOCICLETA	GASOLINA	346,814	0.11367	kgCO <sub>2</sub> eq/km	39,422.35	39.42
Colaboradores 17	MOTOCICLETA	GASOLINA	225,014	0.11367	kgCO <sub>2</sub> eq/km	25,577.34	25.58
Colaboradores 18	AUTO GRANDE	DIESEL	53,768	0.20729	kgCO <sub>2</sub> eq/km	11,145.57	11.15
Colaboradores 20	AUTO GRANDE	GASOLINA	205,296	0.26885	kgCO <sub>2</sub> eq/km	55,193.83	55.19
Colaboradores 21	AUTO GRANDE	HIBRIDO	35,880	0.15486	kgCO <sub>2</sub> eq/km	5,556.38	5.56
Colaboradores 22	TAXI / UBER	GASOLINA	69,610	0.20805	kgCO <sub>2</sub> eq/km	14,482.36	14.48
Colaboradores 24	BUS	GASOLINA	890,999	0.10846	pasajero	96,637.75	96.64
Colaboradores 25	TREN		38,494	0.35460	pasajero	13,649.97	13.65
			<b>3,982,988</b>			<b>625,438.79</b>	<b>625.44</b>

Se utilizaron los factores de emisión de DEFRA, seleccionados según el tamaño del vehículo y el tipo de combustible.

El total de kilómetros recorridos se multiplicó por el factor de emisión correspondiente, obteniéndose un resultado de 625,438.79 kg CO<sub>2</sub>e.

Este valor se dividió entre 1,000 para expresar el resultado en toneladas, equivalente a 625.44 toneladas de CO<sub>2</sub>e, emitidas por el transporte de 400 empleados, considerando cinco días a la semana durante todo el año.

En este cálculo no se consideraron las vacaciones de los empleados, ya que se trata de un dato variable.

## Resultados

La última pestaña de la herramienta de recolección de datos y cálculos contiene un cuadro resumen con la información total generada en las demás pestañas.

En este caso, se recomendó incluir un resumen de los resultados, dada la diferenciación de casos y factores de emisión utilizados en los distintos escenarios de transporte.

### Figura 38

*Cuadro de resumen de cálculo de la huella de carbono.*

	Alcance y categoría	Tipo de emisión	Dato de actividad	Unidad	tCO <sub>2</sub> e	Porcentaje Alcance
<b>1</b>	<b>Alcance 1 - Directas</b>				<b>466.717</b>	<b>41%</b>
1.1.1	Vehículos diésel	Diesel	78,510.79	litros	208.680	
1.1.2	vehículos gasolina	Gasolina	110,677.31	litros	258.032	
1.4.1	Recarga de extintor CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	4.54	Kg	0.005	
<b>2</b>	<b>Alcance 2 – indirectas de energía</b>				<b>39.254</b>	<b>3%</b>
2.1.1	Uso de electricidad de la red	kWh	309,090.00	kWh	39.254	
<b>3</b>	<b>Alcance 3 – otras indirectas</b>				<b>625.650</b>	<b>55%</b>
3.1.1	Residuos Ordinarios	ordinarios	4,068.50	kg	0.211	
3.2.1	Traslados empleados	diferente medio transporte	3,982,988.00	km	625.439	
					<b>1131.621</b>	<b>100%</b>

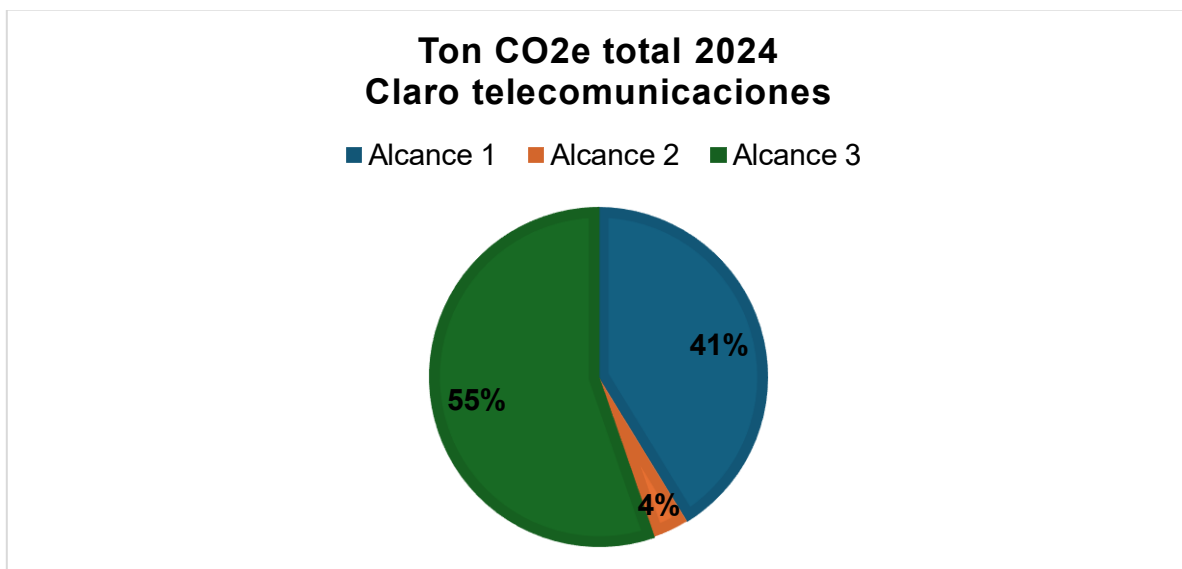
Con los datos recolectados se construyó un inventario de gases de efecto invernadero (GEI) que sirve como línea base. Este punto de partida deberá mejorarse con el tiempo, incorporando las recomendaciones planteadas en este documento. Se espera que, conforme avance el proceso dentro de la empresa, el cálculo de la huella de carbono sea cada vez más preciso y completo. Se concluye

que Claro emitió 1,131.62 tCO<sub>2</sub>e durante el año 2024, considerando los dos locales ubicados en Torre Cordillera y su flotilla vehicular completa.

Alcance	Ton CO2e total	Porcentaje
Emisiones directas	466.72	41%
Emisiones indirectas	39.254	3%
Otras emisiones indirectas	625.65	55%
<b>Total</b>	<b>1,131.62</b>	<b>1.00</b>

**Figura 39**

*Gráfico sobre el peso de cada alcance en las emisiones de Claro del año 2024.*



En el cuadro resumen se calcularon los porcentajes de contribución de cada alcance, representando su peso dentro del total de emisiones.

A partir de estos resultados, se concluye que la segunda mayor cantidad de emisiones proviene de la flota vehicular, la cual es sumamente amplia y responde a uno de los principales servicios que ofrece Claro: las visitas a domicilio para la

instalación y mantenimiento de equipos. Este grupo genera un total de 466.71 t CO<sub>2</sub>e.

Por otro lado, dentro de las otras emisiones indirectas, el transporte de los colaboradores hacia y desde la oficina representa el valor de emisión más alto, con 625,44 t CO<sub>2</sub>e. Este resultado se explica por la necesidad de que la mayoría del personal asista presencialmente los cinco días de la semana.

### **Recomendaciones**

Durante el desarrollo y revisión de los resultados del cálculo de la huella de carbono de Claro, se identificó que las áreas de mayor contribución corresponden a las emisiones directas y otras emisiones indirectas.

En las emisiones directas, se destaca la gran cantidad de vehículos que conforman la flotilla vehicular de la empresa, la mayoría de los cuales funcionan con gasolina. Esto representa una oportunidad significativa de mejora, por ejemplo, mediante una estrategia progresiva de renovación, sustituyendo alrededor del 5% o 10% de los vehículos anualmente, con el fin de reducir las emisiones de esta categoría.

Por su parte, en el alcance de otras emisiones indirectas se identificó que alrededor de 400 empleados se desplazan hacia y desde la oficina cinco días a la semana, por lo que el transporte del personal tiene un impacto relevante. En este caso, se recomienda implementar políticas de trabajo remoto o híbrido, que podrían contribuir a disminuir las emisiones asociadas a los traslados.

La aplicabilidad de la herramienta desarrollada durante este proyecto fue fundamental. La creación de la herramienta, la recolección de datos y el cálculo de

las emisiones de Claro se realizaron de manera paralela, complementándose entre sí.

Durante la elaboración del inventario surgieron ideas para facilitar la recopilación de información y los cálculos, así como diferentes alternativas metodológicas según el tipo de datos disponibles.

Asimismo, el desarrollo del manual y del caso práctico permitió identificar aspectos clave a reforzar en el documento, con el objetivo de evitar confusiones e integrar procedimientos claros y accesibles, especialmente para personas no expertas encargadas del proceso de cálculo de la huella de carbono y la elaboración del inventario de GEI.

Finalmente, se utilizó la Calculadora de Carbono de Susty para el ingreso y procesamiento de los datos depurados, consolidando así la información necesaria para el análisis y la presentación de resultados.

### **Desafíos**

Durante el desarrollo de esta herramienta y el cálculo de la huella de carbono de Claro, se identificaron algunos desafíos relacionados con la disponibilidad y calidad de la información.

Por ejemplo, no se pudo acceder a la información sobre los viajes ejecutivos de la gerencia, ya que estos datos son gestionados por las asistentes ejecutivas de cada gerente y no fue posible obtenerlos a tiempo.

Asimismo, los datos de adquisiciones anuales se proporcionaron en un cuadro con más de 38,000 registros de pagos realizados durante 2024; sin embargo, esta información carecía de detalles sobre el tipo de adquisición o el producto específico.

Para futuras aplicaciones de la herramienta, un equipo encargado del cálculo podría solicitar al departamento de compras un reporte más detallado sobre las adquisiciones relevantes, como:

- Vehículos adquiridos y sus características (tipo y combustible),
- Equipos de cómputo y sus marcas,
- Otros bienes significativos que puedan impactar en las emisiones.

Esta información detallada es fundamental para identificar los factores de emisión adecuados, garantizando así un cálculo más preciso y completo de la huella de carbono de la empresa.

## **6. Síntesis del desarrollo**

El desarrollo de este proyecto permite que se pueda integrar de manera práctica y reflexiva los aprendizajes obtenidos en el transcurso de las cuatro fases que lo componen: el estudio técnico, la elaboración del manual, la creación de la herramienta de cálculo y la aplicación del caso práctico. Cada una de estas etapas aportó elementos diferenciados pero complementarios, que en conjunto fortalecieron la comprensión teórica metodológica y aplicada del cálculo de huella de carbono organizacional.

En la primera fase, el estudio técnico posibilitó un análisis profundo de los fundamentos conceptuales y normativos que explican y respaldan la medición de los gases de efecto invernadero en una organización. El proceso de revisión se sustentó también en marcos internacionales como el Protocolo GHG y el IPCC, y en lineamiento con programas costarricenses como el Programa País Carbono Neutralidad y la Norma INTE B5. Adicionalmente, la participación en un curso sobre

este cálculo aplicado. Este trabajo inicial de recopilación de información permitió contextualizar el cálculo de la huella de carbono dentro de los esfuerzos globales y locales por mitigar el cambio climático. Además, consolidó las bases teóricas necesarias para diseñar la metodología de aprendizaje que se adapte al contexto empresarial costarricense.

La segunda fase orientada a la elaboración del Manual de Huella de Carbono: Guía para no expertos, representa un aporte significativo al propósito de democratizar el conocimiento técnico. Que cualquier empresa, sin importar su tamaño y capacidad económica, puedan ser capaces de conocer su impacto ambiental en términos de las emisiones de gases de efecto invernadero que generan y se sumen al movimiento conciencia y responsabilidad para cumplir las metas globales de reducción del calentamiento global. Este manual simplifica conceptos complejos, traduce normativas y propone un lenguaje que es accesible y facilita a las organizaciones a comprender su impacto ambiental y replicar el proceso de cálculo sin necesidad de altos niveles de especialización. Sin necesidad de invertir en estudios técnicos de alto valor económico. El manual actúa como una herramienta de transferencia de conocimiento y sensibilización hacia la acción climática.

En la tercera fase, la herramienta de recolección y cálculo constituye el componente innovador y aplicado del proyecto. Su desarrollo permitió transformar la teoría en práctica, ofreciendo una alternativa sencilla y útil para sistematizar los datos y calcular emisiones de manera autónoma. Además, al integrarse con la metodología y la Calculadora de Carbono, la herramienta fortaleció la transparencia, trazabilidad

y precisión de los resultados. Esta herramienta promueve la capacidad de gestión ambiental dentro de las empresas para un estudio como estos.

Por último, en la cuarta fase, el caso práctico aplicado en Claro Telecomunicaciones S.A. permitió validar la metodología propuesta y comprobar su utilidad real en un entorno corporativo. A través del ejercicio práctico se obtuvieron resultados concretos sobre las emisiones generadas en las operaciones de la empresa. Este proceso de estudio aplicado facilitó la elaboración de recomendaciones de mejora y estrategias de reducción. Esta experiencia aportó un aprendizaje significativo sobre desafíos y oportunidades que enfrentan las organizaciones al implementar sistemas de medición ambiental.

Estas cuatro partes en conjunto contribuyen al cumplimiento de los objetivos específicos de la investigación: comprender los marcos normativos del cálculo de huella de carbono, desarrollar herramientas prácticas que faciliten su aplicación y validar su efectividad, mediante un caso real. Asimismo, su integración permitió alcanzar el objetivo general de diseñar una metodología de transferencia de conocimiento que impulse la adopción voluntaria de prácticas sostenibles en el sector empresarial.

El valor agregado de este trabajo radica en su enfoque integral, que combina rigurosidad técnica con la accesibilidad pedagógica. Cuando se vincula el conocimiento científico con herramientas prácticas, el proyecto no solo aporta una metodología replicable, sino también una visión de cambio organizacional que promueve la responsabilidad ambiental y a innovación en la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El desarrollo de esta investigación sienta las bases para el apartado de conclusiones y recomendaciones, donde se sintetizan los hallazgos principales, se reflexiona sobre los alcances y limitaciones del estudio y se proponen línea de acción para fortalecer la medición, gestión y reducción de emisiones en el ámbito organizacional.

## **CONCLUSIONES**

### **Hallazgos principales**

Durante el proceso de búsqueda de información e investigación resultó evidente que existe poca información accesible para personas no expertas en el tema. Para aprender sobre huella de carbono, a menudo es necesario consultar protocolos, normas, políticas, certificaciones y programas que pueden resultar pesados y complejos para quienes no están familiarizados con el tema. El lenguaje técnico puede generar confusión o desinterés, limitando la motivación de personas y empresas para medir su impacto ambiental y mejorar sus prácticas.

Asimismo, la elaboración de un caso práctico fue fundamental para crear un manual y una herramienta útiles. Este proceso permitió experimentar la formación de un equipo de huella de carbono, la solicitud de documentación, el ingreso de datos en la herramienta y la aplicación paso a paso del manual. Esta experiencia enriqueció significativamente el material, incorporando dudas y situaciones reales, lo que lo hace más práctico y relevante para futuros usuarios.

### **Lecciones aprendidas**

Resultó clave desarrollar un manual y una herramienta complementaria que inviten a más organizaciones y personas a participar en este proceso. Con un enfoque pedagógico, se simplifica el lenguaje técnico sin sacrificar la transparencia, trazabilidad y confiabilidad de los datos. Al poner a disposición instrumentos activos, intuitivos y adaptados a distintos niveles de conocimiento, se eliminan barreras que dificultan la participación de pequeñas y medianas empresas en la cuantificación y

reducción de emisiones, democratizando la gestión del carbono y promoviendo una cultura organizacional consciente y sostenible.

Asimismo, se utilizó la herramienta de evaluación ambiental Susty para realizar un control cruzado de la información y apoyar a los socios de Susty en la optimización y mejora de la herramienta.

Una metodología simplificada y basada en el contexto mejora la trazabilidad de los datos, reduce los errores de la recolección de información y puede fortalecer la capacidad de las organizaciones para gestionar sus emisiones de manera autónoma y sostenida.

### **Proyecciones futuras**

Este proyecto demuestra que la sostenibilidad se puede abordar también como una oportunidad para innovar en base a la comprensión, medición y gestión de los impactos.

A futuro, se recomienda continuar con la validación de la herramienta en distintos sectores empresariales y contextos productivos, así como fortalecer su componente social y de liderazgo ambiental regenerativo.

El fomento del aprendizaje organizacional y la toma de decisiones basadas en evidencias permitirá avanzar hacia una transición empresarial que no solo busque reducir impactos, sino también regenerar ecosistemas y fortalecer la resiliencia institucional frente a los desafíos globales.

Es fundamental señalar que tanto el manual como la herramienta desarrollados en este proyecto deben ser revisados y actualizados de manera anual, o cada vez que se produzcan cambios relevantes en las metodologías, lineamientos o factores de

emisión utilizados para el cálculo de gases de efecto invernadero. Este proceso de actualización es una práctica común y necesaria, ya que los estándares internacionales como el Protocolo GEI, la ISO 14064-1, así como las bases de datos de factores de emisión (por ejemplo, IMN y DEFRA), se encuentran en constante evolución y mejora. La incorporación o modificación de estos elementos puede influir directamente en los resultados del inventario y en la interpretación de la información. Por ello, la revisión periódica garantiza que la herramienta siga siendo vigente, precisa y alineada con las mejores prácticas, asegurando su utilidad en el tiempo y su adecuada aplicación por parte de las organizaciones usuarias.

## **RECOMENDACIONES**

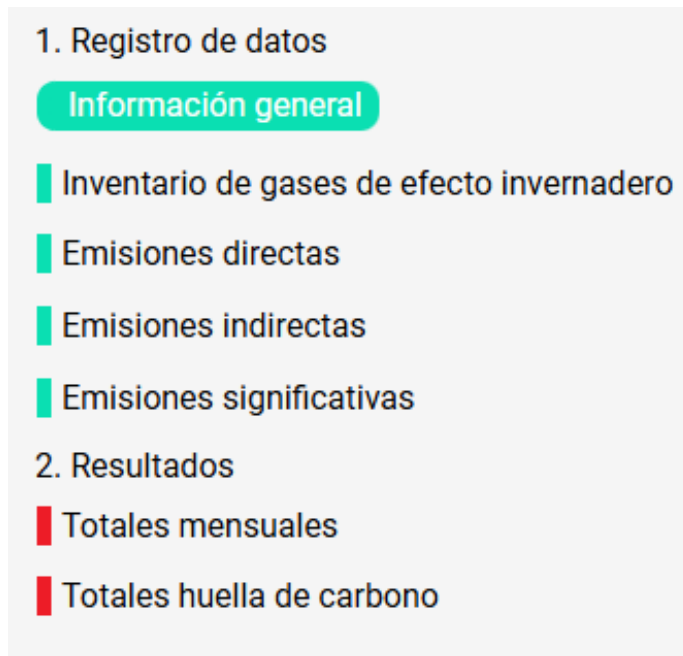
A partir de los resultados obtenidos en la aplicación práctica de la metodología y el uso de la Calculadora de Carbono de Susty, se identificaron oportunidades de mejora a nivel técnico y organizacional. Estas recomendaciones buscan optimizar la calidad de los cálculos, la eficiencia del proceso de recolección de datos y la gestión interna de los inventarios de gases de efecto invernadero y el cálculo de la huella de carbono. Buscando favorecer la continuidad y replicabilidad del proceso de futuras mediciones.

### **1. Recomendaciones técnicas para la Calculadora de Carbono de Susty**

- a. Separación de los módulos en el menú: puede ser por color o con líneas que indican que van por separado. Facilita la comprensión de la herramienta. Por ejemplo, que las emisiones estén en una sección diferente, ya que son el segundo paso después del inventario.

**Figura 40**

*Captura de pantalla del menú de la calculadora de GEI de Susty.*



- b. Identificación de activos mediante numeración: asignar un número o código único a cada activo ingresado en la herramienta. Para facilitar la verificación, revisión y corrección de datos cuando se manejan grandes volúmenes de información, asegurando la trazabilidad y el control del proceso de registro.
- c. Incorporación de una función de importación masiva: tener la posibilidad de importar datos desde archivos estructurados como Excel para reducir el tiempo de carga y minimizar errores manuales, especialmente para inventarios extensos.
- d. Visualización de totales mensuales: actualmente la herramienta presenta una sumatoria general lo que dificulta la detección de errores o inconsistencias específicas. Se recomienda que se muestren los

totales parciales y mensuales por fuente, categoría o mes de emisión.

Esto permite controlar la calidad y validar la información.

- e. Opción de otros módulos en el alcance de otras emisiones indirectas, al ofrecer más categorías se puede motivar a los clientes a intentar realizar otro tipo de cálculos.
- f. Los cuadros de cálculo automáticos que hay en cada sección no son muy claros de los que está pasando “detrás de la herramienta” para realizar los cálculos.

### Figura 41

*Captura de pantalla del cuadro de cálculo de las emisiones directas, combustión móvil.*

Resumen de fuentes de combustión estacionaria	Tipo de combustible	Visualización de equipos del combustible	
	Diesel Generació▼	Abrir	
	Factor de emisión CO2 (kg/kg producido)	Factor de emisión CH4 (kg/kg producido)	Factor de emisión N2O (kg/kg producido)
	Potencial de calentamiento global CO2	Potencial de calentamiento global CH4	Potencial de calentamiento global N2O
	1	28	265
Cantidad total de consumo	Unidades	Emisiones en CO2E	
0	Abrir	0.000	

## 2. Recomendaciones operativas para Claro y otras organizaciones.

- a. Asegurar la calidad y completitud de la información: la precisión del cálculo de la huella de carbono depende directamente de la calidad y coherencia de los datos recolectados. Se recomienda implementar un

protocolo interno de control de calidad de la información antes de su ingreso a la herramienta, se deben verificar unidades, fuentes y consistencia temporal, esto quiere decir que todos los datos tengan la misma unidad, sea una fuente confiable y que sean datos del periodo que se está estudiando. Para apoyar este proceso se crea la pestaña de la herramienta de recolección de información sobre la matriz de actividades que requiere se ingresen responsables y el tipo de información, datos y respaldos se van a recolectar.

- b. Homogeneizar los datos de la recolección: mantener formatos estándar entre los departamentos para garantizar comparabilidad y coherencia de los periodos analizados. Es clave definir las unidades de medida comunices por ejemplo kWh, litros o kilómetros y conocer o investigar sobre su conversión a otras unidades. Así como definir las fuentes oficiales de los datos.
- c. Asignar responsables por departamento: designar a una persona responsable de los datos ambientales por cada área que se debe estudiar facilita la coordinación, la trazabilidad, la responsabilidad y el seguimiento del proceso. Esta práctica promueve la responsabilidad organizacional y mejora el flujo de la información.
- d. Formación de un equipo interdisciplinario y comprometido: con interés en la sostenibilidad y conocimientos matemáticos simples, análisis de datos. Es recomendable contar con personal que maneje herramientas como Excel y comprenda sobre conversiones de

unidades por ejemplo de kilogramos a toneladas, es esencial para evitar errores y fortalecer la autonomía interna de la gestión del inventario de emisiones.

La implementación de estas recomendaciones permitirá fortalecer la precisión del cálculo, optimizar los recursos que se dedican al proceso y facilitar la replicación del modelo en otros años y otras organizaciones interesadas en iniciar o mejorar la medición de su huella de carbono. Asimismo, contribuir al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la regeneración, mejora continua y la toma de decisiones informadas basadas en datos confiables.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. América Móvil. (2023). *Sustainability goals*. América Móvil. Recuperado de: <https://sustainability.americamovil.com/goals/>
2. América Móvil. (s.f.). *Cultura organizacional*. MyDNA Digital. Recuperado de <https://mydnadigital.com/companies/america-movil/culture/>
3. Beita, Guerrero, V.H., Balma, Montero, C. y Herrera, Murillo, J. (junio, 2020). Desarrollo de factores de emisión de gases efecto invernadero para el mejoramiento de la métrica en Costa Rica. *Ambientico*. Recuperado de: [https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/30862/274\\_16-25.pdf](https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/30862/274_16-25.pdf)
4. Claro Costa Rica. (s.f.). *Cultura organizacional*. MyDNA Digital. Recuperado de <https://mydnadigital.com/companies/claro/culture/>
5. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2021). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto*

- Invernadero 1990-2021.CMNUCC. Recuperado de:  
<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/DIN%201990-2021%20%286%29.pdf>
6. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2023, 26 de julio). Costa Rica se compromete a descarbonizarse para 2050. UNFCCC. Recuperado de <https://unfccc.int/es/news/costa-rica-se-compromete-a-descarbonizarse-para-2050>
  7. Department for energy security and net zero (julio 8, 2024). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024 [Hoja de cálculo Excel]. Gobierno de Reino Unido. Recuperado de:  
<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024>
  8. Diez-Martinez, Ines, & Peiro-Signes, Angel. (2022). Transitioning towards sustainability: The ‘what,’ why’ and ‘how’ of the integration of sustainable practices into business models. *Tec Empresarial*, 16(1), 44-67. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.18845/te.v16i1.6013>
  9. Dirección de Cambio Climático (DCC) – MINAE. (2019). *Guía para la participación en el Programa País de Carbono Neutralidad (Parte 1)*. Costa Rica. Recuperado de: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/07/Guia-Carbono-Neutralidad-DCC-Parte-1.pdf>
  10. European Commission. (2025). *Carbon Border Adjustment Mechanism*. Directorate-General for Taxation and Customs Union. Recuperado de:

[https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en)

11. Farfán Buitrago, D. Y., & Garzón Castrillón, M. A. (2006). *La gestión del conocimiento*. Editorial Universidad del Rosario. Recuperado de: <https://repository.urosario.edu.co/items/de866de1-280e-4614-887d-ba538127af5f>
12. FreshFruitPortal. (2024, mayo 27). *Impact of the European Green Deal on Costa Rica's agroexport industry*. Recuperado de: <https://www.freshfruitportal.com/news/2024/05/27/impact-of-the-european-green-deal-on-costa-ricas-agroexport-industry/>
13. Gobierno de Reino Unido, *Department for Environment, Food and Rural Affairs*. (Junio 10,2025). Collection: Government conversion factors for company reporting greenhouse gas emissions. Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>
14. IBM. (s.f.) ¿Qué es la Directiva de Informes de Sostenibilidad Corporativa (CSRD)? Recuperado de: <https://www.ibm.com/es-es/topics/csrd>
15. Instituto Costarricense de Electricidad. (1 febrero, 2025). Informe de atención de demanda y producción de electricidad con fuentes renovables, costa rica 2024. Versión 1. Recuperado de: <file:///C:/Users/G575893/Downloads/INFORME%20GENERACION%20RENOVABLE%202024.pdf>

16. International Organization for Standardization. (2019). *ISO 14064-3:2019 Greenhouse gases — Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements* (2nd ed.). Recuperado de: <https://www.iso.org/standard/66455.html>
17. IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, R.K. Pachauri & L.A. Meyer, Eds.). IPCC. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
18. Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). *Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica 2020: Versión completa*. Dirección de Cambio Climático. Recuperado de: <https://cambioclimatico.minae.go.cr/wp-content/uploads/2021/01/Contribucion-Nacionalmente-Determinada-de-Costa-Rica-2020-Version-Completa.pdf>
19. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (s. f.). *Categoría Organizacional – Programa País de Carbono Neutralidad*. Dirección de Cambio Climático. Recuperado el 18 de agosto de 2025, de <https://cambioclimatico.minae.go.cr/programa-pais-carbono-neutralidad/ppcn-categoria-organizacional/>
20. Muñoz, Razo, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Segunda Edición. Pearson Educación, México, 2011.
21. Müller, E. (2025) Carta a la Tierra: ¿Qué pasaría si te dijera que podemos revertir el cambio climático y el colapso planetario?

22. Naciones Unidas en Costa Rica. (s.f.). *Cómo la ONU apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Costa Rica*. Naciones Unidas en Costa Rica. Recuperado de: <https://costarica.un.org/es/sdgs#:~:text=C%C3%B3mo%20la%20ONU%20apoya%20los,de%20Planificaci%C3%B3n%20y%20Pol%C3%ADtica%20Econ%C3%B3mica>
23. La República. (2019, 23 de septiembre). *Claro es la primera operadora en recibir Galardón Verde*. La República. Recuperado de: <https://www.larepublica.net/noticia/claro-es-la-primera-operadora-en-recibir-galardon-verde>
24. Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Día Mundial del Ozono*. Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.un.org/es/observances/ozone-day>
25. Ollagnier, J.M, Jamison, S. y Bermúdez, M. (2023). *Destination Net Zero*. Accenture. Recuperado de: *El camino hacia las emisiones netas cero en 2050 | Accenture*. Recuperado de: <https://www.accenture.com/cl-es/insights/sustainability/reaching-net-zero-by-2050>
26. Periódico Pura Vida. (2022, 15 de junio). *Claro busca mejorar calidad de vida en comunidades donde opera*. Periódico Pura Vida. Recuperado de: <https://www.periodicopuravida.net/claro-busca-mejorar-calidad-de-vida-en-comunidades-donde-opera/>
27. Piña, P. y Bernardini, V. (2024). *Resultados sobre la encuesta Desafíos en materia de sostenibilidad: el escenario actual de Latinoamérica*. RSM. Hub

ESG Latin America. Recuperado de: 2024 ESG Landscape Latin America. Desafíos en materia de Sostenibilidad. | RSM México

28. Bolaños, Vargas, E. (2021, noviembre 15). *Claro Costa Rica celebra su aporte tecnológico y estratégico en el país*. Revista Sobrevuelo. Recuperado de <https://www.revistasobrevuelo.com/2021/11/la-empresa-de-servicios-de-comunicacion.html>
29. Revista Summa. (2023, 19 de junio). *Claro Costa Rica brinda servicios de vanguardia en un espacio sostenible*. Revista Summa. Recuperado de: <https://revistasumma.com/claro-costa-rica-brinda-servicios-de-vanguardia-en-un-espacio-sostenible/>
30. Silva, B. (2024, octubre). Cálculo de huella de carbono para freelancers ambientales. [Curso en línea]. Udemy. Recuperado de: <https://www.udemy.com/course/calculo-de-huella-de-carbono-para-freelancers-ambientales/>
31. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2020). *Conciencia ambiental: Sistematización de experiencias de participación ciudadana y gobernanza ambiental*. Ministerio de Ambiente y Energía. Recuperado de: <https://www.sinac.go.cr/es/partciudygober/libros%20sistematizacion/conciencia%20ambiental.pdf>
32. Susty. (2025). Susty: Promoviendo la sostenibilidad. Susty. Recuperado de: <https://susty.org/>
33. World Resources Institute (WRI) & World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2004). The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate

Accounting and Reporting Standard (Revised Edition). Recuperado de:  
<https://ghgprotocol.org>

34. World Resources Institute, & World Business Council for Sustainable Development. (2004). *Protocolo de gases de efecto invernadero: Una iniciativa del programa de cambio climático del WBCSD y el WRI.*

Recuperado

de: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)

f

## ANEXOS

### Anexo 1: Acta del proyecto final de graduación

### Anexo 2: Manual de Cálculo de huella de Carbono Organizacional para No Expertos: ¡Guía práctica paso a paso!



**Bienvenido y bienvenida al Manual de Cálculo de huella de Carbono Organizacional para No Expertos: ¡Guía práctica paso a paso!**

Este manual fue creado para ayudarle a entender y calcular voluntariamente la huella de carbono de su organización de manera sencilla y práctica. No necesita ser un especialista, aquí encontrará explicaciones claras, ejemplos fáciles y herramientas que puede aplicar en su día a día.

#### ¿Por qué es importante?

Conocer la huella de carbono nos permite ver cuánto impactan nuestras actividades en el ambiente y descubrir las oportunidades de reducción de este impacto para ser parte de la solución frente al cambio climático.

A lo largo de este manual aprenderá lo siguiente:

- ¿Qué significan los conceptos del cálculo?
- Cómo recopilar y organizar la información necesaria.
- Cómo hacer los cálculos paso a paso.
- Cómo usar estos resultados para mejorar las prácticas de la empresa y avanzar hacia la sostenibilidad.

La meta de este manual es democratizar el conocimiento, es decir, que cualquier persona pueda entender, participar y aportar en este proceso.

En resumen: este manual es una **guía para aprender, calcular y actuar**.

### **Objetivo general:**

Facilitar la comprensión y ejecución del proceso de cálculo de huella de carbono corporativa a personal no especializado, mediante una guía paso a paso, con herramientas prácticas y lenguaje accesible.

