



**ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA CADENA DE  
SUMINISTRO DE LA EMPRESA BAVARÍA S.A., UBICADA EN TOCANCIPÁ**

**Lisneys Ariza Granados  
Sara Vanessa Castillo Arias**

Universidad EAN  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento  
Bogotá D.C., Colombia

2023

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA CADENA DE SUMINISTRO  
DE LA EMPRESA BAVARÍA S.A., UBICADA EN TOCANCIPÁ

**Lisneys Ariza Granados**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**Magister en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento**

**Directora:**

**Maribel Guevara Ortega**

Modalidad:

**Trabajo Dirigido**

Universidad EAN

Facultad de Ingeniería

Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento

Bogotá D.C., Colombia

2023

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

## Dedicatoria

En el entretejido de los saberes propiciados en nuestra Alma Mater, se adhesionan los hilos que encadenan nuevos saberes de la industria, la dinámica económica y el compromiso con la responsabilidad social y ambiental. Esa es la esencia de este trabajo que con cariño dedicamos a familiares, profesores, asesores y amigos, quienes también enriquecen los motivos para construir nuevas hojas en el camino de la vida.

### **Agradecimientos**

Las investigadoras de este trabajo, agradecen a:

Maribel Guevara Ortega, directora de tesis, por su tiempo, oportunidad y asesoría en el desarrollo y culminación de este documento.

Jeffrey León Pulido, por su gestión inicial en la orientación de este trabajo.

Universidad EAN y su cuerpo de profesores, por la oportunidad brindada y los aprendizajes obtenidos en la Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento.

Cervecería Bavaria, ubicada en Tocancipa, y las personas que contribuyeron con la entrega de información sobre el registro de los consumos en las diferentes fuentes que hacen parte de la cadena de suministro, objeto de estudio.

## Resumen

La huella de carbono mide las emisiones de gases efecto invernadero GEI, y aplica estrategias de mitigación para el uso eficiente de recursos.

AB InBev propone “por un mundo mejor” con la nueva meta de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en un 25%. Bavaria, utilizará energía eléctrica 100% renovable para 2025, y eliminará su huella de carbono para 2040.

El objetivo es proponer el plan de intervención orientado a reducir la huella de carbono en la cadena de suministro de la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca.

Se realizó una investigación holística analítica; se consultó información de la empresa sobre los registros de consumo de fuentes de GEI, aplicando la metodología GHG Protocol que explica los alcances y factores de emisión.

Según resultados, el 99% de la huella de carbono es Alcance 2, electricidad adquirida, y el 1% es Alcance 1, fuentes directas, revelando en el plan de intervención la necesidad de usar energías renovables y hacer mantenimiento de tuberías de forma permanente.

Se concluye que Bavaria está comprometida con la reducción de GEI, la metodología GHG Protocol, es amplia y aplica a la cadena de suministro.

Se recomienda reducir las emisiones GEI y producir con tecnologías amigables al ambiente.

**Palabras clave:** Cadena de suministro, Energía renovable, Huella de carbono, Gases efecto invernadero, Mitigación, Refrigerantes.

### **Abstract**

*The carbon footprint measures greenhouse gas emissions, and applies mitigation strategies for efficient use of resources.*

*AB InBev proposes “for a better world” with the new goal of reducing CO<sub>2</sub> emissions by 25%. Bavaria will use 100% renewable electric energy by 2024, and will eliminate its carbon footprint by 2040.*

*The objective is to propose the intervention plan aimed at reducing the carbon footprint in the supply chain of the company Bavaria S.A., located in Tocancipa, Cundinamarca.*

*It was carried out an analytical holistic investigation; it was consulted information company on GHG source consumption records, applying the GHG Protocol methodology that explains the scopes and emission factors.*

*According to results, 99% of the carbon footprint is Scope 2, acquired electricity, and 1% is Scope 1, direct sources, revealing the intervention plan, the need to use renewable energy and maintain pipelines permanently.*

*It is concluded that Bavaria is committed to GHG reduction, the GHG Protocol methodology is broad and applies to the supply chain.*

*It is recommended to reduce GHG emissions and produce with environmentally friendly technologies.*

**Keywords:** *Supply chain, Renewable energy, Carbon footprint, Greenhouse gases, Mitigation, Refrigerants.*

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>10</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>12</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>15</b>
<b>Objetivo General.....</b>	<b>15</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>16</b>
<b>Marco Institucional.....</b>	<b>18</b>
<b>Marco De Referencia.....</b>	<b>25</b>
<b>Diseño Metodológico.....</b>	<b>49</b>
<b>Diagnóstico Organizacional.....</b>	<b>55</b>
<i>Procesamiento Estadístico De Datos.....</i>	<b>55</b>
<i>Análisis De Resultados.....</i>	<b>62</b>
<b>Plan De Intervención.....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusiones Y Recomendaciones.....</b>	<b>81</b>
<i>Conclusiones.....</i>	<b>81</b>
<i>Recomendaciones.....</i>	<b>84</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>85</b>
A. Anexo. Reporte Cervecería de Tocancipá para 2021 de fuentes y emisiones por mes.....	<b>92</b>
B. Anexo. Reporte de consumo de Energía Adquirida para 2021.....	<b>93</b>
C. Anexo. Reporte consumo fuentes de emisión GEI 2021.....	<b>94</b>

**Lista De Figuras**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> <i>Estructura del proyecto</i> .....	<b>17</b>
<b>Figura 2.</b> <i>Principios Corporativos Bavaria</i> .....	<b>19</b>
<b>Figura 3.</b> <i>Estructura Organizacional Bavaria S.A.</i> .....	<b>22</b>
<b>Figura 4.</b> <i>Marcas del Grupo Empresarial Bavaria S.A.</i> .....	<b>23</b>
<b>Figura 5.</b> <i>El Efecto invernadero</i> .....	<b>26</b>
<b>Figura 6.</b> <i>Emisiones de gases invernadero por sectores económicos</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 7.</b> <i>Fuentes de las emisiones GEI en Colombia</i> .....	<b>30</b>
<b>Figura 8.</b> <i>Emisiones según alcance</i> .....	<b>39</b>
<b>Figura 9.</b> <i>Simulación de tendencias para la reducción de energía</i> .....	<b>45</b>
<b>Figura 10.</b> <i>Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono</i> .....	<b>48</b>
<b>Figura 11.</b> <i>Nivel de huella de carbono por fuentes Alcance 1</i> .....	<b>63</b>
<b>Figura 12.</b> <i>Comportamiento huella de carbono Alcance 2</i> .....	<b>65</b>
<b>Figura 13.</b> <i>Huella de carbono por Alcance</i> .....	<b>66</b>

**Lista De Tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> <i>Misión, Visión y Valores</i> .....	<b>18</b>
<b>Tabla 2.</b> <i>Factores de emisión para los combustibles</i> .....	<b>42</b>
<b>Tabla 3.</b> <i>Factor de emisión para la Energía Eléctrica Adquirida</i> .....	<b>42</b>
<b>Tabla 4.</b> <i>Matriz diseño de la investigación analítica</i> .....	<b>50</b>
<b>Tabla 5.</b> <i>Fase metodológica: Desarrollo objetivo 1</i> .....	<b>51</b>
<b>Tabla 6.</b> <i>Fase diagnóstico organizacional: Desarrollo objetivo 2</i> .....	<b>52</b>
<b>Tabla 7.</b> <i>Fase intervención empresarial: Desarrollo objetivo 3</i> .....	<b>55</b>
<b>Tabla 8.</b> <i>Fuente de emisiones directas de GEI</i> .....	<b>56</b>
<b>Tabla 9.</b> <i>Fuente de emisiones indirectas de GEI</i> .....	<b>57</b>
<b>Tabla 10.</b> <i>Otras fuentes de emisión GEI</i> .....	<b>57</b>
<b>Tabla 11.</b> <i>Cantidad de consumo combustible Alcance 1</i> .....	<b>58</b>
<b>Tabla 12.</b> <i>Consumo de consumo energía 2021</i> .....	<b>59</b>
<b>Tabla 13.</b> <i>Huella de carbono emisiones Alcance 1</i> .....	<b>60</b>
<b>Tabla 14.</b> <i>Huella de carbono emisiones Alcance 2</i> .....	<b>61</b>
<b>Tabla 15.</b> <i>Total emisiones huella de carbono</i> .....	<b>61</b>
<b>Tabla 16.</b> <i>Nivel de huella de carbono por fuentes Alcance 1</i> .....	<b>62</b>
<b>Tabla 17.</b> <i>Comportamiento huella de carbono Alcance 2</i> .....	<b>64</b>
<b>Tabla 18.</b> <i>Estructura de GEI según huella de Carbono</i> .....	<b>67</b>
<b>Tabla 19.</b> <i>Indicadores cadena de suministro Bavaria, Tocancipa</i> .....	<b>71</b>
<b>Tabla 20.</b> <i>Matriz DOFA Cadena de Suministro</i> .....	<b>72</b>
<b>Tabla 21.</b> <i>Análisis de impacto huella de carbono</i> .....	<b>74</b>

<b>Tabla 22.</b> <i>Aplicabilidad de estrategias</i> .....	<b>75</b>
<b>Tabla 23.</b> <i>Estrategia aplicación de BPO</i> .....	<b>76</b>
<b>Tabla 24.</b> <i>Estrategia uso de bombillas LED</i> .....	<b>76</b>
<b>Tabla 25.</b> <i>Estrategia uso energía solar</i> .....	<b>77</b>
<b>Tabla 26.</b> <i>Estrategia mejora calidad y cantidad agua y combustible</i> .....	<b>77</b>
<b>Tabla 27.</b> <i>Estrategia uso de biogás</i> .....	<b>78</b>
<b>Tabla 28.</b> <i>Estrategia mantenimiento y control de tuberías y recubrimientos</i> .....	<b>78</b>
<b>Tabla 29.</b> <i>Estrategias de compensación</i> .....	<b>79</b>
<b>Tabla 30.</b> <i>Costos del plan de intervención</i> .....	<b>79</b>

## Introducción

Este trabajo responde en su temática con la línea de investigación de la Universidad EAN (2023), “Cadenas de suministro sostenible”, y el plan de intervención propuesto en la maestría “Gerencia de la cadena de abastecimiento” (EAN, 2021) .

Es importante porque la información procede de una de las industrias más importantes de Colombia, Bavaria S.A., comprada por Anheuser-Busch InBev, conocida como AB InBev, cuya participación es de un tercio del mercado cervecero global y que impone para sus empresas subsidiarias el compromiso con el cumplimiento de normas y metas del marco ambiental.

Es relevante aclarar que Bavaria goza del liderazgo de sus marcas en el mercado, estrategias en el ámbito social y ambiental, además que proyecta fabricar la cerveza usando energía solar para el año 2024 (Bavaria, 2022a).

El objeto de estudio, es la cervecería en Toncancipá, con una importancia estratégica porque es la de mayor capacidad de producción con más de 11 millones de hectolitros anuales, su avanzada tecnología y ubicación geográfica, comprende la mayor parte y complejidad de producción y abastecimiento de la Compañía, siendo interesante conocer el manejo que dan para mitigar las emisiones de GEI.

Considerando tal visión estratégica de la empresa, este proyecto considera la problemática del cambio climático y las responsabilidades de la industria en la emisión de gases efecto invernadero GEI, por tanto, formula ¿Cómo analizar el impacto de la huella de carbono en la cadena de suministro de la cervecería principal, del Grupo Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca?

En ese sentido, el capítulo de Objetivos, se fija como propósito principal, elaborar el plan de intervención orientado a reducir la huella de carbono en la cadena de suministro de Bavaria S.A., ubicada en la planta de Tocancipá.

Como objetivos específicos, se trazan: Identificar los protocolos determinantes o

metodología de medición de GEI a utilizar, determinar el nivel de huella de carbono y proponer el plan de intervención para reducirla.

Prosigue el capítulo de Justificación, con el cual se argumenta el porqué las compañías incluyen en sus procesos la planeación, ejecución y evaluación de metas tendientes a reducir la huella de carbono, siendo un criterio vital a la hora de seleccionar proveedores, materiales y diseño sostenible.

Luego, continua el capítulo de Marco Institucional, el cual parte de considerar los procesos de fusión de empresas en la que entró hoy Bavaria, el sector de alimentos y bebidas al que pertenece, las estrategias de apoyo en la cadena de abastecimiento hacia atrás y hacia adelante que le llevan a comprometerse con el sueño de un “mundo mejor y sostenible”.

Con el capítulo de Marco Referencial se dan los cimientos teórico-conceptuales del proyecto en razón a la correlación entre cadena de suministro y gases efecto invernadero - GEI, que por su potencial de calentamiento global conducen al cambio climático. De ahí sea necesario apropiarse el cálculo de la huella de carbono con una metodología pertinente como el GHG Protocol y comprender sus pasos para desarrollar la investigación.

El capítulo de Diseño Metodológico conjunta en la matriz de diseño de la investigación holística analítica basada preferentemente en documentos por su retrospectiva ubicada temporalmente en el año 2021, y las fases que se coinciden con las actividades desarrolladas y las variables consumo, factor de emisión y emisiones para cumplir con los objetivos de estudio.

En el capítulo de Diagnóstico Organizacional, se presenta inicialmente el Procesamiento estadístico de datos donde se muestran los resultados de la medición de consumos, conversión de acuerdo con el factor de emisión de GEI conforme a los puntos clave de la metodología GHG Protocol. Luego, se hace el análisis de los resultados atendiendo a la tabulación y graficación de resultados según alcances, las fuentes de emisión y la estructuración de gases GEI.

El capítulo correspondiente al Plan de intervención sintetiza el problema conforme los indicadores de consumo de combustibles y energía, los factores de emisión correspondientes y los valores de emisiones. Así mismo, en una matriz DOFA se obtiene el análisis interno y externo para proponer las estrategias de mitigación de GEI, y de compensación de acuerdo a prácticas observadas en Bavaria.

Finalmente, las conclusiones evidencian que efectivamente en la cervecera de Toncancipá se observan mejoras en el uso eficiente de recursos, pero aún se está a la expectativa por la reducción en el consumo de energía eléctrica. En razón a las desventajas de algunos gases que causan desgaste en los medios como tuberías y ductos se deben mantener en buenas condiciones o en su defecto remplazar las partes afectadas.

Así mismo, se recomiendan estrategias de compensación con iniciativas como la siembra de árboles y continuar con el apoyo a las comunidades en que opera.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Esta investigación se realiza mediante la consulta documental, la aplicación de una metodología de protocolo de medición de emisión de GEI para una cadena de suministro sostenible en el ámbito de la logística, con el fin de:

Proponer el plan de intervención orientado a reducir la huella de carbono en la cadena de suministro la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca,

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los protocolos determinantes para medir el impacto de las emisiones resultantes de las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería.
- Determinar el nivel de la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería.
- Proponer el plan de intervención de las acciones tendientes en reducir la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca.

### **Justificación**

Este proyecto es importante por su relevancia socioambiental, al ir en concordancia con la Agenda 2030 que plantea los objetivos de desarrollo sostenibles acordados por los Estados Parte que conforman la Organización de las Naciones Unidas – ONU (2015), que integra a Colombia, encaminados a erradicar la pobreza, proteger la Tierra, y asegurar la prosperidad para todos en un plazo de 15 años.

De otro lado, la preocupación de las sociedades por el cuidado y preservación del ambiente busca remediar los daños causados por el hombre, disminuir la contaminación que como proceso cíclico involucra los recursos aire, agua y del suelo, también, a los seres vivos sean emisores o receptores de ésta.

Desde el ámbito económico, la tendencia de las empresas competitivas confirma el esfuerzo por encontrar alternativas para producir sin afectar los recursos aire, líquido y tierra, siendo una tendencia colocarse objetivos de desarrollo sostenible que disminuya las emisiones en carbono y avance en la mitigación del cambio climático.