### Contenido

<a href="#">Módulo 0. Antes de empezar</a> .....	147
<a href="#">Módulo 1. Introducción al cálculo de la huella de carbono</a> .....	155
<a href="#">Módulo 2. Glosario de términos clave</a> .....	163
<a href="#">Módulo 3. Principios y resumen del proceso</a> .....	175
<a href="#">Módulo 4. Equipo de trabajo y la recopilación de datos para el cálculo</a> .....	179
<a href="#">Módulo 5. Objetivo y Límites organizacionales</a> .....	184
<a href="#">Módulo 6. Límites operativos: alcances y clasificación de emisiones</a> .....	189
<a href="#">Módulo 7. Matriz de significancia para priorizar emisiones de alcance 3</a> .....	201
<a href="#">Módulo 8. La recolección de datos</a> .....	205
<a href="#">Módulo 9. Calcular emisiones con factores de emisión</a> .....	224

<a href="#">Módulo 10. Análisis e interpretación de resultados</a> .....	240
<a href="#">Módulo 11. Estrategias de reducción y mejora continua</a> .....	251
<a href="#">Módulo 12. Comunicación y reporte de resultados</a> .....	257
<a href="#">Módulo 13. Compensación de emisiones</a> .....	261
<a href="#">Módulo 14. Pasos resumen para calcular la huella de carbono en la empresa</a> ...	266
<a href="#">Módulo 15. Anexos y recursos adicionales</a> .....	273

## Cálculo de Huella de Carbono para No Expertos: Guía práctica paso a paso

### **Nota importante:**

El presente manual se complementa con la información del Protocolo GHG y del Programa País de Carbono Neutralidad de Costa Rica. Su uso tiene un carácter didáctico y voluntario, y puede servir como guía para realizar el cálculo de la huella de carbono en una empresa.

Sin embargo, para efectos de certificación o verificación oficial, es indispensable aplicar los requisitos específicos establecidos por cada programa o estándar correspondiente.



## Módulo 0. Antes de empezar

“LO QUE SE MIDE, SE PUEDE MEJORAR”

- **Objetivo del módulo:** Este módulo le ayudará a entender si esta guía es para usted, cuáles recursos necesita, como conseguir apoyo y que expectativas debe tener sobre el proceso.

### 1. ¿Este manual es para mí?

Este manual está diseñado para personas con la responsabilidad de iniciar un proceso de medición de huella de carbono para su organización, pero no necesariamente, tienen formación técnica en temas ambientales.

**Este manual es para usted si cumple lo siguiente:**

- Trabaja en una organización pequeña o mediana.
- Tiene respaldo gerencial para coordinar el proceso del cálculo de huella de carbono.
- Tiene formación administrativa, contabilidad, ingeniería no ambiental. Debe tener conocimiento sobre matemática básica.
- Es la primera vez que la organización medirá la huella de carbono.
- Tiene la posibilidad de coordinar con otros departamentos.
- Busca una guía práctica, no solo la teoría.
- Necesita herramientas concretas y plantillas listas para usar.

**Este manual NO es suficiente si:**

- La organización busca una certificación inmediata como ISO 14064, porque para esto si necesitará una consultoría adicional.
- La organización es muy grande (>500 empleados) con operaciones en varios países.
- Necesita hacer un cálculo de huella de carbono de producto, este manual es para cálculos organizacionales.
- Ya tiene experiencia y busca métodos avanzados, este manual tiene un nivel introductorio y voluntario.

## 2. ¿Qué necesito para iniciar?

Es fundamental tener claro cuáles recursos son necesarios para realizar este proyecto con éxito. Esta información le ayudará a planear y prepararse.

### a. Recursos humanos

El cálculo de huella de carbono es un trabajo que se debe realizar en equipo. Este equipo debe estar conformado por las siguientes personas:

#### Cuadro 1

*Roles del equipo de trabajo requerido para sacar la tarea.*

Rol	Perfil	Responsabilidad
-----	--------	-----------------

Coordinador del proyecto	Responsable asignado por gerencia con delegación de autoridad para solicitar información y documentos a los departamentos.	Lidera el proceso, coordina el equipo, delega la responsabilidad departamental, reporta resultados.
Apoyo de gerencia	Director o gerente general	Aprobar recursos, respaldar la iniciativa y remover obstáculos.
Equipo del proyecto	Equipo asignado al comité del proyecto	Ayudar con los registros, organización de la data y cálculo.
Delegado por departamento	Supervisor, asistentes, auxiliares	Proporcionar los datos del área como facturas, consumos, registros.

*Nota:* elaboración propia.

### **b. Cronograma del cálculo de huella de carbono**

El proceso completo de cálculo de huella de carbono por primera vez puede tomar entre 4 a 6 meses.

#### **Cuadro 2**

*Fases del proceso de cálculo de huella de carbono.*

<b>Fase</b>	<b>Duración</b>	<b>Actividades principales</b>	<b>Hitos</b>
Fase 1: Preparación	2 a 4 semanas	Conseguir el apoyo de gerencia. Formar el equipo de trabajo. Definir objetivos y límites.	Equipo formado Objetivo y límites documentados.

Fase 2: Capacitación	1 a 2 semanas	Entrenar al equipo sobre conceptos. Familiarizarse con las herramientas. Identificar fuentes de emisión.	Equipo capacitado Fuentes identificadas
Fase 3: Recolección de datos	2 a 4 meses	Solicitar facturas y documentos. Registrar los datos. Organizar respaldos.	Datos completos Respaldos archivados
Fase 4: Cálculos	2 a 4 semanas	Aplicar factores de emisión. Calcular emisiones por fuente. Verificar resultados. Corregir errores.	Huella calculada Datos verificados
Fase 5: Análisis	2 a 3 semanas	Identificar fuentes principales. Crear gráficos. Interpretar resultados. Definir estrategias.	Análisis completo Estrategias definidas
Fase 6: Reporte	1 a 2 semanas	Preparar documentos. Presentar a gerencia. Comunicar a la organización.	Reporte final Plan de acción

*Nota:* elaboración propia.



La fase 3 de la recolección de datos es la más larga porque depende de cómo se consigue la información histórica que puede estar dispersa.

La buena noticia es que a partir del segundo año este proceso es más rápido.

### c. Presupuesto estimado

¿Cuánto cuesta medir la huella de carbono? Los recursos económicos que se podrían destinar a este proyecto dependen del enfoque que se elija, pueden existir tres escenarios:

**Cuadro 3**  
*Escenarios según el presupuesto.*

Escenario	Descripción	Costo	¿Para quién se recomienda?
Básico	Solo se utilizan recursos internos, este manual y herramientas gratuitas	Recurso humano Opcional: software básico: \$0-\$500 año.	Primera medición exploratoria Empresas pequeñas Presupuesto limitado
Intermedio	Recursos internos más el apoyo de un consultor externo para la validación.	Recurso humano Consultoría inicial \$1,500-3,500 Software \$500-1,500/ año Total=\$2,000-\$5,000	Quienes quieren la primera medición seria Empresas medianas Quienes buscan credibilidad externa
Completo	Consultoría especializada + verificación externa + certificación	Recurso humano Consultoría \$3,000-\$8,000 Verificación: \$2,000-\$5,000 Software \$1,000-\$3,000 / año Certificación \$500-\$2,000	Quienes quieren una Certificación oficial como PPCN, ISO. Reporte para clientes o proveedores. Empresas grandes.

		Total= \$6,500-	
		\$18,000	

*Nota:* elaboración propia.

El cálculo de huella de carbono no es solamente un gasto, es una **inversión**. Los beneficios económicos de medir la huella de carbono que podría percibir una organización son:

- Ahorros en eficiencia energética (por medio de la reducción de consumo).
- Reducción de desperdicios y optimización de los procesos.
- Acceso a nuevos mercados y clientes que solicitan certificaciones ambientales.
- Reducción de riesgos regulatorios a futuro.
- Fortalecimiento de la reputación.

#### **d. Herramientas y tecnología necesaria**

Es necesario tener acceso a herramientas y tecnologías para realizar este cálculo. Para la primera medición, las herramientas incluidas en este manual son suficientes. Sin embargo, si el objetivo es hacer mediciones anuales completas o la organización necesita una certificación se podría considerar un software especializado.

#### **Cuadro 4**

*Herramientas tecnológicas para fortalecer los cálculos.*

Herramienta	Propósito	Costo	Incluida en manual
Microsoft Excel o Google Sheets	Recolección de datos y cálculos	Google Sheets es gratis y Excel se incluye en el paquete Office	No

Herramienta “Huella Paso a Paso”	Excel especializado para la recolección de datos y cálculos	Gratis	Anexo 3 de este Manual
Carpeta compartida digital	Almacenar respaldos y compartir con el equipo	Gratis <i>Sharepoint</i> <i>Google Drive</i>	No, es recomendado
Factores de emisión	Convertir actividades en tCo2E	Gratis con IMN, IPCC, DEFRA	Enlaces incluidos en el Módulo 15
Software especializado (opcional)	Automatización avanzada y reportes	\$500-3,000/ año	No, es opcional

*Nota:* elaboración propia.

### 3. Expectativas realistas del proceso de cálculo de huella de carbono

Es clave que el equipo y la gerencia tengan las expectativas realistas, le cuento que esperar y que no.

#### Cuadro 5

*Expectativas realistas del proceso de cálculo de huella de carbono.*

Qué esperar	Qué NO esperar
Un proceso de aprendizaje valioso	Resultados perfectos en el primer intento
Descubrir oportunidades de ahorro	Que todo sea rápido y fácil en el inicio
Algunos desafíos en la recolección de datos	Que todos los actores colaboren con entusiasmo desde el primer día
Identificar el inventario completo de fuentes principales	Tener datos exactos en todo
Ideas sobre dónde enfocar estrategias de reducción	Que el manual resuelva todos los problemas específicos

Un proceso que mejora año con año	Certificación automática
-----------------------------------	--------------------------

*Nota:* elaboración propia.

El primer inventario de gases de efecto invernadero puede ser imperfecto. Lo importante es iniciar, aprender del proceso y mejorar continuamente con los años.

#### 4. Mitos y realidades de la huella de carbono

Algunos mitos y realidades que acompañan este proceso de huella de carbono son los siguientes:

**Cuadro 6**  
*Mitos y realidades de la huella de carbono*

Mito	Realidad
Solo las empresas grandes deben medirla	Empresas de cualquier tamaño se benefician. Las medianas y pequeñas son más ágiles para realizar cambios.
Necesito ser ingeniero ambiental.	Este manual es para no expertos, puede utilizar la herramienta, apoyarse en el equipo y lograrlo con éxito.
Es muy caro	Puede iniciar sin invertir recursos extra, y puede generar ahorros importantes.
Si la huella es alta se verá mal	El primer inventario es la línea base y se ira mejorando. La transparencia genera credibilidad.
Solo sirve para “verse bien”	Existen beneficios tangibles: ahorro energético, acceso a mercados, cumplimiento regulatorio.
Debo compensar todo inmediatamente	No, primero se mide, luego se reduce y finalmente se compensa.
Es solo un tema del encargado de Sostenibilidad	No, es transversal involucra finanzas, operaciones, ventas y a toda la organización.

Sin certificación no sirve	Incluso sin certificar, los resultados son valiosos para las decisiones del negocio.
Es una moda que pasará	El Acuerdo de París y regulaciones internacionales lo hacen un tema permanente y creciente.

*Nota:* elaboración propia.

Recuerda que es un proceso de aprendizaje, no necesita ser perfecto desde el inicio. Lo importante es empezar con la mejor preparación posible, ser perseverante, colaborativo y aprender del proceso. ¡Miles de empresas ya lo han logrado, la suya también puede!



## Módulo 1. Introducción al cálculo de la huella de carbono

- **Objetivo del módulo:** comprender qué es la huella de carbono, por qué es importante medirla y como las empresas se pueden beneficiar.

### 1. El contexto: el cambio climático y la urgencia de actuar

#### ¿Qué es el cambio climático?

- El cambio climático es el aumento sostenido de la temperatura promedio del planeta debido a la acumulación de gases de efecto invernadero.

- Estos gases atrapan el calor del sol creando un efecto invernadero que calienta el planeta.
- La Tierra se está calentando debido a esta gran concentración de calor en la atmósfera.

Estos gases se producen por fenómenos naturales, sin embargo, la mayor cantidad de emisiones la están generando las actividades humanas en la actualidad.

La acumulación de estos gases altera el equilibrio climático, provocando fenómenos como olas de calor, sequías, inundaciones, aumento del nivel del mar y pérdida de biodiversidad. Los impactos de estos eventos se observan en las comunidades, la economía y los ecosistemas de todo el mundo, siendo más severos en algunas regiones que en otras.

#### **Figura 42**


*Collage de eventos relacionados al clima y el aumento en temperaturas como derretimiento de glaciares, huracanes, incendios forestales, inundaciones y sequías.*



*Nota:* recuperada de NOAA, 2024

Nuestra misión debe ser disminuir y controlar las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático. Este esfuerzo requiere la colaboración

y el compromiso de las personas, comunidades y países, en un marco de cooperación global.

<p>Conozcamos a los principales gases de efecto invernadero:</p> 	CO <sub>2</sub> Dióxido de carbono
	CH <sub>4</sub> Metano
	N <sub>2</sub> O Dióxido nitroso
	HFC Hidrofluorocarbonos
	PFC Perfluorocarbonos
	SF <sub>6</sub> Hexafluoruro de azufre
	NF <sub>3</sub> Trifluoruro de nitrógeno

Para la sociedad, la mitigación representa un reto, pero también es una oportunidad de adoptar formas de producción y consumo regenerativas y responsables, generando beneficios que van más allá del ámbito ambiental.

Cuando los diferentes sectores miden, controlan y reducen sus emisiones contribuyen con:

- enfrentar el cambio climático
- mejorar la calidad ambiental local
- promover la salud
- reducir costos mediante la eficiencia energética
- impulsar la innovación hacia el uso de energías renovables
- realizar acciones con intención
- fortalecer su competitividad
- abrir la posibilidad de participar en mercados de carbono, posicionándose estratégicamente hacia un desarrollo más sostenible y resiliente en organizaciones y países.

### **El Acuerdo de París y los compromisos**

En el 2015, 196 países firmaron el Acuerdo de París comprometiéndose a limitar el calentamiento global a menos de 2°C, idealmente esforzarse por limitar la temperatura a 1.5°C. Para lograrlo los países presentaron sus **Contribuciones**

**Nacionalmente Determinadas (NDC)** con metas de reducción de emisiones. Sin embargo, las emisiones globales siguen en aumento, así como el aumento en la temperatura y sus impactos.

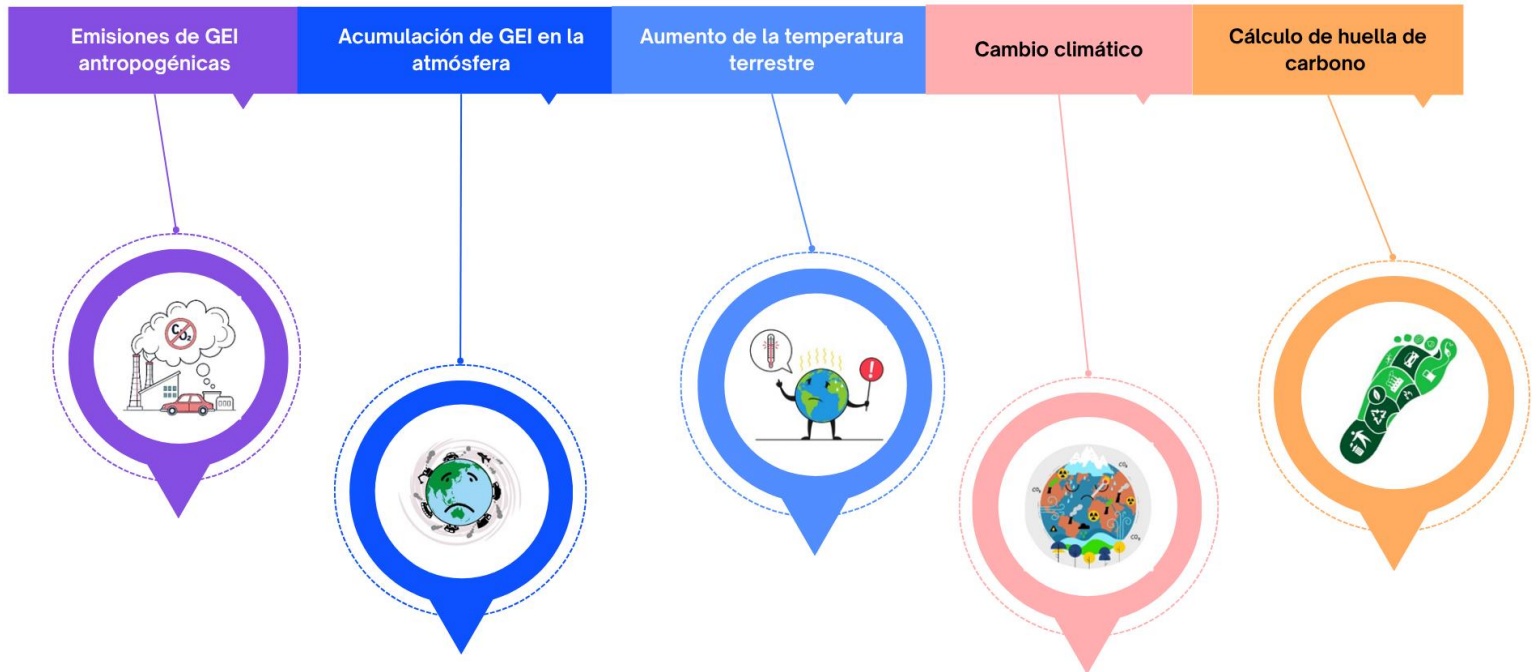
Cada país, organización e individuo tienen un rol en la reducción. La acción empresarial es clave para aportar. El primer paso para saber cómo se puede actuar y que acciones se pueden corregir, es entender y medir la huella de carbono actual.

**Esto significa cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las actividades del día a día para poder gestionarlas, reducirlas y compensarlas cuando sea posible.**

Las empresas se benefician de este estudio porque les permite realizar acciones con intención, impactos positivos, y estrategias basadas en la reducción de las emisiones cuantificadas en su transición hacia la sostenibilidad.

**Figura 43**

*Resumen del proceso de acumulación de GEI en la atmósfera.*



### ¿Qué es la huella de carbono?

La huella de carbono es un indicador que mide la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos, directa o indirectamente, por una organización, producto o actividad. Se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e). [7].

Mide el impacto ambiental de todos los procesos de una compañía en base a las emisiones de gases. Cuando se utiliza la electricidad, se maneja el vehículo o se generan residuos, se emiten GEI.

### Tipos de huella de carbono

Existen diferentes tipos de estudios según el objetivo. Este manual se enfoca en la huella **organizacional**.

**Cuadro 7**  
Tipos de cálculo de huella de carbono.

Tipo	Qué mide	Ejemplo
Organizacional	Emisiones de toda la empresa	Fábrica de cemento mide sus emisiones anuales
De producto	Emisiones de un producto específico. Análisis de Ciclo de Vida	Huella de una bolsa de café desde el cultivo hasta la venta
De evento	Emisiones de un evento específico	Concierto, conferencia, evento deportivo
Personal	Emisiones de una persona	Transporte, consumo, alimentación, viajes

*Nota:* elaboración propia.

### **Beneficios de medir la huella de carbono**

Medir la huella de carbono genera beneficios tangibles y medibles para las organizaciones como los siguientes:

- a. Cumplir con regulaciones: el contexto global está impulsando a las empresas a medir sus impactos ambientales y reducirlos. [1]
- b. Reputación y confianza: los clientes son más exigentes en cuanto a la transparencia ambiental.
- c. Ahorro y eficiencia: al identificar los consumos energéticos o ineficiencias ayuda a ahorrar dinero.
- d. Innovación y ventaja competitiva: las empresas se adelantan a las regulaciones y a las nuevas tendencias del mercado [14].
- e. Sostenibilidad: medir la huella es el primer paso para poder diseñar estrategias de reducción y compensación [13].

### **2. Relación con compromisos internacionales**

La medición de la huella de carbono se alinea con compromisos nacionales e internacionales. Por ejemplo:

**Cuadro 8**

*Compromisos internacionales que nos motivan a reducir nuestro impacto a la naturaleza.*



Acuerdo de París (2015): Busca limitar el aumento de la temperatura global a 1.5 °C. Las empresas tienen un rol clave al reducir sus emisiones [13].



Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU (2015):

- ODS 13: Acción por el clima
- ODS 7: Energía asequible y no contaminante)
- ODS 12: Producción y consumo responsables

**Marco metodológico**

Para que el inventario sea creíble y comparable se deben seguir estándares internacionales reconocidos. Existen varias metodologías, en el siguiente cuadro se resumen características sobre algunas de las más reconocidas.

**Cuadro 9**

Marco metodológico para el cálculo de huella de carbono.

## Protocolo de Gases de Efecto Invernadero

- Conocido en inglés como GHG Protocol, es el estándar más usado mundialmente para medir emisiones. Desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), ofrece metodologías consistentes y verificables.
- Ofrece tres tipos de metodologías:
  - Corporate Standard: Para inventarios organizacionales
  - Scope 3 Standard: Guía detallada para emisiones de cadena de valor
  - Product Standard: Para huella de productos específicos

## ISO 14064

- Es la norma internacional reconocida que ofrece directrices y certificación por la cuatificación y el reporte de emisiones de GEI.
- Tiene tres partes
  - Cuantificación de emisiones organizacionales
  - Proyectos de reducción de emisiones
  - Verificación y validación de inventarios

## Programa País Carbono Neutralidad (PPCN)

- Programa estatal de Costa Rica que reconoce los esfuerzos de reducción de emisiones. Establece una metodología para que organizaciones midan, reduzcan y compensen sus emisiones de GEI (MINAE, 2019).  
Este Programa:
  - Se apoya en los factores de emisión que publica el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) de Costa Rica.
  - Promueve la certificación de empresas carbono neutral.
  - Apoya a que las empresas puedan aportar en el objetivo nacional de ser un país descarbonizado para 2050. [9]

*Nota:* elaboración propia.

## Módulo 2. Glosario de términos clave

- **Objetivo del módulo:** Proporcionar un glosario organizado y práctico de los conceptos clave para realizar el proceso de cálculo de huella de carbono dentro de la organización. Este módulo funciona como diccionario de consulta rápida.
- Su finalidad es que cualquier persona, sin importar su nivel técnico, pueda familiarizarse con los términos más relevantes antes de iniciar el cálculo de emisiones.

Se utilizan definiciones adaptadas de la guía oficial del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN) y de referencias internacionales como el Protocolo de GEI y el IPCC.

### Los 12 conceptos esenciales

Estos son los 12 conceptos que se deben dominar para iniciar el cálculo de huella de carbono.

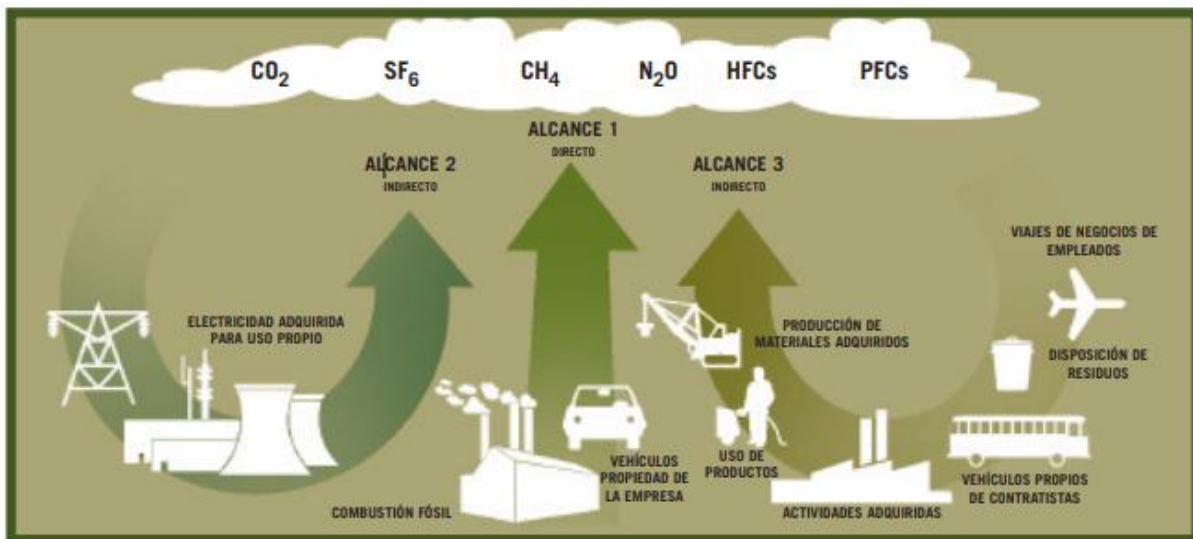
1. Huella de carbono: cantidad total de gases de efecto invernadero emitidos directa o indirectamente por una organización. Se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e)
2. tCO<sub>2</sub>e (toneladas de dióxido de carbono equivalente): unidad que se utiliza para comparar la fuerza de impacto o radiación de un GEI en base al dióxido de carbono. Se calcula con la masa del GEI multiplicado por el potencial de calentamiento global.
3. Emisiones directas de GEI (Alcance 1) - emisiones de GEI provenientes de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización. En la siguiente imagen se observa el uso de vehículos propiedad de la empresa y la combustión fósil producida en la empresa.
4. Emisiones indirectas de GEI por energía (Alcance 2) - emisiones de GEI que provienen de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización. En la imagen se observa la electricidad

adquirida al proveedor, asimismo, se incluyen las fugas de refrigerantes y de extintores.

5. Otras emisiones indirectas de GEI (Alcance 3) - emisiones de GEI diferentes de las emisiones indirectas de GEI por energía. Son una consecuencia de las actividades de la organización, pero que se originan en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones. Se observn múltiples fuentes de emisión. En la segunda imagen se detallan las categorías del Alcance 3. Dividido por las actividades y procesos antes de la producción (aguas arriba) y las actividades y procesos posterior a su producción (aguas abajo).

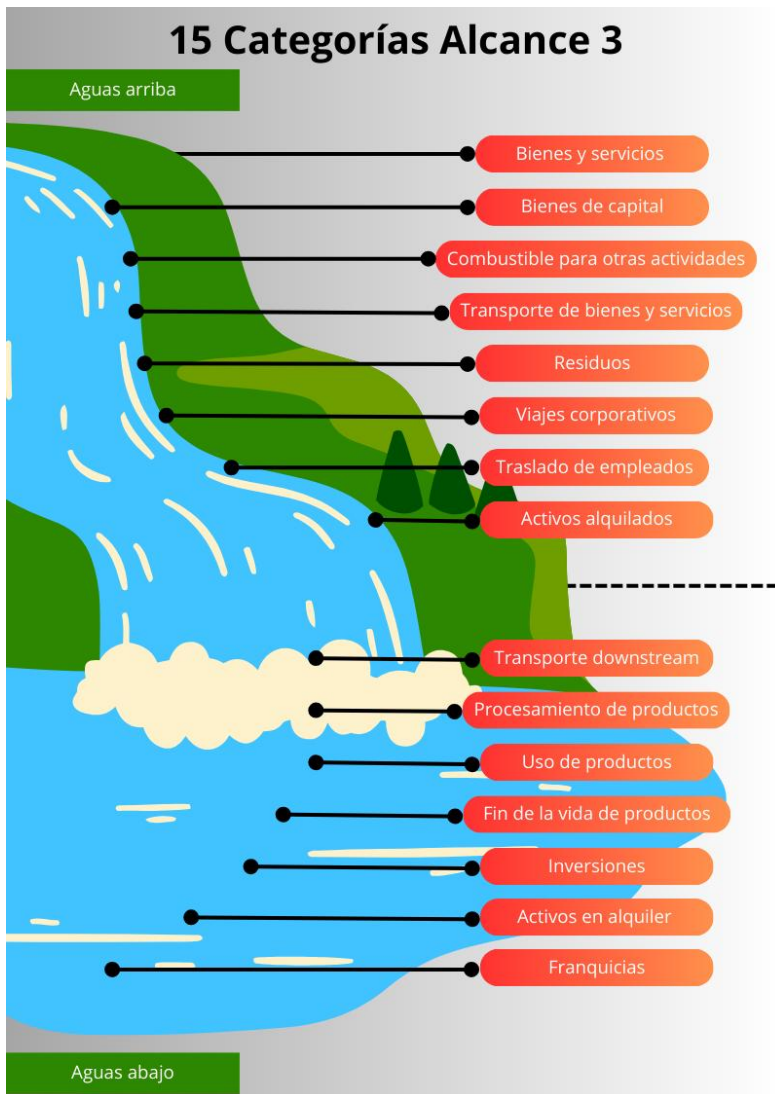
**Figura 44**

*Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor*



*Nota:* recuperado de Protocolo de gases de efecto invernadero: Una iniciativa del programa de cambio climático del WBCSD y el WRI. World Resources Institute, & World Business Council for Sustainable Development, 2004.

**Figura 45**  
**Categorías del Alcance 3 (otras emisiones indirectas).**



*Nota:* elaboración propia.

6. Factor de emisión (FE): es como una “receta” que dice cuánto GEI se libera cuando se usa un recurso o se hace una actividad. Por ejemplo, por cada litro de gasolina de un vehículo se emiten 2,3 kg de CO<sub>2</sub>. Este número se utiliza para convertir las emisiones del día a día en CO<sub>2</sub> equivalente (la unidad base). Es un valor fijo o que cambia anualmente.
7. Gas de efecto invernadero (GEI): son gases que atrapan el calor del sol en la atmósfera e impiden que escape de regreso al espacio. Se les llama “de

efecto invernadero” porque funcionan de manera similar al vidrio de un invernadero: dejan entrar la luz solar, pero retienen parte del calor en el interior. Este es un proceso natural y necesario para mantener una temperatura adecuada en la Tierra. Sin embargo, las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, el uso de aerosoles, la operación de equipos de refrigeración, los fertilizantes, los rellenos sanitarios, la agricultura, la ganadería y muchas otras, han generado una concentración excesiva de GEI que calienta de más la Tierra.

El resultado es un desequilibrio, la atmósfera retiene cada vez más calor adicional al natural, provocando que la Tierra se sobrecaliente y se acelere el cambio climático.

En el siguiente cuadro se presentan los “famosos” gases de efecto invernadero.



**Cuadro 10**

*Gases de efecto invernadero y donde se pueden encontrar*

Compuesto	Formula química	¿Dónde se puede encontrar en la vida cotidiana?
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1. Al quemar gasolina o diésel de un vehículo. 2. Al generar electricidad en plantas que usan combustibles fósiles.
Metano	CH <sub>4</sub>	1. Digestión del ganado. 2. En rellenos sanitarios donde se descompone sin oxígeno la basura.
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	1. Fertilizantes químicos para agricultura. 2. En procedimientos médicos o dentales, se usa como gas anestésico. (gas de la risa)
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	1. En aislamientos eléctricos en equipos de alto voltaje como en transformadores. 2. Procesos de fabricación de magnesio.

Hidrofluorocarbono	HFC	1. Aires acondicionados de carros, casas y oficinas. 2. Refrigeradores de hogar o industriales.
Perfluorocarbono	PFC	1. En producción de aluminio. 2. En equipos médicos o de limpieza especializada.
Trifluoruro de Nitrógeno	NF <sub>3</sub>	1. Fabricación de pantallas planas (LCD, LED, plasma) 2. Producción de paneles solares.

*Nota:* elaboración propia.

8. Año base: el año histórico determinado base con el cual se da seguimiento en el tiempo y se comparan las emisiones de la organización. Se debe elegir el año más alejado en el tiempo donde se tenga la información completa para generar el inventario. El periodo de reporte es de 12 meses.
9. Inventario de GEI: reporte de las fuentes de GEI, sumideros de GEI y remociones de GEI de la organización.
10. Límites: se refiere a los límites que se deben determinar para el alcance del inventario de GEI. Determina cuales emisiones directas e indirectas se contabilizan y se reportan.
11. Límites organizacionales: que parte de la empresa se incluye en el cálculo de huella de carbono. Por ejemplo, si la empresa tiene dos oficinas se debe decidir si se hace el estudio en la oficina central o si se incluyen ambas.
12. Límites operacionales: se refiere a cuáles actividades dentro de la empresa se incluyen en el cálculo. Se basa en el poder de influencia y control sobre las fuentes. Por ejemplo, la empresa debe medir su consumo de electricidad dentro de sus instalaciones, pero puede no incluir el consumo de electricidad de sus clientes en su hogar porque no tienen poder de control.