Eso implica calcular y registrar el indicador de huella de carbono desde el consumo de materiales y energía para contar con un inventario de emisiones de GEI. De acuerdo con Quirón Prevención (14 de noviembre 2019), los beneficios, serían: Manejo de indicador de ecoeficiencia empresarial que favorezca su posición y cumplimiento de las leyes ambientales, reducción del consumo de energía, ser idóneos frente al criterio de selección de proveedores, materiales y diseño sostenible. Por tanto, también es un elemento diferenciador y fiable en el mercado consumidor al promocionar la sostenibilidad en los contextos internos y externos. Además, en temas laborales, se promueve el trabajo flexible, disminución de las horas laborales de trabajadores en las instalaciones.

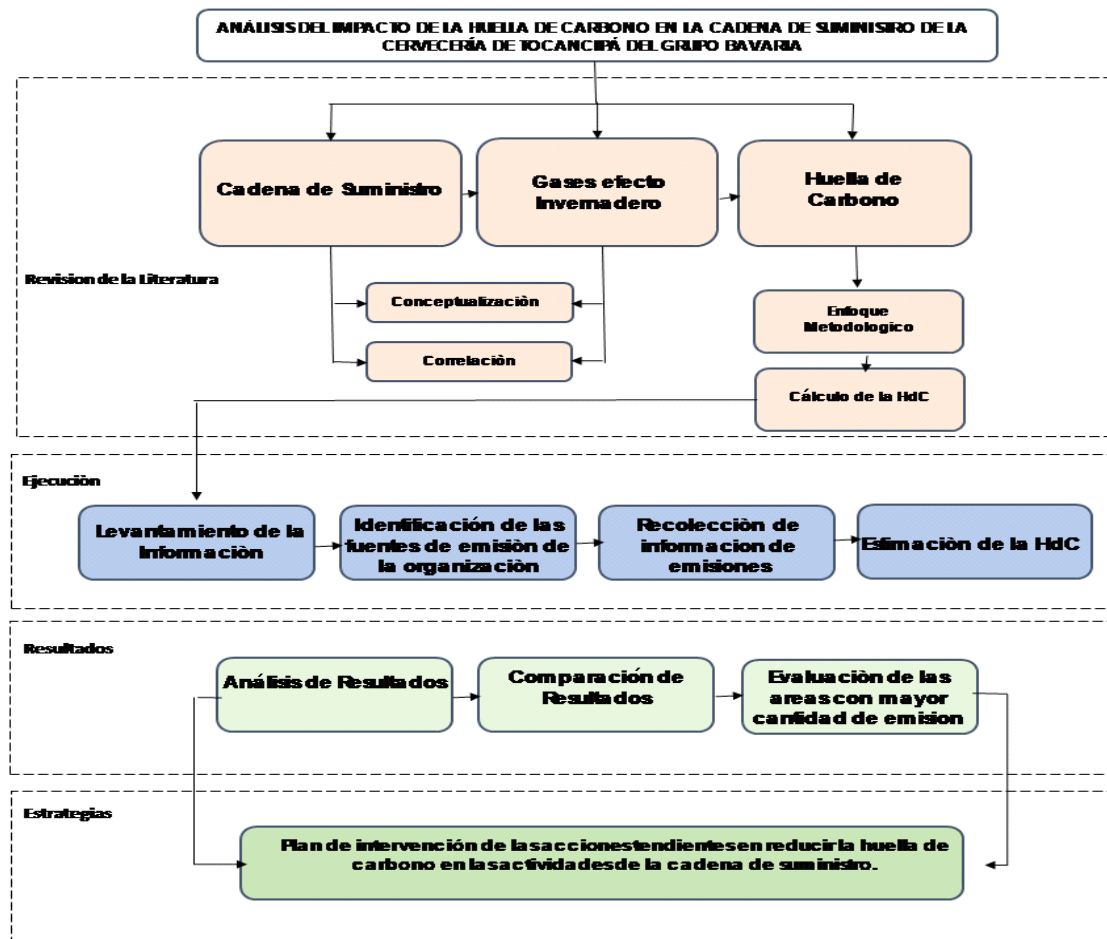
En la revisión de literatura se considera el Marco Institucional que ofrece un panorama de la empresa Bavaría S.A., y el Marco de Referencia con los conceptos relativos a la huella de

carbono y las metodologías para su medición. La Ejecución inicia con el levantamiento de la información, la identificación de las fuentes de emisión de GEI, la recolección de información de emisiones y la estimación de la huella de carbono. Posteriormente, en la fase de Resultados se analizan, comparan y evalúan según las áreas de mayor cantidad de GEI. Finalmente, en la fase de Estrategias se propone el plan de intervención de las acciones para reducir la huella de carbono en la cadena de suministro.

Este proyecto brinda una herramienta para la toma de decisiones y una metodología con cuatro fases diferenciadas con su respectivo entregable que dan cumplimiento a los objetivos planteados (Figura 1):

**Figura 1**

*Estructura del proyecto*



*Nota:* Elaboración propia.

## Marco Institucional

### Descripción de la Organización

El nacimiento de la empresa cervecera data desde 1889, cuando se adquiere el lote en la ciudad de Bogotá y se funda en el año 1890, por los hermanos procedentes de Alemania, *Leo Siegfried* y *Emil Kopp Koppel* en asocio con los hermanos Santiago y Carlos Arturo Castello. En 1967, Julio Mario Santo Domingo pasó a ser dueño de la cervecería de Barranquilla y Bolívar (Bavaria, s.f).

La cervecera, Bavaria S.A., cuya marca es de propiedad del Grupo Santo Domingo, en el año 2001 se internacionalizó al comprar la Cervecería Nacional de Panamá, e inició operaciones en Perú con *UCP Backus & Johnston*. En 2004 finalizó el proceso de adquisición de la Cervecería Leona (Bavaria, s.f).

En 2005, Bavaria se fusionó con la multinacional SABMiller, segunda productora mundial de cervezas y bebidas. Y, desde octubre del 2016, hace parte de la multinacional Anheuser-Busch InBev, conocida como AB InBev, al comprar ésta a SABMiller (Bavaria, s.f).

**Tabla 1**

*Misión, Visión y Valores*

<b>Misión</b>	<b>Visión</b>	<b>Valores</b>
“Crecer en el mercado capital anual de 60 litros, asegurando el liderazgo de nuestro portafolio de marcas nacionales e internacionales en cada una de las categorías de bebidas y en todos los segmentos del mercado” (Bavaria, 2016).	“Ser la compañía más admirada en Colombia y un gran contribuyente a la reputación global de SABMiller. - Por la efectividad de nuestro mercadeo. - Por la calidad de nuestros productos. - Como la mejor fuente de empleo. - Como el mejor socio. - Por nuestra responsabilidad social” (Bavaria, 2016).	“Honestidad y sinceridad. Justicia y equidad. Respeto mutuo y dignidad. Rendición de cuentas y -responsabilidad” (Bavaria, 2016).

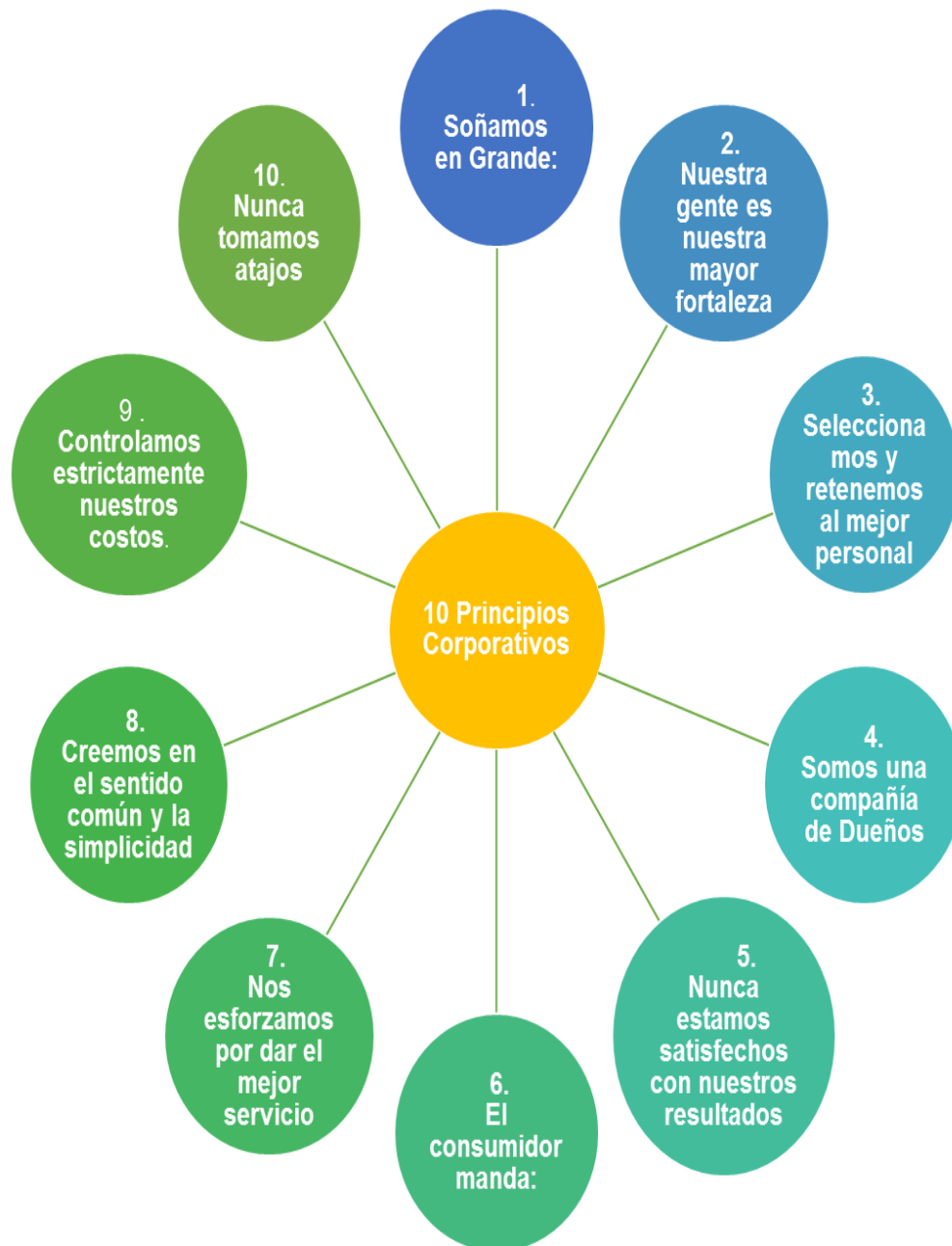
*Nota:* Elaboración propia adaptada de fuentes externas (Bavaria, 2016).

## Principios Corporativos

En la Figura 2, se ilustran los 10 principios corporativos que rigen el comportamiento de los colaboradores para el cumplimiento de las estrategias empresariales de Bavaria S.A.

**Figura 2**

*Principios Corporativos Bavaria*



*Nota:* Elaboración propia tomada de (Bavaria, 2021)

AB InBev, cuenta con principios que hace de sus subsidiarias más sustentables, como: Tener el sueño de unir a las personas para construir un mundo mejor, colocando nuevas metas para el año 2025, como: empaques 100% retornables o hecho con mayor contenido reciclable; los agricultores, quienes son los proveedores de cebada serán capacitados y gozarán de conectividad; el 100% de las comunidades del área de influencia de la empresa serán beneficiados con el recurso agua, mejor disponibilidad y calidad del agua; Además, Bavaria tendrá un fluido eléctrico proveniente el 100% de fuentes renovables; y las emisiones de CO<sub>2</sub> disminuirán en un 25% (EXPOK, 27 de marzo de 2018).

Por su parte, Bavaria S.A., lleva más de 130 años trabajando para transformar a Colombia, sobre tres apuestas: su gente, el crecimiento de la compañía y el impacto positivo en las comunidades (Bavaria, 2022a).

Está conformada por seis cervecerías que se localizan en Barranquilla, Bucaramanga, Itagüí, Yumbo, Tibasosa y Tocancipá; dos malterías, una en Cartagena y la otra en Tibitó; y una fábrica de etiquetas en Yumbo (Bavaria, 2022a).

Proyecta para 2024 el acuerdo establecido con Enel para que la energía eléctrica comprada proceda de energía solar. Y, para el año 2040, busca lograr cero emisiones netas de CO<sub>2</sub> en su cadena de valor (Bavaria, 2022a, p.6, 16).

Bavaria debe ser fiel al código de conducta establecido por el grupo AB InBev. En cuanto al medio ambiente debe ampararse en el cuidado de las leyes y regulaciones respectivas, reglamentos de la Compañía y otras establecidas a fin de elaborar los productos con cuidado del ambiente, manteniendo compromiso con la calidad y la rentabilidad. Todos los empleados deben trabajar para lograr un alto de desempeño ambiental, de salud y seguridad ocupacional (Bavaria, 2022b, p.8).

Respecto al compromiso con el desarrollo sostenible, Bavaria (2022) ha establecido metas ambiciosas como: Consumo responsable de alcohol, con una meta del 20% de participación interna de productos, será de bebidas no alcohólicas o bajas en alcohol. Reducir el 10% de

consumo nocivo, en cooperación con el gobierno. Reducir el consumo de agua en Bavaria, se ha logrado en un 30%. Apoyar la integridad ecológica en las cuencas que abastecen las plantas cerveceras y malterías. El 98% de residuos generados son reciclados por otras cadenas de valor. Se ha apoyado con oportunidades y herramientas dadas a 50.000 tenderas en Colombia.

También, Bavaria (2022), se propone el uso de fuentes de energía limpia para mitigar las condiciones adversas del cambio climático, comprar energía eléctrica renovable y/o producir energía térmica renovable con biogás que se produce en la planta de tratamiento de aguas residuales o con alcohol, y se espera para 2025 ser abastecido de energía 100% renovable en razón a pertenecer a la iniciativa RE100. Inversión en proveedores agrícolas y cultivar aproximadamente 4.000 hectáreas de cebada.

Además, Bavaria (2022), es miembro de 4 de los 7 fondos de agua del país, con los cuales ha restaurado aproximadamente 15.000 hectáreas de bosque e incentiva a que las comunidades desarrollen actividades productivas sostenibles. Con las marcas de la compañía se han propuesto objetivos como: Corona eliminará el uso de plástico en su cadena de suministro. Con la ONG Parley descontaminarán de plásticos el mar de 100 islas del mundo; con la cerveza Stella Artois, algunas poblaciones africanas tendrán acceso a agua potable.

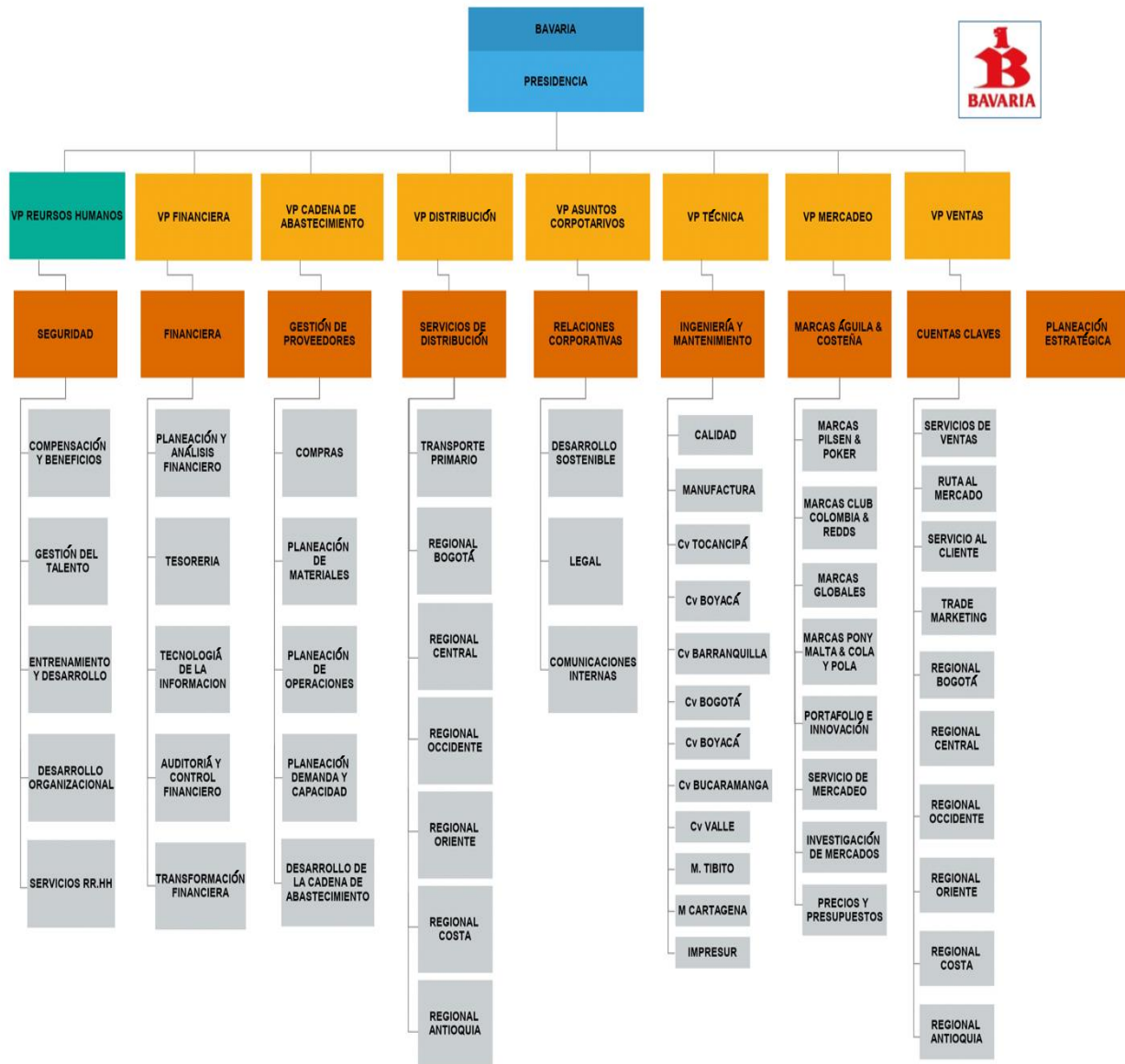
Por último, la plataforma #MeUno de Bavaria (2022) ofrece variadas actividades en el país, entre ellas, la meta de movilizar a 30.000 voluntarios en pro de una Colombia mejor.

### **Estructura organizacional**

El modelo de estructura organizacional de Bavaria es de tipo formal, como se muestra en la Figura 3, de forma jerárquica en las diferentes divisiones de trabajo, emanando la línea de autoridad y responsabilidad desde la Presidencia de la Compañía, pasando a las Vicepresidencias, siendo de conocimiento especializado cada departamento.

**Figura 3**

*Estructura Organizacional Bavaria S.A.*



*Nota:* Elaboración propia tomado de: (Bavaria, 2021)

Este proyecto trata de los impactos de la huella de carbono de las Vicepresidencias de Cadena de Abastecimiento y Técnica para la cervecería de Tocancipá, las cuales se encargan de definir las proyecciones y requerimientos de capacidades de producción en los tres plazos: corto, mediano y largo para garantizar que se cuente con las materias primas e insumos necesarios y la posterior ejecución de los procesos de producción, almacenamiento y distribución (Bavaria, 2021).

### Productos y/o Servicios ofrecidos

Sus productos son:

Línea de cerveza: Águila, Águila Light, Águila Cero, Budweiser, Corona, Club Colombia, Costeña, Costeñita, Pilsen, Póker, Redd's, Stella Artois, Cola & Pola (Bavaria, 2021).

Línea de maltería: Pony Malta, Pony Malta Vital, Malta Leona (Bavaria, 2021).

Línea de agua: Zalva (Bavaria, 2021).

Dos fábricas de etiquetas y una de tapas (Bavaria, 2021)

### Figura 4

*Marcas del Grupo Empresarial Bavaria S.A.*



*Nota: Adaptado de archivo Bavaria (2021).*

### Localización y Tamaño

La cervecería de Bavaria S.A. que se localiza en Tocancipá, se caracteriza por ser la más grande y de mayor volumen de producción de todo el grupo de Bavaria, y también una de las más avanzadas tecnológicamente en Latinoamérica, con una producción promedio anual de 11,2 millones de Hectolitros (Bavaria, 2021).

La cervecería ubicada en Tocancipá, cuenta con más de 680 colaboradores. Cabe destacar los esfuerzos de sostenibilidad, entre ellos se destacan los programas en los cuales ha logrado la disminución en el consumo de agua y energía (Bavaria, 2021), así como el apoyo al emprendimiento local y la superación de la pobreza extrema a través del programa ZOLIP y del voluntariado corporativo (Bavaria, 2015).

## Marco de Referencia

### Cambio Climático

Según el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático, se le atribuye al sistema social y modo de producción de los seres humanos que afecta el sistema natural, incluida la atmósfera terrestre, causando la variación del clima (CEPSA, 2015).

Lo anterior, es confirmado por la Organización Meteorológica Mundial - OMM, al revelar que los cambios han sido vertiginosos desde la revolución industrial, obedecen más a causas antropológicas que a causas naturales. Esto se debe a que el desarrollo económico se ha surtido con la utilización de combustibles fósiles, además del crecimiento poblacional que demanda cada vez, más recursos, interviniendo bosques y océanos, trayendo consigo deforestación, contaminación y calentamiento global en razón a que los elementos que pasan al estado gaseoso representan emisiones o fugas (Cleaves, 2018).

En Fazio (2019), se advierte que uno de los desafíos del siglo XXI, son los fenómenos climáticos inusuales causados por el calentamiento global, definido por el aumento continuo de la temperatura media global del planeta, cuyas causas antrópicas, se deben a ciertas actividades económicas basadas en el uso de combustibles fósiles.

Por su parte, Álvarez (2021), agregó que el Grupo Intergubernamental de Expertos - IPCC encontró una relación directa entre temperatura y concentración de CO<sub>2</sub>, que arroja el incremento de GEI ocasionando la variación del clima, tendrá repercusión ambiental, social y económica e inclusive puede propiciar la expansión de pandemias.

Los científicos del IPCC recomiendan actuar de inmediatez porque la postergación de medidas de control, hará que el proceso sea más costoso. Por eso, muchos gobiernos desarrollan políticas y programas para frenar y limitar las emisiones del GEI (Álvarez, 2021).

### Gases Efecto Invernadero - GEI

Los GEI son gases atmosféricos, absorben y emiten radiación infrarroja que se capta de la luminosidad del Sol y es emitida por la superficie terrestre. Entre los GEI que más interacción tienen en el planeta, son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ) que han aumentado su concentración desde la revolución industrial como producto de la combustión al sumarse al  $\text{CO}_2$  de la atmosfera. Otros gases son el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), el ozono ( $\text{O}_3$ ), además del vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), (Cleaves, 2018).

**Figura 5**

*El Efecto invernadero*



*Nota:* Rodríguez, M. et al (2015)

Es propicio aclarar que sin ningún GEI en la atmósfera, el planeta sería sencillamente frío en regiones calientes, y prácticamente congelado en regiones de clima frío, menor de  $18\text{ }^\circ\text{C}$  bajo

cero, así no sería posible la vida. Pero, con la presencia de GEI, si crecerá su concentración, así mismo la temperatura de la Tierra se elevaría, siendo también contraproducente para cualquier manifestación de vida (Rodríguez, M. et al, 2015).

De acuerdo con el protocolo de Kyoto, se presenta la consulta hecha sobre los seis principales GEI:

Dióxido de Carbono -  $\text{CO}_2$ . Es un gas incoloro, inodoro, ligeramente ácido, no inflamable, soluble en agua en condiciones de temperatura y presión estándar. Es el principal gas de efecto invernadero. La vida media de una molécula de  $\text{CO}_2$  supera los 200 años en la atmósfera. Según la Agencia Internacional de Energía, las emisiones mundiales aumentaron un 6% en 2021, hasta alcanzar el nivel histórico más alto, 36.300 millones de toneladas, en razón de la recuperación económica después de la pandemia COVID-19, dependió en gran parte del carbón, en parte se intensificó para la generación de electricidad ante los precios record del gas natural; siendo China el país que más emisiones de  $\text{CO}_2$  registró, el 33% del total mundial, equivalente a 11.900 millones de toneladas (ONU, 14 de marzo de 2022).

Metano -  $\text{CH}_4$ : Es un hidrocarburo, incoloro, inodoro e insoluble en agua, es el principal componente del gas natural. Se produce por la descomposición o digestión de materia orgánica. El 60% de sus emisiones a la atmósfera tienen raíz en la quema de biomasa tanto por incendios forestales como uso energético propiciados por las actividades humanas; el resto se debe a producción y uso de combustibles fósiles, agricultura, ganadería y vertederos. Es uno de los gases efecto invernadero más potentes. El potencial de calentamiento es de 86 veces superior al  $\text{CO}_2$  durante sus primeros 20 años, sin embargo, la vida media de una molécula de metano en la atmósfera es de 9 años (BBVA, 2023a).

Oxido Nitroso -  $\text{N}_2\text{O}$ : Es un gas incoloro, con un olor dulce y ligeramente tóxico, provoca alucinaciones y estado eufórico en las personas. Entre las fuentes de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  se cuenta: procesos de agricultura intensiva, uso de fertilizantes nitrogenados, deforestación, quema de biomasa y combustibles fósiles, procesos biológicos de suelos y océanos,

desnitrificación del estiércol, tormentas y emisiones volcánicas. Se le atribuye el 5% del efecto invernadero artificial, compromete la capa de ozono reduciéndolo a oxígeno molecular. Su permanencia media es de más de 100 años, acumulándose en la estratosfera (PRTR, 2023).

Hidrofluorocarburo – HFC: Son sustancias sintéticas compuestas, incoloros e inodoros a temperatura ambiente. Tienen gran potencialmente de calentamiento y un grave impacto en el efecto invernadero, pues atrapan miles de veces más calor en la atmósfera que el CO<sub>2</sub>. Son gases empleados en aires acondicionados, sistemas de refrigeración, bombas de calor, agentes espumantes, extintores de incendios, propelentes en aerosoles y en disolventes. (La Vanguardia, 15 de octubre de 2016). Se liberan a la atmósfera durante procesos de fabricación y a través de fugas, reparaciones y desecho de los equipos en los que se los utiliza (EPA, 2023).

Perfluorocarbonos - PFC: Se generan como un producto derivado de la producción de aluminio y son utilizados en la fabricación de semiconductores. Los PFC generalmente tienen gran persistencia atmosférica y valores de Potencial de Calentamiento Global cercanos a 10.000 (EPA, 2023).

Hexafluoruro de azufre - SF<sub>6</sub>: Se utiliza en el procesamiento de magnesio y en la fabricación de semiconductores, al igual que como gas de traza para la detección de fugas, como gas aislante en equipos de transmisión de la electricidad, incluidos los cortacircuitos. El valor de Potencial de calentamiento global del SF<sub>6</sub> es de 22.800; por ello se ha catalogado como el gas de efecto invernadero más potente que ha evaluado el Panel Intergubernamental del Cambio Climático – IPCC (EPA, 2023).

Por otro lado, los GEI antropógenos son los originados como consecuencia de la actividad humana, estos son: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); Metano (CH<sub>4</sub>); Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); Perfluorometano (CF<sub>4</sub>) y perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>); Hidrofluorocarbonos (nombres comerciales: HFC-23, HFCS-134a, HFC-152a); hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>); y Trifloruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>). Como se puede observar, algunos GEI se repiten en ambas clasificaciones, dado que su origen

puede ser tanto natural como antropógeno, es decir, por la actividad humana (Álvarez, et al. 2021).

### Fuentes

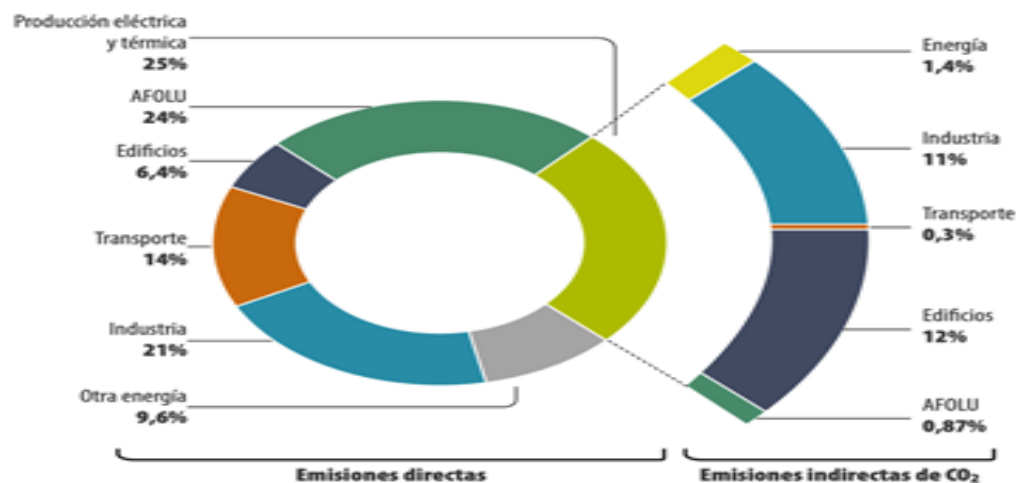
Rodríguez, M. et al. (2015), llama así, a los procesos donde se emite GEI a la atmósfera, e informa que el grupo IPCC, confirma que las emisiones de gases de efecto invernadero GEI son históricamente las más altas, y son antropógenicas, es decir, resultado de las acciones humanas. Algunas de las principales fuentes de GEI arrojados a la atmósfera son: quema de combustibles fósiles que emiten dióxido de carbono, entre ellos gasolina y diésel.

Descomposición de basura y crianza extensiva de animales, los cuales generan metano. Uso de fertilizantes que emiten óxido nítrico. Deforestación y cambio de uso del suelo que emiten dióxido de carbono.

Sin embargo, Rodríguez, M. et al. (2015) plantean cinco sectores donde se genera más GEI, los cuales son: Generación de electricidad, agricultura, silvicultura y otros del uso del suelo (AFOLU), la industria, el transporte y los edificios, dan cuenta de 94% de las emisiones de los GEI en el año 2010.

### Figura 6

*Emisiones de gases invernadero por sectores económicos*

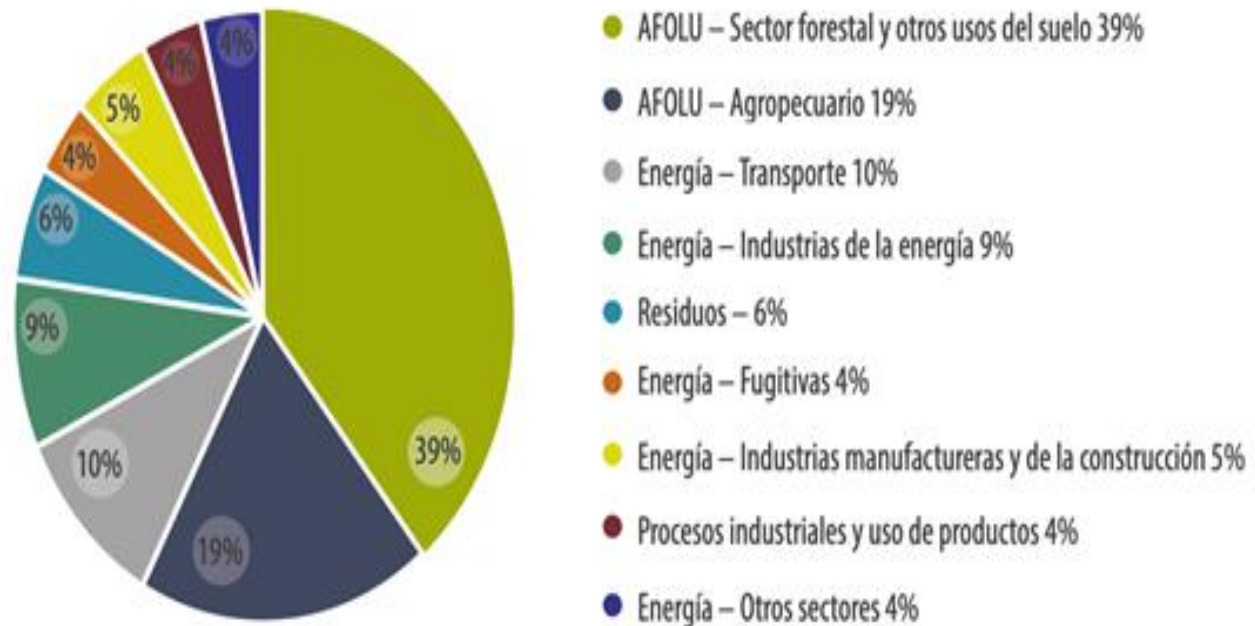


Nota: Tomada de Cambio climático lo que está en juego – IPCC, 2014

Colombia produce menos de 0,4% de las emisiones globales. Estas son las fuentes principales de emisiones en Colombia.