Aprendiendo estos 12 términos entendemos que medimos, como se divide (**alcances**), con qué se calcula (**factor de emisión**) y cuando se comparan (**año base**)



### **Tipos de emisiones**

13. Emisiones antropogénicas de GEI: emisiones causadas por actividades humanas que liberan GEI a la atmósfera. Causan una concentración mayor de GEI en la atmósfera que no es posible absorber para los sumideros.
14. Emisiones directas: emisiones de GEI de fuentes que son propiedad y controladas por la empresa que reporta.
15. Emisiones indirectas: emisiones de GEI que se generan para que la empresa que reporta haga sus actividades regulares. Pero estas emisiones no se generan dentro de la propiedad o control de esta organización, si en otras organizaciones.
16. Emisiones fugitivas: son emisiones que se liberan de forma intencional o no intencional pero no son controladas. Comúnmente se liberan en sellos, empaques o juntas. Pérdidas de gases (como los refrigerantes) que se liberan accidentalmente durante el uso o mantenimiento de equipos.
17. Emisiones de la cadena de valor: asociadas a las actividades aguas arriba y aguas abajo de las operaciones que reporta la empresa.
18. Emisiones de proceso: emisiones generadas por procesos de manufactura y producción como la producción de cemento o de aluminio.
19. Emisiones biogénicas: provienen de la combustión o descomposición de la materia orgánica o la biomasa. Por ejemplo, el uso de leña o pellets como combustible. El biogás de plantas de tratamiento.

### **Conceptos del inventario de GEI**

20. Calidad del inventario: los inventarios deben ser legítimos, legales y transparentes. Debe basarse en los principios de contabilidad y reporte

financieros aceptados como: relevancia, integridad, consistencia, transparencia, precisión.

21. Potencial de calentamiento global (PCG): factor que describe cual es el grado de daño a la atmósfera (el grado de impacto de la fuerza de radiación) de un GEI determinado en relación con el CO<sub>2</sub>.
22. Combustión móvil: quema de combustibles por parte de vehículos como los automotores, trenes, aeronaves, embarcaciones.
23. Combustión fija: quema de combustibles para generar electricidad con equipos estacionarios o fijos como calderas, hornos, etc.
24. Fuente de GEI: es la unidad o el proceso que libera los GEI a la atmósfera. Por ejemplo, la quema de combustibles fósiles para el transporte o la electricidad.
25. Recálculo de emisiones del año base: es el proceso donde se recalcula las emisiones del año base para reflejar el cambio gracias a estrategias ambientales o debido al crecimiento empresarial. Se debe utilizar la misma metodología para asegurar que la información es consistente y comparable a través del tiempo.
26. Doble contabilidad: dos empresas que reportan y se adjudican las mismas emisiones o reducciones.
27. kWh (kilovatio hora): Unidad de medida de la energía eléctrica consumida.
28. Litros de combustible: Cantidad de gasolina, diésel u otro combustible utilizado, usualmente medido en litros.
29. Bitácora técnica: Documento donde se registran las revisiones, mantenimientos, reparaciones y posibles fugas relacionadas con equipos que usan gases. Por ejemplo, los aires acondicionados y los extintores. Sirve como evidencia.
30. Declaración de proveedor: Documento o reporte proporcionado por el proveedor con datos relevantes para calcular emisiones indirectas (transporte, materia prima, residuos).

31. Encuesta de movilidad: Herramienta tecnológica en forma de formulario para recoger información sobre los medios de transporte que utilizan los empleados para llegar al trabajo.
32. Datos de actividad: se entiende como la medida cuantitativa de la una actividad que genera emisiones. Por ejemplo, la cantidad de kWh utilizados mensualmente o los kilómetros transcurridos por los colaboradores que van y vienen a la oficina.

### **Cambio climático**

33. Efecto invernadero: es un proceso natural que ocurre en la atmósfera, esencial para mantener la vida en la tierra. Los gases existentes en la atmósfera retienen el calor que viene del sol y crean la perfecta temperatura para que el planeta sea habitable como lo conocemos ahora.
34. Efecto invernadero aumentado por el hombre: además del efecto invernadero natural, que mantiene la Tierra con una temperatura cálida para la vida, las actividades humanas (como quemar combustibles fósiles, la deforestación o el uso de ciertos químicos) emiten gases de efecto invernadero adicionales. Estos gases se acumulan en la atmósfera y refuerzan el efecto natural, provocando un calentamiento global más intenso de lo normal.

**Figura 46**

Comparación entre el efecto invernadero natural y el efecto invernadero aumentado por el hombre.



Nota: recuperado de Iceebook. 2025. <https://iceebook.com/efecto-invernadero-que-es-como-se-forma-sus-consecuencias>

### Reducción, compensación y neutralidad

35. Reducción de emisiones de GEI: la disminución de emisiones de GEI que se logran a partir de acciones estratégicas durante el periodo de reporte. Por ejemplo: cambio de tecnología, proyectos forestales, etc.
36. Compensación de GEI: metodología para equilibrar las emisiones que no se pueden reducir directamente. Consiste en invertir en proyectos o mecanismos reconocidos que remueven GEI de la atmósfera o que evitan que se emitan. Por ejemplo, proyectos de siembra de árboles, protección de bosques, proyectos de energías renovables. Cuando la empresa no puede dejar de emitir cierta cantidad de CO<sub>2</sub> puede compensarla mediante estos proyectos reconocidos.

37. Sumideros de GEI: es la unidad o proceso físico o químico que almacena GEI. Por ejemplo, los bosques, el mar profundo. Removiendo los GEI de la atmósfera.

**Figura 47**

*Representación de sumideros de GEI en el planeta como el océano, bosques y técnicas artificiales.*



*Nota:* recuperado de YouTube, perfil Acciona. ¿Qué son los sumideros de carbono? junio 7, 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=fzysPIbTNXk>

38. Remoción de GEI: la absorción de GEI que los remueve de la atmósfera. Se mide la masa total del GEI removido en un periodo determinado.

39. Secuestro de carbono: la absorción de CO<sub>2</sub> y el almacenamiento en sumideros biológicos (bosque o mar profundo).

40. Captura de GEI: captura de las emisiones de GEI para almacenar en sumideros biológicos o geológicos (bosques, mar, suelo).

41. Unidad Nacional de Compensación: son créditos de carbono certificados en Costa Rica por FONAFIFO. Son generados por proyectos de conservación y refrigeración.

42. Certificados de reducción de emisiones (CER): son créditos de carbono internacionales de energía renovable o eficiencia energética.

43. VER (*verified emission reduction*): son créditos de carbono del mercado voluntario,

### Tabla de acrónimos y siglas

Esta tabla es una referencia rápida de las siglas que más se utilizan en este manual

**Cuadro 11**

*Tabla de acrónimos y siglas.*

Acrónimo	Significado completo
GEI	Gases de Efecto Invernadero
tCO <sub>2</sub> e	Toneladas de dióxido de carbono equivalente
PCG o GWP	Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potential)
FE	Factor de Emisión
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático
GHG Protocol	Greenhouse Gas Protocol (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero)
ISO	Organización Internacional de Normalización
PPCN	Programa País Carbono Neutralidad (Costa Rica)
IMN	Instituto Meteorológico Nacional (Costa Rica)
NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
UCCs	Unidades Costarricenses de Compensación
CER	Certificados de Reducción de Emisiones
VER	Reducciones de Emisiones Verificadas
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Costa Rica)
INTE	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
WRI	World Resources Institute
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ACV	Análisis de Ciclo de Vida

*Nota:* elaboración propia.

Este módulo tiene la intención de compartir los términos clave. Es importante tener a mano este glosario de referencia.



## Módulo 3. Principios y resumen del proceso

- **Objetivo del módulo:** comprender los principios que guían el cálculo de huella de carbono y conocer el proceso paso a paso que se debe seguir.

### Principios

Antes de iniciar, es fundamental dejar claro que el cálculo de la huella de carbono se basa en una serie de principios que fortalecen la contabilidad y el reporte de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Su aplicación es similar a la elaboración de un informe contable, por lo que debe garantizarse que el proceso sea imparcial y confiable.

Por esta razón, los programas y certificaciones de carbono consideran los siguientes principios fundamentales:

#### Cuadro 12

*Principios que guían el cálculo de huella de carbono.*

<b>Relevancia</b>	<p>El reporte debe incluir la información necesaria para los usuarios internos y externos, asegurando que los límites seleccionados reflejen la realidad y esencia económica de la organización.</p> <p>Significa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluir todas las fuentes de emisión significativas.</li> <li>- Definir los límites que capturen las actividades de la empresa.</li> <li>- No excluir fuentes solo porque son difíciles de medir.</li> </ul>
<b>Integridad</b>	<p>Todas las fuentes de emisión dentro del límite de inventario establecido deben ser contabilizadas, de manera que el reporte sea completo, inclusivo y significativo.</p> <p>Significa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al definir límites todas las fuentes deben medirse.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si no existen datos exactos es mejor utilizar estimaciones razonables y justificadas, pero no se debe omitir.</li> <li>- Justifica claramente las exclusiones.</li> <li>- Se busca medir al menos el 95% de las emisiones totales.</li> </ul>
<b>Consistencia</b>	<p>Se debe aplicar de forma consistente el límite del inventario, las metodologías y el enfoque de seguimiento, para permitir la comparación de datos a lo largo del tiempo. El cambio de la metodología debe documentarse y justificarse.</p> <p>Significa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar los mismos FE año con año, a menos que se actualicen.</li> <li>- Usa los mismos límites organizacionales a menos que existiera adquisiciones.</li> <li>- Usa la misma metodología.</li> <li>- Se hay un cambio explica la razón y recalcula el año base para comparar.</li> </ul>
<b>Transparencia</b>	<p>La información debe presentarse de manera clara, objetiva y comprensible, basada en una documentación sólida, verificable y auditable.</p> <p>Significa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guardar todas las facturas y comprobantes.</li> <li>- Explicar de donde se obtuvo el FE.</li> <li>- Registra las fórmulas de cálculo.</li> <li>- Anota limitaciones y áreas de incertidumbre.</li> </ul>
<b>Precisión</b>	<p>Los datos reportados deben ser exactos y creíbles, de forma que representen con fidelidad las emisiones reales de la organización.</p> <p>Significa:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar datos medidos que datos estimados.</li> <li>- Usar factores de emisiones específicos (país y sector)</li> <li>- Verifica que las unidades sean correctas.</li> <li>- Revisa los cálculos.</li> <li>- Cuando hay que estimar debes ser CONSERVADOR.</li> </ul>
--	---

*Nota:* elaboración propia.

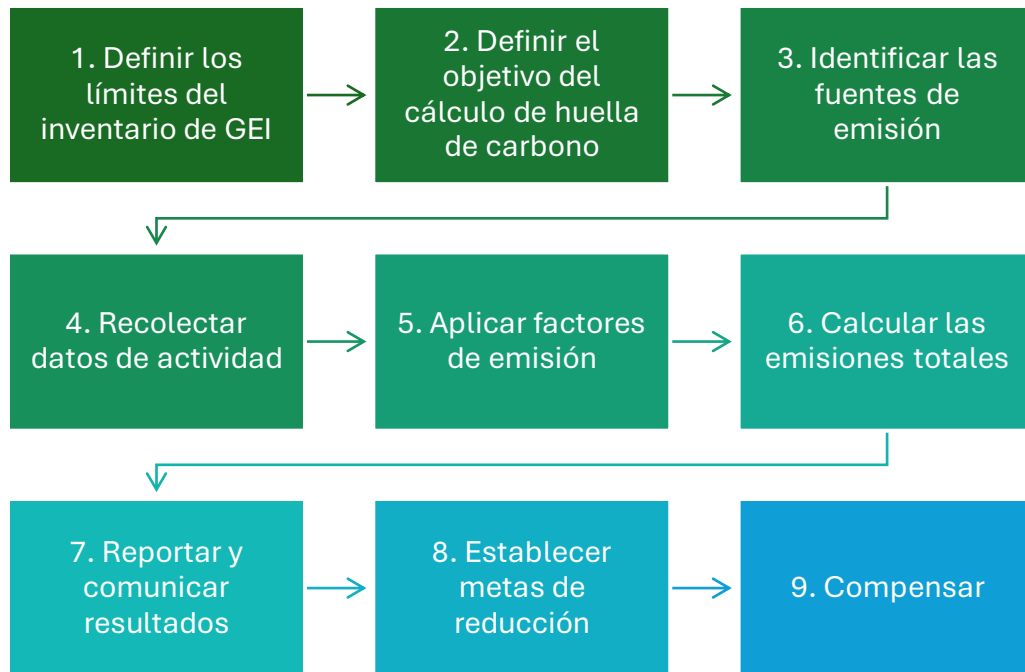
Estos principios no son opcionales, se repiten en las distintas metodologías porque su aplicación garantiza que el cálculo de huella de carbono confiable y veraz, asegurando la calidad y credibilidad del reporte.

### **Resumen del paso a paso del cálculo de la huella de carbono organizacional**

Para que el proceso de calcular la huella de carbono organizacional sea más sencillo y amigable se recomienda organizar los procesos sistemáticamente. A continuación, se presenta en forma de gráfico los pasos fundamentales que toda empresa puede seguir para elaborar su inventario de emisiones de GEI.

**Cuadro 13**

Resumen del paso a paso del cálculo de la huella de carbono organizacional



*Nota:* elaboración propia.

Los siguientes módulos del 5 al 13 profundizan en cada uno de estos 8 pasos con instrucciones detalladas, plantillas, ejemplos y guía paso a paso,

### Checklist de preparación antes de iniciar

Cuando vayas a iniciar puedes utilizar esta lista de verificación para asegurarte que tienes los elementos para aumentar las probabilidades del éxito.

**Cuadro 14**

Checklist de preparación antes de iniciar.

	Preparación	Importancia
<input type="checkbox"/>	Recibir la aprobación formal de gerencia.	Mayor autoridad para solicitar apoyo.
<input type="checkbox"/>	Identificar los responsables clave por departamento.	Necesitas conocer a quien pedir esos datos.

<input type="checkbox"/>	Verificar el acceso a información histórica	Se necesitan de al menos un periodo de 12 meses.
<input type="checkbox"/>	Descargar las herramientas del manual.	Excel Paso a Paso y plantillas
<input type="checkbox"/>	Crear una carpeta compartida digital	Centraliza la información y los respaldos.
<input type="checkbox"/>	Descargar FE actualizados	Se deben utilizar en los cálculos.
<input type="checkbox"/>	Definir el objetivo del cálculo	Orienta el nivel del estudio.
<input type="checkbox"/>	Establecer un cronograma tentativo	Para dar seguimiento y cumplir los plazos.
<input type="checkbox"/>	Programar una reunión inicial	Para alinear expectativas con el equipo.
<input type="checkbox"/>	Leer este manual	Familiarizarse con los conceptos y el proceso.
<input type="checkbox"/>	Identificar los obstáculos	Para preparar estrategias proactivas.
<input type="checkbox"/>	Comunicar el proyecto a la dirección	Crear conciencia y facilitar la colaboración.

*Nota:* elaboración propia.

## Módulo 4. Equipo de trabajo y la recopilación de datos para el cálculo

- **Objetivos del módulo:** Definir la estructura organizacional necesaria para la recopilación de datos de huella de carbono, aprender a asignar responsabilidades claras y ofrecer herramientas prácticas para garantizar un proceso confiable, eficiente y trazable.

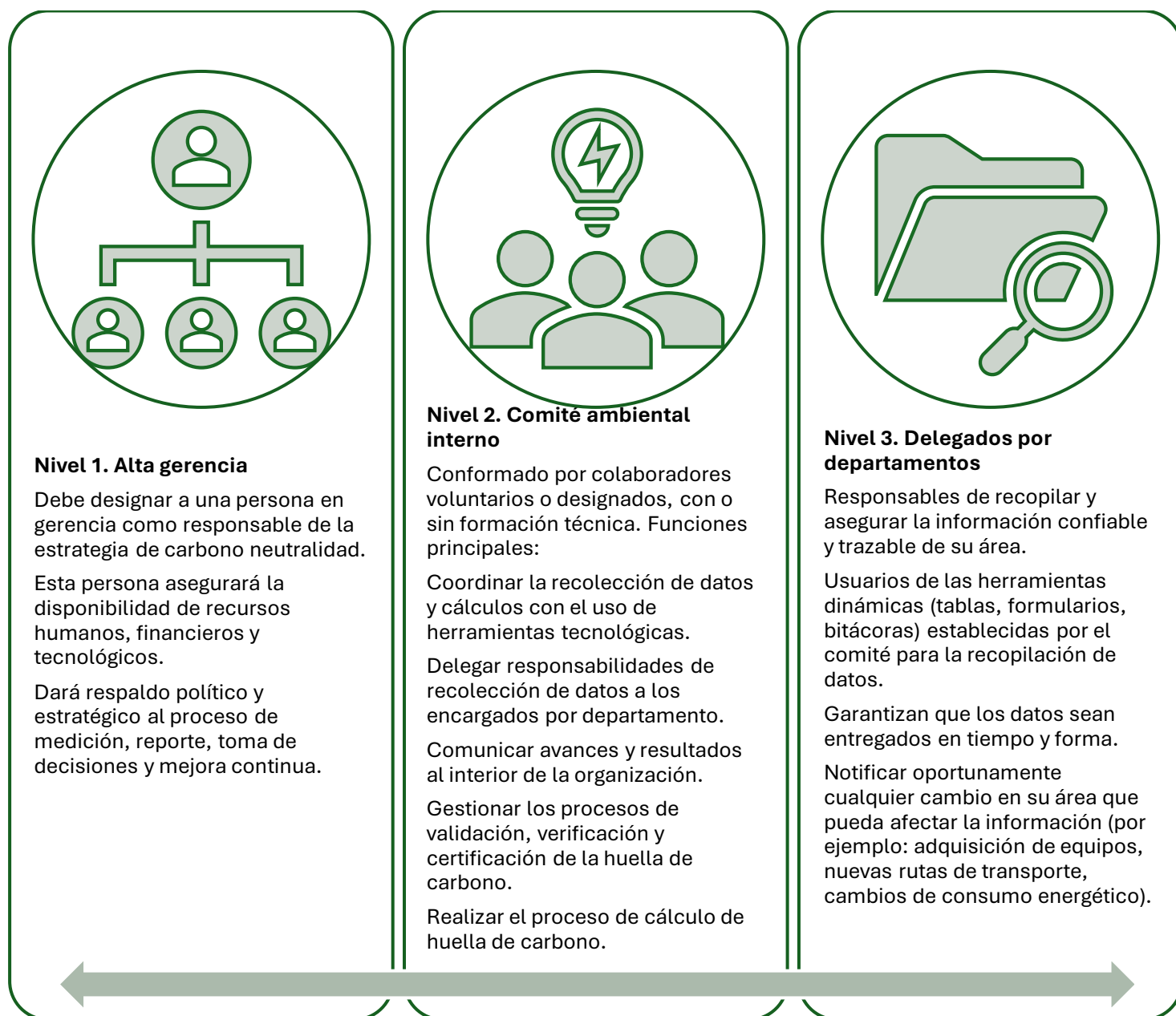


### Asignación de responsables

La recopilación de datos necesita un esquema de gobernanza que garantice la participación y el compromiso de toda la organización y en especial de los delegados. Se recomienda estructurarlo en tres niveles de responsabilidad:

**Cuadro 15**

*La estructura del equipo de trabajo en tres niveles.*



*Nota:* elaboración propia.

La estructura del equipo de trabajo en tres niveles (gerencia, responsables de departamentos y personal operativo) facilita una comunicación fluida y asegura que la información circule eficientemente entre todas las partes. Este enfoque fomenta el compromiso y la motivación compartida para alcanzar las metas de sostenibilidad relacionadas con la huella de carbono.

Es fundamental que todos los involucrados comprendan el objetivo y alcance del estudio, ya que esto fortalece su sentido de pertenencia y responsabilidad en el proceso. Cuando las personas entienden la importancia del cálculo y se comprometen con él, la labor se desarrolla de forma más sencilla, organizada y con mayor probabilidad de éxito.

### **Fuentes de información**

Para calcular correctamente la huella de carbono, necesitamos recopilar datos de actividad que representen las acciones y procesos que generan emisiones dentro de la organización.

Es muy importante que las personas encargadas de esta tarea estén capacitadas para identificar qué información se requiere, de dónde obtenerla y cómo respaldarla adecuadamente (por ejemplo, con facturas, reportes o registros internos). Esto garantizará que los resultados del cálculo sean confiables y comparables en el tiempo.

Además, cada fuente de emisión deberá clasificarse en uno de los tres alcances de emisiones establecidos internacionalmente, los cuales se explicarán con mayor detalle en el Módulo 6:

- Alcance 1: Emisiones directas (por ejemplo, combustión de combustibles en vehículos o maquinaria propia).
- Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica o térmica.

- Alcance 3: Otras emisiones indirectas a lo largo de la cadena de valor (como transporte de colaboradores, gestión de residuos o viajes de trabajo).

### **Herramientas tecnológicas**

Es fundamental apoyarse en herramientas tecnológicas que faciliten la organización de la recopilación de estos datos para estar claros cual es la información que se debe recuperar. Las herramientas de apoyo propuestas por este Manual para la recopilación de datos son:

1. Matriz de recolección de datos incluida en este Manual como Anexo 1, llamada Huella Paso a Paso: Herramienta de Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono. El módulo 9 incluye una amplia explicación sobre la herramienta.
2. Formatos de Excel y hojas compartidas: donde puede recopilar la información por departamento.
3. Informes técnicos para equipos de refrigeración y aires acondicionados
4. Informes técnicos sobre la recarga de extintores.
5. Declaraciones de proveedores: donde se indica información sobre el consumo del transporte y logística de bienes y servicios.
6. Encuestas de movilidad: para estimar las emisiones de alcance 3 asociadas al transporte de los colaboradores. Un ejemplo se incluye como Anexo 2.
7. Crear una carpeta compartida para adjuntar los respaldos de la información. Que son primordiales en caso de certificarse o verificarse.

La recopilación de esta información debe ser organizada y sistemática para garantizar trazabilidad y consistencia a través de estudio. Para garantizar estos principios, se plantean estas recomendaciones para el proceso.

1. Decidir cuál será la frecuencia de recolección de datos: idealmente mensual o bimensual para no acumular el trabajo de recolección de datos.
2. Frecuencia de actualización, debe ser anual. La huella de carbono se calcula en un periodo de 12 meses. Ya sea de enero a diciembre o según los periodos contables.
3. Hay que reconocer que se deben estandarizar las unidades de los datos que se recolectan: litros, kWh, km recorridos, toneladas, etc.
4. Centralización, crear un repositorio único, una carpeta digital compartida.
5. Seleccionar responsables claros: cada área o departamento que debe recolectar la información debe contar con un delegado formalmente designado.

Esta data se puede recolectar en la herramienta de recolección de información incluida como Anexo 1 de este Manual llamada **Huella Paso a Paso: Herramienta de Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono**.

#### Figura 48

*Columnas del cuadro de identificación de emisiones, espacios para asignación de responsables.*

Aplica o No Aplica?	Encargado de la información	Departamento	Frecuencia del registro de información	Existen respaldos Si / No	Respaldo / Evidencia existentes	Proceso de recolección de información
---------------------	-----------------------------	--------------	--	---------------------------	---------------------------------	---------------------------------------

*Nota:* recuperada de la herramienta **Huella Paso a Paso** de este manual.

En la matriz de actividades de la herramienta, se incluyen algunas columnas que buscan capturar esta información. Los espacios son utilizados para detallar quienes son los responsables, en qué departamento, la frecuencia de recolección de los

datos y la estrategia de recolección. De esta manera se responsabiliza a los actores y hay claridad sobre una guía de recolección de datos.

---

## Módulo 5. Objetivo y Límites organizacionales

- **Objetivo del módulo:** comprender y realizar el paso de identificación de objetivo y límites organizacionales que orientan el proceso del cálculo de huella de carbono organizacional.
- Los límites que se definan aquí determinan todo el trabajo posterior como: qué datos recolectar, qué fuentes medir y cuales factores usar.

### ¿Cuál es el objetivo de la organización?

La organización debe definir con claridad el propósito del cálculo de su huella de carbono. Esta decisión estratégica responde preguntas como:

#### Cuadro 16

*Guía de preguntas para la identificación del objetivo del estudio.*

¿Por qué estamos calculando la huella?
¿Para cumplir con un requisito normativo o legal?
¿Por qué lo solicita un cliente, proveedor o el Estado?
¿Porque queremos certificarnos o alinearnos con un estándar (por ejemplo: ISO 14064, Programa País Carbono Neutralidad en Costa Rica, Protocolo GEI, ¿etc.)?

¿Buscamos posicionarnos en el mercado o reforzar la reputación de sostenibilidad?
¿Para establecer una línea base interna y fijar metas de reducción?
<b>¿A quién va dirigido el resultado?</b>
¿A clientes actuales o potenciales?
¿A proveedores y socios de la cadena de valor?
¿A inversionistas o reguladores?
¿Al público general como parte de una estrategia de comunicación corporativa?

*Nota:* elaboración propia.

Definir este objetivo desde el inicio permite:

- Seleccionar correctamente los límites organizacionales y operativos.
- Decidir si se incluirán solo los alcances 1 y 2 (obligatorias), o también el alcance 3 (voluntario según aplique).
- Elegir el nivel de detalle y exactitud requerido (por ejemplo, si se necesita para certificación externa o solo para gestión interna).
- Alinear el proceso con los recursos disponibles y las expectativas de las partes interesadas.

En resumen, el objetivo del cálculo orienta el estudio y debe estar documentado en el informe final como parte de la transparencia del proceso.

**Por ejemplo:** La organización de Carbona ha definido su objetivo. Ha decidido que como quieren empezar a exportar sus productos a Europa. En este mercado existe el requisito de presentar su huella de carbono, por lo tanto, Carbona debe realizar este cálculo y verificarlo o certificarlo para poder expandir su negocio.

### ¿Cuáles son los límites del estudio?

El primer paso es definir qué instalaciones, operaciones y entidades legales de la organización se van a incluir en el inventario de GEI. Estableciendo el “perímetro físico” de la medición.

Existen tres enfoques para definir los límites organizacionales. El Protocolo GEI reconoce estos tres enfoques:

1. **Enfoque de participación accionaria:** la organización reporta emisiones equivalentes al porcentaje de participación accionaria de las operaciones. Se alinea con los porcentajes de propiedad sobre la operación, así como recibe beneficios y económicos y comparte el riesgo.

**Por ejemplo**, si la empresa A posee un 40% de una planta y la empresa B el 60%. La empresa A solo reporta el 40% de emisiones de esa planta.

En un ejemplo donde la empresa A tiene el 100% de las acciones, entonces reporta el 100% de las emisiones.

- Se incluye solo el % de emisiones que corresponde a su % de propiedad.
  - Es un enfoque proporcional pero más completo de calcular.
  - Es común en industrias extractivas como la minería y el petróleo o cuando es propietario de otras organizaciones. Menos común en empresas de servicios o manufactura tradicional.
2. **Enfoque de control operacional:** la empresa reporta el 100% de las emisiones de las operaciones sobre las que ejerce control independientemente del porcentaje de propiedad.

**Por ejemplo**, la fábrica está en un local alquilado, pero bajo el control operacional se incluyen el 100% de las emisiones del local porque la organización la gestiona completamente. Decide que políticas utilizar, cual maquinaria, como gestionar la energía, etc.

- La empresa tiene autoridad total para implementar políticas.
- Hay control total de decisión de equipos, tecnologías y operación.
- Existe el poder de introducir cambios y mejoras.

- Recomendado para las empresas medianas y pequeñas.
  - Es simple, claro alineado con las responsabilidades realiza de la gestión.
3. **Enfoque de control financiero:** se incluyen el 100% de las emisiones de las operaciones donde la organización tiene control financiero. Cuando se puede dirigir políticas financieras y apropiarse de la mayoría de los beneficios.
- Por ejemplo,** este enfoque es útil para grupos empresariales con múltiples subsidiarias o empresas conjuntas.
- La empresa tiene la capacidad de dirigir políticas financieras y operacionales.
  - Se consolidan los estados financieros de esa entidad en los reportes contables.

La elección del enfoque debe ser **consistente** en todo el inventario, y debe buscar reflejar la realidad de la empresa y alinearse con marcos de reporte financiero y ambiental.

Tomar la decisión del objetivo y los límites organizacionales nos permitirá tener claridad de como planear y organizar el estudio del cálculo de huella de carbono.

Definir claramente los límites operativos va a permitir a la organización orientar de forma estratégica los esfuerzos del estudio, la reducción y compensación de emisiones.

### Tabla comparativa de los 3 enfoques

Esta tabla te ayudará a decidir cuál enfoque utilizar

**Cuadro 17**  
*Tabla comparativa de los 3 enfoques*

Enfoque	Que incluye	Ventajas	Desventajas
Control operacional	100% donde se opera	Simple Alineado con responsabilidad real Fácil de explicar	Puede incluir instalaciones arrendadas que no se gestionan.

			Excluye donde hay propiedad sin control
Control financiero	100% donde tiene la mayoría accionaria	Alineado con reporte financiero Claro para grupos corporativos	Complejo si hay muchas subsidiarias Podría excluir operaciones que si se gestionan
Participación accionaria	% según la participación de la empresa	Proporcional a inversión	Complejo de calcular Requiere datos de socios Difícil de verificar

*Nota:* elaboración propia.

### Diferencia clave:

- Límites ORGANIZACIONALES = ¿QUÉ instalaciones/entidades?
- Límites OPERACIONALES = ¿QUÉ tipos de emisiones de esas instalaciones?

### 💡 Recomendación:



Para la primera medición podrías utilizar el control operacional porque es más simple, es el más usado y refleja la responsabilidad de gestión real. Se capturan las operaciones en las cuales se tiene un control directo.

Considera los otros enfoques si la estructura organizacional es muy compleja o si está en una industria donde la participación accionaria es el estándar.

### Documenta los límites organizacionales.

Al definir estos límites es clave guardar la información en un documento formal en la carpeta del proyecto porque esta información se utilizará para:

- 
- Explicar la metodología a verificadores externos.
  - Justificar qué se incluyó y qué no
  - Mantener la consistencia en años futuros.
  - Documentar los cambios si la estructura cambia.
-

### Ejercicio práctico del cálculo de huella de carbono en casa.



A lo largo de este manual, nos acompañará Carbona, personaje creado para acompañarnos en este Manual. Ella está muy interesada en aprender sobre el cálculo de huella de carbono y como puede aplicarlo a su vida. Ella demostrará el estudio que debe hacer para calcular su huella a lo largo de este Manual, integrando los conceptos que se van desarrollando.

Carbona quiere realizar el inventario de emisiones de GEI de su vida cotidiana. Voluntariamente quiere conocer cuál es la huella de carbono de su vida para poder realizar reducciones en base a estos resultados, asimismo, ser consciente de cuál es su impacto en términos de gases de efecto invernadero sobre el planeta.

Ella ha definió que va a estudiar sus acciones diarias que incluyen su trabajo en casa y transporte.

¡Acompañémosla en este proceso de aprendizaje!

## Módulo 6. Límites operativos: alcances y clasificación de emisiones

Ahora que se definieron las instalaciones y operaciones que se incluyen en el inventario, se debe decidir qué tipo de emisiones se medirán.


- **Objetivo del módulo:** comprender la diferencia entre los Alcances 1, 2 y 3 en la medición de la huella de carbono e identificar las actividades de emisión dentro de los límites.
- En este paso creamos el **Inventario de GEI**, una lista de cada actividad que genera emisiones.


### Clasificación por alcances

La clasificación por alcances permite analizar todos los procesos y actividades de la organización, identificar el origen de las emisiones y facilita la definición de estrategias de reducción. En el siguiente cuadro aprenderás sobre su clasificación más reconocida definida por el Protocolo GEI.