### Figura 7

*Fuentes de las emisiones GEI en Colombia*



*Nota:* Tomada de Cambio climático lo que está en juego – Proyecto Informe Bienal de Actualización. IDEAM, 2015

### Huella de Carbono

Para el Ministerio del Medio Ambiente de Chile – MMA (2022) es el conjunto de emisiones de GEI producidas por actividades que desarrollan de forma directa e indirecta las personas de forma individual o al interior de organizaciones, durante las diferentes fases de vida de productos, trabajos en eventos y en regiones geográficas. Se convierte en un indicador de gestión para medir en términos de CO<sub>2</sub> equivalente, el aumento de emisiones, y luego, emprender las acciones para bajar las emisiones y hacer un uso más eficiente de los recursos.

De acuerdo con la CEPAL (2013), en algunos países de la OCDE ya se implementan iniciativas con etiquetas de huella de carbono en productos que informan a la demanda, sobre las cantidades de emisiones liberadas de CO<sub>2</sub> equivalente en los procesos empresariales, bien sea, producción, transporte o eliminación de un bien, a nivel local o en su importación. Tales mediciones varían de un país a otro, según la metodología que se use, bien sea de procedencia por el comprador de los productos, o más ampliamente por el sector o ramo económico al que pertenece la empresa, o el mercado de destino.

### **Estrategias de mitigación**

Según el Ministerio de Ambiente de Colombia (S.F.), las acciones orientadas a reducir los GEI que afectan la estabilidad de la atmósfera terrestre, se denomina mitigación. El objetivo es limitar o disminuir las fuentes de emisiones. El alcance es en las políticas, estrategias, programas, incentivos, desincentivos para reducir los GEI y mejorar los depósitos de carbono, según lo pacto en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático.

Algunos ejemplos de estrategias de mitigación implementadas con mayor frecuencia por organizaciones, son: cambio en el tipo y uso de combustibles, renovación tecnológica, equipamientos más eficientes, cambio a luminarias ahorradoras, uso eficiente de energía eléctrica, adquirir productos sostenibles, transporte ambientalmente limpio, mantenimiento periódico de vehículos, disminución de residuos sólidos y promover comportamientos ambientalmente responsables (Secretaría Distrital del Ambiente, 2015).

Para el caso de industrias de alimentos y bebidas, Andrés Pascual (2019) propone algunas medidas como: Aprovisionar materias primas de proveedores con un compromiso ambiental en la reducción de huella de carbono y así colaborar en cadenas de suministro bajas en carbono. Aplicar el Análisis del Ciclo de Vida de productos y de nivel corporativo que se enfocan en la carga ambiental y cuantifican el consumo de materiales y energía. Implementar eficiencia energética renovable, bien sea biomasa, solar fotovoltaica, térmica, entre otras.

Pascual (2019), también señala la valorización energética de residuos orgánicos para lo cual propone instalar sistemas de digestión anaerobia en aguas residuales, residuos orgánicos, lodos a fin de producir biogás a ser utilizado en fuentes caloríficas como calderas, motores de co-generación, y de electricidad renovable.

Para la optimización del transporte y logística se propone surtir los vehículos con combustibles limpios como biocarburantes líquidos de segunda generación, biometano o gas verde; además, de racionalizar rutas y redes de distribución de alimentos (Pascual, 2019)

La reducción del desperdicio alimentario que es el causante del 8% anual de GEI antropogénicos y suman a las emisiones globales del equivalente al 87% de las emisiones derivadas del transporte. La digitalización permite el control de stocks y la mayor eficacia en la gestión de los puntos de venta (Pascual, 2019).

Con la llamada economía circular que significa cero residuos a vertedero se puede pensar en proyectos que favorezcan la sostenibilidad de la actividad industrial. Aprovechar los residuos para obtener el bioetileno, bioplásticos y biofertilizantes; desarrollar plásticos más sostenibles en los envases de alimentos; promover el reciclaje; uso circular del CO<sub>2</sub> de fermentación de bebidas alcohólicas en bebidas carbonatadas (Pascual, 2019).

Respecto al uso eficiente del agua, se recomienda reutilizarla en labores agrícolas u otros usos, recuperar recursos en aguas residuales, minimizar el consumo energético en los procesos de captación, uso y tratamiento final del agua.

Aplicar bioeconomía en materiales y productos químicos derivados del petróleo: bioplásticos, biocomposites, biolubricantes, biosolventes, biosurfactantes (Pascual, 2019)

Para la parte agronómica, se recomienda eficiencia en el cultivo de plantas que empleen biofertilizantes y/o biofitosanitarios (Pascual, 2019).

Generar innovación en el aprovechamiento de CO<sub>2</sub>: Absorción de este compuesto en cultivos de microalgas, usarlo como sustrato de fermentación para la obtención de compuestos

químicos, y como alternativa para solventes orgánicos en procesos de extracción (Pascual, 2019).

### **Estrategias de Compensación**

La compensación como respuesta de solución de empresas que emiten GEI, consiste en resarcir los efectos de la actividad, organización, producto, servicio o evento que genera emisiones de CO<sub>2</sub>, neutralizarlas al invertir en otro proyecto ambiental que efectivamente pueda lograr la reducción de las emisiones de GEI a la atmósfera (Climate Consulting Selectra, 2023).

Por citar algunos ejemplos de compensación de huella de carbono están los proyectos forestales buscan la repoblación del suelo, además de promover el secuestro y absorción de CO<sub>2</sub>. Otros, son los proyectos de energía renovable que buscan sustituir energías contaminantes con energía verde. También, los proyectos de eficiencia energética se enfocan a un uso racional en todas las operaciones para producir con tecnologías limpias, electricidad, calor y frío (*Climate Consulting Selectra, 2023*).

Como parte de las obligaciones estatales adquiridas con la ONU, y en la ratificación de: Protocolo de Kyoto, Protocolo de Montreal; Cumbre de la Tierra; Cumbre de París, Conferencia de las Partes (COP), se configuró el mercado de cumplimiento, conformidad o regulado únicamente para los gobiernos y empresas que deben rendir información de sus emisiones GEI. Surgieron así, los Créditos de Carbono que dan aval para que países industrializados puedan invertir en otros países con proyectos de reducción de GEI (*Climate Consulting Selectra, 2023*).

En ese sentido, es posible que países en vías de desarrollo se vean favorecidos por proyectos en los que inviertan empresas de países desarrollados. Bien sea porque los primeros tiene un mix energético más contaminante, la infraestructura tecnológica es menos eficiente, y los segundos quizá tienen excedentes de recursos económicos y el tamaño de producción es tan alta que con estrategias de mitigación no alcanzan a menguar el impacto de emisiones de GEI (*Climate Consulting Selectra, 2023*).

A propósito de aumentar la credibilidad de compensación se crearon los Certificados de Compensación de Carbono, dando transparencia y legitimidad en el mercado de conformidad, entre ellos: Mecanismo para un desarrollo limpio – MDL que trata de la financiación de proyectos, provista por países industrializados en países en vías de desarrollo; y, la Ejecución Conjunta que posibilita la inversión entre países industrializados (*Climate Consulting Selectra*, 2023).

Además, coexiste el mercado voluntario, con proyectos de reducción voluntaria de emisiones que se caracterizan por la voluntad de participar, generalmente asociada a responsabilidad social o reputación corporativa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023).

Las estrategias de reducción o remoción de GEI obedecen a iniciativas de mitigación con proyectos que se estructuran bajo estándares de carbono. Hay libertad para elegir la metodología, entre ellas, la compra y venta de unidades de carbono con certificados que corresponden a la evidencia de reducción o remoción de una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e), (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023).

Los mercados voluntarios ofrecen fiabilidad similar a los proyectos de compensación, y gozan de certificaciones por firmas u organizaciones reconocidas como:

*Verified Carbon Standard*, de la Asociación Verra, con una participación mayor al 50% del mercado voluntario, centrada en la calidad de las reducciones de GEI, garantizando que éstas sean reales, mensurables, verificables y adicionales (*Climate Consulting Selectra*, 2023).

*Gold Standard*, certificación gestionada por WWF, informa de los requisitos para los beneficios socioeconómicos y ambientales del país y la participación de comunidades locales en los proyectos de compensación (*Climate Consulting Selectra*, 2023).

Plan Vivo, Fundación que incluye la certificación de proyectos por la naturaleza, el clima y las comunidades, ofreciendo beneficios socioeconómicos y ambientales para la reducción de la

pobreza, la conservación y restauración de ecosistemas degradados, la conservación y protección del ambiente (*Climate Consulting Selectra, 2023*).

*Climate Action Reserva*, es la certificación de la CAR, que además de verificar la adicionalidad de la reducción de las emisiones, solicita otra verificación por un tercero. Los proyectos son elegibles solo cuando están ubicados en Estados Unidos o en México (*Climate Consulting Selectra, 2023*).

En Colombia, la Corporación Ambiental Empresarial – CAEM (2022), fue creada en 1983 sin ánimo de lucro, es filial de la Cámara de Comercio de Bogotá y trabaja en temas de cambio climático, economía circular, huella hídrica, huella de carbono, eficiencia energética, contaminantes de vida corta, entre otros, en alianza con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, la Secretaría Distrital de Ambiente, la Gobernación de Cundinamarca, Alcaldías Municipales, y algunos organismos internacionales como PNUD, USAID y BID (CAEM, 2022).

Además, se dispone de la plataforma MVC Colombia -significa Mecanismo de Mitigación Voluntaria de Gases Efecto Invernadero en Colombia- en la que pueden interactuar compradores nacionales e internacionales para el mercado de reducciones verificadas, apoyar las reducciones voluntarias de emisiones procedentes de proyectos de carbono forestal en el país, y fomento de la demanda local de reducciones voluntarias con estrategias de mitigación y compensación (CAEM, 2022).

La Secretaría Distrital del Ambiente (2015) propone estrategias de compensación para que las personas y empresas aporten con: sembrar plantas apropiadas en los espacios permitidos, implementar techos verdes y jardines verticales, desarrollar procesos de renaturalización.

Cuando se alcanza la máxima reducción de emisiones GEI y se compensan las emisiones incompensables, se está en el campo denominado “huella de carbono cero”, o “neutralidad de carbono” (*Climate Consulting Selectra, 2023*).

Por tanto, una actividad puede alcanzar tal neutralidad, si efectivamente cuando reduzca la cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente a la cantidad de CO<sub>2</sub> producida, y lo puede hacer a través de la financiación de un proyecto ambiental de compensación de carbono (*Climate Consulting Selectra*, 2023).

### **Protocolo Kyoto**

Se firma en 1997 y asigna obligaciones a 37 países industrializados -Anexo I- para un desarrollo limpio adoptando acciones de mitigación y mecanismos de derecho de emisión, de GEI. Los países Latinoamericanos pueden recibir incentivos y créditos de carbono para la reducción de emisiones de GEI, cooperando así, al cumplimiento de metas (CEPAL, 2018).

Según la CEPAL (2015), el protocolo de Kyoto trajo mecanismos de mercado para reducir las emisiones de GEI, entre ellas: flujo en el comercio internacional de derechos de emisión, dando la posibilidad a participar entre países, de la compra y venta de los mismos en caso de excedentes de cumplimiento. Posibilidades de apoyo entre los países del Anexo I, como invertir en proyectos para disminuir los GEI en países en desarrollo.

El Protocolo de Kyoto ha logrado que algunos gobiernos establezcan una decidida legislación para dar cumplimiento a sus compromisos ambientales, al igual las empresas han centrado la atención en tomar decisiones sobre sus inversiones en este importante eje (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, Marzo de 2019).

De ahí, que sea considerado como primer momento en el camino del mundo para reducir y estabilizar las emisiones de GEI y del cual se deriva el Mecanismo de desarrollo limpio que son proyectos con varios sitios de ejecución, y la generación de Certificaciones de reducciones de las emisiones que pueden ser transadas entre países, y las Iniciativas de mitigación de tipo PoA que corresponden a programas de uno o más proyectos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, Marzo de 2019).

### **Enmienda de Kigali**

Esta Enmienda entró en vigencia el 1 de enero de 2019, como parte de la revisión al

Protocolo de Montreal que versó sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (UNEP, 2019).

Establece para los Estados Parte, el compromiso de bajar en un 80% el consumo y la producción de hidrofluorocarbonos – HFC, durante los 30 años siguientes. Estos gases se suelen usar en aires acondicionados y otros refrigerantes alternativos (UNEP, 2019).

Se afirma que éstos gases no alteran la capa de ozono, en cambio si son peligrosos GEI con un potencial de calentamiento global de ciento a miles, superior al CO<sub>2</sub>. Entonces la enmienda de Kigali, busca evitar hasta 0,4 °C de calentamiento global en el siglo XXI, se intuye que impulsa al rediseño y uso de equipos de refrigeración más eficiente energéticamente (UNEP, 2019).

### **Sumideros de Carbono**

Siguiendo a Álvarez, et al (2021), los sumideros son los procesos orientados al retiro o remoción del carbón de la atmósfera. Por ende, hacen parte de los planes y acciones para contrarrestar el cambio climático, el control de las fuentes y disminuir las emisiones de GEI, adicional, busca mejorar el funcionamiento de los sumideros.

Así en el en el Artículo 1, define “sumidero” a un proceso o actividad que tiene la capacidad de absorber un GEI de la atmósfera y en el Artículo 7, titulado, Conferencia de las partes, promulgado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, se promueve el perfeccionamiento de metodologías para levantar por fuentes el inventario de las emisiones GEI y la absorción de esos gases por sumideros (ONU, 1992).

Entre los grandes sumideros naturales, se cuentan los océanos con capacidad de absorber hasta un 50% del carbono emitido a la atmósfera, gracias a las propiedades fotosintéticas del plancton, algas y corales (Geoinnova, 21 de febrero de 2019).

No obstante, informes del IPCC, además de corroborar lo anterior, encienden las alarmas por la actividad humana que viene causando daños al océano con acumulación de carbono, trayendo consigo la acidificación, deoxigenación y calentamiento de sus aguas, lo cual requiere

de conocimiento científico para entender el ciclo global del carbono y cómo actuar en una futura remoción de CO<sub>2</sub> marino, además de políticas y medidas de reducción o mitigación y adaptación al cambio climático (ONU, 27 de abril de 2021).

Otro reservorio de carbono son los bosques que tienen la capacidad de captar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, transformar las moléculas inorgánicas en orgánicas, además de generar el oxígeno. Se afirma que un tercio de las emisiones de origen humano de CO<sub>2</sub>, son absorbidas por las plantas para realizar la fotosíntesis, siendo un gran potencial de mitigación (*National Geographic*, 17 de marzo de 2023).

### **Emisiones**

Las emisiones se pueden dividir según su alcance:

#### **Emisiones de Alcance 1.**

Estas emisiones son de obligatorio registro por las empresas que hacen su compromiso con la medición de huella de carbono. Dentro de ellas, se agrupan cuatro grandes tipologías (Álvarez, et al, 2021):

Una, es la generación, bien sea del fluido eléctrico, calor o vapor que se produce por la quema de combustibles en fuentes fijas, como calderas y hornos, entre otras (Álvarez, et al, 2021).

La segunda corresponde a los procesos que pueden ser físicos o químicos que ocurren en la manufactura o la producción de químicos, materiales o residuos (Álvarez, et al, 2021).

La tercera es el transporte en vehículos de propiedad de la empresa o controlados por ella, como: camiones, trenes, barcos, aviones, autobuses y automóviles (Álvarez, et al, 2021).

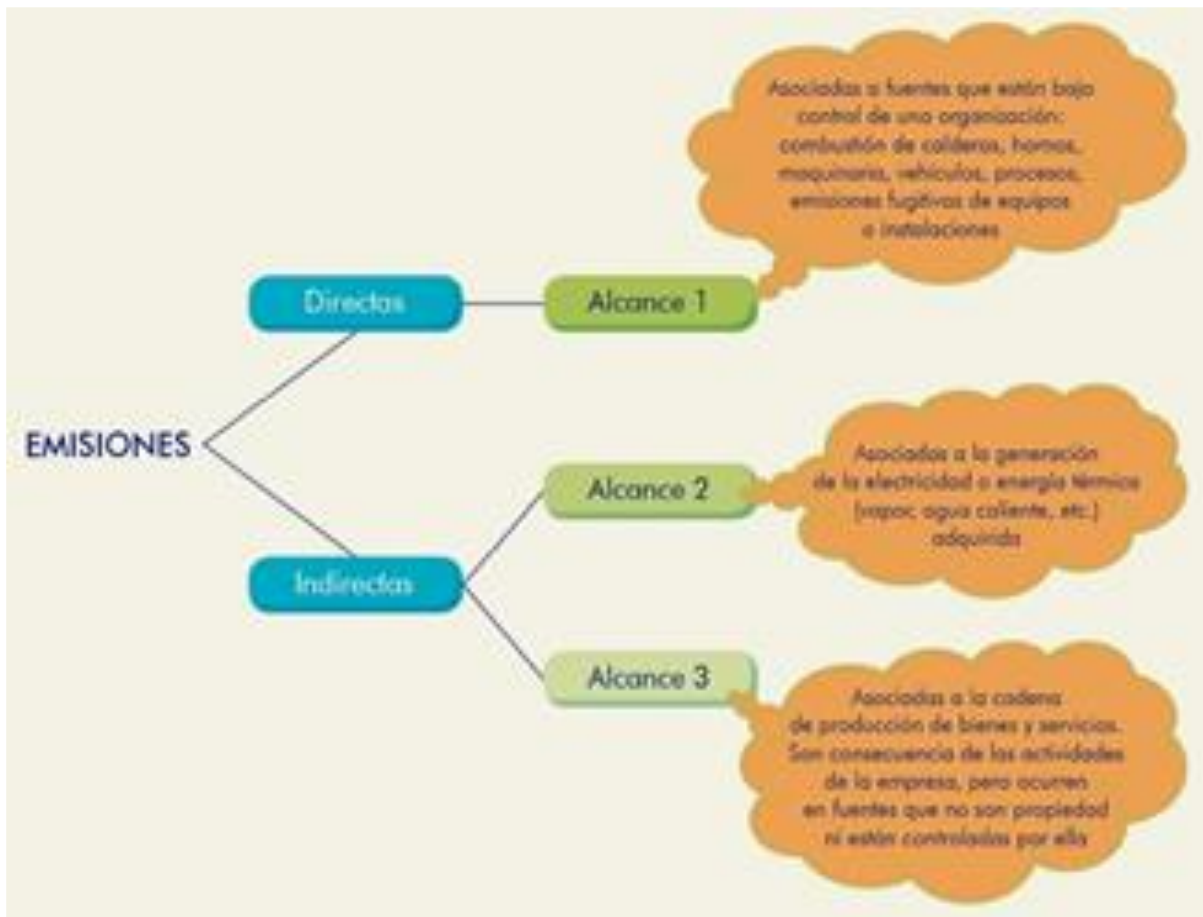
Y la cuarta, son las emisiones fugitivas ocasionadas por fugas en juntas o sellos de equipos, emisiones de metano y otros gases (Álvarez, et al, 2021).

#### **Emisiones de alcance 2:**

Son el resultado de generación de energía eléctrica o térmica en procesos de control o propiedad de la organización, como: vapor, agua caliente, etcétera (Álvarez, et al, 2021).

**Emisiones de alcance 3:**

Corresponde al resto de las emisiones indirectas donde la propiedad o control es de terceros, ajenos a la empresa (Álvarez, et al, 2021).

**Figura 8***Emisiones según alcance*

*Nota:* AENOR. Conceptos básicos de la huella de carbono

A propósito, con la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, se firmó el Acuerdo de París, adoptado por los Estados Parte, en el año 2015 durante la COP21.

Su propósito es fortalecer los propósitos obligantes de los mismos. Colombia firmó el compromiso de bajar en un 20% las emisiones de GEI para 2030 con respecto al inventario de emisiones nacionales de 2010. Cifra que podría inclusive aumentar al 30% con apoyo de otras naciones (WWF-Colombia, 2018).

**Potencial de Calentamiento Global - PCG:**

Cuando se habla del calentamiento global se connota con el fenómeno que está sufriendo el planeta en su atmósfera (IDEAM, 2007).

Según estudios científicos desde finales del Siglo XIX, viene incrementándose de forma gradual la temperatura del planeta, en razón a las capas gruesas de GEI que impiden de un lado la salida de los rayos solares bajo condiciones normales, y de otro, lado las moléculas pueden desviar los rayos infrarrojos, induciendo a un incremento de calor (IDEAM, 2007).

Simulaciones demuestran que seguirá subiendo como consecuencia de las influencias antropogénicas que van en paralelo con más concentración de CO<sub>2</sub>, y el fenómeno invernadero que es producto de la contaminación atmosférica puede ser causa del calentamiento global (IDEAM, 2007).

Según Álvarez, et al (2021), para medir el alcance de la fuerza de radiación infrarroja estimada en un período de 100 años, depende del factor de incidencia de una unidad con base en la masa de un GEI, y su conversión equivalente a la unidad de CO<sub>2</sub>.

Es decir, el potencial de calentamiento global se incrementa por la intensidad de absorción directa e indirecta de radiación infrarroja, el espectro de absorción de las diferentes longitudes de onda, y, el tiempo de vida de GEI en la atmósfera (Álvarez, et al, 2021).

Cada GEI tiene su propia manera de incidir en la Tierra. Por ejemplo, se encuentran algunos como el CO<sub>2</sub>, que perdurarán miles de años en la atmósfera, el 74% de las emisiones son antropogénicas. Su concentración es de 418,9 partes por millón y el promedio de vida media en la atmósfera es de aproximadamente 1.000 años (BBVA, 2023b).

La combustión del carbón inició en la revolución industrial, siguió después, la generación de gran cantidad de CO<sub>2</sub> con las actividades petrolíferas y de gas, al igual que en la preparación del cemento (BBVA, 2023b).

Por su parte, el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), registra un promedio de vida de 3.200 años. El metano (CH<sub>4</sub>) tiene una duración estimada entre 10-12 años, aunque es 25 veces más potente

que el CO<sub>2</sub>; mientras el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) dura entre 120-150 años en la atmósfera con un potencial de efecto invernadero 300 veces el del CO<sub>2</sub> (Álvarez, et al, 2021).

Otros GEI poseen propiedades de mayor eficacia en la absorción y reemisión de radiación infrarroja (Álvarez, et al, 2021).

En ese sentido se da lugar al denominado “Potencial de calentamiento global”, presentando variación en función de vida temporal en la atmósfera. Así cada GEI es caracterizado en correlación con una unidad de referencia definida como CO<sub>2</sub> equivalente (Álvarez, et al, 2021).

### **Factor de Emisión (FE):**

Según el Ministerio para la Transición Ecológica de España (2020), el factor de emisión corresponde a la cantidad de GEI emitido por cada unidad del parámetro “dato de actividad” y varían en función de la actividad que con ellos se desarrolla.

Para (UPME, 2020), el valor del factor de emisión debe ser congruente con los datos de actividad y la cantidad del compuesto químico según las últimas emisiones de la fuente que lo acoge. La cantidad de emisiones de un GEI se multiplica por el factor de emisión.

### **Factor de emisión para combustibles:**

Estos factores varían tanto por el tipo de combustible, la actividad que da lugar al proceso de combustión y la tecnología con la cual se aplica (CAR, 2013).

La Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME (2020) ha desarrollado para Colombia factores de emisión para combustibles en sus diferentes estados: líquidos, sólidos y gaseosos, tal como se observa en la siguiente tabla 2.

### **Factor de emisión para la energía eléctrica:**

Este factor de emisión varía de acuerdo con las diferentes fuentes de generación de energía, que pueden ser: hidroeléctrica y termoeléctrica, entre las más comunes (CAR, 2013)

Para efectos de energía eléctrica adquirida, se opta por el establecido por la Agencia Internacional de Energía – IEA, que corresponde al promedio de los años 2007 al 2009, cuyo valor es 0,136 kgCO<sub>2</sub> e/kWh (CAR, 2013), (Tabla 3).

**Tabla 2***Factores de emisión para los combustibles*

TIPO DE COMBUSTIBLE	COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISION	
		CANTIDAD	UNIDAD
Líquido	ACPM	10.15	kgCO2 e/gal
	Combustóleo	11.76	kgCO2 e/gal
	Crudo de Castilla	11.72	kgCO2 e/gal
	Diésel Genérico	10.15	kgCO2 e/gal
	Gasolina Genérico	8.15	kgCO2 e/gal
	Kerosene Col.	9.71	kgCO2 e/gal
	Kerosene Genérico	9.72	kgCO2 e/gal
	Oil Crude	11.54	kgCO2 e/gal
	Biodiésel Genérico	9.44	kgCO2 e/gal
	Biogasolina Genérica	7.17	kgCO2 e/gal
Sólido	Bagazo	1.68	kgCO2 e/kg
	Carbón Genérico	2.45	kgCO2 e/kg
	Fibra Palma de Aceite	1.93	kgCO2 e/kg
	Leña	1.84	kgCO2 e/kg
Gaseoso	Madera – Genérico	1.15	kgCO2 e/kg
	Biogás Central	1.97	kgCO2 e/Nm3
	Coke Gas D	0.77	kgCO2 e/Nm3
	Gas Domaci	1.86	kgCO2 e/Nm3
	Gas Líquido D	7.11	kgCO2 e/Nm3
	Gas Natural Genérico	1.86	kgCO2 e/Nm3
	LNG Genérico	1.86	kgCO2 e/Nm3
	LPG Genérico	7.11	kgCO2 e/Nm3
LPG Propano	8.21	kgCO2 e/Nm3	
	Oil Gas	2.68	kgCO2 e/Nm3

*Nota:* Adaptado de Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (Upme, 2020)

**Tabla 3***Factor de emisión para la Energía Eléctrica Adquirida*

AÑO	FACTOR DE EMISIÓN (kgCO2 e/kwh)
2007	0,127
2008	0,107
2009	0,175
<b>Promedio</b>	<b>0,136</b>

*Nota:* Agencia Internacional de Energía. [www.iea.org](http://www.iea.org)

La CAR (2013) enuncia cuatro factores más de emisión para distintas actividades y sectores industriales en Colombia. Esto facilita la operación de hacer un inventario de GEI, y, a partir de ello, proponer las acciones de compensación y mitigación para las organizaciones. Entre estas están para procesos industriales, actividades agropecuarios, tratamiento de residuos y para uso de suelo.

### **Mix Energético**

El mix energético refiere de dónde procede la producción de energía eléctrica: centrales térmicas de carbón, nuclear, gas natural o renovables, las cuales son susceptibles para el cálculo de la huella de carbono (QE2, 2018).

Según Gencat (2022), el mix energético corresponde a la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> causadas por las fuentes de generación de la electricidad requerida en diferentes frentes de trabajo. Si es menor el mix, significa que las fuentes energéticas son bajas en carbono.

Por consiguiente, se relaciona con la eficiencia energética que según *Nakasawa* (30 de agosto de 2022), consiste en todas las acciones encaminadas a aprovechar al máximo el consumo de energía en los procesos de producción, comercialización o consumo de productos y servicios finales. Esa preocupación por alcanzar niveles altos de eficiencia energética empieza desde la crisis petrolera que ante la escasez subieron los precios del crudo.

Lo anterior, enmarca específicamente para el sector petrolero algunas acciones, como: Cambios para la optimización de procesos y plantas que mejore las áreas de calentadores, utilidades, intercambiadores de calor, aplicaciones motoras, entre otras. Hacer inspecciones y análisis para la detección de ineficiencias energéticas, siendo las más comunes en bajo rendimiento; hornos, calderas, maquinas, la inadecuada gestión del hidrogeno y el vapor de agua. Como tercera medida, se propone el diseño de modelos de economía circular para la disminución de desechos, o encontrar un valor agregado a un residuo industrial a fin de reducir la emisión de GEI (*Nakasawa*, 30 de agosto de 2022).

Existe una paradoja entre el crecimiento económico que demanda un mayor consumo energético, merced a la industrialización y otras actividades conexas, y de otro lado, la competitividad de los mercados y las exigencias de responsabilidad social y ambiental que reclaman por el contrario, racionalizar la energía utilizada en cada unidad de producción (Espíndola y Valderrama, 2018).

En razón a la alteración que viene sufriendo la atmósfera terrestre que propicia los efectos del cambio climático, ha surgido la tendencia de mitigar las emisiones producto de la quema, fuga o emisiones de combustibles de origen fósil. Entre otras tareas de control, se elabora una matriz energética para la detección y corrección de ineficiencias ocasionadas en los diferentes procesos de una organización, se busca mejorar eficiencias en el uso de la energía y recursos económicos invertidos en productos y procesos. Ese es un inicio para avanzar hacia una sociedad más justa y sostenible en el desarrollo de las personas y el cuidado del medio ambiente (Espíndola y Valderrama, 2018).

En Colombia la eficiencia energética está contenida en una nueva política con el liderazgo del Ministerio de Minas y Energía. Para ello, es imprescindible contar con sistemas de gestión de la información, el gestor del mismo, el apoyo a empresarios, comercializadores y de servicios de energía, la planificación, seguimiento y mejora del desempeño energético conforme con la Norma Técnica Colombiana NTC ISO 50001 (UPME, 2016).

Así y las cosas, en el período 2014-2016 se han promovido proyectos de energía limpia bajo la alianza UPME-USAID que buscan disminuir el impacto de las emisiones GEI de 55.000 ton CO<sub>2</sub>e anual.

También, con el proyecto Eficiencia Energética ONUDI-UPME se iniciaron los sistemas de gestión integral de energía en más de 500 industrias del país; y se continuó con el proyecto de reglamento técnico de etiquetado en equipos eficientes| (UPME, 2016).

Y, se expidió el “Plan de Acción Indicativo del PROURE 2017-2022” para la promoción del transporte limpio, uso térmico de energía en industrias y beneficios tributarios; también, se

gestionaron recursos económicos con SUIZA para incrementar la calidad de la eficiencia energética en algunos municipios del país (UPME, 2016).