**Cuadro 18**  
*Alcances y ejemplos organizacionales.*

Alcance	Descripción	Ejemplos organizacionales
<b>Alcance 1:</b> <b>Emisiones directas</b>	Son las emisiones que provienen de fuentes que son propiedad o están controladas por la organización. Se le conocen también como emisiones directas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos propios o alquilados (autos, camiones, motocicletas). La empresa controla el uso y el combustible.</li> <li>• Combustión de combustibles fósiles en calderas, hornos o generadores propios. Combustión estacionaria.</li> <li>• Emisiones fugitivas de gases refrigerantes (aires acondicionados, refrigeradoras industriales). Estas emisiones ocurren cuando se fuga gas refrigerante por falta de mantenimiento, se rompe el equipo, se cambia el gas durante el servicio técnico.</li> <li>• Procesos industriales que emiten GEI directamente. Existen emisiones que son el resultado de reacciones químicas intrínsecas en procesos industriales como en la producción de cemento, acero, hierro, procesos textiles, refinerías de petróleo, fabricación de vidrio y cerámica o producción de productos químicos.</li> <li>• Combustión en maquinaria pesada o agrícola de propiedad de la empresa.</li> <li>• Tratamiento de residuos dentro de la organización, por ejemplo, incineración y compostaje.</li> <li>• Recarga de extintores.</li> </ul>

		<i>Ejemplo:</i> El vehículo de la empresa que transporta al equipo de ventas emite CO <sub>2</sub> al quemar combustible.
<b>Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas a la energía</b>	Corresponden a las emisiones derivadas de la compra de electricidad, vapor, calefacción o refrigeración consumidos por la empresa. Las emisiones realmente ocurren en las plantas generadoras de energía, pero para el consumo de la organización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire acondicionado funcionando con energía de la red.</li> <li>• Electricidad para oficina, comprada para iluminación, maquinaria, computadoras, servidores, etc.</li> <li>• Calefacción o refrigeración provista por servicios externos.</li> <li>• Consumo energético en centros de datos (si son externos pero controlados).</li> <li>• Energía usada en edificios arrendados (si la empresa paga la factura).</li> </ul> <p><i>Ejemplo:</i> La electricidad que alimenta las computadoras de una oficina emite CO<sub>2</sub> en la central eléctrica, no en la oficina directamente.</p>
<b>Alcance 3: Otras emisiones indirectas</b>	Incluye todas las emisiones que ocurren en la cadena de valor de la empresa, pero que no son propiedad ni están bajo control de la empresa. Este alcance es el más amplio y diverso. Su cálculo es voluntario debido a la complejidad de recolectar la información. Es importante incluir las fuentes más relevantes, porque, de todas formas, en este alcance se pueden	<p>Estas emisiones ocurren “aguas arriba” y “aguas abajo” de la operación. El Protocolo GEI clasifica el alcance 3 en 15 categorías que engloban la mayoría de las actividades que se pueden encontrar antes y después en la cadena de valor. Algunos ejemplos son:</p> <p style="text-align: center;"><b> Aguas arriba:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción y transporte de materias primas y bienes adquiridos</li> <li>• Bienes de capital</li> <li>• Viajes de negocios (avión, tren, automóvil, taxi, uber)</li> <li>• Transporte y distribución por terceros (logística)</li> <li>• Desplazamiento diario de empleados (casa-trabajo)</li> <li>• Emisiones incorporadas en bienes de capital (maquinaria, equipos, infraestructura)</li> </ul>

	<p>realizar estrategias de reducción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energía de proveedores</li> <li>• Tratamiento de residuos generados por la empresa (si lo realiza un tercero).</li> </ul> <p style="text-align: center;"> <b>Aguas abajo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de los productos vendidos (si consumen energía o generan GEI)</li> <li>• Transporte y distribución posterior a la venta</li> <li>• Disposición final de los productos vendidos (emisiones por reciclaje o desecho)</li> <li>• Arrendamiento de activos a terceros</li> <li>• Fin de vida de productos</li> <li>• Servicios de franquicias</li> <li>• Inversiones relacionadas</li> </ul> <p>Ejemplo 1: Un viaje en avión del equipo comercial genera emisiones indirectas que se clasifican en Alcance 3.</p>
--	---	---

*Nota:* elaboración propia.

El alcance 3 es el más amplio porque engloba múltiples procesos. A continuación, una imagen clara sobre las 15 categorías. Las 8 emisiones aguas arriba provienen de actividades y/o productos que requiere la organización para sus productos o servicios. Por otro lado, las 7 emisiones aguas abajo, son las ocurridas posterior a la producción del producto o servicio.



mayoría de las organizaciones y metodologías globales de reporte. Dado que ambas metodologías son conceptualmente compatibles, se trabaja con la terminología de alcances por razones de coherencia interna, simplicidad y alineación con los objetivos de este manual. Se incluye, además, un apartado en este módulo explicando la equivalencia entre ambos sistemas para facilitar su interpretación en el contexto costarricense.

### **Metodología de identificación de fuentes**

Identificar las fuentes de emisión es un proceso sistemático, donde no solo se piensa “¿qué emitimos?”, sino que se debe seguir un método estructurado que garantice que la identificación sea completa.

#### **4 pasos para identificar las fuentes de emisión**

- **Paso 1. Mapear físicamente las instalaciones**

Has un recorrido físico o virtual por todas las instalaciones incluidas dentro de los límites. Dibuja un mapa o plano simple de cada instalación. Busca lo siguiente:

- Oficinas administrativas
- Áreas de producción o manufactura
- Bodegas o almacenes
- Áreas de parqueo (flotas)
- Salas de equipos (calderas, generadores, compresores)
- Áreas exteriores (iluminación, jardines)
- Laboratorios o salas especiales
- Comedores o cafeterías

- **Paso 2. Inventario de equipos y actividades por área**

Por cada área identificada hagan una lista de los equipos que consumen energía y combustibles y las actividades que generan emisiones.

#### **Guía de preguntas**


- ¿Qué equipos usan electricidad? (computadoras, máquinas, iluminación, aires AC, refrigeradores)

- ¿Qué equipos queman combustibles? (calderas, generadores, montacargas, vehículos)
- ¿Qué equipos tienen gases refrigerantes? (aires AC, cámaras frías, refrigeradores)
- ¿Se utilizan lubricantes y aerosoles?
- ¿Se genera calor o vapor aquí? ¿Cómo?
- ¿Hay procesos químicos o industriales?
- ¿Se generan residuos? ¿De qué tipo?
- ¿La gente se desplaza desde/hacia aquí? ¿En qué?
- ¿Llegan insumos o salen productos? ¿Cómo se transportan?
- ¿Se realizan viajes de negocios? ¿Cómo se transportan?

- **Paso 3. Clasificación por alcance**

Clasifica cada fuente identificada según el alcance que le corresponde con estas reglas de clasificación:

<b>Alcance 1</b>	Si la combustión o emisión ocurre en equipos o vehículos propiedad de la empresa.
<b>Alcance 2</b>	Si es electricidad, vapor o calor que se compra a terceros.
<b>Alcance 3</b>	Si es todo lo demás (transporte externo, proveedores, residuos, etc.)

 **Recomendación:** No te preocupes porque en la Herramienta Paso a Paso: recolección de datos y cálculo de huella de carbono organizacional que incluye este manual, existe un cuadro de identificación de fuentes que te guiará. Asimismo, incluye una lista de verificación para cada categoría de los alcances.

- **Paso 4. Priorización por significancia**

Los **alcances 1 y 2 deben ser calculados y reportados de forma obligatoria** según los principales programas y protocolos internacionales. Porque corresponden

a emisiones directas y actividades sobre las cuales la organización tiene control operativo o poder de decisión.

Por su parte, el **alcance 3 es de carácter voluntario**. Sin embargo, se espera que las empresas realicen un análisis de las actividades generadoras de emisiones indirectas e identifiquen aquellas más significativas. Estas deben priorizarse para su medición, reporte y eventual gestión, enfocando los esfuerzos en recopilar la información necesaria y desarrollar estrategias de reducción.

De igual manera, para el alcance 3 se solicita que se incluyan todas las actividades de emisión identificadas en el Inventario de GEI, aunque no sea capaz la organización de realizar los cálculos.

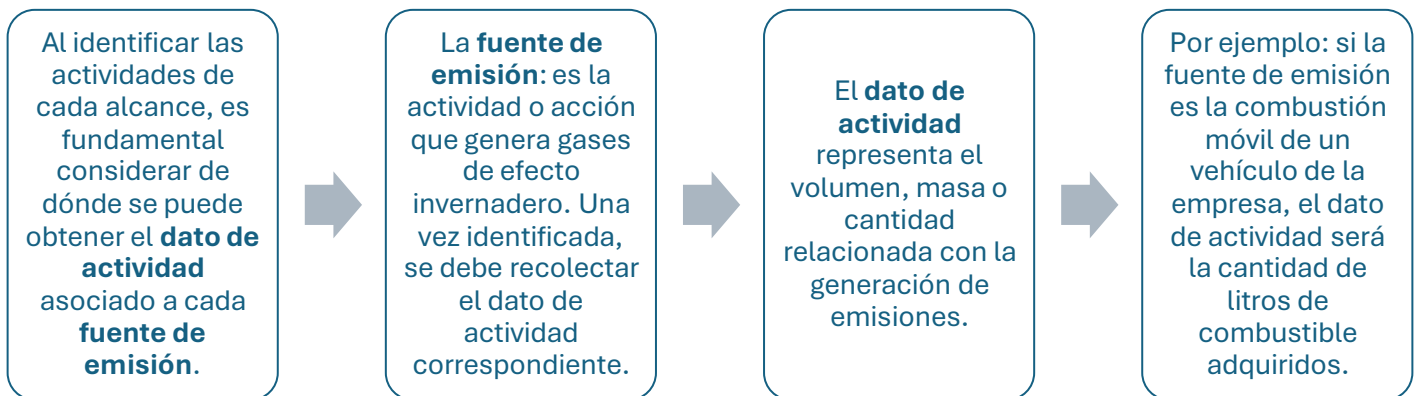
En este manual se propone una herramienta denominada Matriz de Significancia, que facilita la priorización de las fuentes de emisión del alcance 3. Esta matriz evalúa criterios como la magnitud potencial de las emisiones, la disponibilidad de datos, la influencia de la organización sobre la actividad, los riesgos asociados y las expectativas de las partes interesadas.

### **El dato de actividad**

Después de identificar las fuentes de emisión de las actividades y operaciones de la organización, se debe considerar cómo se conseguirán los datos de actividad.

**Cuadro 19**

Proceso de recolección de datos de actividad.



*Nota:* elaboración propia.

El **dato de actividad** es la cantidad de una acción que genera emisiones.

Otros ejemplos son: los kilovatios hora (kWh) de electricidad consumidos, los kilómetros recorridos en transporte o los kilogramos de residuos que se generan.

Contar con buenos datos de actividad es clave para lograr un inventario de emisiones preciso y confiable. Lo ideal es obtenerlos de fuentes internas, como facturas, reportes de consumo, registros de mantenimiento o sistemas de monitoreo. También pueden solicitarse a proveedores o contratistas que tengan acceso a esa información.

**Ejercicio práctico:** clasificación de fuentes de emisión

Clasifica las siguientes fuentes de emisión en el cuadro. Utilizar las últimas filas para agregar actividades de su lugar de trabajo. Asimismo, indica cual podría ser la fuente de datos de esta actividad.

**Cuadro 20**

*Ejemplo práctico, identificación de fuentes de emisión y clasificación por alcances.*

Fuente de emisión	Alcance (1, 2, 3)	Fuente de datos
Fugas del gas refrigerante por el uso del aire acondicionado		Reporte de recargas
Consumo de electricidad en oficinas	Alcance 2	Facturas de energía eléctrica
Transporte de materias primas por el proveedor		
Transporte de los productos terminados hacia el intermediario		
Combustible de vehículos de la empresa		
Combustible de los vehículos de los colaboradores		
Emisión por procesos químicos como producción de cemento		
Gestión de residuos		
Producción de cemento		
¿?		
¿?		
¿?		
¿?		

*Nota:* elaboración propia.

## ⊘ Errores comunes al identificar fuentes y cómo evitarlos

En la primera identificación es posible cometer estos errores:

**Cuadro 21**

*Errores comunes al identificar fuentes y cómo evitarlos.*

Error común	Cuál es el problema	Como evitarlo
Olvidar fugas de aire acondicionado	Refrigerantes tienen PCG altísimo (1,000-23,000). Pueden ser muy significativos	Inventariar todos los AC, cámaras frías, refrigeradores. Pedir facturas de recargas
Excluir generadores "porque casi no se usan"	Se viola el principio de Integridad. Deben incluirse, aunque sean menores	Incluir TODO lo que existe. Luego documentas que es menor (<1%)
No contar transporte de empleados	Puede ser 20-40% de huella en empresas de servicios	SIEMPRE incluir Cat 7 si tienes >10 empleados. Hacer encuesta del Anexo 2 de este manual.
Confundir Alcance 1 y 3	Ejemplo: colocar taxi en Alc 1, va en Cat 6 Alc 3	Si el vehículo NO es tuyo → Alcance 3. Si ES tuyo → Alcance 1
Duplicar fuentes	Contar electricidad de AC en Alc 2 Y fuga en Alc 1 (correcto: ambos se miden)	Está bien tener ambos. No es duplicación. Son emisiones diferentes
No documentar exclusiones	Verificadores preguntarán por qué no incluiste alguna emisión	Documenta TODO lo que excluyes y por qué (no existe, no material, futura fase)

Identificar solo en oficinas	Olvidar bodegas, parqueos, áreas externas	Mapear TODAS las instalaciones, no solo oficina principal
Confiar solo en la memoria	Olvidarás fuentes menores pero que suman	Usa las checklists de este módulo sistemáticamente
No involucrar a otros departamentos	Solo vos no sabes todo lo que existe	Entrevistar a Mantenimiento, Operaciones, Flota, RRHH, Compras

*Nota:* elaboración propia.

### Ejercicio práctico del cálculo de huella de carbono en casa.



Ahora que Carbona conoce sobre los alcances 1,2 y 3. Realizará una lista de las fuentes de emisión en su vida cotidiana. Asimismo, las categorizará por alcances y recolectará los datos de actividad de cada fuente de emisión.

*Cuadro 22* Identificación de fuentes de emisión y datos de actividad de la vida cotidiana de Carbona.

Alcance	Categoría	Descripción	Datos de actividad mensual
1	Transporte	Usa su vehículo de gasolina.	200 litros de gasolina
2	Electricidad	Consume energía eléctrica en casa	150 kWh
1	Gas de cocina	Utiliza gas LP para cocinar. Conocido como LPG	10 kg
3	Residuos	Son transportados al relleno sanitario	20 kg

---

## Módulo 7. Matriz de significancia para priorizar emisiones de alcance 3

- **Objetivo del módulo:** explicar la importancia y el uso de una matriz de significancia como herramienta de priorización de emisiones del alcance 3.

### ¿Qué es la matriz de significancia?

La matriz de significancia es una herramienta utilizada para evaluar y priorizar las fuentes de emisiones de GEI que ocurren en la cadena de valor (aguas arriba y aguas abajo) de una organización, pero que no son emisiones directamente controladas por la organización, eso quiere decir, las actividades del alcance 3.

El objetivo de utilizar esta herramienta es identificar qué categorías de emisiones de alcance 3 son más relevantes y requieren mayor atención en términos de gestión, seguimiento y reducción.

El desafío de este alcance es que la información no es controlada por la organización, por lo tanto, la recopilación de la información puede ser un proceso complejo y duradero.

Según el Protocolo GEI, para el alcance 3 existe mayor flexibilidad, pero contar con un criterio de priorización es fundamental para construir un inventario robusto y transparente [2].

### Importancia de la matriz de significancia

- Permite enfocar los esfuerzos en las fuentes de emisiones más críticas.
- Ayuda a gestionar la complejidad del alcance 3, que se caracteriza por tener numerosos actores y procesos externos.
- Facilita la toma de decisiones en la asignación de recursos para reducir emisiones.

Para determinar la relevancia de las categorías del alcance 3 definidos por el Protocolo GEI [2] se pueden tomar en cuenta las siguientes características:

- Representa un porcentaje alto en comparación con el alcance 1 y 2.
- La actividad expone a riesgo de emisión de GEI.
- Los interesados consideran la actividad crítica (comunicado por encuestas de satisfacción).
- Existen soluciones para reducir la emisión de GEI.

### **Criterios de significancia**

Para construir la matriz se definen criterios que permiten asignar un peso o nivel de relevancia a cada categoría de emisiones.

- Algunos ejemplos de criterios:

#### **Cuadro 23**

*Ejemplos de criterios para la matriz de significancia.*

<b>Magnitud</b>	Se mide el volumen de emisiones. Se considera si se están emitiendo una cantidad considerable de GEI, también si el proceso es realizado comúnmente.
<b>Nivel de influencia</b>	Se analiza el grado de control o capacidad de intervención de la organización en el proceso u actividad.
<b>Riesgo u oportunidad</b>	Se analiza si la actividad representa un riesgo o una oportunidad. Por ejemplo, puede ser positiva para la exposición reputacional, regulatoria o de negocio. O

	puede ser considerada un riesgo latente para las operaciones.
<b>Orientación sectorial</b>	Se estudian las recomendaciones específicas del sector o estándares.
<b>Compromiso externo</b>	En caso de que en análisis del alcance 3 este ligado a demandas de clientes, inversionistas u otras partes interesadas que exigen reducir impactos.

*Nota:* elaboración propia.

Cada criterio debe asignarse con puntajes numéricos por ejemplo 1, 2, 3.

- **Ejemplo de niveles de significancia**

- Bajo (1): emisiones difíciles de influenciar o poco relevantes en magnitud.
- Medio (2): emisiones influenciables de manera parcial.
- Alto (3): emisiones que la organización puede reducir directamente o que representan la mayor proporción de la huella.

### **Construcción de la matriz**

1. Enlistar las categorías de emisiones del alcance 3 identificadas en el análisis de actividades de emisión. (por ejemplo: transporte de colaboradores, viajes de negocio, bienes comprados, residuos).
2. Definir los criterios de significancia a aplicar.
3. Asignar un valor o porcentaje a cada criterio (por ejemplo: magnitud 40%, influencia 30%, riesgo 30%).
4. Evaluar cada categoría de emisiones frente a los criterios.
5. Calcular la puntuación total y clasificar en significativas (mayores a 80%) o no significativas (menores a 80%).
6. Se pueden excluir justificadamente si la suma total de las fuentes no significativas no supera el 3% del total (como lo permite INTE B5 en Costa Rica). Sin embargo, ya que se realizó el análisis para asegurar

que no es mayor al 3%, se puede aprovechar el cálculo y sumarlo al total

7. Es fundamental justificar la exclusión o inclusión de cada una de las actividades. La herramienta paso a paso incluye una columna con este propósito.

**Figura 50**  
*Matriz de significancia.*

MATRIZ DE SIGNIFICANCIA HUELLA DE CARBONO								
Alcance	Fuente de Emisión (detalle)	Reponsable / proveedor	Control / influencia (1-3)	Acceso a la información (1-3)	Frecuencia (1-3)	Puntaje Total	¿Incluir en el inventario?	Justificación de inclusión o exclusión
3.1	Bienes adquiridos							
3.1.1			3	2	2	7	Sí <input checked="" type="checkbox"/>	
3.1.2						0		
3.2	Bienes de capital							
3.2.1			3	2	1	6	No <input checked="" type="checkbox"/>	
3.2.2						0		
3.3	Actividades de combustible o electricidad que no se contemplan en el Alcance 1 o 2							
3.1			3	3	1	7		
3.2						0		
3.4	Transporte (aguas arriba) - bienes							
3.4.1						0		
3.4.2			3	3	3	9	Sí <input checked="" type="checkbox"/>	
3.5	Residuos							
3.5.1						0		
3.5.2						0		
3.6	Viajes corporativos							
3.6.1						0		
3.6.2						0		
3.7	Traslado Empleados							
3.7.1						0		
3.7.2						0		
3.8	Bienes alquilados							
3.8.1						0		
3.8.2						0		
3.9	Transporte de bienes a la venta							
3.1	Procesamiento de productos							
3.11	Uso de productos							
3.12	Fin de vida de productos							
3.13	Productos en alquiler							
3.14	Franquicias							
3.15	Inversiones							

*Nota:* Recuperado de la herramienta Huella Paso a Paso.

Completar esta matriz se hace en base a las fuentes de emisión identificadas dentro de los límites organizacionales y operacionales. Los resultados serán útiles para identificar las actividades con mayor relevancia sobre la cantidad de emisiones generadas.

---

## Módulo 8. La recolección de datos

Ahora que conocemos los límites organizacionales y que identificamos las actividades de emisión es hora de realizar el proceso de recolección de datos.

- **Objetivo del módulo:** aprender a recolectar datos de actividad de forma sistemática, eficiente y con la calidad necesaria para calcular la huella de carbono.
- Presentar una herramienta dinámica y simplificada para organizar la recolección de información llamada **Huella Paso a Paso: Herramienta de Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono**

La recolección de datos es el paso más largo del proceso (puede tomar 1-3 meses) y requiere coordinación con múltiples áreas de la empresa.

**⚠ Módulo crítico:** Sin datos, no hay cálculo. Datos de mala calidad significan resultados no confiables. Este módulo presenta estrategias para obtener datos correctos: qué pedir, a quién, cómo solicitarlo, formatos, métodos creativos cuando no hay registros, y cómo validar la calidad

En este módulo se desarrolla el concepto de dato de actividad que forma parte de la fórmula de cálculo de huella de carbono. La fórmula universal es la siguiente:

$$\text{Emisiones (tCO}_2\text{e)} = \text{Dato de Actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

Nos centraremos en conseguir la primera parte de la fórmula, el dato de actividad y los factores de emisión los revisaremos en el próximo módulo.

### ¿Qué son los datos de actividad?

Estos datos son las mediciones de la magnitud de una actividad que genera emisiones. Por ejemplo:

- Litros de diésel consumidos por la flota vehicular en 2024
- Kilowatt-hora (kWh) de electricidad comprada según facturas
- Kilogramos de gas refrigerante recargados en aires acondicionados
- Kilómetros recorridos por empleados en vehículos personales (casa-trabajo)
- Toneladas de materias primas compradas
- Kilogramos de residuos enviados a relleno sanitario

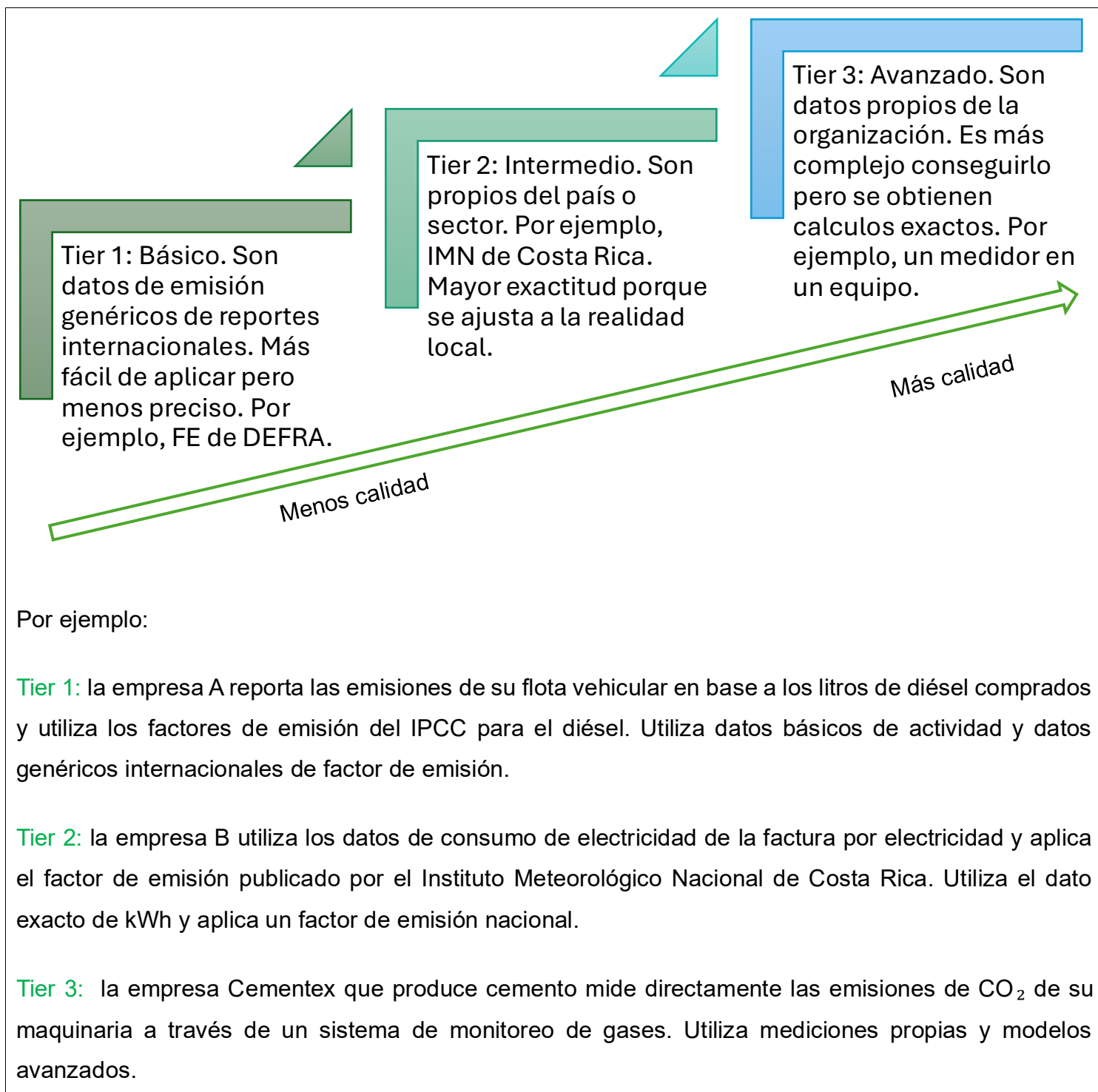


Al recolectar la información es importante tomar en cuenta que muchas veces los datos que se buscan no tienen el mismo nivel de detalle o confiabilidad. Para hacer esta distinción se crean los *tiers* o niveles de complejidad de información según el IPCC. Imagina una escalera de precisión, mientras subimos cada escalón, el cálculo de huella de carbono es más exacto.

Los datos que se consiguen en el último escalón son más precisos y confiables. La meta es contar con el nivel más avanzado de información. Sin embargo, puede ser complejo recolectar esta información porque los proveedores muchas veces no cuentan con ella.

#### **Cuadro 24**

*Niveles de complejidad de información del IPCC.*



### Estrategias de recolección de datos por alcance

Esta parte del proceso es clave, se deben recuperar los datos reales y limpios. Por su importancia, este manual presenta las siguientes estrategias de recolección de datos para cada tipo de fuente con métodos prácticos.

## ALCANCE 1: Combustión estacionaria

### Calderas, hornos, calentadores, generadores

**Cuadro 25**

*Estrategias de recolección de datos del alcance 1, combustión fija.*

Método	Cómo hacerlo	Nivel calidad	Ejemplo
Facturas de compra	Suma litros/galones comprados en facturas de combustible	Tier 1	Factura gas: 1,250 m <sup>3</sup> gas natural en 2024
Control de tanques	Bitácora de llenados del tanque con litros entregados	Tier 1	Tanque diésel: 12 llenados × 200 L = 2,400 L
Medidores volumétricos	Lectura de medidores instalados en equipos	Tier 1	Medidor de caldera: lectura dic - lectura ene = consumo
Horas operación × consumo	Horómetro del equipo × consumo/hora del fabricante	Tier 2	Generador: 120 hrs × 15 L/hr = 1,800 L diésel
Facturas eléctricas	Si caldera es eléctrica, va en Alcance 2, no Alc 1	Tier 1	Hornos eléctricos → Alcance 2

*Nota:* elaboración propia.

#### **Recomendación**

Si la empresa compra combustible a crédito, puedes al proveedor un reporte anual de litros vendidos. Es más rápido que buscar 12 facturas. Si compras en estaciones (efectivo), necesitarás recibos o bitácoras.

#### **Errores comunes:**

- Confundir monto del costo con litros (necesitas LITROS o m<sup>3</sup>)
- Usar presupuesto en vez de consumo real
- No diferenciar tipos de combustible (diésel, gasolina, gas)
- Olvidar generadores de emergencia "porque casi no se usan" (igual debes incluirlos)

## B. ALCANCE 1: Combustión móvil (Flota de vehículos)

Vehículos, camiones, montacargas, maquinaria

**Cuadro 26**

*Estrategias de recolección de datos del alcance 1, combustión móvil.*

Método	Cómo hacerlo	Nivel calidad	A quién pedir
Bitácora de combustible	Registro de cada carga: fecha, litros, placa, odómetro	Nivel 1	Jefe de Flota / Administrador
Tarjetas de combustible	Reporte anual de proveedor con consumo por vehículo	Nivel 1	Finanzas / Proveedor combustible
Facturas + odómetro	Km recorridos ÷ rendimiento promedio = litros	Nivel 2	Conductores / GPS si hay
Sistema GPS y rendimiento	Datos de km recorridos × rendimiento del vehículo	Nivel 2	Encargado de GPS
Encuesta a conductores	Preguntar km promedio mensual × 12	Nivel 2	Cada conductor

*Nota:* elaboración propia.

 **Recomendación** Si NO tienes bitácora de combustible (situación común):

- Opción 1: Pide a cada conductor que registre km del odómetro hoy y revisa el del año pasado (en último servicio).

Km recorridos ÷ rendimiento estándar del vehículo = litros.

- Opción 2: Si tienes GPS, pide reporte de km totales recorridos por cada vehículo.
- Opción 3: Haz encuesta: "¿Cuántos km recorres por semana?" × 52 semanas × cantidad de vehículos.

### Ejemplo práctico:

Empresa con 5 vehículos:

- 2 pick-ups marca Toyota (gasolina): 45,000 km/año c/u, rendimiento 12 km/L

$$\rightarrow 45,000 \div 12 = 3,750 \text{ L} \times 2 = 7,500 \text{ L gasolina}$$

- 3 camiones marca Suzuki (diésel): 60,000 km/año c/u, rendimiento 8 km/L

$$\rightarrow 60,000 \div 8 = 7,500 \text{ L} \times 3 = 22,500 \text{ L diésel}$$

Total: 7,500 L gasolina + 22,500 L diésel

⚠ Importante sobre rendimiento: Usa rendimiento real si lo conoces. Si no, busca especificaciones del fabricante online o usa promedios.

## C. ALCANCE 1: Emisiones fugitivas (Refrigeración)

### Aires acondicionados, cámaras frías, refrigeradores

⚠ Importante: Los gases refrigerantes tienen Potencial de Calentamiento Global (PCG) muy alto: 1 kg de gas puede equivaler a 1,000-23,000 kg de CO<sub>2</sub>. Por eso, aunque las cantidades parezcan pequeñas, las emisiones son significativas.

#### Cuadro 27

Estrategias de recolección de datos del alcance 1, emisiones fugitivas.

Método	Cómo hacerlo	Nivel	Documento a pedir
Facturas de recarga	Suma kg de gas recargado en todas las facturas de mantenimiento AC	Nivel 1	Facturas empresa mantenimiento AC

Reportes de mantenimiento	Revisión de reportes con tipo y cantidad de gas usado	Nivel 1	Reportes técnicos de recarga
Control de cilindros	Si tienes cilindros propios, peso inicial - peso final	Nivel 1	Bitácora de técnico en refrigeración
Si equipos nuevos	Asumir 0% de fuga (menor a 2 años sin recarga)	Nivel 2	Fecha de instalación

*Nota:* elaboración propia.

### **Estrategia paso a paso:**

1. Haz inventario de TODOS los AC/cámaras frías (cantidad, ubicación, tipo de gas)
2. Pide a Mantenimiento TODAS las facturas de servicio AC del año de estudio.
3. Busca en facturas: "Recarga de gas", "refrigerante", tipo (R-410A, R-134a, etc.) y kg
4. Suma todas las recargas + fugas asumidas

### **Ejemplo práctico:**

Oficina con 3 aires acondicionados:

- AC 1: Nuevo (2023), sin recarga → 0 kg
- AC 2: Recarga en marzo: 1.2 kg R-410A (factura #4532)
- AC 3: Recarga en octubre: 0.8 kg R-410A (factura #7821)

TOTAL:  $0 + 1.2 + 0.8 = 2$  kg de R-410A

(Luego en Módulo 9 multiplicarás por PCG de R-410A = 2,088)

**⊘ Error común:** ¡NO confundas la CARGA TOTAL del equipo con la RECARGA!  
Si el equipo tiene 5 kg de carga, pero solo recargaste 1 kg, reportas 1 kg de fuga, NO 5 kg.

## D. ALCANCE 2: Electricidad comprada

Alcance 2 es casi siempre el más fácil de recolectar la información. En muchos casos corresponde solo a la electricidad adquirida.