Cabe resaltar que en la apuesta por utilizar energías renovables y disminuir los efectos del cambio climático, el gobierno presenta diferentes instrumentos de política pública, como:

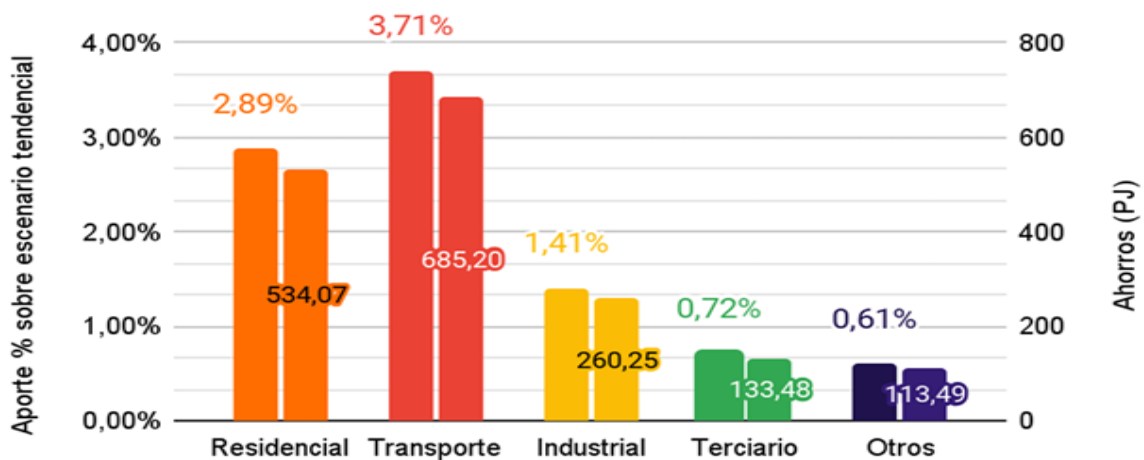
El balance energético colombiano - BECO, es un marco contable de la canasta energética existente en Colombia (UPME, 2021).

El Programa de uso racional y eficiente de Energía – PROURE, se encamina a promover el mejor uso de los recursos energéticos, establece las metas, estrategias e instrumentos relacionados con la eficiencia energética en el marco de la transformación energética del país y la mitigación del cambio climático (UPME, 2021).

Un ejercicio de simulación de PAI-PROURE concluye que el potencial de la eficiencia energética puede llegar a ser de 1.726 PJ en el período 2021-2030, lo cual significa una reducción de consumo del 9,34%, gracias a los sectores de transporte, residencial e industrial (UPME, 2021).

**Figura 9**

*Simulación de tendencias para la reducción de energía*



Nota: UPME Informe de Gestión 2021- Subdirección de Demanda - 2030 por sector.

### **Metodologías De Cálculo De La Huella de Carbono**

Según la CEPAL (2010, p.20), a la fecha no existe unificación en el uso de una determinada metodología para medir las emisiones de GEI, son numerosas, como: Softwares privados, Herramientas para organismos estatales y no gubernamentales.

Las metodologías de mayor uso sobre los productos de América Latina que tienen como mercado Europa, Estados Unidos y Japón, se plantean los estándares ISO con intención de plantear lineamientos internacionales, centrados en los marcos metodológicos siguientes: Greenhouse Gas Protocol – GHG Protocol, Bilan Carbone, PAS 250, PAS 260 (CEPAL, 2010).

#### ***International Standard Organization – ISO***

Según la CEPAL (2010, pp.21-22). Varios estándares apuntan a brindar mecanismos relacionados con los GEI: Las normas ISO 14.064, ISO 14.065, ISO 14.067 e ISO/WD 14.069.

#### ***GHG Protocol***

El GHG Protocol fue desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial para el Desarrollo Sostenible, a fin de medir todos los GEI (EPA, 2023).

Desde el año 2001, ofrece lineamientos generales y pautas de trabajos, cuyas aplicaciones se caracterizan porque usa un formato en excel, y una guía en pdf, contabiliza las emisiones GEI de los 6 gases principales según el Protocolo de Kyoto, escala a sitios como la empresa. No da recomendación de la función de compensación, ni considera otros impactos ambientales (CEPAL, 2010, pp.23-24).

Esta metodología es la iniciativa de un convenio multipartita de empresas, que tiene como objetivo orientar en el levantamiento del inventario de GEI, mediante una metodología sencilla y fácil de usar, pues, enseña a identificar las actividades responsables de emitir GEI, separarlas según su alcance, cuantificación de GEI por 12 meses, cálculo de la huella de carbono a partir de los consumos demandados por la actividad, a los cuales se les relaciona el factor de emisión, se sacan y analizan los resultados, teniendo como finalidad el diseño de propuestas de medidas de mitigación y compensación al medio ambiente (CAR, 2013).

Entre los objetivos establecidos de GHG Protocol se tienen: identificar actividades responsables de emitir GEI, separar las actividades responsables de GEI, recoger datos de las actividades durante 12 meses consecutivos, multiplicar los datos de la actividad por el factor de emisión, estructurar las emisiones según los seis GEI (A PLANET, 8 de noviembre de 2022).

Alcance 1, 2 y 3 del GHG Protocol:

Respecto al Alcance 1, son aquellas emisiones GEI directas, que emergen de fuentes que son propiedad o de control por parte de la empresa, como: la combustión, el uso de vehículos o la fabricación de productos (A PLANET, 8 de noviembre de 2022).

El Alcance 2, son emisiones indirectas de GEI, cuya base es la electricidad con fines energéticos, se consume por parte de fuentes no renovables y con escasa eficiencia de los dispositivos (A PLANET, 8 de noviembre de 2022).

A diferencia de los dos primeros, el Alcance 3, son emisiones indirectas de GEI, que se desprenden de fuentes de terceros, y la empresa no tiene control. Se pueden citar entre ellas las entidades colaboradoras o distribuidoras de la empresa (A PLANET, 8 de noviembre de 2022).

### ***Bilan Carbone***

Esta metodología creada por un organismo público de Francia, llamado ADEME, trata de un programa en formato Excel acompañado de guías en PDF con explicación de los procesos, factores de emisión que estiman en varios países y fórmulas. No cobra licencias, pero si la capacitación de quienes lo vayan a utilizar (CEPAL, 2010, pp.24-25).

Estas herramientas apuntan a calcular las emisiones de GEI con una visión generalista que permite trabajar a nivel de empresa, eventos, territorios y productos. También, ofrece la función de recomendación de contabilización de emisiones, función de recomendación de reducción de emisiones, y aunque no incluye la función de recomendación de compensación, la ADEME elaboró una Carta Magna de Compensación como ayuda para que los operadores diseñen sus líneas de compensación de emisiones (CEPAL, 2010, pp.24-25).

**PAS 2050**

Este método fue desarrollado en Inglaterra. Presenta una guía metodológica de los pasos de la función de contabilización de todos los GEI aplicable en la fabricación de productos, detalla las fórmulas a emplear. Esta disponible en internet con licencia gratis (CEPAL, 2010, p.25).

**PAS 2060**

Es una guía metodológica enfocada en las buenas prácticas de compensación de emisiones que para la organización no se pueden disminuir. Se orienta a operadores que buscan ser neutros (CEPAL, 2010, p.26).

A manera de ilustración, se ofrece un cuadro comparativo de las metodologías usadas:

**Figura 10***Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono*

	UNE-EN ISO 14064	GHG Protocol Alcance 1 y 2	GHG Protocol Alcance 3	Estandar de producto del GHG Protocol	PAS 2050	Bilan Carbone	PAS 2060-2010
Desarrollado por	International Organization for Standardization	World Business Council for Sustainable Development – World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development – World Resources Institute	World Business Council for Sustainable Development – World Resources Institute	British Standard Institute	ADEME	British Standard Institute
Uso	Inventario de emisiones, puede ser mejorado a huella de carbono	Inventario de emisiones, puede ser mejorado a huella de carbono	Huella de carbono	Cuantificación y reporte de huella de carbono	Huella de carbono	Huella de carbono	Huella de carbono y compensación de emisiones
Recomendaciones de reducción	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí
Recomendaciones de compensación	No	No	No	No	No	No	Sí
Tiene en cuenta las reducciones de GEI	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No
Gases incluidos	Todos los GEI	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	Todos los GEI	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>	6 gases incluidos en el protocolo de Kioto: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, HFCs, PFCs, SH <sub>6</sub>
Límites	Organización	Organización	Organización	Producto	Producto	Organización	Organización
Alcance	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3	Directas + Indirectas + Indirectas de alcance 3
Uso internacional	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Verificable por un organismo externo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No. ADEME lleva a cabo la verificación	Sí

Nota: CEPAL (2013, p.26)

### **Diseño Metodológico**

La investigación usa el enfoque mixto porque considera el procesamiento cuantitativo en razón a la medición de datos numéricos recolectados según las variables comprometidas en las fórmulas de cuantificación de las emisiones GEI. También, se abastece de información cualitativa para diagnosticar el fenómeno de investigación y ofrecer propuestas para su intervención a fin de eliminar elementos adversos.

Por el alcance de los objetivos dentro de la metodología holística, se define la investigación analítica porque analiza los elementos que conforman la valoración de las emisiones de GEI y las propuestas para reducir sus impactos.

El tipo de estudio es No probabilístico porque no participan sujetos que respondan a diferentes eventos o cuestionamientos, aunque revela variables cuantificables suministradas por el objeto de investigación, y que participan en la emisión de GEI.

El método de selección de la muestra es a conveniencia porque la población universal son las empresas del Grupo Empresarial Bavaria S.A., y como muestra, se selecciona por su cercanía a Bogotá D.C., la planta ubicada en Tocancipá.

Se utiliza preferentemente, un método de investigación combinado, analítico y síntesis, consiste en identificar y reorganizar las afectaciones ambientales en la cadena suministro por causa de los GEI, y aplicando el criterio de síntesis se buscan patrones de relación con propuestas de intervención que corresponde a nuevas vinculaciones de su sinergia.

De acuerdo con los criterios que dan lugar a las métricas que realiza el estudio y las fuentes de recolección de datos, el diseño de la investigación analítica corresponde con el estudio analítico documental, en virtud del foco es univariado de emisiones GEI, tomados de fuente primaria que son documentos de la empresa Bavaria, la temporalidad es puntual con registros del año 2021, atendiendo al tema que se liga a la línea de investigación EAN: Cadena de suministro sostenible, y las variables: Consumo GEI, factor de emisión, emisiones (Tabla 4).

Tabla 4

Matriz diseño de la investigación analítica

<b>Tipo de Investigación</b>	Holística - Analítica		<b>Universidad:</b>	EAN	
<b>Amplitud del foco</b>	Univariado		<b>Trabajo de grado como requisito de:</b>	Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento	
<b>Perspectiva temporal</b>	Puntual		<b>Línea de investigación:</b>	Cadena de suministro sostenible	
<b>Fuente:</b>	Pasada				
<b>Documentos</b>	Analítico transeccional retrospectivo de campo				
<b>Fases:</b>	En cada tipo de investigación se encuentra las diferentes fases de la metodología Holística				
<b>Fase Exploratoria: Enunciado holopráxico</b>	¿En qué medida las operaciones de abastecimiento y/o suministro de planta productora de Bavaria S.A., ubicada en Toncancipa generan GEI?				
<b>Fase Descriptiva: Desarrollo de la justificación y objetivos</b>	<b>Justificación</b>	Relación del tema con el programa de maestría: Gerencia de la Cadena de Abastecimiento y línea de investigación: Cadena de Suministro Sostenible	Relevancia sociambiental	Empresas competitivas en el ambito económico por ahorros y factor diferenciador en sostenibilidad	Importancia académica e institucional al investigar en empresas del sector real y elevar propuestas de mejoramiento
	<b>Objetivos</b>	<b>Objetivo General:</b> Proponer el plan de intervención orientado a reducir la huella de carbono en la cadena de suministro de la empresa Bavaria S.A., Ubicada en Toncancipá.	<b>Objetivo Específico 1:</b> Identificar los protocolos determinantes para medir el impacto de las emisiones resultantes de las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería	<b>Objetivo Específico 2:</b> Determinar el nivel de la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería	<b>Objetivo Específico 3:</b> Proponer el plan de intervención de las acciones tendientes en reducir la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la empresa Bavaria S.A., ubicada en Toncancipá
<b>Actividades</b>					
<b>Fase Comparativa: Sintagma gnoseológico</b>	Bases teóricas y conceptuales, antecedentes, criterios para elaboración de la matriz de diseño metodológico		Consulta de fuentes bibliográficas sobre GEI y protocolos	Consulta de fuente primaria: documentos empresa	Consulta de fuentes bibliográficas sobre modelos e intervención empresarial
<b>Fase Analítica: Análisis sintagmático</b>	Análisis de teorías sobre los eventos		Identificar protocolos para medir impactos de emisión GEI en fuentes bibliográficas	Analizar información documental presentada por la empresa	Seleccionar el modelo de intervención empresarial
<b>Fase Predictiva: Factibilidad de la investigación</b>	Especificidad del evento a analizar y el criterio de análisis		Elegir protocolo para medir impacto emisión GEI en Bavaria, cervecería ubicada en Toncancipa	Revisar la existencia de datos para alimentar las metricas de medición de la Huella de carbono	Estructurar plan de intervención para reducir huella de carbono
<b>Fase Proyectiva: Lineamientos metodológicos</b>	Diseño analítico		Elaborar Ficha técnica Registro de información	Seleccionar la información secundaria relativa a las metricas de Huella de carbono	Diseñar / Adaptar matrices propuesta
<b>Fase Interactiva: Recolección de datos</b>	Se relaciona con lo que se va a analizar, primero se identifica, luego pasa a la interpretación, posteriormente se ordena, y por último se reorganiza los aspectos correspondientes al evento			Aplicación de instrumentos de levantamiento de la información específica	Consolidar información
<b>Fase Confirmatoria: Analizar, integrar y presentar los resultados</b>	Uso de técnicas descriptivas y de categorización de análisis			Aplicación fórmula estimación de la Huella de carbono	Elaborar informe de investigación
<b>Fase Evaluativa: Evaluar el proceso</b>	Profundización, evaluación, sugerencias			Evaluación niveles de la Huella de carbono	Presentar conclusiones y recomendaciones

Nota: Elaboración propia, 2023

**Metodología Objetivo 1.** Consistió en el análisis de los modelos normativos y métodos que suelen usarse para determinar la huella de carbono, a fin de identificar cuál aplicar en este estudio.

**Objetivo 1:** Identificar los protocolos determinantes para medir el impacto de las emisiones resultantes de las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería.

**Tabla 5**

*Fase metodológica: Desarrollo objetivo 1*

Actividad	Método	Punto Desarrollo	Operacionalización
Consulta de fuentes bibliográficas sobre GEI y protocolos	Observación-Deductivo	Marco de Referencia	Se tomó apuntes de fuentes externas
Identificar protocolos para medir impactos de emisión GEI en fuentes bibliográficas	Sintético	Marco de Referencia	Se realizó un listado de las normas y metodologías de medición de la huella de carbono, como se indica en el marco teórico.
Elegir protocolo para medir impacto emisión GEI en Bavaria, cervecería ubicada en Tocancipá	Analítico	Diseño Metodológico	La metodología específica para analizar las emisiones de GEI, es la GHG Protocol, ( <i>Greenhouse Gas Protocol</i> ) tomando como base el formato de control operacional de Alcance 1, 2 y 3 aplicado al sector industrial. Se relaciona con la matriz de diseño de la investigación analítica del estudio documental de acuerdo con los procedimientos seguidos para desarrollar los objetivos establecidos:
Enunciar Indicador Huella de carbono	Sintético	Diseño Metodológico Diagnóstico Organizacional	Se utilizó la fórmula descrita a continuación para hacer el cálculo de la huella de carbono: Emisiones CO <sub>2</sub> = Carga ambiental x Factor de emisión
Elaborar Ficha técnica Registro de información	Analítico	Diseño Metodológico Anexo 1	Se diseñó considerando los siguientes tópicos: Datos generales de la empresa, objetivos, límites, si ha calculado la huella de carbono, medidas implementadas para reducir emisiones GEI, límites operacionales, otras fuentes de emisión

*Nota:* Elaboración propia.

**Metodología Objetivo 2.** A continuación se indica la operacionalización de actividades que informa de la situación en que se desarrollan los procesos de la cadena de suministro de la Cervecería de Tocancipá y su correspondiente medición de la huella de carbono.

**Objetivo 2:** Determinar el nivel de la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería.

**Tabla 6**

*Fase diagnóstico organizacional: Desarrollo objetivo 2*

<b>Actividad</b>	<b>Método</b>	<b>Punto Desarrollo</b>	<b>Operacionalización</b>
Consulta de fuente primaria: documentos empresa	Observación-Inductivo	Diagnóstico Organizacional	Primero se realizó una visita a la cervecería de Bavaria, ubicada en Tocancipá, a fin de conocer las principales actividades y áreas que intervienen en la cadena de suministro.
Analizar información documental presentada por la empresa	Analítico	Diagnóstico Organizacional	En compañía del Gerente Ambiental se definieron los límites operacionales, exclusiones, y el año 2021 como base del proyecto. Se solicitó información. Posteriormente, y de conformidad con el GHG Protocol, se estableció qué hace parte del Alcance 1 y el Alcance 2, los cuales son obligatorios medir.
Revisar la existencia de datos para alimentar las métricas de medición de la Huella de carbono	Observación	Diagnóstico Organizacional	Se solicitó la información al área de Gestión Ambiental del consumo de vapor y energía por cada una de las fuentes de emisión del año base 2021, las cuales fueron registrando. Anexo A y B.
Seleccionar la información secundaria relativa a las métricas de Huella de carbono	Analítico	Diagnóstico Organizacional	Se emplearon los factores de emisiones para combustibles descritos en la Tabla 2 tomados de los datos de La Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME, y en el caso de factores de emisión de energía adquirida se emplearon los descritos en la Tabla 3 definidas tomando el promedio de los años 2007-2009 de la Agencia Internacional de Energía.
Aplicación de instrumentos de levantamiento de la información específica	Analítico	Diagnóstico Organizacional	La compañía suministró información pertinente de Identificación de Fuentes de Emisión para las áreas de la Cadena de Suministro de la Cervecería definidas dentro del alcance del proyecto (Elaboración, Servicios Industriales, Envasado y Logística). Se recolectó la información referente a: Fuentes de emisiones directas Alcance 1, Ver Tabla 8, Indirectas Alcance 2, Ver Tabla 9 y otras emisiones Ver Tabla 10.

Continuación Tabla 6

Actividad	Método	Punto Desarrollo	Operacionalización
Aplicación fórmula estimación de la Huella de carbono	Analítico	Diagnóstico Organizacional	Para el cálculo de la huella de carbono en Alcances 1 y 2, se aplicó la fórmula: Emisiones CO <sub>2</sub> = Carga ambiental x Factor de emisión.
Evaluación niveles de la Huella de carbono	Analítico	Diagnóstico Organizacional	Se realizó la estimación de la incertidumbre de los datos basados en análisis estadísticos, aceptables para GHG Protocol. Posteriormente, se sumaron los impactos de todas las fuentes de emisiones del Alcance 1 (Ver Tabla 11) para obtener el impacto total de las mismas en la cadena de suministro de la cervecería de Tocancipá, de la misma manera el impacto total de las emisiones indirectas (Ver Tabla 12). Los datos obtenidos se llevaron por fuente y por estructura de gases.

*Nota:* Elaboración propia

**Metodología Objetivo 3.** A continuación se enuncian los pasos para proponer el plan de intervención para mejorar el desarrollo de los procesos de la cadena de suministro de Bavaria S.A., tendientes a mitigar o compensar la huella de carbono.

**Objetivo 3:** Proponer el plan de intervención de las acciones tendientes en reducir la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá

**Tabla 7**

*Fase intervención empresarial: Desarrollo objetivo 3*

Actividad	Método	Punto Desarrollo	Operacionalización
Consulta de fuentes bibliográficas sobre modelos e intervención empresarial	Observación-Deductivo	Marco de Referencia	Se tomó apuntes de fuentes bibliográficas modelos de intervención.

Continuación Tabla 7

<b>Actividad</b>	<b>Método</b>	<b>Punto Desarrollo</b>	<b>Operacionalización</b>
Seleccionar el modelo de intervención empresarial	Analítico	Diseño Metodológico	Se acudió al uso de la herramienta de análisis DOFA, combinando posibilidades (fortalezas u oportunidades) con limitaciones (debilidades o amenazas) a fin de plantear y programar estrategias a mantener o innovar para mitigar o compensar la huella de carbono.
Estructurar plan de intervención para reducir huella de carbono	Analítico	Plan de Intervención	Síntesis del problema, Aplicabilidad de estrategias propuestas, programación, costos del plan de intervención,
Diseñar / Adaptar matrices propuesta	Analítico	Plan de Intervención	Se diseño el programa para cada estrategia con acciones, recursos, responsables, fecha de cumplimiento, fecha de verificación
Consolidar información	Analítico	Plan de Intervención	Despliegue de la propuesta.
Elaborar informe de investigación	Sintético	Plan de Intervención	Presentación en word del informe de investigación y propuesta de mejoramiento.
Elaborar conclusiones	Sintético	Conclusiones y Recomendaciones	Atendiendo a las fases del informe, se cierra con este aparte, a fin de revisar el cumplimiento de los objetivos propuestos para la empresa que suministró los datos de la investigación.

*Nota:* Elaboración propia.

## Diagnóstico Organizacional

### Procesamiento Estadístico De Datos

Al identificar los protocolos determinantes para medir el impacto de las emisiones GEI que ocurren en los diferentes tramos de la cadena de suministro de la Cervecería ubicada en Tocancipa, se consultó inicialmente fuentes bibliográficas, y se optó por la metodología GHG Protocol

#### ***Identificación de las actividades responsables de emitir GEI de la entidad:***

Según los datos entregados por el área encargada de la empresa, se aprecia las fuentes y valores mensuales de consumo que representan emisiones GEI. Para efectos del proyecto se toman los relacionados con la cadena de suministro.

#### **Límites Operativos y Exclusiones**

En el desarrollo de este proyecto, se tuvieron en cuenta los límites operacionales de los GEI, con respecto a los Alcances 1 y 2 que contempla el GHG Protocol como obligatorios.

Se excluye el Alcance 3 correspondiente a emisiones indirectas de procesos que realicen los terceros, el transporte de vehículo de tier 1 y tier 2.

También, se excluye el inventario de gases generado por la fábrica de tapas, considerada como una empresa vertical que queda en inmediaciones de la cervecería de Bavaria, ubicada en Tocancipá, pero con dirección general diferente.

#### ***Separación De Actividades Según Alcance: Fuente De Emisiones***

En este documento se contempla inicialmente el consumo de combustible de las cuatro (4) áreas asociadas a la cadena de suministro de la cervecería de Tocancipá para los Alcances 1 y 2, estas áreas son:

Elaboración: En esta zona se da la transformación de la materia prima en mosto para luego ser fermentado, madurado y posteriormente envasado.

Servicios Industriales: Esta área tiene a cargo el tratamiento de residuos y otros servicios que aportan a la buena operacionalización de la cervecería.

Envasado: En este proceso se realiza el llenado del producto terminado en las líneas de la cervecería en los distintos packs de venta: (Botella – Lata – Pet)

Logística: Esta parte del proceso es responsable de la planeación, gestión, almacenamiento tanto de materias primas como del producto terminado, la distribución del mismo, y entrega a los clientes finales.

### **Fuente De Emisiones Directas De GEI**

Son las emisiones de Alcance 1, es decir, generadas de forma directa por la empresa, como hay caldera que funciona con Gas natural y otra con Biogás. Al igual hay un tipo de refrigerante a base de amoníaco, y otro para aires acondicionados, y los reactores anaerobios utilizan Biogás.

**Tabla 8**

*Fuente de emisiones directas*

<b>Fuente</b>	<b>Tipo de combustible / refrigerante</b>	<b>Unidad</b>
Caldera	Gas Natural	m3
Caldera	Biogás	m3
Refrigerantes R717	Amoníaco	Kg
Refrigerantes R744	Aire Acondicionados	Kg
Reactores Anaerobios	Biogás	m3

*Nota:* Elaboración propia

### **Fuente De Emisiones Indirectas De GEI**

Como se puede apreciar las fuentes indirectas que constituyen el Alcance 2, se cargan con energía eléctrica adquirida, cuyo uso es permanente:

**Tabla 9***Fuente de emisiones indirectas de GEI*

Fuente	Carga ambiental
Computadores	Energía Eléctrica Adquirida
Red de iluminación	
Aire Acondicionados	
Refrigerantes	

*Nota: Elaboración propia***Otras Emisiones**

Como Alcance 3, se distingue una fuente adicional que son las purgas donde se genera GEI, pero no se tiene en cuenta por no ser de carácter obligatorio:

**Tabla 10***Otras fuentes de emisión GEI*

Fuente	Carga ambiental
Purgas CO <sub>2</sub>	Kw/hr

*Nota: Elaboración propia***Cuantificación de las emisiones:****Período de estudio**

En virtud de la información facilitada que lleva la empresa. Se toma el año 2021 como año base, dado que se encontró registro de consumo de combustible y energía por las fuentes descritas, de forma mensual, acumulándose el total de esa vigencia.

**Incertidumbre**

El nivel de incertidumbre se estableció en +/-70,7% para las fuentes de Alcance 1, y de +/-16.8% para las de Alcance 2.

**Consumo Combustible o Refrigerante Alcance 1**

Una vez se tuvo acceso a los registros mensuales, se totalizó el consumo anual de combustible de las fuentes establecidas en la planta cervecera, ubicada en Tocancipa. Se procedió a consolidarla de acuerdo con la fuente y la cantidad de consumo, siendo relevante el consumo de la fuente Refrigerantes, el de amoníaco 159,531 kgCO<sub>2</sub> e/Ton, y en otras, la Montacarga con 26,089 kgCO<sub>2</sub> e/Ton.

**Tabla 11**

*Cantidad de consumo combustible Alcance 1*

Tipo De Fuente De Emisión De Gei	Tipo De Combustible / Refrigerante	Unidad	Consumo		Incertidumbre De La Fuente
			Cantidad	Unidad	
Caldera	Gas Natural	Nm3	10,436	kgCO <sub>2</sub> e/Nm3	+/-70.7%
Caldera	Biogás	Nm3	2,139	kgCO <sub>2</sub> e/Nm3	+/-70.7%
Refrigerantes	Amoniaco	Kg	159,531	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	+/-70.7%
Refrigerantes	Aire Acondicionados	Kg	68,370	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	+/-70.7%
Reactores Anaerobios	Biogás	Nm3	0,535	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	+/-70.7%
Montacargas	Gas natural	Nm3	26,089	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	+/-70.7%

*Nota:* Elaboración propia, tomada de registros mensuales suministrados por Bavaria S.A.

### Consumo De Energía Alcance 2

Esta información se facilitó con el conteo mensual que lleva la empresa, totalizando un consumo de 61.121.471 KW/h, tal como se aprecia, el mes de más consumo fue de 5.704,475 KW/h, y el de menos se reporta en mayo con 4.244,620 KW/h

**Tabla 12**

*Cantidad de consumo de energía 2021*

<b>Consumo Energía 2021</b>			
<b>Mes</b>	<b>Consumo KW/h</b>	<b>Mes</b>	<b>Consumo KW/h</b>
<b>Enero</b>	5.228,709	<b>Julio</b>	5.192,663
<b>Febrero</b>	4.699,973	<b>Agosto</b>	5.207,014
<b>Marzo</b>	4.994,756	<b>Septiembre</b>	4.994,961
<b>Abril</b>	4.736,452	<b>Octubre</b>	5.563,311
<b>Mayo</b>	4.244,620	<b>Noviembre</b>	5.485,095
<b>Junio</b>	5.069,442	<b>Diciembre</b>	5.704,475
<b>Total</b>			<b>61.121,471</b>

*Nota:* Elaboración propia, tomada de registros mensuales suministrados por Bavaria S.A.

### **Cálculo De Huella De Carbono Por Alcance**

Una vez se obtuvo la cuantificación de emisiones se procedió a estimar las emisiones GEI de acuerdo con los consumos de las diferentes fuentes relacionadas de la Cervecería de Tocancipá del grupo AB Inbev, de acuerdo con los factores de emisión enunciados en las Tablas 2 y 3, y la fórmula:

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Carga ambiental} \times \text{Factor de emisión}$$

### Huella De Carbono Alcance 1

El total de las emisiones de este Alcance es de 76,622 Ton CO<sub>2</sub> e/Kwh. Se evidencia que los vehículos utilizados para el cargue y descargue de envase, denominados, montacargas, producen 48,526 Ton CO<sub>2</sub> e/Kwh que junto con las calderas, las cuales arrojan 23,625 Ton CO<sub>2</sub> e/Kwh, son las fuentes que generan más emisión de GEI, dentro del Alcance 1. Siguen los refrigerantes que suman 3,419 Ton CO<sub>2</sub> e/Kwh, lo cual indica que al multiplicar por el factor de conversión, la emisión resultante es baja, en virtud de los tipos de refrigerantes que se están usando. Por último, se tiene las fuentes conocidas como Reactores anaerobios con 1,054 76,622 Ton CO<sub>2</sub> e/Kwh de emisiones GEI.

**Tabla 13**

*Huella de carbono emisiones Alcance 1*

Alcance 1							
Emisiones Directas (Fuentes Fijas)							
Fuente	Tipo de combustible / Refrigerante	Unidad	Consumo		Factor de conversión	Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre de la fuente
			Cantidad	Unidad			
Caldera	Gas Natural	Nm3	10,436	kgCO <sub>2</sub> e/Nm3	1,86	19,411	+/-70.7%
Caldera	Biogás	Nm3	2,139	kgCO <sub>2</sub> e/Nm3	1,97	4,214	+/-70.7%
Refrigerantes	Amoniaco	Kg	159,531	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	0,015	2,393	+/-70.7%
Refrigerantes	Aire Acondicionados	Kg	68,37	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	0,015	1,026	+/-70.7%
Reactores Anaerobios	Biogás	Nm3	0,535	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	1,97	1,054	+/-70.7%
Montacargas	Gas natural	Nm3	26,089	kgCO <sub>2</sub> e/Ton	1,86	48,526	+/-70.7%
<b>Subtotal Emisiones Directas</b>						<b>76,622</b>	<b>+/-70.7%</b>

*Nota:* Elaboración propia, tomada de registros mensuales suministrados por Bavaria S.A.

### Huella De Carbono Alcance 2

Siguiendo la investigación con el levantamiento de información que entregó la empresa, se determinó el total de las emisiones GEI de Alcance 2, corresponde al consumo de energía en las zonas de estudio, de la cervecería Bavaria, en Tocancipá:

**Tabla 14***Huella de carbono emisiones Alcance 2*

Alcance 2						
Emisiones Indirectas (Energía Adquirida)						
Consumo	Factor de Emisión	Consumo			Huella de Carbono (Ton CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre de la Fuente
		Unidad	Unidad	Cantidad		
Energía Eléctrica	0.136	Ton Co2 e/Kwh	Kw/hr	61.121,47	8.312,52	+/- 16.8%
Subtotal Emisiones Indirectas					8.312,52	+/- 16.8%

*Nota:* Elaboración propia, tomada de registros mensuales suministrados por Bavaria S.A.

### Total Emisiones Huella De Carbono

Hechos los cálculos por tipo de Alcance, que en este caso, se computan las Fuentes Fijas (Alcance 1) y las Fuentes Indirectas (Alcance 2) en los puntos de análisis de la Cervecería que se ubica en Tocancipá para el año 2021 se colocó sobre los 8,389 Ton CO<sub>2</sub> e, esto quiere decir que de acuerdo con el potencial de calentamiento global de los combustibles o energía, se estima la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> e:

**Tabla 15***Total emisiones huella de carbono*

Alcance	Fuentes	Cantidad (Ton CO <sub>2</sub> e)	% Del Total	Incertidumbre
1	Fuentes Fijas	76,622	1%	70.7
	<b>Subtotal Emisiones Directas</b>	<b>76,622</b>	<b>1%</b>	<b>70.7</b>
2	Energía Adquirida	8.312,520	99%	16.8
	<b>Subtotal Emisiones Indirectas</b>	<b>8.312,520</b>	<b>99%</b>	<b>16.8</b>
<b>Total Huella de Carbono</b>		<b>8.389,142</b>	<b>100%</b>	<b>58.3</b>

*Nota:* Elaboración propia adaptada de subtotales tomados de Tablas 13 y 14 de este documento.