### Cuadro 28

*Estrategias de recolección de datos del alcance 2, energía eléctrica.*

Situación	Cómo obtener dato	Nivel	A quién pedir
Tienes facturas eléctricas	Suma kWh de las 12 facturas mensuales	Nivel 1	Contabilidad / Administración
Pagas en línea	Descarga historial desde portal web del proveedor	Nivel 1	Quien paga facturas
Instalación incluida en alquiler	Pide al propietario copia facturas o consumo anual	Nivel 1	Propietario del edificio
Edificio compartido sin medidor	Prorratio: kWh total edificio × % tu área	Nivel 2	Administración del edificio
Sin acceso a facturas	Consumo promedio × m <sup>2</sup> × 12 meses	Nivel 3	Buscar benchmark sector

*Nota:* elaboración propia.

### Estrategia paso a paso:

1. Identifica cuántos medidores tienes (# cliente o # servicio en factura)
2. Pide a Contabilidad las 12 facturas de cada medidor
3. Abre cada factura PDF y busca "Consumo" o "kWh"
4. Anota en Excel: Mes | Medidor | kWh | Costo
5. Suma total de kWh por medidor
6. Suma total de todos los medidores = Tu Alcance 2

**Ejemplo práctico:**

Empresa con 3 instalaciones, 3 medidores:

Medidor 1 (Oficina principal): Total anual 14,500 kWh

Medidor 2 (Bodega): Total anual: 9,600 kWh

Medidor 3 (Sucursal): Total anual: 7,200 kWh

Total alcance 2:  $14,500 + 9,600 + 7,200 = 31,300$  kWh

**⊘ Errores comunes:**

- Confundir kWh con kW (potencia vs energía)
- Tomar el monto en \$ en vez de kWh
- Olvidar algún medidor (revisar todas las instalaciones)
- Contar solo facturas pagadas (necesitas 12 meses, pagados o no)
- No verificar que sumaron 12 meses (falta 1 factura es común)

**💡 Recomendación en Costa Rica:**

Si la electricidad es de ICE/CNFL/otras distribuidoras, puedes registrarte en el portal en línea y descargar un reporte anual con todos los kWh. Esto es más rápido que buscar 12 PDFs.

**E. ALCANCE 3: Estrategias por categoría**

El Alcance 3 es el más diverso y complejo. Aquí están estrategias para las categorías más comunes:

**Categoría 5: Residuos generados****Cuadro 29**

*Estrategias de recolección de datos del alcance 3, residuos.*

Método	Cómo obtener dato	Nivel
Factura de recolector	Factura indica kg o toneladas recolectadas	Nivel 1

Pesaje directo	Pesar contenedores llenos - vacíos	Nivel 1
Volumen × densidad	Litros contenedor × densidad residuo (0.1-0.3 kg/L)	Nivel 2
Tasa generación	# empleados × kg/empleado/día × días laborales	Nivel 2

*Nota:* elaboración propia.

 **Recomendación** si NO tienes pesaje de residuos generados:

- Opción 1: Pesa los contenedores durante 1 semana y promedia. Multiplica × 52 semanas.

## CATEGORÍA 6: Viajes de negocio

### Cuadro 30

*Estrategias de recolección de datos del alcance 3, viajes de negocio.*

Tipo de viaje	Dato que necesitas	Fuente del dato
Vuelos	Origen-destino de cada vuelo o km totales	Agencia de viajes / reservas
Taxis/Uber	Monto gastado en transporte	Reembolsos / tarjetas corporativas
Alquiler vehículos	Días alquilados × km promedio o recibos con km	Facturas de rental
Hoteles	Noches de hospedaje	Reembolsos / reservas

*Nota:* elaboración propia.

 **Recomendación**

1. Pide a Finanzas reporte de reembolsos 2024 con categoría "Viajes"
2. Identifica vuelos (pueden estar en agencia de viajes si usas una)
3. Para vuelos: necesitas origen-destino (ej: San José – El Salvador)
4. Para taxis/Uber: monto total gastado es suficiente

## CATEGORÍA 7: Desplazamiento empleados (casa-trabajo)

Esta categoría requiere realizar una encuesta a empleados. En el Anexo 2 se incluye el ejemplo de la encuesta.

La información que se necesita recuperar en esta encuesta es lo siguiente:

1. ¿Cómo se desplaza el colaborador al trabajo? (automóvil propio, moto, bus, caminata, bici, taxi, otro)
2. ¿Cuántos kilómetros es la distancia de tu casa al trabajo? (solo ida)
3. ¿Cuántos días a la semana vienen presencialmente? (ej: 5, 3, teletrabajo)
4. Si utilizan auto/moto: ¿Qué tipo de combustible? (gasolina, diésel, eléctrico, híbrido)
5. ¿Realizan *carpool*? ¿Cuántas personas viajan?

Procesamiento de la encuesta:

1. Envía encuesta (Google Forms es gratis y fácil)
2. Agrupa respuestas por tipo de transporte
3. Calcula km/año:  $\text{Km ida} \times 2 \text{ (vuelta)} \times \text{días semana} \times 48 \text{ semanas}$
4. Suma todos los km por tipo de vehículo
5. En Módulo 9 aplicarás factores según tipo de vehículo

### Ejemplo práctico:

#### Cuadro 31

*Ejemplo práctico de cálculo de dato de actividad anual según los datos suministrados por la organización.*

### Huella de carbono Organizacional Alcance 3, Categoría: Transporte de empleados

#### Encuesta a empleados - Se puede realizar via Google forms (ver ejemplo en Anexos)

Recolectar la información del transporte de los colaboradores de la organización. Es necesario recolectar los km recorridos (ida y vuelta), generalizado, y cuantas personas viajan. Si es transporte público se coloca solamente 1 pasajero.

Nombre de colaborador	Medio de transporte	Distancia recorrida por día (km ida + vuelta)	Personas en el viaje	Frecuencia semanal de trabajo presencial (días por semana)	km totales por semana	km totales por año	1 año = 52 semanas
Colaborador 1	AUTO	12	1	5	60	3,120.00	
Colaborador 2	BUS	3	2	5	30	1,560.00	
Colaborador 3	BICICLETA	1	1	5	5	260.00	
Colaborador 4	TREN	8	1	5	40	2,080.00	
Colaborador 5	MOTOCICLETA	15	1	5	75	3,900.00	
Colaborador 6	A PIE	5	1	5	25	1,300.00	
Colaborador 7	UBER / TAXI	3	1	5	15	780.00	
<b>Total km</b>						<b>13,000.00</b>	

*Nota:* elaboración propia.

### 💡 Recomendación para la recolección de datos

- Estructurar la recolección de la información para que el encargado comprenda la información que debe recolectar y como debe hacerlo.
- Crear un archivo compartido para archivar los respaldos de los datos. El proceso debe garantizar comparabilidad, trazabilidad y consistencia en sus resultados. La información podría ser verificada y validada si se opta por una certificación.
- Delegar la responsabilidad de la recolección de información a un encargado del departamento. Colocar el nombre del encargado en la Matriz de recolección de datos.
- Asignar la periodicidad para la recolección de datos e incluir esta información en la Matriz de recolección de datos.



- E. Solicitar a la organización un flujo de procesos y una explicación de su contexto para identificar todas las actividades de emisión presentes.
- F. Crear una relación cordial en el equipo de trabajo y delegados. Trazar los objetivos y las expectativas. Utilizar las herramientas para recolectar los datos periódicamente.

### Herramienta de recolección de datos



Este manual contiene la **Herramienta Huella Paso a Paso: Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono** como anexo 1. Su propósito es guiar el proceso de definición de límites, identificación de fuentes de emisión, recolección de datos y ejecución de cálculos dentro de un mismo espacio integrado.

La herramienta está diseñada para facilitar el trabajo en equipo, permitiendo organizar la información y orientar cada etapa del cálculo de la huella de carbono de forma ordenada, práctica y comprensible.

El primer paso es la identificación del objetivo y límites del cálculo de la huella de carbono. Abajo una imagen de la pestaña donde se incluye esta información determinada.

#### **Figura 51**

*Cuadro para la identificación de límites y objetivos.*

## Cálculo de Huella de Carbono Organizacional

### Límites

El primer paso para iniciar con el inventario de GEI y el cálculo de la huella de carbono organizacional, es determinar el objetivo y los límites del estudio.

Limite organizacional:

Limite operacional:

Objetivo:

Año base:

Periodo a analizar:

*Nota:* Captura de pantalla de la herramienta Huella Paso a Paso, en la pestaña de determinación de los límites y objetivos. Elaboración propia.

En la segunda pestaña, la herramienta presenta una matriz para identificar cuales actividades por alcance 1,2 y 3 aplican en la organización. Posee el detalle de las categorías por alcance, ejemplos, preguntas y datos a preguntar al equipo de trabajo y los delegados. De esta manera se facilita que se cubran la mayor cantidad de actividades. Estas actividades son las más comunes, sin embargo, por industria y organización pueden ser más o menos actividades.

Figura 52

Cuadro de identificación de fuentes de emisión en detalle.

ACTIVIDADES A CUANTIFICAR PARA EL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO							
Para todas las actividades hay que recolectar datos de los 12 meses del período de estudio							
Alcance	Categoría	Fuentes de emisión	Fuente de datos	Ejemplos cotidianos organizacionales	Preguntas	Datos a solicitar	Unidad de medida recomendada
<b>Alcance 1</b>							
1	n/a	Fuentes móviles	Vehículos propios	Camionetas, autos, motocicletas Montacargas, grúas o maquinaria. Internos y externos.	¿Existen vehículos propios de la organización?	Litros de diesel/combustible/gas ó Km recorridos por los vehículos en el año Tipo de combustible Facturas de carga de combustible Registros de flotilla	Litros Kilometros
	n/a	Fuentes fijas	Combustible / Lubricante (gas, litros aceite, litros combustible, etc)	Calderas industriales, generadores eléctricos, sistemas de calefacción dentro de la instalación.	¿Existen consumos de gas natural dentro de la organización? ¿La organización posee máquinas propias que usen lubricantes o grasas?	Factura de gas Kilos de lubricante	Kilogramos Litros
	n/a	Recarga de refrigerantes	Aires acondicionados (AC)	Recarga de sistemas de AC, de cámaras frigoríficas o cuartos fríos, vitrinas, congeladores	¿Hay A/C propios? ¿Hubo recargas de gases refrigerantes en el período de estudio?	Kgs de refrigerante	Kilogramos
	n/a	Fuentes fugitivas	Bitácoras de mantenimiento, reportes de reparaciones, fichas técnicas de equipos con gases refrigerantes, factura de compra de refrigerantes	Fugas de refrigerantes en AC o refrigeración liberadas durante mantenimiento o por deterioro. Fugas en tuberías, válvulas o conexiones. Procesos químicos de manufactura.	¿Se llevan registros de recargas y reparaciones? ¿Quién se encarga del mantenimiento? ¿Existen reportes del proveedor o fichas técnicas?	Número de equipos Tipo de refrigerante Kgs de refrigerante recargado Capacidad del refrigerante por equipo	Kilogramos
	n/a	Residuos	Residuos tratados dentro de la empresa	Compostaje, incineración de residuos sólidos, tanques sépticos	¿Se hace el tratamiento de residuos dentro de la empresa? ¿Hay tanques sépticos? ¿Se hace compostaje?	kg pesados de cada residuo	Kilogramos
<b>Alcance 2</b>							
2	n/a	Emissiones de electricidad	Luz	Consumo en oficinas administrativas, centros de operación y plantas. Todo lo que dependa de la red eléctrica.	¿Tienen las facturas de energía eléctrica? ¿El monto de la factura se subdivide en varios locales?	Facturas de energía eléctrica en el período considerado Medidores	kWh (kilovatios-hora)
	n/a	Fuentes renovables de energía	Electricidad	Consumo eléctrico generado por paneles u otro sistema. EIE de la red pero certificada renovable. EIE adquirida en contratos de energía renovable.	¿Tienen fuentes de energía renovable? (paneles solares, etc)	Facturas, contratos de energía, reportes del proveedor	kWh (kilovatios-hora)
<b>Alcance 3</b>							

*Nota:* Captura de pantalla de la herramienta Huella Paso a Paso, en la pestaña de identificación de fuentes de emisión. Elaboración propia.

Este cuadro contiene más columnas destinadas a ser completadas por el equipo de trabajo en la primera fase del estudio para delegar las responsabilidades.

Por fuente de emisión, se debe decidir si esta actividad aplica, seleccionar al delegado de la recolección de información, su departamento, cuál será la frecuencia de registro, si existen respaldos y el proceso de recolección que se utilizará. Así también nos aseguramos de que el proceso sea replicable en los siguientes años.

Figura 53

Cuadro de identificación, columnas asignadas para el reparto de responsabilidad e identificación de respaldos.

Aplica o No Aplica?	Encargado de la información	Departamento	Frecuencia del registro de información	Existen respaldos Si / No	Respaldo / Evidencia existentes	Proceso de recolección de información
---------------------	-----------------------------	--------------	--	---------------------------	---------------------------------	---------------------------------------

*Nota:* Captura de pantalla de la herramienta Huella Paso a Paso, continuación del cuadro de identificación de fuentes de emisión. Elaboración propia.

Posterior al análisis detallado de las actividades de la empresa, se deben enlistar las fuentes identificadas en la pestaña correspondiente al Inventario de Fuentes de Emisión.

En este inventario deben incluirse todas las fuentes identificadas en el cuadro anterior, incluso aquellas para las que aún no se dispone de datos de actividad. De esta manera, el inventario será completo y reflejará de forma integral todas las posibles fuentes de emisión de la organización.

**Figura 54**

*Cuadro del inventario de gases de efecto invernadero de la herramienta.*

<b>INVENTARIO DE GEI</b>	
<b>Huella de Carbono Organizacional</b>	
<b>1</b>	<b>Alcance 1</b>
1.2	Fuentes móviles
1.1.1	
1.1.2	
2	Fuentes fijas
1.2.1	
1.2.2	
3	Recarga de refrigerantes
1.3.1	
1.3.2	
4	Fuentes fugitivas
1.4.1	
1.4.2	
5	Residuos
1.5.1	
1.5.2	
<b>2</b>	<b>Alcance 2</b>
2.1	Emisiones de electricidad
2.1.1	
2.1.2	
2.2	Fuentes renovables de energía
2.2.1	
2.2.2	

*Nota:* Captura de pantalla de la herramienta Huella Paso a Paso, inventario de fuentes de emisión de GEI. Elaboración propia.

En las siguientes pestañas se incluyen formatos para el registro de datos mensual por Alcance y por categoría. Por ejemplo, el siguiente cuadro es utilizado para el registro de datos de actividad de la electricidad para el alcance 2.

**Figura 55**

*Cuadro de recolección de datos mensuales para el Alcance 2, energía eléctrica.*

HCO (Huella de carbono Organizacional) Alcance 2		
Según lectura de facturas de luz 2024		
Mes	Consumo (kWh)	
	Local 1	Local 2
Enero	12,084	12,052
Febrero	11,899	12,083
Marzo	12,377	12,977
Abril	11,851	11,652
Mayo	12,410	11,705
Junio	14,529	13,217
Julio	13,787	12,036
Agosto	12,781	11,400
Septiembre	13,890	13,373
Octubre	14,579	14,990
Noviembre	13,922	12,360
Diciembre	14,039	13,097
<b>TOTAL (kWh)</b>	<b>158,148</b>	<b>150,942</b>

*Nota:* Captura de pantalla de la herramienta Huella Paso a Paso, cuadro de recolección de datos de actividad Alcance 2 energía eléctrica. Elaboración propia.

La herramienta contiene otros cuadros de recolección de información y cálculo.

### **Cierre del módulo 8**

Con este módulo se concluye la fase de recolección de datos, esta etapa es clave para garantizar la calidad y confiabilidad del cálculo de la huella de carbono.

A lo largo de este apartado se profundizó en la importancia de los datos de actividad, la evaluación de la calidad de la información mediante los niveles (tiers), así como en las estrategias de recolección de datos por alcance. Además, se presentó la **Herramienta Huella Paso a Paso**, que permite sistematizar y registrar la información de manera práctica y ordenada.

Con este conocimiento, el equipo cuenta ahora con las bases para organizar, validar y documentar los datos que alimentarán el inventario de gases de efecto

invernadero, asegurando un proceso transparente y trazable para las siguientes etapas del cálculo.



## Módulo 9. Calcular emisiones con factores de emisión

- **Objetivo del módulo:** aprender a convertir los datos de actividad a emisiones de GEI expresadas en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Aprenderás a aplicar los factores de emisión correctamente en el cálculo de la huella de carbono.

Buena noticia, en este módulo por fin vamos a ver la huella total. Después de toda la preparación y recolección, iniciaremos el proceso de búsqueda de las toneladas de CO<sub>2</sub>e que emite la organización.



### Fundamentos del cálculo

La fórmula universal de emisiones es la siguiente:

$$\text{Emisiones (tCO}_2\text{e)} = \text{Dato de Actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

- Donde el Dato de actividad se refiere a la cantidad de la actividad que genera las emisiones (litros de diésel, kWh de electricidad)
- Factor de emisión se refiere a la cantidad de CO<sub>2</sub>e que produce cada unidad de esa actividad.
- tCO<sub>2</sub>e son las Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (la unidad estándar para reportar emisiones)

### ¿Qué es un factor de emisión (FE)?

Un FE es un valor fijo que indica la cantidad de gases de efecto invernadero que se generan por una actividad o consumo de un recurso. Por ejemplo, es necesario para calcular:

- Cuántos kilogramos de CO<sub>2</sub> se emiten por un litro de diésel quemado
- Cuántos kilogramos de CO<sub>2</sub> se emiten por kilovatio hora de electricidad consumida.
- Cuántos kilogramos de CH<sub>4</sub> se emiten por kilogramo de residuo enviado a un relleno sanitario.

Los FE cambian dependiendo del gas que se está emitiendo porque no todos los gases tienen el mismo impacto. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) reconoce como GEI principales los siguientes gases [8]. A continuación, una explicación de los gases de efecto invernadero que se incluyen en el Protocolo de Kioto.

**Cuadro 32**  
*Gases de efecto invernadero y donde encontrarlos.*

Nombre del gas	Formula química	Donde se puede encontrar en organizaciones
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1. Al quemar gasolina o diésel de un vehículo. 2. Al generar electricidad en plantas que usan combustibles fósiles.
Metano	CH <sub>4</sub>	1. Al quemar gasolina o diésel de un vehículo. 2. Digestión del ganado. 3. En rellenos sanitarios donde se descompone sin oxígeno la basura.
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	1. Al quemar gasolina o diésel de un vehículo. 2. Fertilizantes químicos para agricultura. 3. En procedimientos médicos o dentales, se usa como gas anestésico. (gas de la risa)
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	1. En aislamientos eléctricos en equipos de alto voltaje como en transformadores. 2. Procesos de fabricación de magnesio.
Hidrofluorocarbono	HFC	1. Aires acondicionados de carros, casas y oficinas. 2. Refrigeradores de hogar o industriales.
Perfluorocarbono	PFC	1. En producción de aluminio. 2. En equipos médicos o de limpieza especializada.
Trifluoruro de Nitrógeno	NF <sub>3</sub>	1. Fabricación de pantallas planas (LCD, LED, plasma) 2. Producción de paneles solares.

*Nota:* elaboración propia.

**¿Cuáles gases se van a encontrar en las organizaciones?**

Los gases más comunes en las empresas son:

<b>CO<sub>2</sub></b>	de vehículos, calderas, electricidad
<b>CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O</b>	pequeñas cantidades en combustión, algunos FE ya tienen incluidos estos gases). No obstante, los FE del IMN no los incluyen por lo que hay que hacer un cálculo por cada gas.
<b>HFC</b>	aires acondicionados, cámaras frías

### ¿Qué es CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e)?



Imagina que la empresa recibe ingresos en **dólares, colones y euros**.

Si cada gerente reporta en su propia moneda, no podemos saber cuánto dinero tenemos en total.

Para compararlo y sumarlo, debemos convertirlo todo a una sola moneda, por ejemplo, dólares.

Con los gases de efecto invernadero pasa lo mismo:

El CO<sub>2</sub>, el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y otros gases se parecen a esas monedas distintas.

Cada gas tiene un poder diferente de calentar el planeta (su Potencial de Calentamiento Global (PCG)).

Para entender el impacto real, convertimos todos los gases a una sola unidad común: el CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e).

Así podemos sumar, comparar y reportar la huella de carbono total de la empresa en un mismo idioma.

### ¿Qué es el Potencial de Calentamiento Global?

Los GEI se diferencian en que no todos contaminan y calientan la atmósfera con la misma fuerza. Algunos calientan poco y otros mucho. Para poder compararlos se

deben convertir a la unidad común: el Dióxido de Carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ). Con el objetivo de “hablar el mismo idioma”.

Potencial de Calentamiento Global (PCG) mide cuantas veces más potente es un gas comparado con el  $\text{CO}_2$  durante 100 años.

Esto permite comparar, por ejemplo, el impacto de una fuga de metano ( $\text{CH}_4$ ) con el consumo de electricidad en  $\text{CO}_2$  utilizando una misma unidad: toneladas de  $\text{CO}_2\text{e}$  [11].



En la siguiente imagen se presentan los PCG tomado del reporte de FE del IMN de Costa Rica. Se observa que el Metano ( $\text{CH}_4$ ) es 28 veces más potente que el  $\text{CO}_2$ . Por su lado, el gas refrigerante R402a es 2,571 veces más potente que el  $\text{CO}_2$ .

Por eso es fundamental medir los gases refrigerantes, aunque parezcan una cantidad pequeña de emisión.

Ejemplo:

1 kg de  $\text{CH}_4$  son 28 kg  $\text{CO}_2\text{e}$ , según el dato de Potencial de Calentamiento Global a 100 años del IMN. [15]

**Figura 56**  
*Potencial de calentamiento global del año 2025.*

Gas	Potencial de calentamiento Horizonte: 100 años
$\text{CO}_2$	1
$\text{CH}_4$	28
$\text{N}_2\text{O}$	265
$\text{NF}_3$	16 100
HFC 134a	1 300
HFC 152a	138
R402a	2 571
R402b	2 261
R404a	3 943
R407c	1 624
R410a	1 924
R507	3 985
R508B	11 698
ISCEON MO49	1 645
$\text{SF}_6$	23 500

*Nota:* Recuperado del reporte del Instituto Meteorológico Nacional.

### Fuentes oficiales de factores de emisión

Para que el cálculo sea confiable, es fundamental usar valores oficiales y actualizados en el cálculo, a continuación, una pequeña lista de las fuentes más reconocidos:

#### Cuadro 33

*Lista de fuentes reconocidas para los factores de emisión.*

Fuente	Tipo de FE	Ejemplo
IPCC	Global	Combustibles fósiles, procesos industriales
Instituto Meteorológico Nacional (IMN)	Costa Rica	Electricidad por región, combustibles locales
DEFRA	Reino Unido, internacional	Transporte, electricidad, combustibles

*Nota:* elaboración propia.

Carbóna está lista para el siguiente paso del cálculo de huella de carbono. Ella debe buscar los factores de emisión (FE) reconocidos y aprobados nacionalmente, de ser posible. En este caso ella utiliza los FE del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica con los datos del año 2025.

Categoría	Factor de emisión
Gasolina	2,231 kg CO <sub>2</sub> /L
Electricidad	0,127 kg CO <sub>2</sub> e/kWh
Gas LP	1,611 kg CO <sub>2</sub> /L
Residuos	0,0519 kg CH <sub>4</sub> /kg

Carbóna se da cuenta que el FE de los residuos que van al relleno sanitario está en la unidad de kg CH<sub>4</sub>/kg, esto quiere decir que el GEI que se emite es el metano. El metano es un gas con mayor poder de calentamiento, como lo vimos anteriormente.

Ella tendrá que transformar este factor a CO<sub>2</sub>e para sumar y entender su huella total.

Carbona identifica que el potencial de calentamiento del CH<sub>4</sub> es 28, según el IMN.

Gas	Potencial de calentamiento Horizonte: 100 años
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	28
N <sub>2</sub> O	265



La conversión que debe hacer Carbona es la siguiente:

**CO<sub>2</sub>e = Factor de emisión de otro GEI \* Potencial de calentamiento Global**

Factor de emisión	PGC	CO <sub>2</sub> e
0,0519 kg CH <sub>4</sub> /kg	28	1.4532

Carbona cambia este dato en su cuadro de recolección de factores de emisión:

Categoría	Factor de emisión
Gasolina	2,231 kg CO <sub>2</sub> /L
Electricidad	0,127 kg CO <sub>2</sub> e/kWh
Gas LP	1,611 kg CO <sub>2</sub> /L
Residuos	1,4532 kg CO <sub>2</sub> e /kg



### Congruencia en las unidades de medida de los datos

⚠ ¡Cuidado!

El reporte se realiza en una única unidad de medida: tCO<sub>2</sub>e. Por lo tanto, todas las unidades utilizadas deben ser congruentes, lo que implica verificar y, de ser necesario, convertir los datos iniciales recolectados a la unidad de referencia del factor de emisión, como litros (L), kilogramos (kg), gramos (g) o kilovatios hora

(kWh). Posteriormente, se realiza la conversión final a toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

A continuación, se incluye una tabla de equivalencias de algunas unidades más comunes. Es clave que todos los datos sean convertidos a la unidad del Factor de Emisión para que el resultado sea correcto.

**Cuadro 34**

*Cuadro de equivalencias para simplificar el proceso de búsqueda.*

Conversión	Fórmula	Ejemplo
Gramos (g) → Kilogramos (kg)	1 kg = 1000 g	5000 g ÷ 1000 = 5 kg
Kilogramos (kg) → Toneladas (t)	1 t = 1.000 kg	1,340 kg ÷ 1000 = 1,34 t
Gramos (g) → Toneladas (t)	1 t = 1.000.000 g	500.000 g ÷ 1.000.000 = 0,5 t
Kilovatios hora (kWh) → Megavatios hora (MWh)	1 MWh = 1.000 kWh	2.500 kWh = 2,5 MWh

*Nota:* elaboración propia.

### Ejemplos prácticos del cálculo de huella de carbono:

1) La empresa de Carbona quiere calcular las emisiones de residuos ordinarios del alcance 3, categoría residuos.

Ella primero hace la recolección de los pesos en Kg mensual de residuos ordinarios. Utilizando el FE del IMN, 2025, construyo el siguiente cuadro para realizar el cálculo y conocer las tCO<sub>2</sub>e.

**Cuadro 35**

*Ejemplo de cuadro de cálculo de huella de carbono del alcance 3, categoría residuos.*

HCO (Huella de carbono Organizacional) Alcance 3, Categoría 5: Residuos
Residuos a relleno sanitario 2024
Es necesario realizar un pesaje de las bolsas de residuos que genera la organización para obtener estos datos.
Fuente de recolección de datos: documento llamado Base de datos Residuos 2025 agosto. Se utilizan los filtros para seleccionar el centro de trabajo y se filtra por año.

MES	PESO (kg)	Factor de emisión kg/CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub> e	Ton CO <sub>2</sub> e
Enero	171.2	0.0519	8.885	0.009
Febrero	295.5	0.0519	15.336	0.015
Marzo	335.6	0.0519	17.418	0.017
Abril	227.5	0.0519	11.807	0.012
Mayo	285.6	0.0519	14.823	0.015
Junio	263.1	0.0519	13.655	0.014
Julio	301.6	0.0519	15.653	0.016
Agosto	250.4	0.0519	12.996	0.013
Septiembre	334.5	0.0519	17.361	0.017
Octubre	408.9	0.0519	21.222	0.021
Noviembre	535.2	0.0519	27.777	0.028
Diciembre	659.4	0.0519	34.223	0.034

<b>TOTAL (kg)</b>	<b>4,068.50</b>		<b>211.16</b>	<b>0.21</b>
-------------------	-----------------	--	---------------	-------------

*Nota:* elaboración propia.

El resultado indica que por se liberan 0.21 tCO<sub>2</sub>e por todos los residuos que van al relleno sanitario.

2) La empresa de carbón va a realizar el cálculo de la huella de carbono del Alcance 2, energía eléctrica.

**Cuadro 36**  
*Ejemplo Cálculo HC Alcance 2, energía eléctrica*

<b>Cálculo HC Alcance 2, energía eléctrica</b>			
<b>Fuente: facturas de electricidad (medidor #1602)</b>			
<b>Factor de emisión: IMN, 2025</b>			
Dato actividad kWh	Factor emisión kg CO <sub>2</sub> e/kWh	kg CO <sub>2</sub> e	tCO <sub>2</sub> e
6,500	0.127	825.5	0.8255

*Nota:* elaboración propia.

Carbóna después de haber aprendido sobre el cálculo, le toca a ella aplicar la fórmula: **Emisiones = Dato de actividad \* Factor de emisión**

Categoría	Dato de actividad	Factor de emisión	Emisiones netas
Gasolina	200 l	2,231 kg CO <sub>2</sub> /L	446.200
Electricidad	150 kWh	0,127 kg CO <sub>2</sub> e/kWh	19.050
Gas LP	10 l	1,611 kg CO <sub>2</sub> /L	16.110
Residuos	20 kg	0,0519 kg CH <sub>4</sub> /kg	29.064
Emisión total			510.424

<b>Conversión a tCO<sub>2</sub>e/mes</b>	0.510
--	-------

Cuando ya se calcularon las emisiones de tCO<sub>2</sub>e de cada uno de los datos de actividad, se suman todos los totales para obtener la huella de carbono total de la organización.

Carbóna descubre que en su vida diaria emite 0.510 toneladas de CO<sub>2</sub>e al mes. Esto quiere decir que, en un año, contabilizando solo estas 4 categorías, Carbóna emite 6.125 toneladas de CO<sub>2</sub>e al año.



### Fuentes fugitivas / Gases refrigerantes

Estos factores corresponden a los más altos según su PCG. Aunque las cantidades sean pequeñas, las emisiones y sus impactos son muy altas. Por lo tanto, aunque parezca un número pequeño esfuérate por realizar el cálculo y así conocer cuantas emisiones se generan.

### ¿Cómo se identifican estos gases?

1. La ficha técnica, el manual del equipo y su placa deben tener el dato de cual gas se utiliza. Tiene código R-XXX.
2. Mira la factura de recarga (debe especificar tipo de gas)

#### Cuadro 37

Resumen sobre los gases refrigerantes.

Gas refrigerante	Uso típico	PCG (100 años)	Observaciones
------------------	------------	----------------	---------------

R-410A	AC residencial/comercial (más común)	2,088	El más usado actualmente
R-134a	AC automotriz Refrigeradores	1,430	Común en autos
R-404A	Refrigeración comercial Cámaras frías	3,922	Muy alto PCG
R-407C	AC comercial	1,774	Alternativa a R-22
R-22 (HCFC)	AC viejos (PROHIBIDO desde 2020)	1,810	Ya no se vende nuevo
R-32	AC modernos ecológicos	675	Más amigable
R-290 (Propano)	Refrigeración doméstica	3	Natural, bajo impacto
R-744 (CO <sub>2</sub> )	Refrigeración comercial	1	CO <sub>2</sub> mismo, bajo impacto

*Nota:* elaboración propia.

Carbona debe tomar en cuenta un tema muy importante: los gases refrigerantes. Ella tiene un aire acondicionado en casa. Cuando hablamos de aire acondicionado (AC) hay dos formas que genera emisiones:

1. El consumo de electricidad: el AC consume energía para funcionar y este uso se ve reflejado en la cantidad de kWh que se miden en el alcance 2.
2. Las fugas de gases refrigerantes: los AC del carro o de la casa, usan gases llamados HFCs (hidrofluorocarbonos), que son miles de veces más potentes que el CO<sub>2</sub>.

Carbona tiene un AC en su cuarto que utiliza el gas refrigerante R134a.

En base a los FE del IMN, el PCG de este gas es el siguiente:

1 kg de R134a = 1300 kg CO<sub>2</sub>e

Imagina que el AC de Carbona tiene una fuga, y cuando esto sucede, estas emisiones cuentan mucho por su alto potencial de calentamiento, o el alto potencial de absorber calor.

Cuando Carbona recibe el servicio de recarga por parte de los técnicos, ellos le entregan un reporte que indica que el AC tuvo una pérdida por fuga de 100 gramos de gas, o 0,1 kg. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

$$0,1\text{kg R134a} * 1300\text{kg} / \text{kgCO}_2\text{e} = 130 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Eso significa que **solo esa fuga pequeña equivale a 130 kg CO<sub>2</sub>e**, ¡lo mismo que manejar el carro por varias semanas!



El cálculo final se ve así:

Categoría	Dato de actividad	Factor de emisión	Emisiones netas
Gasolina	200 l	2,231 kg CO <sub>2</sub> /L	446.200
Electricidad	150 kWh	0,127 kg CO <sub>2</sub> e/kWh	19.050
Gas LP	10 l	1,611 kg CO <sub>2</sub> /L	16.110
Residuos	20 kg	0,0519 kg CO <sub>2</sub> /kg	29.064
AC	0.1 kg R134a	1300 kg CO <sub>2</sub> /kg	130.000
Emisión total kgCO <sub>2</sub> e			640.424
Conversión a tCO <sub>2</sub> e/mes			0.640

Carbona sabe que emite 7.68 tCO<sub>2</sub>e anualmente.

Durante este proceso, Carbona comprendió que los gases refrigerantes son emisiones que con poca cantidad puede causar el efecto de mucho CO<sub>2</sub>. Por esto es clave que le de mantenimiento a su AC y evite cualquier fuga. Para un buen funcionamiento del equipo, no debería haber ningún escape de emisiones fugitivas.



### ¿Qué pasa cuando la actividad emite más de un tipo de GEI?

Algunas actividades que se realizan generan más de un tipo de GEI. Por ejemplo, la combustión de diésel libera principalmente CO<sub>2</sub>, pero también CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en pequeñas cantidades. En estos casos se debe seguir la siguiente metodología:

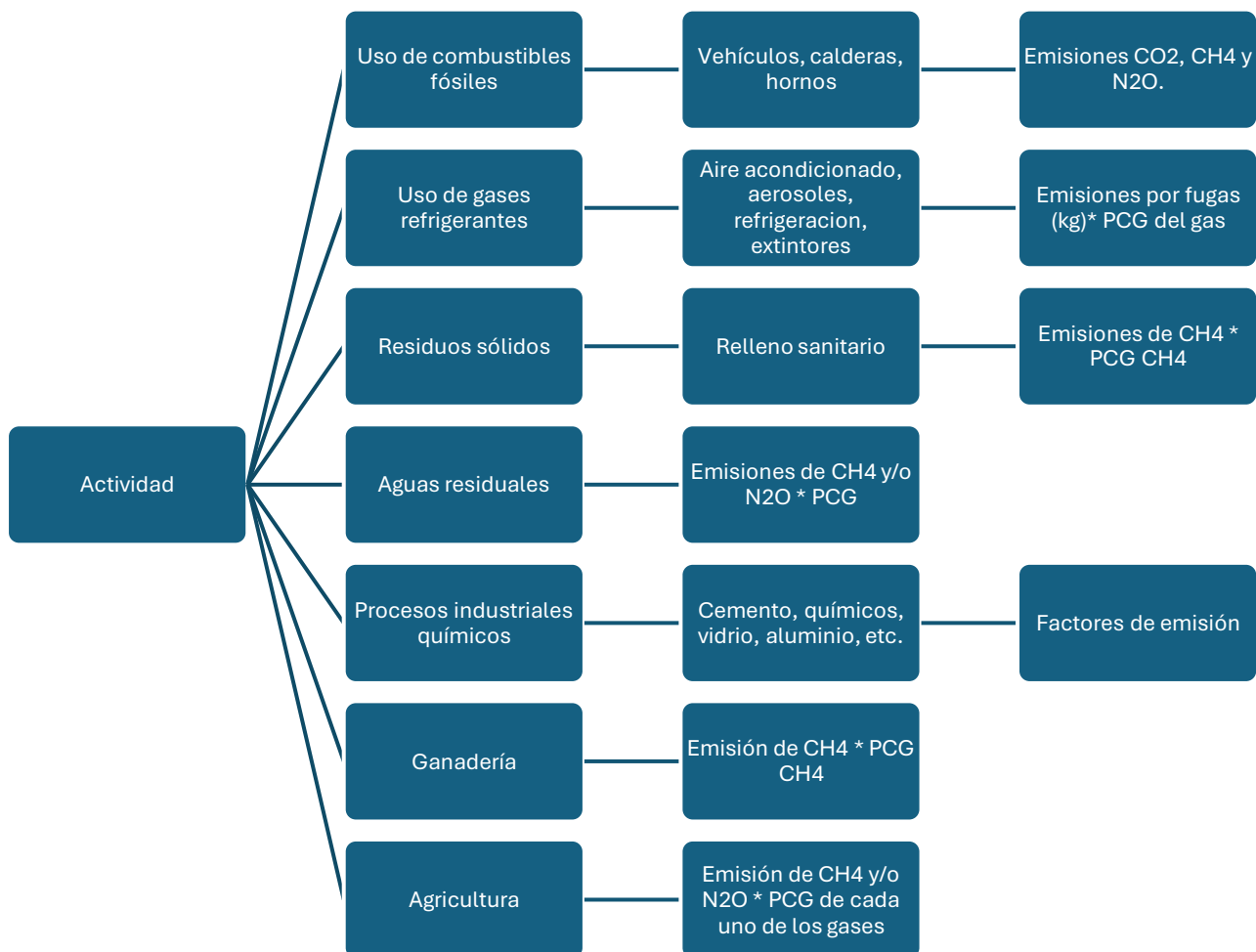
- 1) Se realiza el cálculo utilizando el FE de cada gas por separado.
- 2) Se multiplica por su respectivo GWP.
- 3) Se suman todos los resultados en CO<sub>2</sub>e.

Así se obtiene un número en la misma unidad y comparable: las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

A continuación, se presenta un cuadro de decisión para saber si la actividad genera más de un GEI.

### Figura 57

*Gráfico de toma de decisiones para conocer si la actividad emite múltiples GEI.*



*Nota:* Cuadro de decisión para saber si una actividad emite más de un tipo de GEI.

Elaboración propia.

### Ejercicio práctico de la emisión de diferentes gases

Carbona va a practicar el cálculo de huella de carbono de una actividad que emite múltiples GEI. En este ejercicio, la organización tiene 3 vehículos de la empresa que utiliza diariamente. En el siguiente cuadro se muestra la información de los litros que se consumieron en el año 2025.

Utilizando los FE del IMN, 2025.

**Cuadro 38**

*Cuadro de información de los 3 vehículos, el tipo de combustible y los litros recorridos.*

Marca	Modelo	Placa	Tipo combustible	Litros	KMs
SUZUKI	JIMNY	BGN892	Gasolina	234.6	257.28
SUZUKI	S-PRESSO	BXK687	Gasolina	1,431	1,569.02
SUZUKI	S-PRESSO	BXN779	Gasolina	947.88	1,039.36

*Nota:* elaboración propia.

El combustible emite 3 tipos de GEI: **CO<sub>2</sub>**, **CH<sub>4</sub>** y **N<sub>2</sub>O**

Ahora que tenemos los litros y kilómetros recorridos en un año, podemos proceder realizando el cálculo por cada GEI.

Como se observa, se coloca el Factor de emisión. Entonces se multiplican los litros por el FE de CO<sub>2</sub> y el resultado son las toneladas de CO<sub>2</sub>e.

FE CO <sub>2</sub>	KG CO <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub>	TON CO <sub>2</sub> e (CO <sub>2</sub> )
2.231	523.3926	0.5233926
2.231	3192.561	3.192561
2.231	2114.72028	2.11472028

El siguiente cálculo es para el Metano, como se observa, se coloca el Factor de emisión del CH<sub>4</sub> y el PCG. Entonces se multiplican los litros por el FE de CH<sub>4</sub> y por el PCG para calcular las toneladas de CO<sub>2</sub>e emitidas por el Metano que existe en los combustibles.

FE CH <sub>4</sub>	PCG CH <sub>4</sub>	G CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	TON CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )
0.907	28	5957.9016	0.0059579
0.907	28	36341.676	0.0363417
0.907	28	24072.36048	0.0240724

Se realiza el mismo cálculo para el Dióxido Nitroso, como se observa, se coloca el Factor de emisión del N<sub>2</sub>O y el PCG. Entonces se multiplican los litros de combustible por el FE de N<sub>2</sub>O y por el PCG para calcular las toneladas de CO<sub>2</sub>e emitidas por el N<sub>2</sub>O presente en la quema de combustibles.

FE N <sub>2</sub> O	PCG N <sub>2</sub> O	G CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)	TON CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)
0.283	265	17,593.83	0.0176
0.283	265	107,317.85	0.1073
0.283	265	71,086.26	0.0711

Por último, se suman todas las tCO<sub>2</sub>e.

TON CO <sub>2</sub> e TOTAL
0.5469
3.3362
2.2099
<b>Total 6.0930</b>

El resultado es que estos tres vehículos emiten 6.093 tCO<sub>2</sub>e, tomando en cuenta los 3 gases que se emiten con la quema de combustibles.

En este caso, el cálculo se realiza por separado porque se utilizan los factores de emisión del IMN (2025), los cuales presentan las emisiones de cada gas por separado. Sin embargo, cuando se emplean otras fuentes de factores de emisión, como DEFRA, dichos valores ya incluyen las emisiones combinadas de los tres gases de efecto invernadero principales.

### **Recomendaciones para el cálculo**

1. Mantener un registro actualizado de FE y consultar siempre la fuente más reciente.



2. Integrar los cálculos en herramientas dinámicas (hojas de cálculo, software ambiental) para facilitar la actualización y análisis.

3. Anotar en la herramienta de recolección de datos de donde se toman los datos de FE y los datos de actividad.

4. Hay que asegurar que se archiven los respaldos.

### **Validar el cálculo**

Antes de dar por terminado el cálculo revisa que los números tengan sentido. A continuación, se presenta una lista de verificación para revisar algunos de los puntos clave para asegurar un cálculo confiable.

#### **Cuadro 39**

*Lista de verificación del cálculo.*

#### **Lista de verificación**

##### **Matemática básica:**

- Se sumaron correctamente todas las fuentes por alcance
- Se convirtieron todos los kg a toneladas ( $\div 1,000$ )
- Los % por alcance suman 100%
- No hay celdas con #ERROR o #DIV/0

##### **Factores de emisión:**

- Usaron el factor correcto para cada tipo de combustible
- Usaron FE para electricidad local (no otro país)

- Identificaron correctamente el tipo de gas refrigerante
- Las unidades coinciden (litros con litros, kWh con kWh)

**Razonabilidad:**

- Huella por empleado es razonable (típico: 2-15 tCO<sub>2</sub>e/empleado)
- Alcance 2 es bajo en Costa Rica (gracias a la matriz de energía renovable)
- Compararon con los resultados de otras organizaciones del sector (si existen)

**Completitud:**

- Incluye TODAS las fuentes significativas identificadas en Módulo 6
- No se omitió ningún vehículo, medidor eléctrico o categoría relevante
- Documentaron la justificación de exclusión de fuentes menores
- Revisaron que datos cubran 12 meses completos

**Documentación:**

- Se tiene respaldo de cada factor usado
- Se puede explicar cada cálculo si alguien consulta
- Guardaron el Excel de cálculo con fórmulas visibles

*Nota:* elaboración propia.

¡Felicitaciones! Con este módulo has adquirido los conocimientos esenciales para construir un inventario de GEI y realizar el cálculo de la huella de carbono organizacional. Ya comprendes cómo aplicar la ecuación de cálculo, interpretar las toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (tCO<sub>2</sub>e) y considerar distintos gases y sus Potenciales de Calentamiento Global (PCG).

## Módulo 10. Análisis e interpretación de resultados

- **Objetivo del módulo:** Aprender a analizar tu huella de carbono calculada para extraer estrategias y acciones puntuales. Entenderás que significan tus números, dónde están las oportunidades de reducción y cómo compararte con otras empresas. Identificar las fuentes de emisión más relevantes de la organización, y utilicen indicadores y gráficos sencillos para su evaluación.

Calcular la huella es solo el primer paso. El VALOR real viene de entender QUÉ significan esos números, DÓNDE reducir, y CÓMO usar esa información para tomar decisiones. Un análisis bien hecho transforma números en acción.



**LO QUE SE MIDE SE PUEDE MEJORAR.**

### Los 5 números de la Huella de Carbono

Asegúrate que el inventario de GEI incluya estos números:

#### Cuadro 40

Los 5 números de la Huella de Carbono

Número	Qué mide?	Por qué importa?
1. Huella total	Total de tCO <sub>2</sub> e emitidas en el año	El impacto climático absoluto. La línea base para comparar a futuro.

2. Desglose por alcance	tCO <sub>2</sub> e de Alc 1, 2 y 3 + porcentaje	Identifica dónde ocurren las emisiones (directas vs indirectas).
3. Top 5 fuentes	Las 5 fuentes individuales mayores	Dónde enfocarte primero (principio 80/20).
4. Intensidad por empleado	tCO <sub>2</sub> e por empleado	Comparable con otras empresas de diferente tamaño.
5. Intensidad por ingresos	tCO <sub>2</sub> e por unidad de dinero de ingresos	Eficiencia carbono de tu modelo de negocio.

### Interpretación de huella por alcance

El desglose por alcance te dice mucho sobre el tipo de empresa que eres:

#### Cuadro 41

*El perfil de la organización según la distribución de emisiones en sus alcances.*

Perfil de empresa	Alcance dominante	Qué significa	Ejemplos
Intensiva en energía directa	Alcance 1 alto (>50%)	Se utiliza mucho combustible directo: flota, calderas, procesos	Transporte, manufactura pesada, servicios
Intensiva en electricidad	Alcance 2 alto (>40%)	La operación depende mucho de electricidad	Data centers, refrigeración 24/7
Dependiente de cadena valor	Alcance 3 alto (>60%)	La huella está en proveedores/productos/empleados	Retail, servicios, oficinas
Balanceda	Distribución equilibrada	Tiene control sobre varias fuentes directas e indirectas	Manufactura

*Nota:* elaboración propia.

#### **Recomendación**

- Si Alcance 1 domina → Enfócate en eficiencia operacional (vehículos, combustibles)
- Si Alcance 2 domina → Eficiencia energética + energía renovable en sitio

- Si Alcance 3 domina → Trabaja con proveedores, optimiza logística, cambia productos
- Si está balanceado → Se pueden generar estrategias en los puntos calientes de cada alcance.



### Puntos calientes

Los puntos calientes son las fuentes principales de emisión que representan la mayor parte de la huella. Reconocerlos es crítico, utiliza el siguiente proceso para identificarlos:

1. Ordenar las fuentes de mayor a menor apoyándose en herramientas de cálculo o Excel.
2. Calcular el porcentaje de cada una en base a la huella total.
3. Utiliza el principio 80/20 (Pareto) aplicado a emisiones: **típicamente, el 80% de tus emisiones proviene del 20% de tus fuentes.** Identifica ese 20% y ahí está la mayor oportunidad.

**Por ejemplo:** La empresa de Carbona ha calculado su huella de carbono y estos son sus resultados en base a las categorías


<b>Transporte: 840 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>70%</b>
---	------------

<b>Electricidad: 60 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>5%</b>
--	-----------

<b>Residuos: 300 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>25%</b>
---------------------------------------	------------

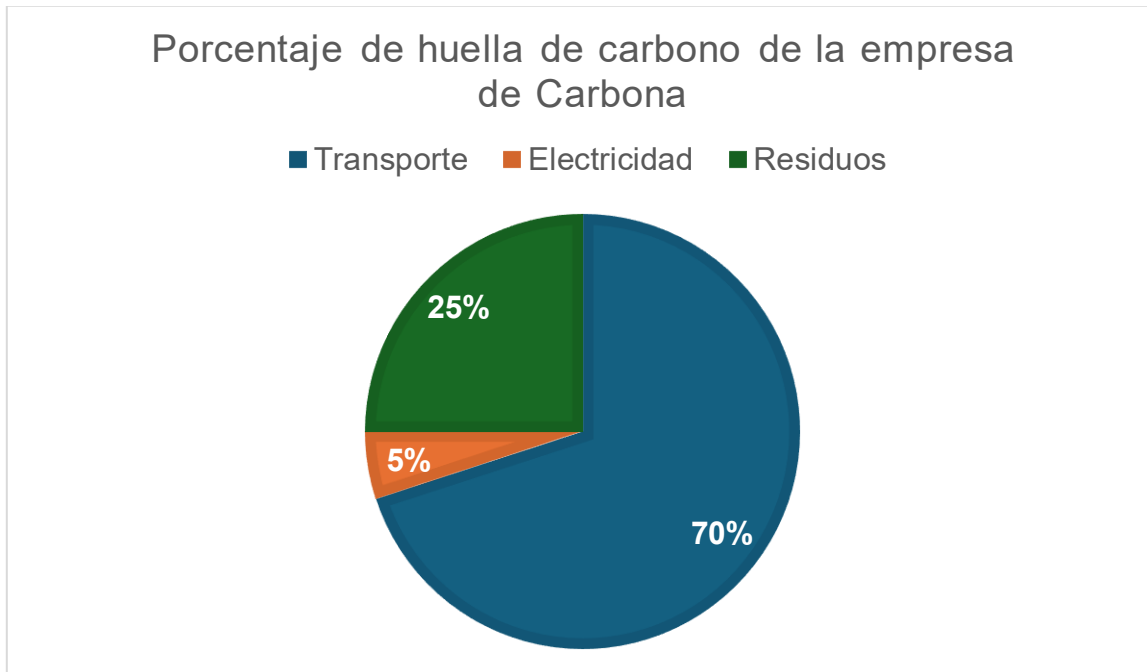
En este ejemplo podemos extraer las siguientes observaciones:

- Las fuentes de emisión principales son el Transporte con 70%, reducir aquí tiene el máximo impacto.
- Los residuos representan el 25%, se podrían concentrar esfuerzos aquí.
- La electricidad solo suma el 5%, no vale la pena invertir mucho esfuerzo.

 **Recomendación:** enfoca la estrategia de reducción en las fuentes que suman hasta el 80% acumulado. Ignorar las pequeñas no es ser negligente, es ser estratégico.

**Figura 58**

*Gráfico de torta sobre el porcentaje por alcance de la Huella de Carbono del ejemplo anterior.*



*Nota:* elaboración propia.

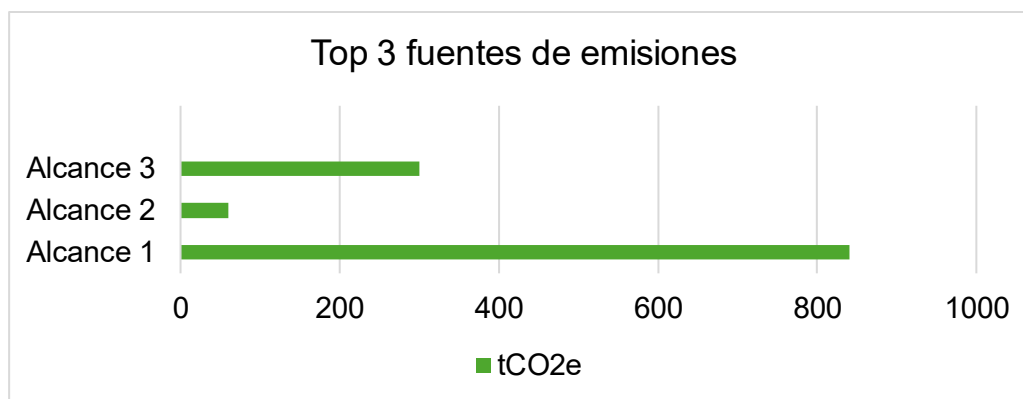
**Visualización de resultados**

Los gráficos y tablas visuales son herramientas clave para facilitar la comprensión y comunicación de los resultados del cálculo de la huella de carbono.

Por ejemplo, un gráfico de torta como el de arriba permite observar de forma rápida qué alcance domina en términos de emisiones, mientras que un gráfico de barras ayuda a identificar los puntos calientes o las fuentes que generan mayores emisiones.

**Figura 59**

Gráfico sobre las 3 emisiones más relevantes, o los puntos calientes.



Nota: Elaboración propia

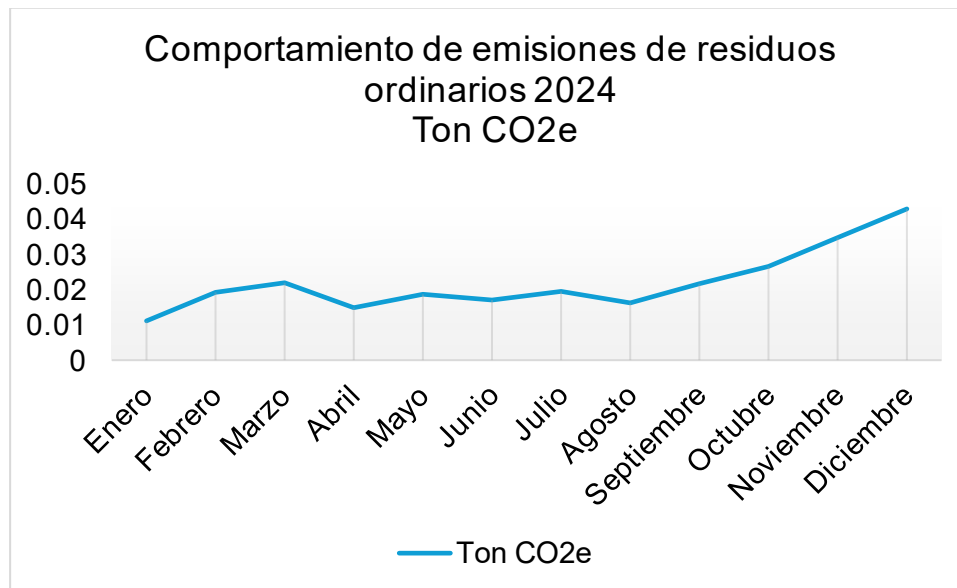
Estas visualizaciones pueden aplicarse a todos los resultados, incluso a los parciales o individuales.

**💡 Recomendación:** Resulta especialmente interesante analizar la variación mensual de las emisiones que se producen en la empresa, ya que puede ofrecer información valiosa.

En el siguiente ejemplo, se visualiza el comportamiento de las emisiones generadas por la gestión de residuos ordinarios en el relleno sanitario. Se observa claramente un aumento significativo en las tCO<sub>2</sub>e a partir de septiembre.

**Figura 60**

*Gráfico de comportamiento de emisiones de Alcance 3, residuos ordinarios en el año 2024.*



*Nota:* elaboración propia, recuperado de un cálculo de huella elaborado para una organización del sector de telecomunicaciones en Costa Rica.

Posteriormente, se debe analizar qué pudo haber causado este incremento.

**Análisis:** se identificó que, en esa época, la empresa realiza más actividades internas como decoraciones por el Día de la Independencia, Halloween y Navidad, así como celebraciones entre compañeros (bota navideña, amigo secreto, etc.). Este análisis permite detectar oportunidades concretas de mejora y promover prácticas más sostenibles durante estos periodos.

En este manual se presentan algunos ejemplos de los gráficos más utilizados, sin embargo, se puede ser tan creativo como se desee al visualizar los resultados, siempre que comuniquen de forma clara y efectiva la información.

### **Cocientes e indicadores**

Existen cocientes e indicadores que ayudan interpretar la huella de carbono más allá del número total de emisiones. Estos valores pueden ser útiles para lo siguiente:

1. Comparar empresas: pueden medir la eficiencia de las organizaciones pequeñas, medianas y grandes. Por ejemplo, comparar las emisiones por empleado de una empresa mediana con una grande. Puede ser que el resultado nos sorprenda, una empresa con menos emisiones totales puede que no sea más eficiente que otra considerando su tamaño o el nivel de producción.
2. Relacionar la huella con la operación: se puede medir las emisiones en función de varios parámetros como unidad de producto, ingreso económico o kilómetro recorrido. Esto permite obtener indicadores como:
  - a. tCO<sub>2</sub>e por unidad producida
  - b. tCO<sub>2</sub>e por ₡10,000 de utilidad
  - c. tCO<sub>2</sub>e por kilómetro transportado
3. Dar seguimiento a las estrategias: para monitorear la evolución de la eficiencia ambiental a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si se optimizan las rutas de transporte se puede medir si la huella por kilómetro recorrido disminuye con respecto al periodo anterior.

**Por ejemplo**, el cociente de productividad y eficiencia. Mide la relación entre el resultado operativo y el impacto ambiental. Eso quiere decir, cuanto genera en utilidades en relación con los GEI que emite para crear su utilidad.

Si el cociente aumenta, significa que la organización está siendo más eficiente y sostenible, porque produce más utilidades con menos emisiones.



**Cuadro 42**

*Ejemplos de cocientes para fortalecer el cálculo y sus resultados.*

Cociente	Ecuación
Productividad de recursos	ventas ÷ emisiones de GEI
Ecoeficiencia de procesos	cantidad producida ÷ emisiones de GEI.

*Nota:* elaboración propia.

Estos indicadores permiten evaluar si la empresa aprovecha sus recursos mientras reduce su huella de carbono, sirviendo como herramienta para la toma de decisiones, mejora continua y el seguimiento del desempeño ambiental.

### Comparación año tras año

A partir del primer año de cálculo la idea es seguir haciendo una medición anual para realizar comparaciones de los resultados. En base a las estrategias y acciones planificadas y llevadas a cabo.

Es recomendable crear un cuadro con los resultados totales para hacer comparaciones entre años. Tomando en cuenta las estrategias planteadas.

**Por ejemplo**, la siguiente tabla detalla el progreso de la empresa de Carbona y su análisis:

**Cuadro 43**

*Cuadro de comparación anual de la huella de carbono.*

Métrica	2022 (Año base)	2023	2024	Cambio 2022-2024	% cambio
Huella total (tCO <sub>2</sub> e)	465	452	441	-24	-5.2%
Alcance 1	28	27	26	-2	-7.1%
Alcance 2	4	3.5	3.4	-0.6	-15%
Alcance 3	433	421.5	411.6	-21.4	-4.9%
tCO <sub>2</sub> e/empleado	11.6	11.3	11.0	-0.6	-5.2%
tCO <sub>2</sub> e/millón ¢	16.2	15.4	14.7	-1.5	-9.3%
# empleados	40	40	40	0	0%
Ingresos (millones ¢)	28.7	29.3	30.0	+1.3	+4.5%

*Nota:* elaboración propia.

La interpretación de la comparación anual indica que hay una mejora en todas las métricas:

1. Huella total bajó 5.2%

2. Intensidad por empleado mejoró, tiene la misma cantidad de empleados, solo que menos emisiones.
3. Intensidad por ingresos mejoro 9.3% demostrando que se puede crecer y reducir las emisiones al mismo tiempo

💡 **Recomendación:** la reducción de 3-5% anual es realista en empresas medianas las reducciones de más del 10% anual requieren una inversión significativa (por ejemplo, cambio de la flota, energía renovable, etc.)

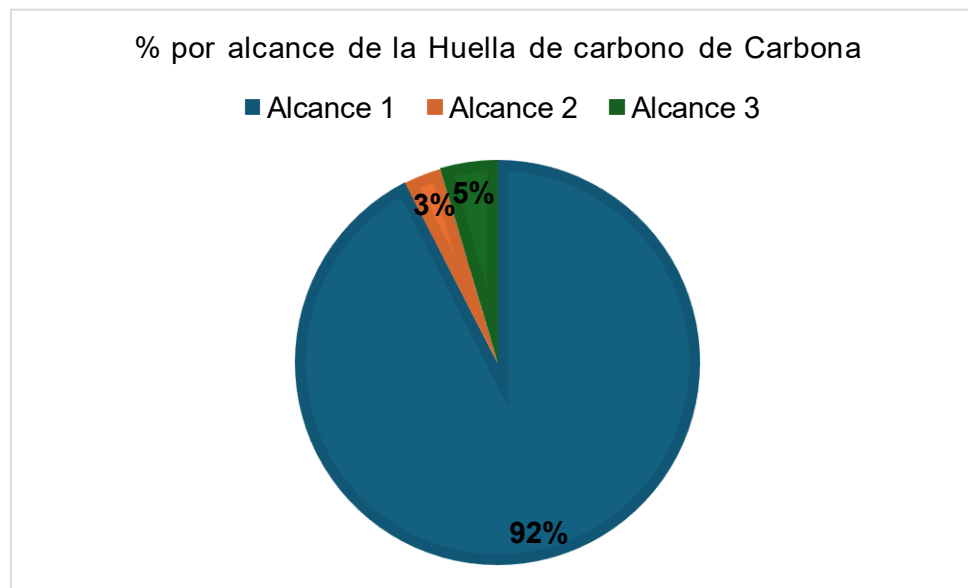
Con lo aprendido, Carbona decidió analizar cómo se distribuyen sus emisiones con respecto a los alcances.

Debido a la suma de las emisiones por el uso del vehículo, las emisiones fugitivas del aire acondicionado y el uso de gas en su cocina el alcance 1 tiene el porcentaje más alto. Definitivamente que Carbona debe revisar las emisiones que está generando en estas actividades, recordemos que en el alcance 1 la persona o la organización tienen el control de la actividad y tienen la oportunidad de reducir estas emisiones. Existen múltiples estrategias de reducción de emisiones, seguidamente exploraremos algunas.



### Figura 61

Gráfico de torta sobre el % de emisiones por alcance de Carbona.



Nota: elaboración propia.

En este módulo aprendimos a convertir los datos en conocimiento y el conocimiento en acción. Analizar e interpretar los resultados permite comprender el verdadero significado de las emisiones, identificar oportunidades de reducción y reconocer los avances logrados.

El análisis no termina en los números; es el punto de partida para tomar decisiones

informadas, comunicar resultados y fortalecer el compromiso organizacional con la mejora continua y la sostenibilidad climática.

Cada gráfico, indicador y comparación anual cuenta una historia sobre el desempeño ambiental de la organización, y conocerla en detalle es la clave para seguir avanzando hacia una operación más eficiente, responsable y baja en carbono.

## Módulo 11. Estrategias de reducción y mejora continua

- **Objetivo del módulo:** este módulo busca **PASAR DE LA MEDICIÓN A LA ACCIÓN**. Una vez identificadas las fuentes y calculadas las emisiones más relevantes, el siguiente paso es definir medidas prácticas de reducción y establecer un plan de mejora continua.

### Identificación de oportunidades de reducción

Este estudio no finaliza en entender los números, debe conducir a acciones. Primero debemos priorizar estas oportunidades. Para esto se puede crear un cuadro con las actividades de emisión, la oportunidad identificada y la priorización por colores. Por ejemplo:

**Cuadro 44**

*Ejemplo de la identificación de oportunidades de reducción*

Oportunidad	Impacto potencial (tCO <sub>2</sub> e)	Dificultad e implementación	Prioridad
Proveedores certificados sostenibles	Alto	Media (negociación)	ALTA
Carpooling empleados	Medio	Baja (cultura)	ALTA
Mantenimiento preventivo AC	Bajo	Baja (contrato)	MEDIA
Renovar flota a híbridos	Medio	Media-alta (varios años)	MEDIA
Paneles solares on-site	Bajo	Media (permisos)	BAJA

*Nota:* elaboración propia.

### Reglas de priorización:




- **ALTA prioridad** = Alto impacto + Bajo costo + Baja dificultad  
→ Empieza por estos “objetivos fáciles”
- **MEDIA prioridad** = Combinación balanceada  
→ Planifica para mediano plazo (1-2 años)
- **BAJA prioridad** = Bajo impacto, muy alto costo o muy difícil  
→ Considera solo si tienes recursos disponibles

### Ideas típicas de reducción de emisiones por alcance

Para este proceso se presenta una lista de opciones de mejoras para la reducción de emisiones organizacionales.


#### Cuadro 45

*Ideas típicas de reducción de emisiones del alcance 1.*


Alcance 1: emisiones directas	
Flota vehicular 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovar a híbridos o eléctricos gradualmente</li> <li>• Optimizar rutas con software de logística</li> <li>• Capacitar conductores en eco-driving (-10-15% consumo)</li> <li>• Mantenimiento preventivo (filtros, presión llantas)</li> <li>• Política de consolidación de viajes</li> </ul>
Aires  acondicionados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo para evitar fugas</li> <li>• Cambiar a refrigerantes con bajo PCG (R-32 en vez de R-410A)</li> <li>• Mejorar aislamiento térmico de instalaciones</li> <li>• Subir termostato 1-2°C (ahorro 5-10%)</li> <li>• Apagar AC en áreas no ocupadas</li> </ul>
Calderas y generadores 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de eficiencia de combustión</li> <li>• Mejorar aislamiento de tuberías</li> <li>• Recuperación de calor residual</li> <li>• Cambiar a combustible menos intensivo (gas en vez de diésel)</li> <li>• Reducir generación de vapor/calor (optimizar procesos)</li> </ul>


*Nota:* elaboración propia.

**Cuadro 46***Ideas típicas de reducción de emisiones del alcance 2.*

<b>Alcance 2: emisiones indirectas por consumo eléctrico</b>	
Electricidad  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar iluminación a LED (ahorro 50-70%)</li> <li>• Instalar sensores de movimiento en áreas comunes</li> <li>• Mejorar eficiencia de equipos de climatización</li> <li>• Apagar equipos fuera de horario (no stand-by)</li> <li>• Optimizar horarios de producción (evitar picos)</li> <li>• Campañas de concienciación de empleados</li> <li>• Monitoreo en tiempo real de consumo</li> <li>• Aislamiento térmico de instalaciones</li> </ul>

*Nota:* elaboración propia.**Cuadro 47***Ideas típicas de reducción de emisiones del alcance 3.*

<b>Alcance 3: otras emisiones indirectas</b>	
Cat 1: Bienes y servicios  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar proveedores con certificación ambiental</li> <li>• Preferir proveedores locales (menos transporte)</li> <li>• Negociar con proveedores su reducción de huella</li> <li>• Cambiar a materiales con menor huella (ej: reciclados)</li> <li>• Reducir empaque (diseño más eficiente)</li> </ul>
Cat 5: Residuos  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar tasa de reciclaje (separación en origen)</li> <li>• Compostaje de orgánicos en vez de relleno</li> <li>• Reducir generación (compras a granel, reutilizables)</li> <li>• Donación de excedentes en vez de desecho</li> </ul>
Cat 6: Viajes de negocio  	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política de preferir videoconferencias</li> <li>• Compensar vuelos inevitables</li> <li>• Elegir hoteles certificados sostenibles</li> <li>• Consolidar viajes (múltiples objetivos)</li> </ul>


<p>Cat 7: Transporte empleados</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de carpooling (aplicación de coordinación)</li> <li>• Subsidio para transporte público</li> <li>• Bicicletas de empresa (préstamo)</li> <li>• Teletrabajo parcial (1-2 días/semana)</li> <li>• Horarios flexibles (evitar horas pico)</li> <li>• Ubicación de oficina cerca de transporte público</li> </ul>
--	--

*Nota:* elaboración propia.

### Plan de acción con indicadores

- El plan debe incluir acciones, responsables, plazos e indicadores. Por ejemplo: reducir el consumo de electricidad en un 10 % en 12 meses, medido a través de la factura eléctrica. Recolección de data realizado por el encargado de los pagos de la factura.
- Es recomendable identificar socios estratégicos (proveedores, clientes, aliados) para integrar las acciones de reducción más allá de la oficina o empresa, generando un impacto positivo más amplio.
- Incluir un análisis de estrategias, los objetivos, desafíos, tendencias de emisión y el contexto para ofrecer una visión completa de los esfuerzos realizados para construir su huella de carbono.

**LA HUELLA DE CARBONO NO ES SOLO UN CÁLCULO AISLADO, SINO UNA  
HERRAMIENTA DE GESTIÓN Y MEJORA CONTINUA.**

	<p>Carbona tiene en mente algunas estrategias para reducir el impacto de su huella de carbono:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Revisar urgentemente la fuga del aire acondicionado que libera un gas con un PCG muy alto.</li> <li>2. Quiere ahorrar para invertir en una cocina eléctrica.</li> </ol>
---	--

3. Compartirá el vehículo con un compañero de trabajo para ir a la oficina, en lugar de ir sola.

### **Estrategias de reducción según el PPCN de Costa Rica**

La expectativa del Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN) es que las organizaciones presenten el inventario de GEI y establezcan estrategias de gestión de emisiones que promuevan inicialmente la reducción y si fuera posible la compensación continua de los GEI. Estas estrategias deben tener las siguientes características:

- Contemplar metas claras a corto, mediano y largo plazo, alineadas con los objetivos nacionales de descarbonización
- Contar con el compromiso de la alta dirección para garantizar su cumplimiento.
- Las acciones de reducción deben ser reales, medibles y verificables, y que se evite la doble contabilidad de emisiones o compensaciones.
- Las organizaciones deben revisar anualmente sus avances, documentar resultados y ajustar las medidas según sea necesario.

Cada organización asume un papel activo en la acción climática nacional, fortaleciendo su sostenibilidad y competitividad a largo plazo. Esta metodología promueve un enfoque de mejora continua.

#### **Acciones de reducción y buenas prácticas**

Durante el proceso de cálculo de la huella de carbono, se pueden identificar actividades que, en lugar de generar emisiones, contribuyen a reducirlas o evitarlas. Estas acciones **no se contabilizan** dentro del inventario de emisiones, ya que su efecto es positivo en términos de mitigación.

Algunos ejemplos de acciones de reducción son:

- Reciclaje y valorización de residuos, que evitan la disposición en rellenos sanitarios y reducen las emisiones asociadas al transporte y la gestión final.
- Uso de energías renovables (como solar o eólica), que sustituyen fuentes de energía basadas en combustibles fósiles.
- Programas de eficiencia energética, que disminuyen el consumo de electricidad o combustibles.
- Optimización del transporte, mediante el uso compartido de vehículos, teletrabajo o medios de movilidad sostenible.

**Aunque estas acciones no se suman al cálculo de emisiones, sí deben registrarse y comunicarse** como parte de los esfuerzos de reducción y mejora ambiental de la organización. Incluir esta información en el reporte final permite mostrar los avances logrados, fortalecer la credibilidad del inventario y motivar nuevas oportunidades de acción.

## Módulo 12. Comunicación y reporte de resultados

- **Objetivo del módulo:** Aprender a documentar y reportar tu huella de carbono de manera profesional, tanto para uso interno (gestión y toma de decisiones) como externo (stakeholders, clientes, inversionistas). Conocerás los estándares de reporte, formatos requeridos, y como crear reportes que generen credibilidad y valor.

Se podría dividir en tres niveles de reporte según la audiencia y el propósito:

**Cuadro 48**

*Niveles de reporte según la audiencia y el propósito.*

Nivel	Para quién	Propósito	Complejidad	Cuando hacerlo
NIVEL 1: Reporte interno básico	Gerencia, jefes de área, equipo interno	Gestión interna, toma de decisiones, seguimiento	Baja	Anualmente mínimo
NIVEL 2: Reporte público voluntario	Clientes, empleados, público general	Transparencia, marketing, diferenciación	Media	Recomendado Si quieres comunicar externamente
NIVEL 3: Reporte estandarizado	Inversionistas, reguladores,	Cumplimiento, comparabilidad	Alta	Obligatorio Si empresa es pública

				o sector regulado
--	--	--	--	-------------------

*Nota:* elaboración propia.

 **Recomendación** puedes progresivamente crear estos reportes con los años.

## Reporte interno – Nivel 1

Podría incluir la siguiente información:

### Cuadro 49

*Ejemplo de lo que puede incluir un reporte interno de cálculo de huella de carbono Nivel 1.*

Sección	Contenido	Para qué sirve
1. Resumen Ejecutivo	Huella total, hallazgos clave, recomendación	Gerencia lo lee primero
2. Alcance y Metodología	Límites, periodo, alcances incluidos, estándar usado	Transparencia metodológica
3. Resultados por Alcance	Desglose Alcance 1/2/3, gráficos, tablas	Presentar números principales
4. Análisis de Puntos calientes	Top 5-10 fuentes, % contribución	Identificar prioridades
5. Comparación y Contexto	Benchmarks, año anterior (si aplica)	Entender desempeño relativo
6. Oportunidades de reducción	Lista priorizada de acciones	Guiar decisiones
7. Anexos	Datos detallados, factores usados, supuestos	Respaldo técnico

*Nota:* elaboración propia.

## Reporte público – Nivel 2

Esta comunicación es para *stakeholders* externos como clientes, empleados, proveedores y comunidad. Su estructura puede ser la siguiente:

**Cuadro 50**

*Ejemplo de lo que puede incluir un reporte interno de cálculo de huella de carbono Nivel 2.*

Sección	Contenido principal
Portada	Logo, año, título atractivo
Mensaje del CEO	Compromiso personal, visión
Historia de la empresa	Por qué medimos, camino recorrido
Resultados periodo actual	Huella total, gráficos principales
Progreso	Comparación años, mejoras
Acciones implementadas	Proyectos realizados (con fotos)
Compromisos futuros	Metas, plan de reducción
Metodología	Breve explicación técnica
Contacto	Info para preguntas, transparencia

*Nota:* elaboración propia.

### Reporte estandarizado – Nivel 3

Es bueno conocer los principales estándares por si hay un interés en verificar y certificar el cálculo de huella de carbono. A continuación, un resumen de ellos.

**Cuadro 51**

*Ejemplo de lo que puede incluir un reporte interno de cálculo de huella de carbono Nivel 3.*

Estándar	Qué es?	Para quién?	Nivel de detalle
GHG Protocol Corporate Standard	Base metodológica para calcular y reportar	Todas las empresas (es como la biblia de la CHC)	Técnico-metodológico
ISO 14064-1	Norma ISO para cuantificación de GEI	Empresas que buscan certificación ISO	Muy técnico, auditable
CDP (Carbon	Cuestionario estandarizado anual	Empresas grandes, públicas, inversionistas	Extenso (100+ preguntas)

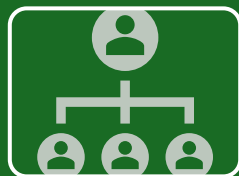
Disclosure Project)			
GRI Standards	Estándar de reporte de sostenibilidad	Empresas con reporte integrado	Contextual, narrativo
PPCN	Certificación nacional sobre CH	Empresas públicas y privadas, de cualquier sector	Estratégico-financiero

*Nota:* elaboración propia.

### Otras recomendaciones sobre la comunicación:

#### **Cuadro 52**

*Recomendación sobre la comunicación.*



Comunicación a la gerencia y colaboradores: los resultados deben presentarse en un lenguaje accesible, con gráficos o comparaciones simples, para que se comprenda el impacto y las oportunidades de mejora.



Informes y manuales internos: es recomendable elaborar documentos de referencia que recopilen la metodología, resultados y planes de acción. Estos manuales aseguran que el conocimiento permanezca dentro de la organización y pueda ser consultado en cualquier momento y utilizado a futuro.



Democratización de la información: la huella de carbono no debe ser un tema exclusivo de un área técnica. Toda la organización puede aprender de los resultados y aplicar buenas prácticas en su día a día. La clave es crear una cultura de sostenibilidad, donde cada persona entienda cómo contribuye y cómo puede mejorar.

*Nota:* elaboración propia.

La comunicación, la colaboración, la transparencia y la educación interna son fundamentales para que el cálculo de la huella de carbono se convierta en una herramienta real de cambio y transición hacia la sostenibilidad.



---

## Módulo 13. Compensación de emisiones

⚠ **Importante:** compensar no es lo mismo que reducir. La compensación es el último paso, no el primero.

- **Objetivo del módulo:** conocer sobre la compensación de emisiones, cómo funcionan los créditos de carbono y cuáles son las opciones más comunes para empresas que desean mitigar su huella residual. Comprenderás cuando se compensa, cómo hacerlo responsablemente y cómo evitar el greenwashing.

### ¿Qué es la compensación de huella de carbono?

La compensación es la metodología para equilibrar las emisiones que no se pueden reducir directamente. Consiste en invertir en proyectos o mecanismos reconocidos que remueven GEI de la atmósfera o que evitan que se emitan. Por ejemplo, proyectos de siembra de árboles, protección de bosques y proyectos de energías renovables. Cuando la empresa no puede dejar de emitir cierta cantidad de CO<sub>2</sub>

puede compensarla mediante estos proyectos conocidos también como créditos de carbono o bonos de carbono.

Después de medir la huella organizacional y reducir lo más posible las emisiones, puede que queden emisiones residuales que todavía no se pueden eliminar, por ejemplo: viajes de trabajo o transporte de materiales.

**Por ejemplo:** Si la empresa emite 100 tCO<sub>2</sub>e y logra reducir 60, se puede compensar las 40 tCO<sub>2</sub>e restantes financiando proyectos **certificados** que absorben o evitan esas emisiones.

Esta compensación se mide por créditos de carbono.

### ¿Cómo funciona un crédito de carbono?

Los créditos de carbono se generan por actividades que reducen o eliminan las emisiones de gases de efecto invernadero. [13]

Un crédito de carbono equivale a la reducción o remoción de 1 tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (1 tCO<sub>2</sub>e). Cuando una empresa compra un crédito, está financiando un proyecto que evita o captura esa cantidad de emisiones.

### Los proyectos pueden ser:

- Reforestación o protección de bosques (capturan y almacenan CO<sub>2</sub>)
- La restauración de humedales (capturan y almacenan CO<sub>2</sub>)
- Energía renovable (evita uso de combustibles fósiles)
- Captura de metano en rellenos sanitarios
- Mejora de la eficiencia energética en edificios e industrias
- Proyectos sociales con impacto ambiental

Los créditos deben ser verificados por estándares reconocidos para garantizar la confianza y transparencia. Asegurando que los proyectos sean trazables, legítimos y contribuyan al cumplimiento de la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), que se refiere a la meta de reducción de emisiones propuesta por el país.

Existen varios estándares reconocidos que se dividen en dos grandes grupos [2]:

- Reducción certificada de emisiones, conocidos por sus siglas en inglés CER (Certified Emission Reduction): son créditos emitidos respaldados por el Protocolo de Kioto y supervisados por la ONU.
- Reducción voluntaria de emisiones, o VER por sus siglas en inglés (Voluntary Emission Reduction): son créditos de carbonos de proyectos voluntarios.

Los créditos de calidad están verificados por estándares reconocidos como [1]:

**Cuadro 53**

*Estándares reconocidos para la verificación y certificación de la huella de carbono.*

Estándar	Descripción
VCS (Verified Carbon Standard)	Garantiza reducciones de emisiones reales, medibles y permanentes a través de proyectos verificados y gestionados mediante Unidades de Carbono Voluntarias (VCUs).
Gold Standard	Desarrollado por WWF, certifica proyectos en países en desarrollo que combinan reducción de emisiones con beneficios sociales y ambientales, especialmente en energía renovable y eficiencia energética.
Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FINAFIFO), ente costarricense	Administra el Programa de Compensación y Neutralidad de Carbono. FONAFIFO emite Unidades Costarricenses de Compensación (UCC) para la reducción y

	compensación de emisiones de GEI en Costa Rica.
--	---

*Nota:* elaboración propia.

### **¿Cuándo compensar?**

Solo cuando la organización haya reducido al máximo lo posible.

Compensar es adecuado cuando:

- Quedan emisiones inevitables (por ejemplo, vuelos o transporte)
- Se quiere alcanzar un compromiso público de carbono neutral
- La organización desea apoyar proyectos ambientales voluntarios

No es adecuado cuando:

- Se usa la compensación para “tapar” la falta de reducción
- No se puede demostrar qué y cómo estás compensando
- Se busca solo por marketing sin respaldo técnico

### **Estrategias de compensación**

La compensación depende del presupuesto y los objetivos de la empresa.

- Compensar solo una parte (ejemplo viajes)
- Compensar el 100% de las emisiones residuales para ser carbono neutral.
- Compensar más de lo que se emiten, más del 100%, para ser carbono positivo.

Si el presupuesto es limitado, otras estrategias de compensación pueden ser:

- Compensar progresivamente (por etapas cada año)
- Invertir ese dinero en acciones de reducción permanentes (ejemplo eficiencia energética)

- Apoyar proyectos locales de reforestación o conservación sin comprar créditos formales

### **Recomendaciones**

- Prioriza la reducción: solo se compensa lo que no se puede evitar.
- Verifica la calidad: debemos asegurarnos de que sean créditos certificados.
- Solicitar evidencia: es clave tener el certificado de retiro o número de serie de cada crédito.
- Comunicar con transparencia: se debe comunicar de forma que se refleje la huella total, la reducción lograda y la compensación realizada.

La compensación de emisiones representa el paso final dentro de una gestión climática responsable: solo después de medir y reducir al máximo, se busca equilibrar las emisiones que no pueden eliminarse. Al hacerlo mediante proyectos certificados y transparentes, las organizaciones contribuyen a la acción climática global, y fortalecen su compromiso ambiental de forma creíble.

La verdadera sostenibilidad no se compra, se construye con acciones continuas de reducción, mejora y comunicación honesta.

## Módulo 14. Pasos resumen para calcular la huella de carbono en la empresa

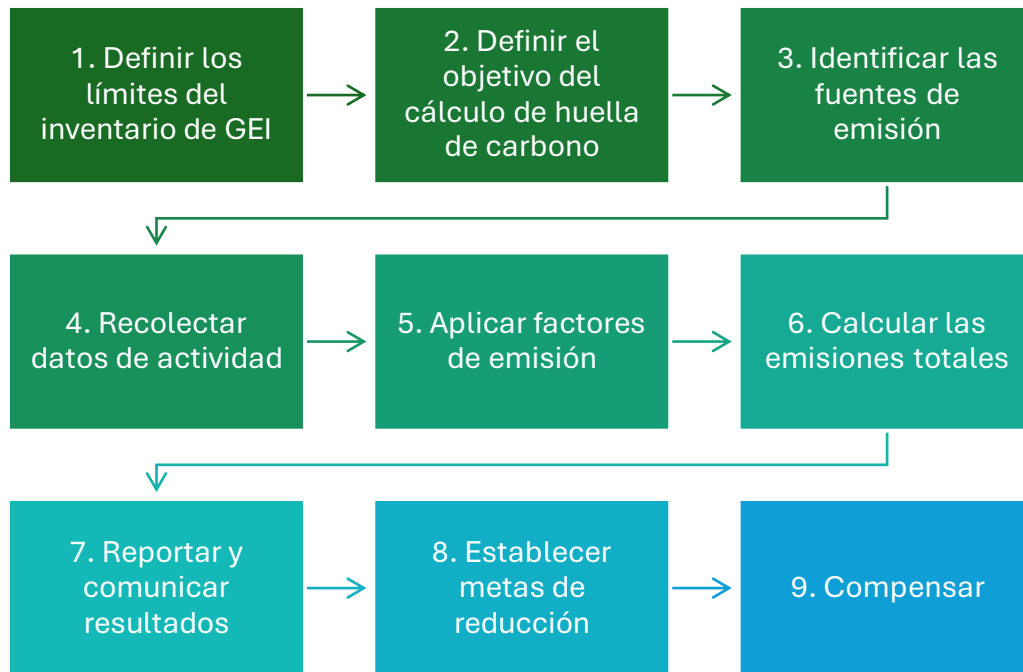
- **Objetivo del módulo:** Brindar una guía rápida paso a paso, resumida y práctica sobre las etapas fundamentales para realizar el cálculo de la huella de carbono en una organización.

Calcular la huella de carbono no debería ser un proceso complejo, con el objetivo de que sea un proceso más amigable se pueden organizar los pasos sistemáticamente.

A continuación, se presenta en forma de gráfico los pasos fundamentales que toda empresa puede seguir para implementar su inventario de emisiones de GEI.



**Cuadro 54**  
Pasos para implementar el inventario de GEI y calcular la huella de carbono.



*Nota:* elaboración propia.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los pasos que debe seguir la organización para realizar el estudio interno necesario para construir el inventario de gases de efecto invernadero.

**Cuadro 55**  
Guía rápida del cálculo de huella de carbono.

Pasos	Descripción
1. Definir los límites del inventario	<p>Se debe establecer qué áreas, procesos y operaciones se van a medir dentro del cálculo y hasta dónde llegará el inventario. Esto incluye los siguientes límites:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites organizacionales: se puede optar por el control operativo, el control financiero o la participación accionaria.</li> <li>• Límites operacionales: se deben incluir los alcances 1 y 2 obligatoriamente y las actividades del alcance</li> </ul>

	<p>3 más relevantes, definidos según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo GEI).</p> <p><i>Ejemplo:</i> En una oficina corporativa, el límite puede ser “todas las operaciones que ocurren en el edificio X bajo control de la empresa”.</p>
<p>2. Definir el objetivo del cálculo de huella de carbono</p>	<p>La organización debe definir el objetivo del estudio para determinar el nivel de profundidad, el tipo de información a recopilar y el marco de referencia.</p> <p>No es lo mismo realizar el cálculo con fines de certificación nacional o internacional, que hacerlo únicamente para fines de gestión interna, comunicación a proveedores y clientes, o preparación para compromisos voluntarios de sostenibilidad.</p> <p>Definir el objetivo da dirección al cálculo y también asegura que los resultados sean útiles y alineados con la estrategia organizacional.</p>
<p>3. Identificar las fuentes de emisión</p>	<p>Una vez definidos los límites, se debe listar cada fuente que genera emisiones. <u>A continuación, se presentan las categorías con algunos ejemplos. En el Módulo 4 se detallan más ejemplos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alcance 1:</b> consumo de combustibles en vehículos propios, fugas de gases refrigerantes.</li> <li>• <b>Alcance 2:</b> electricidad consumida en las instalaciones.</li> <li>• <b>Alcance 3:</b> transporte de colaboradores, viajes de negocios, gestión de residuos. Es recomendable utilizar una matriz de significancia para evaluar cuales actividades el Alcance 3 son lo</li> </ul>

	<p>suficientemente significativas para tomarlas en cuenta. <u>En el Módulo 9 encontrará una explicación en detalle de cómo construir una Matriz de Significancia y como completarla.</u></p>
<p>4. Recolectar datos de actividad</p>	<p>Los datos de actividad son la base para el cálculo. Algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facturas de electricidad (kWh).</li> <li>• Consumo de combustibles (litros o galones).</li> <li>• Kilómetros recorridos en transporte de colaboradores.</li> <li>• Declaraciones de proveedores.</li> </ul> <p>Es fundamental garantizar que los datos sean verificables y consistentes, para asegurar la calidad del inventario (IPCC, 2006). Se debe mantener un archivo con los respaldos de los datos.</p>
<p>5. Aplicar factores de emisión</p>	<p>Después de recolectar los datos completos. Se debe buscar e identificar los factores de emisión para realizar el cálculo. <u>En el Módulo 6 se explica con más detalle los factores de emisión.</u></p> <p>Los factores de emisión permiten transformar la actividad en emisiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda utilizar los factores de emisión nacionales, como los publicados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en Costa Rica, siguiendo la metodología del Programa País Carbono Neutralidad (PPCN).</li> <li>• Si no existen factores nacionales disponibles, se pueden emplear los del IPCC (2006).</li> </ul>

	<p><i>Ejemplo:</i> 1 kWh consumido en Costa Rica equivale a un valor específico en kg de CO<sub>2</sub>e, según la matriz eléctrica nacional.</p>
6. Calcular las emisiones totales	<p>El cálculo se realiza con una sencilla ecuación. Se multiplican los siguientes datos:</p> <p>Dato de la actividad × Factor de emisión = Emisión de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e)</p> <p>Una vez calculadas todas las fuentes, se suman los resultados para obtener la huella de carbono total de la empresa.</p>
7. Reportar y comunicar resultados	<p>El informe debe ser claro, transparente y accesible para los colaboradores y otras partes interesadas. El objetivo no es solo cumplir con regulaciones o certificaciones, sino también democratizar la información ambiental dentro de la organización.</p> <p>Se recomienda estructurar el reporte por alcances y acompañarlo de gráficos comparativos para facilitar la interpretación.</p>
8. Establecer metas de reducción	<p>El inventario no es un fin en sí mismo. La empresa debe usar esta información para definir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de eficiencia energética.</li> <li>• Sustitución de combustibles.</li> <li>• Promoción del transporte sostenible.</li> <li>• Programas de compensación.</li> </ul> <p>Esto permite alinear los esfuerzos empresariales con compromisos internacionales como el Acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 7, 12 y 13) (Naciones Unidas, 2015).</p>

*Nota:* elaboración propia.

En el desarrollo de este manual se irá explicando en detalle cada uno de los pasos definidos en el cuadro anterior.

En el caso de Costa Rica, el Programa País de Carbono Neutralidad (PPCN), impulsado por la Dirección de Cambio Climático (DCC), establece cinco categorías que sirven de guía para orientar el estudio.

**Figura 62**  
*Escalera de certificación del Programa País Carbono Neutralidad.*



*Nota:* elaboración propia.

Es indispensable que la organización identifique desde el inicio a cuál categoría desea aspirar. Esta decisión guiará el estudio. Aunque de todas maneras siempre debe mantener la trazabilidad y legalidad.

## Módulo 15. Anexos y recursos adicionales

- **Anexo 3:** Herramienta Huella Paso a Paso: Herramienta de Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono. Acompañará este documento en formato Microsoft Excel.
- **Anexo 4:** Ejemplo de encuesta de transporte de colaboradores (oficina-casa).
- **Anexo 5:** Ejemplo de reporte de cálculo de huella de carbono.
- Tablas de factores de emisión recomendados. En el caso de Costa Rica se recomienda las tablas del Instituto Meteorológico Nacional (IMN).
- Bibliografía de referencia
- Recursos adicionales y plantillas
- Enlaces útiles con información importante:
  - 1) Plan de descarbonización de Costa Rica: [PLAN-NACIONAL-DESCARBONIZACION.pdf](#)
  - 2) Guía de participación de PPCN categoría organizacional: [Guía-Carbono-Neutralidad-DCC-Parte-1.pdf](#)
  - 3) GHG Protocol, estándar corporativo: [Corporate Standard | GHG Protocol](#)
  - 4) GHG Protocol, alcance 3, cadena de valor: [Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard\\_041613\\_2.pdf](#)
  - 5) ISO 14062: 2019 (ISO +\$200)
  - 6) INTE B5 Costa Rica (INTECO 31,500 colones)

**Anexo 2: Formulario Cálculo de la huella de carbono – Transporte de colaboradores**

Como parte del compromiso de la organización con la sostenibilidad y la reducción de nuestra huella de carbono, estamos realizando un estudio sobre los medios de transporte utilizados por nuestros colaboradores.

Tu participación es fundamental para conocer el impacto ambiental asociado a nuestros desplazamientos diarios y poder desarrollar estrategias más sostenibles, como promover opciones de movilidad compartida, eléctrica o activa.

Te invitamos a responder con sinceridad y detalle —los resultados serán utilizados únicamente con fines ambientales y para mejorar nuestras acciones hacia un futuro más responsable y bajo en carbono.

1. ¿Cuántos días por semana trabajas de forma presencial?

- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- Otro \_\_\_\_\_

2. ¿Cuál transporte utiliza comúnmente para llegar a la oficina?

- Automóvil
- Bus empresarial
- Bus
- Motocicleta

- Caminando
  - Bicicleta
  - Uber/taxi
  - Tren
  - Otro\_\_\_\_\_
3. Sí seleccionó automóvil, ¿de qué tamaño es el automóvil?
- Pequeño
  - Mediano
  - Grande
4. Sí seleccionó automóvil, ¿qué combustible utiliza el vehículo?
- Gasolina
  - Diesel
  - Híbrido
  - Eléctrico
  - Otro
5. Sí seleccionó motocicleta, ¿de qué tamaño es la motocicleta?
- Pequeño
  - Mediano
  - Grande
6. Sí seleccionó motocicleta, ¿qué combustible utiliza la motocicleta?
- Gasolina
  - Eléctrico

Híbrido

7. ¿Cuántos kilómetros de distancia hay entre su trabajo y la oficina? Solo de ida. Puedes identificarlo colocando en Waze o Mapas de Google de tu casa al trabajo.

\_\_\_\_\_ Solo se permiten números

8. Si viajas en automóvil, ¿comparte el viaje con alguien más?

- No, viajo solo/a
- Si, con 1 persona
- Si, con 2 personas
- Si, con 3 personas
- Si, con 4 personas

### Anexo 3: Ejemplo de reporte de cálculo de huella de carbono.

#### Reporte de huella de carbono organizacional

##### Formato y ejemplo

---

**Nombre de la organización:** *EMPRESA EJEMPLO S.A.*  
**Periodo de análisis:** *Enero a diciembre 2024*  
**Elaborado por:** *Nombre del responsable / área ambiental*  
**Fecha de elaboración:** *Enero 2025*

---

#### 1. Objetivo del reporte

El presente reporte muestra de forma resumida los resultados del cálculo de la **huella de carbono organizacional** de *EMPRESA EJEMPLO S.A.* durante el periodo *enero-diciembre 2024*.

Editar según el objetivo de la empresa. Ejemplo: el propósito es conocer las

principales fuentes de emisión, promover la gestión responsable y definir acciones de reducción.

## 2. Alcance del cálculo

El cálculo considera las emisiones generadas dentro de las instalaciones de oficinas y operaciones relacionadas. Se incluyen los tres alcances definidos por la metodología Protocolo GEI:

- **Alcance 1:** Emisiones directas por uso de combustibles en vehículos propios.
- **Alcance 2:** Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica.
- **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas, principalmente transporte de colaboradores y manejo de residuos.

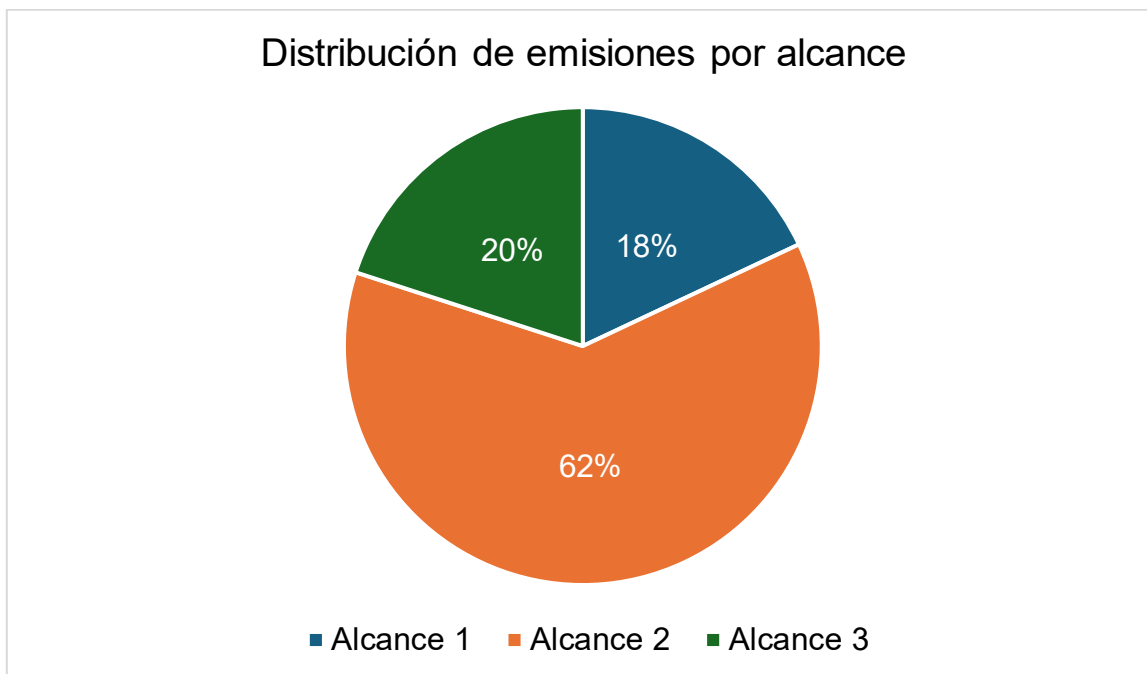
## 3. Resultados generales

Alcance	Fuente principal	Emisiones (tCO <sub>2</sub> e)	% del total
Alcance 1	Combustible de vehículos corporativos	6.2	18%
Alcance 2	Electricidad utilizada en oficinas	21.5	62%
Alcance 3	Transporte de colaboradores y residuos	7.0	20%
<b>Total</b>		<b>34.7 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Sustituir los valores subrayados por los resultados del cálculo real.

## 4. Gráfico resumen por alcance

(Insertar un gráfico circular o de barras similar al siguiente ejemplo)



*Gráfico sugerido:*

Círculo o barras que muestren los tres alcances con colores diferentes y porcentajes.

## 5. Principales hallazgos

- La **electricidad de oficina** representa la mayor proporción de la huella (62%), principalmente por el uso de aires acondicionados, iluminación y equipos electrónicos.
- Las **emisiones del transporte de colaboradores** son la segunda fuente más importante (20%), asociadas a los viajes diarios al trabajo en vehículo privado.
- Las **emisiones directas por combustibles** (18%) provienen del uso de un pequeño número de vehículos corporativos.
- Se identificó que **los residuos reciclados** reducen parte del impacto, por lo que su adecuada segregación contribuye a la mejora del indicador total.

## 6. Oportunidades de reducción

Categoría	Acción sugerida	Tipo de acción
-----------	-----------------	----------------

Energía eléctrica	Sustituir luminarias por LED y ajustar temperaturas de aire acondicionado	Reducción directa
Transporte	Fomentar teletrabajo y carpooling	Reducción indirecta
Residuos	Incrementar porcentaje de reciclaje y compostaje	Reducción indirecta

Se recomienda definir un responsable por acción y establecer metas anuales (por ejemplo, **reducir 10% las emisiones de electricidad en 2025**).

## 7. Compromisos y seguimiento

EMPRESA EJEMPLO S.A. se compromete a:

1. Repetir el cálculo de la huella anualmente para medir avances.
2. Implementar las acciones de reducción identificadas.
3. Comunicar internamente los resultados para fortalecer la cultura ambiental.

Fecha de próxima medición: **enero 2026**

Responsable de seguimiento: *Nombre / puesto*

## 8. Observaciones finales

Este reporte tiene carácter **voluntario** y fue elaborado de forma simplificada para servir como guía a organizaciones que inician su proceso de medición. Los resultados pueden variar según la metodología y los factores de emisión utilizados (*por ejemplo, IMN 2025 o DEFRA*).

**Espacio para anexar gráficos o fotografías**  
(Ejemplo: paneles solares, áreas de reciclaje, campañas de transporte sostenible)

Firma del responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## Referencias

1. BBVA. (marzo 21, 2025) Créditos de carbono: qué son y cómo avanzan hacia un mercado global. Recuperado de: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-creditos-de-carbono-hacia-un-mercado-global-de-emisiones/CDP>. (2023). The CDP 2023 disclosure report. CDP. <https://www.cdp.net>
2. Climate Partner. (s.f.). La guía completa para entender las emisiones de alcance 1,2 y 3. Recuperado de: <https://www.climatepartner.com/es/guia-completa-para-entender-las-emisiones-de-alcance-1-2-y-3>
3. GHG Protocol. (2004). Corporate Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. Revised edition. Recuperado de: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/ghg-protocol-revised.pdf>
4. GHG Protocol. (2011). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. Recuperado de: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard\\_041613\\_2.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf)
5. Gobierno de Costa Rica. (2019). Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). <https://cambioclimatico.go.cr>
6. IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
7. IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.  
<https://www.ipcc.ch>
8. MINAE. (2017). Programa País Carbono Neutralidad 2.0. Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica. Recuperado de: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/01/Programa-pais-carbono-neutralidad-2.0-categoria-organizacional.pdf>
  9. MINAE. (2019). Programa País de Carbono Neutralidad 2.0. Ministerio de Ambiente y Energía. <https://cambioclimatico.go.cr>
  10. Naciones Unidas. (2025). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
  11. Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de: <https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement>
  12. Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. ONU. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>
  13. Programa de las Naciones Unidas (PNUD). (agosto 29, 2025). ¿Qué son los mercados de carbono y por qué son importantes? Artículo explicativo. Recuperado de: <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-son-mercados-de-carbono-como-funcionan>
  14. UNFCCC. (2015). Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change. <https://unfccc.int>
  15. WBCSD. (2022). Business climate action: Case studies and pathways. World Business Council for Sustainable Development. <https://www.wbcsd.org>
  16. Instituto Meteorológico Nacional. (2025). Factores de emisión de gases de efecto invernadero. 15ª Edición. Recuperado de: <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/factores-de-emision-2025/>

### **Anexo 3: Herramienta Huella de Carbono Paso a Paso: Recolección de Datos para el Cálculo de la Huella de Carbono**

#### a) Descripción general

Es una herramienta complementaria que detalla la información que se debe ir recolectando mensualmente. Se divide por hojas que van solicitando la información puntual y el paso a paso para calcular la huella de carbono. Dirigida a pequeñas y medianas organizaciones que deseen realizar el estudio de huella de carbono voluntariamente.

Este anexo corresponde a una herramienta desarrollada en formato Excel que permite la recolección, procesamiento y cálculo de datos para el cálculo de la huella de carbono organizacional voluntaria, incluyendo huella de carbono, con el fin de facilitar el monitoreo y reporte de emisiones directas e indirectas de efecto invernadero en la cadena de valor empresarial.

#### b) Estructura de la herramienta

- Hoja 1: Bienvenida
- Hoja 2: Límites: en este paso se realiza el análisis y se anotan los límites del cálculo de huella de carbono.
- Hoja 3: Checklist fuentes de emisión: se detallan actividades de emisión por fuente para realizar un análisis de cuales fuentes de emisión aplican y cuales se descartan.
- Hoja 4: Matriz de actividades: su objetivo es detallar sobre las fuentes de emisión y programar la recolección de información.

- Hoja 5: Inventario GEI: un cuadro resumen de las fuentes de emisión que aplican, útil como referencia para una certificación.
- Hoja 6: Matriz de significancia Alcance 3 – otras emisiones indirectas: una matriz creada para realizar el estudio de las otras fuentes de emisión indirecta y detectar cuales se deben considerar en el estudio.
- Hoja 7: Alcance 1: emisiones directas Combustible móvil: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 8: Alcance 1: emisiones directas Combustible estacionario: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 9: Alcance 1: emisiones directas Emisiones fugitivas: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 10: Alcance 2: emisiones indirectas de Energía Eléctrica: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 11: Alcance 3: Otras emisiones indirectas Residuos: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 12: Alcance 3: Otras emisiones indirectas Transporte de empleados: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 13: Alcance 3: Otras emisiones indirectas Viajes corporativos: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 14: Alcance 3: Otras emisiones indirectas Transporte aguas arriba: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.
- Hoja 15: Alcance 3: Otras emisiones indirectas Transporte aguas abajo: contiene los cuadros necesarios para realizar el cálculo de emisiones.

- Hoja 16: Factores de emisión y Potenciales de Calentamiento global: contiene un cuadro que se debe completar con los datos de factores de emisión y su referencia. Asimismo, un cuadro para colocar los Potenciales de Calentamiento Global. Esto es fundamental porque es de donde se tomarán los datos para realizar los cálculos en los cuadros de cálculo por tipo de emisión.
- Hoja 17: Calculadora: Cuadro resumen donde se recolectan los totales de las emisiones directas, indirectas de energía y otras emisiones indirectas para realizar la suma de emisiones totales.

c) Forma de entrega

La herramienta completa se entrega como archivo digital en formato Excel, adjunto a la versión digital de la tesis, debido a su carácter dinámico y automatizado.

#### **Anexo 4: Formulario Otras emisiones indirectas. Transportes de colaboradores**

##### **Formulario Cálculo de la huella de carbono – Transporte de colaboradores**

Como parte del compromiso de la organización con la sostenibilidad y la reducción de nuestra huella de carbono, estamos realizando un estudio sobre los medios de transporte utilizados por nuestros colaboradores.

Tu participación es fundamental para conocer el impacto ambiental asociado a nuestros desplazamientos diarios y poder desarrollar estrategias más sostenibles, como promover opciones de movilidad compartida, eléctrica o activa.

Te invitamos a responder con sinceridad y detalle —los resultados serán utilizados únicamente con fines ambientales y para mejorar nuestras acciones hacia un futuro más responsable y bajo en carbono.

9. ¿Cuántos días por semana trabajas de forma presencial?

- 6
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1
- Otro \_\_\_\_\_

10. ¿Cuál transporte utiliza comúnmente para llegar a la oficina?

- Automóvil
- Bus empresarial
- Bus
- Motocicleta
- Caminando
- Bicicleta
- Uber/taxi
- Tren
- Otro \_\_\_\_\_

11. Si seleccionó automóvil, ¿de qué tamaño es el automóvil?

- Pequeño
- Mediano
- Grande

12. Si seleccionó automóvil, ¿qué combustible utiliza el vehículo?

- Gasolina
- Diesel
- Híbrido
- Eléctrico
- Otro

13. Si seleccionó motocicleta, ¿de qué tamaño es la motocicleta?

- Pequeño
- Mediano
- Grande

14. Si seleccionó motocicleta, ¿qué combustible utiliza la motocicleta?

- Gasolina
- Eléctrico
- Híbrido

15. ¿Cuántos kilómetros de distancia hay entre su trabajo y la oficina? Solo de ida. Puedes identificarlo colocando en Waze o Mapas de Google de tu casa al trabajo.

\_\_\_\_\_ Solo se permiten números

16. Si viajas en automóvil, ¿comparte el viaje con alguien más?

- No, viaje solo/a
- Si, con 1 persona
- Si, con 2 personas
- Si, con 3 personas
- Si, con 4 personas

## **Anexo 5: Reporte de Huella de Carbono organizacional**

### **Formato Reporte de huella de carbono organizacional**

#### **Formato y ejemplo**

---

**Nombre de la organización:** *EMPRESA EJEMPLO S.A.*

**Periodo de análisis:** *Enero a diciembre 2024*

**Elaborado por:** *Nombre del responsable / área ambiental*

**Fecha de elaboración:** *Enero 2025*

---

#### **1. Objetivo del reporte**

El presente reporte muestra de forma resumida los resultados del cálculo de la **huella de carbono organizacional** de *EMPRESA EJEMPLO S.A.* durante el periodo *enero-diciembre 2024*.

Editar según el objetivo de la empresa. Ejemplo: el propósito es conocer las principales fuentes de emisión, promover la gestión responsable y definir acciones de reducción.

---

## 2. Alcance del cálculo

El cálculo considera las emisiones generadas dentro de las instalaciones de oficinas y operaciones relacionadas.

Se incluyen los tres alcances definidos por la metodología Protocolo GEI:

- **Alcance 1:** Emisiones directas por uso de combustibles en vehículos propios.
- **Alcance 2:** Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica.
- **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas, principalmente transporte de colaboradores y manejo de residuos.

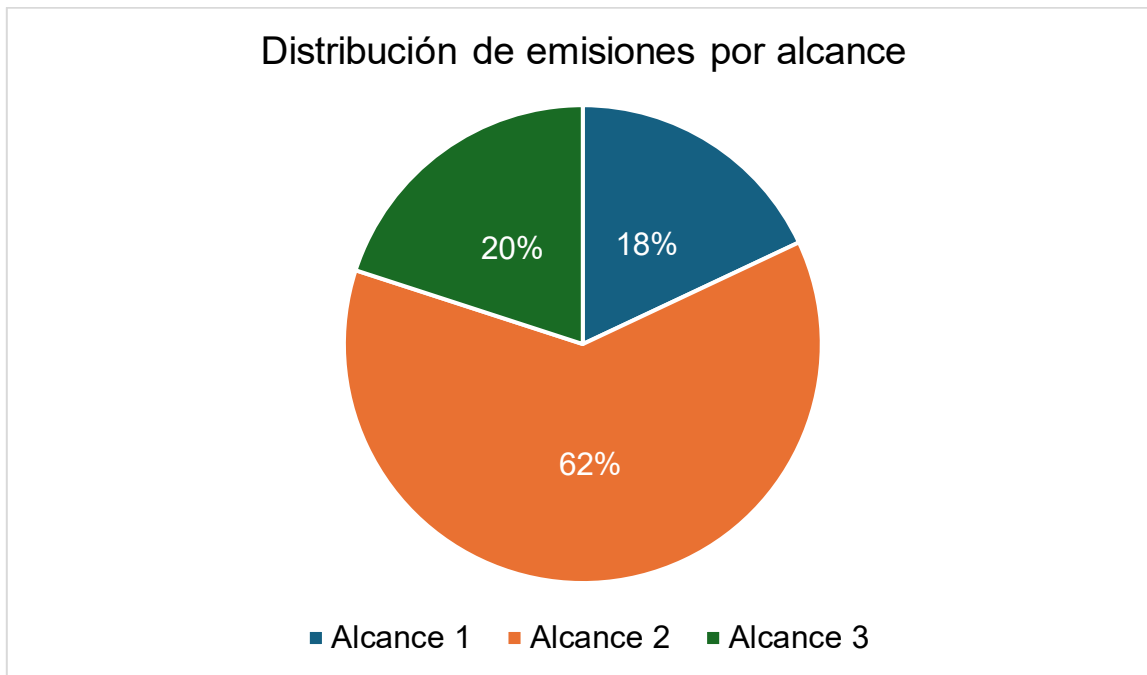
## 3. Resultados generales

Alcance	Fuente principal	Emisiones (tCO <sub>2</sub> e)	% del total
Alcance 1	Combustible de vehículos corporativos	6.2	18%
Alcance 2	Electricidad utilizada en oficinas	21.5	62%
Alcance 3	Transporte de colaboradores y residuos	7.0	20%
<b>Total</b>		<b>34.7 tCO<sub>2</sub>e</b>	<b>100%</b>

**Nota:** Sustituir los valores subrayados por los resultados del cálculo real.

## 4. Gráfico resumen por alcance

*(Insertar un gráfico circular o de barras similar al siguiente ejemplo)*



*Gráfico*

*sugerido:*

Círculo o barras que muestren los tres alcances con colores diferentes y porcentajes.

---

## 5. Principales hallazgos

- La **electricidad de oficina** representa la mayor proporción de la huella (62%), principalmente por el uso de aires acondicionados, iluminación y equipos electrónicos.
- Las **emisiones del transporte de colaboradores** son la segunda fuente más importante (20%), asociadas a los viajes diarios al trabajo en vehículo privado.
- Las **emisiones directas por combustibles** (18%) provienen del uso de un pequeño número de vehículos corporativos.

- Se identificó que **los residuos reciclados** reducen parte del impacto, por lo que su adecuada segregación contribuye a la mejora del indicador total.

---

## 6. Oportunidades de reducción

Categoría	Acción sugerida	Tipo de acción
Energía eléctrica	Sustituir luminarias por LED y ajustar temperaturas de aire acondicionado	Reducción directa
Transporte	Fomentar teletrabajo y carpooling	Reducción indirecta
Residuos	Incrementar porcentaje de reciclaje y compostaje	Reducción indirecta

Se recomienda definir un responsable por acción y establecer metas anuales (por ejemplo, **reducir 10% las emisiones de electricidad en 2025**).

---

## 7. Compromisos y seguimiento

EMPRESA EJEMPLO S.A. se compromete a:

4. Repetir el cálculo de la huella anualmente para medir avances.
5. Implementar las acciones de reducción identificadas.
6. Comunicar internamente los resultados para fortalecer la cultura ambiental.

**Fecha de próxima medición:** enero 2026

**Responsable de seguimiento:** *Nombre / puesto*

---

## 8. Observaciones finales

Este reporte tiene carácter **voluntario** y fue elaborado de forma simplificada para servir como guía a organizaciones que inician su proceso de medición. Los resultados pueden variar según la metodología y los factores de emisión utilizados (*por ejemplo, IMN 2025 o DEFRA*).



**Espacio para anexar gráficos o fotografías**

(Ejemplo: paneles solares, áreas de reciclaje, campañas de transporte sostenible)

---

**Firma del responsable:** \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

## **Anexo 6: Matriz de recolección de datos Huella de Carbono de Claro**

### a) Descripción general

El Anexo 6 contiene la herramienta de recolección de datos de Huella de Carbono organizacional de Claro, la empresa la cual abrió sus puertas para hacer el análisis inicial de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

### b) Forma de entrega

La herramienta completa se entrega como archivo digital en formato Excel, adjunto a la versión digital de la tesis, debido a su carácter dinámico y automatizado.

## **Anexo 7: Claro Reporte de Huella de Carbono organizacional**

### **Reporte de Huella de Carbono organizacional voluntario**

#### **Enero 2024 – Diciembre 2024**

Claro Telecomunicaciones S.A.

Elaborado por Mariella Hidalgo Ulloa como pasante a cargo de la medición voluntaria de la huella de carbono organizacional

#### 1. Presentación de los resultados

El objetivo de la organización Claro Telecomunicaciones S.A. (en adelante, *Claro*), es construir su primer inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y medir su huella de carbono correspondiente a las emisiones del año 2024. En el año 2026, la organización debe verificar y dar seguimiento a su huella de carbono debido a que están participando en el proceso para implementar la tecnología 5G en Costa Rica, requisito que implica la presentación de esta información ambiental.

Este informe contiene los resultados del cálculo de la huella de carbono organizacional de Claro para el **período de enero 2024 a diciembre 2024**.

El análisis fue realizado de acuerdo con los lineamientos del [Estándar corporativo del Protocolo GEI](#), que dividen al análisis en 3 categorías de estudio:

- Alcance 1 (emisiones directas)
- Alcance 2 (emisiones indirectas provenientes del uso de energía eléctrica)
- Alcance 3 (otras emisiones indirectas)

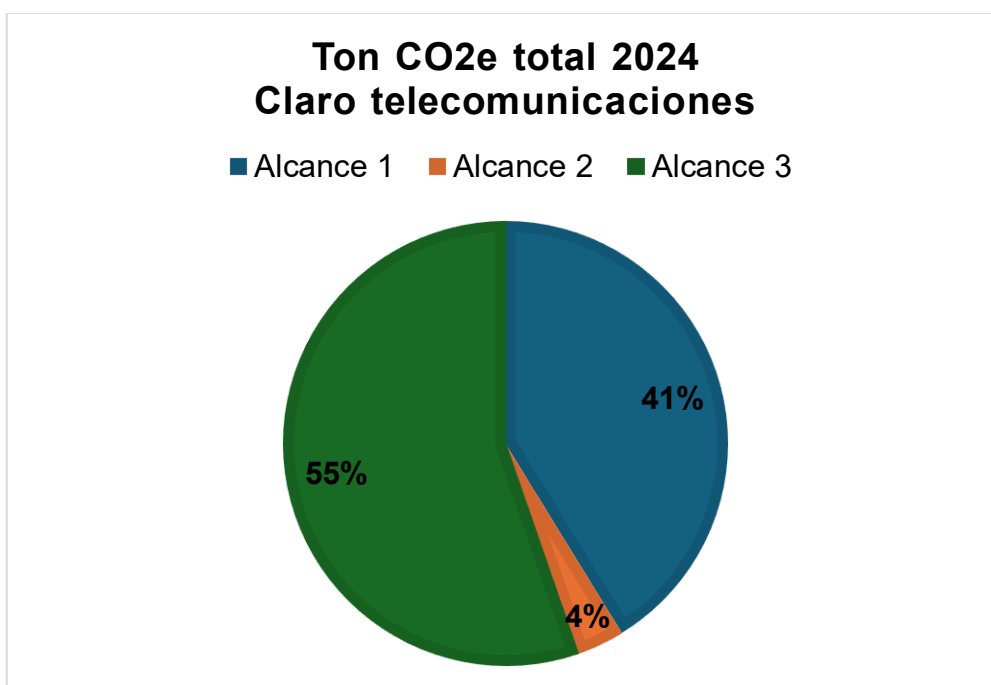
Los resultados obtenidos para este estudio se presentan a continuación:

#### **Tabla**

**2**

*Resumen de emisiones totales de la huella de carbono 2024 para Claro.*

Alcance	tn CO <sub>2</sub> equivalente	% de emisiones
1	466.72	41%
2	39.25	3%
3	625.68	55%
<b>Total</b>	1,131.62	100%



La mayor contribución a la huella de carbono de Claro es debido a las emisiones de **Alcance 3**, concretamente por aquellas emitidas por la actividad de transporte de empleados hacia su trabajo y de vuelta a casa. Estas emisiones totales suman un total de **625.44 tCO<sub>2</sub>e por año**.

Las actividades que continúan, en orden de mayor contribución, son:

- Alcance 1, emisiones en combustión móvil con más de 120 vehículos que generan **466.72 tCO<sub>2</sub>e**

- Alcance 3, en su gestión de residuos emitió 0,21tCO<sub>2</sub>e

## 2. Emisiones cuantificadas

### Límites operacionales

Límite organizacional: el inventario de emisiones de GEI de Claro Telecomunicaciones S.A. se centra en las actividades desarrolladas en las instalaciones de Torre Cordillera, ubicada en Pavas, San José, Costa Rica. El estudio se delimita en dos pisos de este edificio, específicamente los pisos cinco y seis, espacios sobre los cuales la organización ejerce control operativo y financiero. En estos niveles se concentran las operaciones administrativas, estratégicas y de soporte de la compañía

Límites operacionales: En el quinto piso se encuentran los departamentos de Recursos Humanos, Compras, Finanzas, Legal, Auditoría, Regulación y Sistemas Tecnológicos. Por su parte, en el sexto piso operan los equipos de Gerencia, Servicio al Cliente, Proyectos y otras áreas clave de coordinación interdepartamental. El alcance del inventario también incluye las emisiones asociadas a la flotilla vehicular que Claro controla.

Para el presente estudio se consideraron las siguientes emisiones:

### ALCANCE 1

Alcance 1
138 vehículos de combustible
73 vehículos de Diesel

Extintores de incendio
Fuentes fugitivas de 6 refrigeradores
Equipamientos de aire acondicionado
Lubricantes para mantenimiento vehículos

**ALCANCE 2**

Alcance 2
Compra de energía eléctrica

**ALCANCE 3**

Alcance 3
Gestión de residuos valorizables
Gestión de residuos ordinarios
Transporte Gestión de residuos valorizables
Transporte Gestión de residuos ordinarios
Desplazamiento de empleados (de casa a trabajo)
Viajes de negocio de empleados
Transporte del servicio de catering
Adquisición de bienes de oficina (transporte)
Catering service

Adquisición de al menos 89 vehículos en el 2024
---

### 3. Metodologías del cálculo

Para el cálculo de emisiones se utilizó la herramienta de cálculo **Huella Paso a Paso: recolección de información y cálculo de huella de carbono**, asimismo, se complementó con la herramienta tecnológica **Susty**.

La herramienta Paso a Paso fue elaborada en base a metodologías estándares ampliamente reconocidas a nivel internacional:

- Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Protocolo de GEI o GHG Protocol, por sus siglas en inglés)
- Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de 2006, para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
- Programa País de Carbono Neutralidad de Costa Rica.

#### **Factores de emisión**

##### **Alcance 1**

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones del Alcance 1 corresponden a los lineamientos establecidos en el Reporte de Factores de Emisión del Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN) y a los factores de emisión del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) del Reino Unido.

##### **Alcance 2**

Para el Alcance 2, se utilizó el factor de emisión de la red nacional extraído del documento oficial Factores de emisión de gases de efecto invernadero, Edición 15, 2025 elaborado por la Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica.

#### 4. Descripción del inventario

### **ALCANCE 1**

#### **Fuentes móviles**

Para el cálculo de estas emisiones se recibió la información correspondiente a todos los vehículos que son propiedad de la organización. Se utilizaron los registros mensuales de consumo de combustible obtenidos a partir de las tarjetas de abastecimiento por vehículo.

De acuerdo con los registros, se evidenció una variación significativa en la cantidad de vehículos reportados mensualmente. Este aumento se asocia, en parte, a una compra considerable de unidades nuevas. No obstante, se detectaron inconsistencias en el registro de datos, dado que algunos vehículos se reportan únicamente en ciertos meses, lo que refleja falta de congruencia en la información. Asimismo, no se dispone de datos para el mes de septiembre, y el incremento registrado en julio podría deberse a una posible duplicidad de información.

Se recomienda implementar un proceso de recolección y validación de datos más **sistemático**, que permita garantizar la consistencia, trazabilidad y confiabilidad de la información utilizada en futuros cálculos de emisiones.

Mes	Sum TON CO2e TOTAL	Conteo vehículos
-----	--------------------	------------------

<b>Enero</b>	32	121
<b>Febrero</b>	32	124
<b>Marzo</b>	36	126
<b>Abril</b>	32	127
<b>Mayo</b>	36	127
<b>Junio</b>	39	132
<b>Julio</b>	43	125
<b>Agosto</b>	58	167
<b>Octubre</b>	66	197
<b>Noviembre</b>	35	197
<b>Diciembre</b>	57	214

<b>Gran Total</b>	<b>467</b>	<b>1,657</b>
-------------------	------------	--------------

### **Fuentes fugitivas**

Para el cálculo de las emisiones se consideró la recarga del extintor de incendios con CO<sub>2</sub> realizada en la Torre Cordillera, la cual generó una emisión estimada de 0.005 tCO<sub>2</sub>e. Únicamente se presentó una factura que respalda dicha recarga.

En cuanto a los sistemas de aire acondicionado, los locales cuentan con unidades centralizadas; sin embargo, al momento de este análisis, el Departamento de Ingeniería no había proporcionado los registros correspondientes para su inclusión en el cálculo.

### **ALCANCE 2**

#### **Energía Eléctrica**

Para la medición de consumos de energía eléctrica se utilizaron las facturas de luz asociadas al servicio, emitidas por la compañía CNFL. Los consumos para el período de estudio de energía renovable y de red fueron.

- Energía de red (3%): consumo 309,090.00 kWh, **emisión de 39.25 tCO<sub>2</sub>e**

### **ALCANCE 3**

#### **Transporte de empleados**

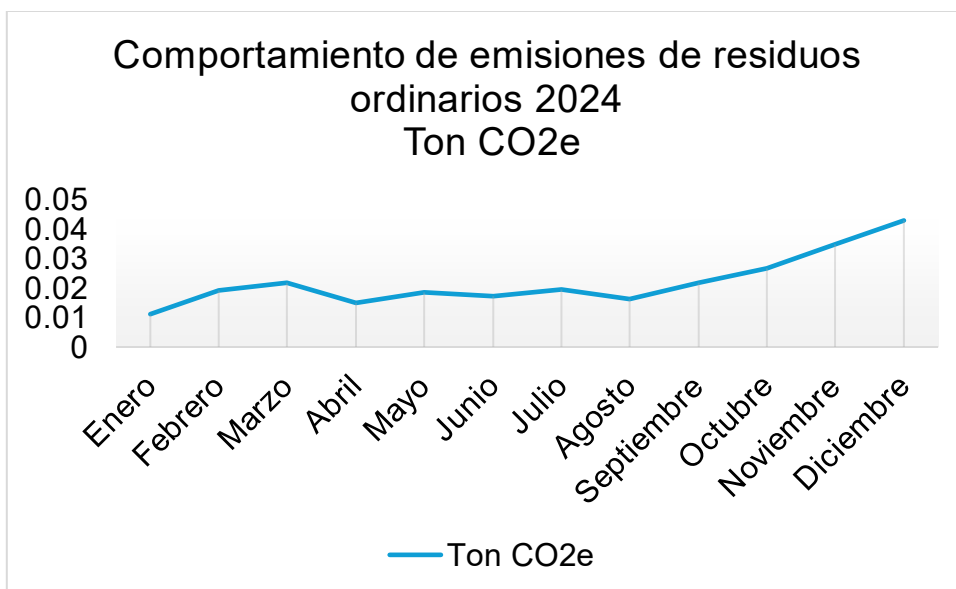
Dado que los 400 colaboradores deben asistir presencialmente a las oficinas cinco días a la semana, se identifica esta categoría del Alcance 3 como una de las fuentes con mayor impacto y relevancia.

A partir del análisis de la información proporcionada, se estimó una generación total de **625.44 tCO<sub>2</sub>e anuales** asociadas al transporte de los empleados hacia la oficina. Esto equivale a aproximadamente **1.56 tCO<sub>2</sub>e** emitidas por empleado al año.

### Residuos

Claro hace una gran labor en el pesaje de sus residuos ordinarios y valorizables. La disposición en relleno sanitario de los residuos ordinarios alcanzó un total de 4,068.5 kilogramos, generando aproximadamente **0.24 tCO<sub>2</sub>e**.

En el siguiente cuadro se presenta el comportamiento de las emisiones asociadas a los residuos ordinarios, donde se observa un incremento a partir del mes de septiembre.



### 5. Resultados obtenidos

De acuerdo con los cálculos realizados, la huella de carbono total para Claro en el periodo de enero a diciembre del año 2025 generó 1,020.33 tCO<sub>2</sub>e.

Alcance y categoría	Tipo de emisión	Dato de actividad	Unidad	tCO <sub>2</sub> e	Porcentaje Alcance
<b>Alcance 1</b>				<b>466.717</b>	<b>41%</b>
Vehiculos diesel	Diesel	78,510.79	litros	208.680	
Vehiculos gasolina	Gasolina	110,677.31	litros	258.032	
Recarga de extintor CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	4.54	Kg	0.005	
<b>Alcance 2</b>				<b>39.254</b>	<b>3%</b>
Uso de electricidad de la red	kWh	309,090.00	kWh	39.254	
<b>Alcance 3</b>				<b>625.650</b>	<b>55%</b>
Residuos Ordinarios	ordinarios	4,068.50	kg	0.211	
Traslado empleados	diferente medio transporte	3,982,988.00	km	625.439	
				<b>1131.621</b>	<b>100%</b>

## 6. Conclusiones

La huella de carbono total para el período enero a diciembre 2024 de Claro resultó en un total de **1,131.62 tCO<sub>2</sub>e**.

La mayor parte de esta huella proviene de las emisiones del Alcance 3, específicamente de la actividad de transporte de los empleados. En el alcance definido se incluyen aproximadamente 400 personas laborando, lo que significa que cada empleado generó en promedio 1,56 tCO<sub>2</sub>e durante el año 2024. Estas emisiones representan el 55% de la huella de carbono total de la organización.

#### Información relevante

- **Adquisición de vehículos:** Durante el periodo analizado se registró la compra de aproximadamente 85 vehículos, lo cual representa un incremento en la flotilla vehicular y un aumento de emisiones asociadas al consumo de combustibles. Se recomienda evaluar la eficiencia energética de las unidades adquiridas y considerar opciones híbridas o eléctricas en futuras adquisiciones.
- **Principales fuentes de emisión:** proviene del transporte de los 400 colaboradores que asisten presencialmente a la oficina cinco días a la semana. Este hallazgo refuerza la oportunidad de analizar alternativas de movilidad sostenible, esquemas híbridos o incentivos para el uso de transporte compartido.
- **Gestión de residuos:** Claro mantiene niveles bajos de generación de residuos, pero se identifican oportunidades de mejora en la gestión durante las temporadas de alta actividad, como las celebraciones del Día de la Independencia, Halloween y las festividades navideñas (bota navideña, tamales, amigo secreto). Se recomienda reforzar las campañas de sensibilización y la correcta segregación en estos periodos.

- Observaciones relevantes de la medición: El proceso de cálculo permitió detectar fortalezas en el registro de consumo eléctrico y áreas de mejora en la sistematización de datos de transporte. Se recomienda consolidar la trazabilidad de la información mediante formatos homogéneos y responsables definidos por área, para garantizar mayor precisión en los próximos inventarios.

#### 7. Plan de acción y compromisos futuros (opcional)

Claro podría adoptar medidas múltiples medidas voluntarias con el fin de reducir progresivamente su huella de carbono. Entre las principales acciones se destacan:

- Transición completa a iluminación LED, reduciendo significativamente el consumo eléctrico.
- Instalación de sensores de movimiento y sectorización de áreas para optimizar el uso de energía en las oficinas.
- Fortalecer la capacitación ambiental interna, promoviendo la correcta segregación y valorización de residuos.
- Revisión del consumo energético de equipos electrónicos, con el fin de identificar oportunidades de sustitución por aparatos de mayor eficiencia.
- Evaluar alternativas de movilidad, como la posibilidad de esquemas híbridos o teletrabajo parcial, que contribuyan a disminuir las emisiones asociadas al transporte de colaboradores.

#### **Acciones de compensación**

Posterior a la reducción de sus emisiones, Claro podría complementar mediante acciones de compensación ambiental, entre ellas:

- Participación en programas nacionales y corporativos de carbono neutralidad, como el Bono de Carbono FONAFIFO.
- Alianzas con iniciativas de reforestación y restauración de ecosistemas locales.
- Colaboración con programas voluntarios como Replanet, NAT5 y Bono Azul, que apoyan la regeneración ambiental y la protección de fuentes hídricas.

Estas acciones no solo compensan emisiones residuales, sino que también refuerzan el compromiso de Claro con la sostenibilidad y la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

## 8. Conclusiones

El cálculo de la huella de carbono de Claro para el año 2024 evidenció que la principal fuente de emisiones corresponde al Alcance 3, asociada al transporte de los empleados, que representa el 55% del total. En el alcance definido se consideraron cerca de 400 colaboradores, con un promedio de 1,56 toneladas de CO<sub>2</sub>e por persona.

El proceso de medición oficial que se iniciará en el año 2026 podría generar impactos positivos dentro de la organización, fortaleciendo la conciencia ambiental, la gestión de recursos, la colaboración y la toma de decisiones basadas en datos. Impulsando una cultura corporativa responsable y comprometida con la sostenibilidad.

Es recomendable priorizar la calidad de la información, la coordinación entre departamentos y el fortalecer su equipo interno para futuros cálculos, consolidando así su liderazgo en responsabilidad ambiental