## Análisis De Los Resultados

### ***Nivel Huella De Carbono Según Fuente De Emisión GEI***

En este análisis se presenta la distribución porcentual de cada fuente según el Alcance.

#### **Participación Emisiones Fuentes Fijas En Huella De Carbono**

Es así que entre las fuentes que liberan Carbono o GEI a la atmósfera en la cadena de suministro -objeto de investigación- se tiene las emisiones ocurridas por fuentes fijas o directas, es decir, que son propiedad o están bajo control de la Cervecería en Tocancipá, como son: las calderas, equipos refrigerantes, reactores y montacargas.

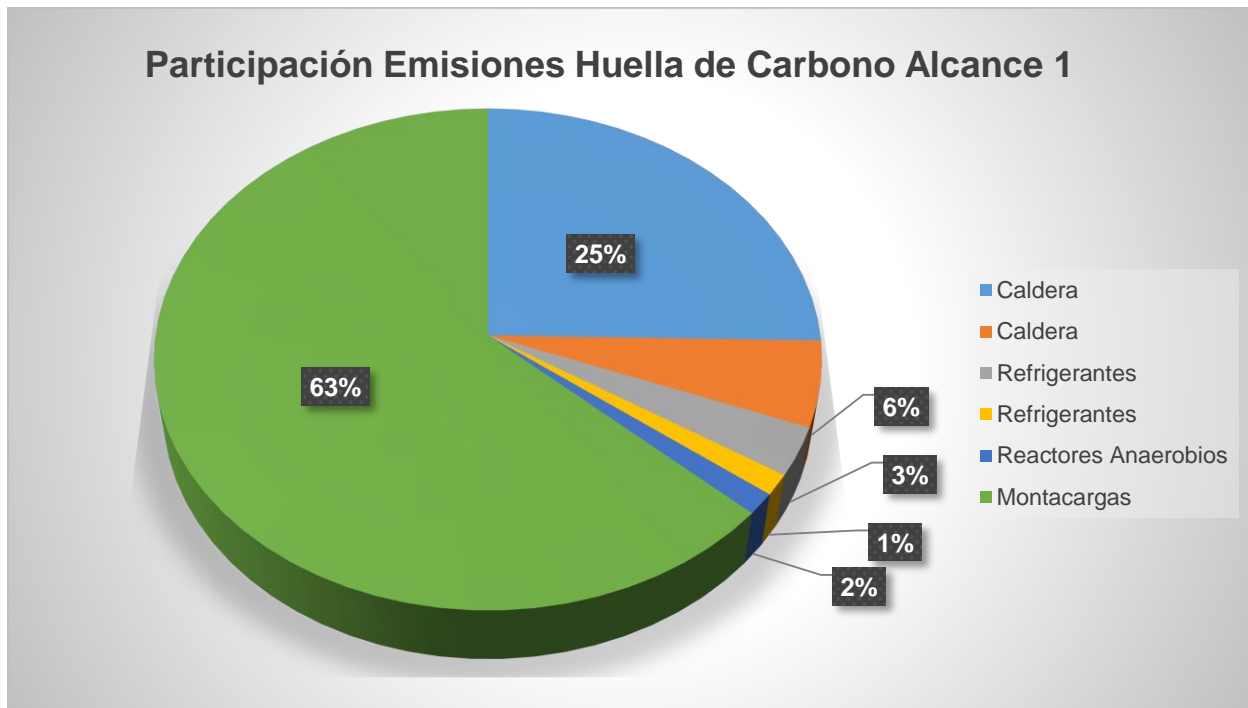
Como se evidenció las fuentes de emisión de Alcance 1 generan una huella de carbono de 76,622 Ton CO<sub>2</sub>e, y la participación de cada fuente se visualiza en la siguiente tabla y gráfica, donde la más alta, es del 63,33% que corresponde a las emisiones que hacen los montacargas, y la más baja es de los reactores anaerobios con el 1,38%.

**Tabla 16**

*Nivel de huella de carbono por fuentes Alcance 1*

<b>FUENTE DE EMISIÓN DE GEI</b>	<b>HUELLA DE CARBONO (Ton CO<sub>2</sub> e)</b>	<b>NIVEL</b>
Caldera	19,411	25,33%
Caldera	4,214	5,50%
Refrigerantes	2,393	3,12%
Refrigerantes	1,026	1,34%
Reactores Anaerobios	1,054	1,38%
Montacargas	48,526	63,33%
<b>Subtotal</b>	<b>76,622</b>	<b>100,00%</b>

*Nota:* Elaboración propia adapta de cálculos tomados a partir de la información de Tabla 13.

**Figura 11***Nivel de huella de carbono por fuentes Alcance 1*

*Nota:* Elaboración propia adapta a partir de la información de Tabla 16.

De acuerdo con la participación en el total de emisiones directas o Alcance 1, el mayor impacto por fuentes de GEI se concentra en los montacargas con un 63,33%, los cuales son operados con gas natural.

En consideración, le sigue la Caldera como fuente de GEI que impacta en el total con el 25,33%, operada con gas natural (origen fosil); y otra Caldera que participa con el 5,50% que se constituye en fuente de GEI al funcionar con biogás (se obtiene con proceso de descomposición de materia orgánica de cualquier origen). Sumado el impacto de las dos Calderas, es de 30,83%.

Luego, siguen las fuentes de GEI conocidas como Refrigerantes que participan con el 4,46%. Uno utiliza amoníaco y su participación en total de emisiones es de 3,12%; el otro, es de aire acondicionado, usa el gas R 744, con el 1,34%.

Así mismo, dentro del grupo de fuentes de Alcance 1, se tiene a los reactores anaerobios que participan con el 1,38% en las emisiones de GEI, utilizan el biogás.

### Participación Emisiones Fuentes Indirectas En Huella De Carbono

Las emisiones de fuentes indirectas que se dan en la empresa cervecera de Tocancipá son por el consumo de energía eléctrica que se adquiere de la empresa Enel Colombia.

Como la empresa lleva un registro anual, para el año 2021 se observa una curva creciente de la huella de carbono, aunque con unos picos al piso en los meses de febrero que decreció al 7,67%; mayo, 6,93%; y septiembre, 8,15%; es decir, el nivel de participación cae, en meses siguientes a un ritmo similar o moderados a otros meses de declive.

Por el contrario, los meses con picos al techo de emisiones fueron marzo con el 8,15%; en octubre, 9,08%; y diciembre, 9,31%.

Como se observa en la Tabla siguiente, los meses de julio, agosto y septiembre, resultan ser los más estables en el nivel de huella de carbono entre el 8,27% al 8,50%.

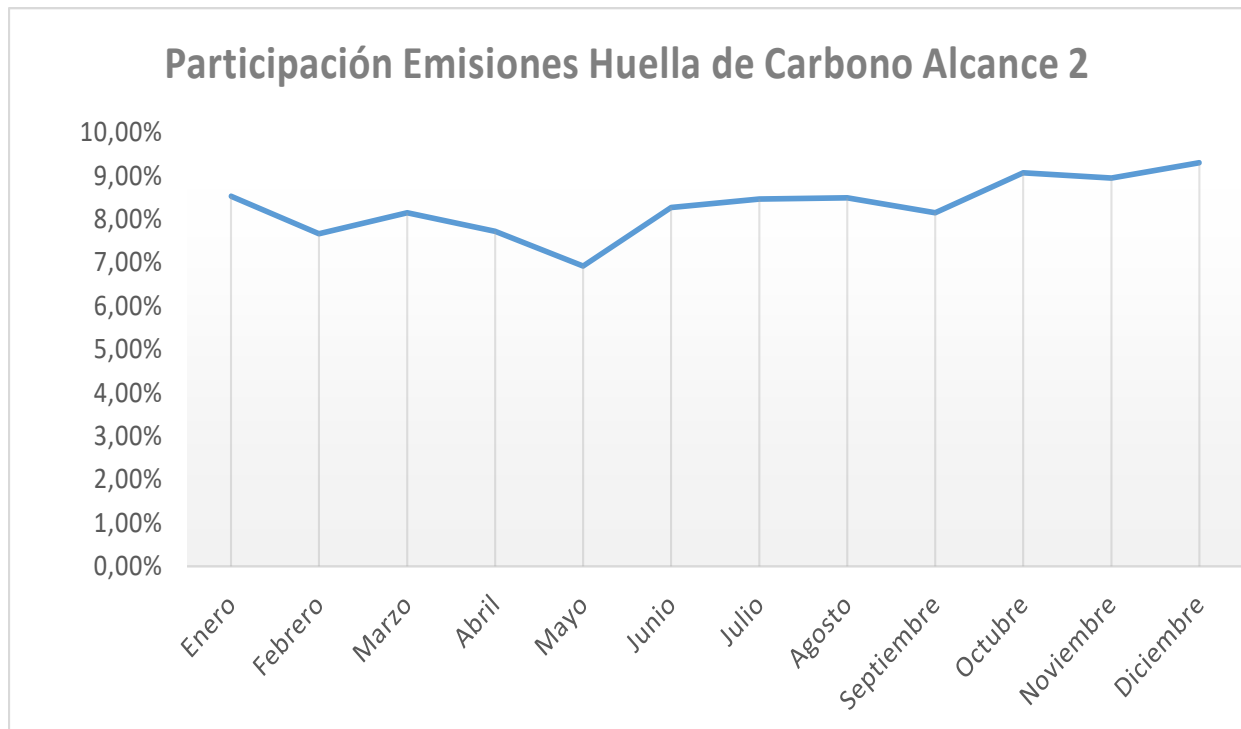
Así el Alcance 2, suma 8.312,52 Ton CO<sub>2</sub> e.

**Tabla 17**

*Comportamiento huella de carbono Alcance 2*

CONSUMO ENERGÍA 2021		FACTOR DE EMISIÓN	HUELLA DE CARBONO (Ton CO <sub>2</sub> e)	NIVEL
MES	CONSUMO KW/h			
Enero	5.228,71	0,136	711,10	8,53%
Febrero	4.699,97	0,136	639,20	7,67%
Marzo	4.994,76	0,136	679,29	8,15%
Abril	4.736,45	0,136	644,16	7,73%
Mayo	4.244,62	0,136	577,27	6,93%
Junio	5.069,44	0,136	689,44	8,27%
Julio	5.192,66	0,136	706,20	8,48%
Agosto	5.207,01	0,136	708,15	8,50%
Septiembre	4.994,96	0,136	679,31	8,15%
Octubre	5.563,31	0,136	756,61	9,08%
Noviembre	5.485,10	0,136	745,97	8,95%
Diciembre	5.704,48	0,136	775,81	9,31%
<b>Total</b>	<b>61.121,47</b>		<b>8.312,52</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Elaboración propia adapta de cálculos tomados a partir de la información de Tabla 12.

**Figura 12***Comportamiento huella de carbono por fuentes Alcance 2*

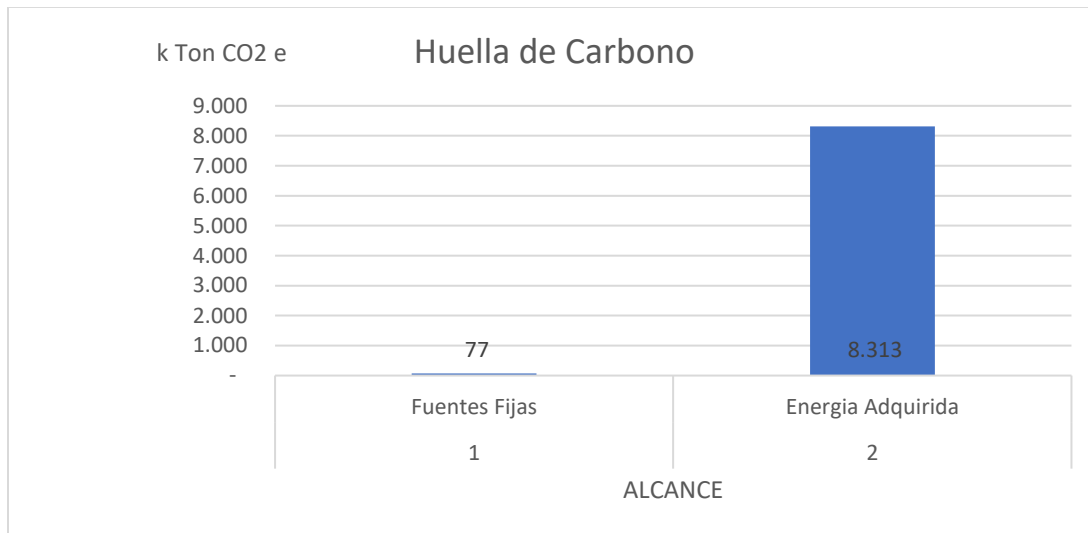
*Nota:* Elaboración propia

### **Total Alcance 1 y 2**

De acuerdo con los resultados de medición del Alcance 1 y Alcance 2, se determinó el total de nivel de huella de carbono en las actividades objeto de investigación de la Cervecería ubicada en Toncancipa.

Como se puede observar en los resultados, la situación actual evidencia la tendencia de tener una participación alta en huella de carbono por emisiones de fuentes del Alcance 2 (Energía adquirida), representa el 99% del total.

De acuerdo con los reportes de consumo de energía, el 54% de éstas son consumidas por el funcionamiento de equipos tecnológicos como es la maquinaria de producción del área de envase y en los refrigerantes del área de elaboración, los cuales demandan bastante energía (Ver Anexo1).

**Figura 13***Huella de carbono por alcance*

*Nota:* Elaboración propia

El Alcance 1 en la cervecería aporta el 1% del total de huella de carbono, el porcentaje es pequeño, pero, significativo por el alto impacto al medio ambiente que este representa, con emisiones totales para el año 2021 de 76,622 Ton CO<sub>2</sub>e. De acuerdo con el análisis hecho a las fuentes fijas de las zonas previstas en el análisis de la cervecería, más del 50% de estas emisiones están concentradas en el área de Envase, Elaboración y Logística (Ver Anexo 2), las dos primeras por los consumos de Calderas de gas natural y biogás y el tercero por los consumos de los montacargas.

La situación actual de los Alcances 1 y 2, se vislumbran como oportunidades de mejora para ampliar el proyecto *Green Logistic*, y la utilización de energía solar en la cervecería principal de Bavaria S.A.

### ***Nivel Huella De Carbono Según Estructura De Emisión Gases GEI***

Otra forma de revisar la huella de carbono es por la estructura en que participan los GEI en el proceso. Como se citó en punto anterior, la mayor emisión de GEI en la cadena de abastecimiento de la cervecera en Tocancipá, convertidos en Ton CO<sub>2</sub> e es del Alcance 2,

quiere decir, que el abastecimiento del fluido eléctrico adquirido compromete la huella de carbono con el 99,09%  $\equiv$  99%; mientras, que el 0,9%  $\equiv$  1% corresponde a combustibles y refrigerantes.

**Tabla 18**

*Estructura de GEI según huella de Carbono*

TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE	HUELLA DE CARBONO (Ton CO <sub>2</sub> e)	% PARTICIPACIÓN ESTRUCTURA
Gas Natural	67,937	0,81%
Biogás	5,268	0,06%
Refrigerante Amoniaco: R717	2,393	0,03%
Refrigerante Aire Acondicionado: R744	1,026	0,01%
Energía eléctrica - adquirida	8.312,520	99,09%
<b>Total (Ton CO<sub>2</sub> e)</b>	<b>8.389,143</b>	<b>100,00%</b>

*Nota:* Elaboración propia

#### **Gas Natural:**

Es un hidrocarburo mezclado principalmente del 90% de metano, (Surtigas, 2016) junto con otros gases livianos como etano, propano, butano, pentano (Universidad de Cantabria, 2021); y, una proporción pequeña de hidrógeno, dióxido de carbono, helio, ácido sulfhídrico, (Surtigas, 2016). Se formó en la tierra a través de los años, siendo una fuente de energía fósil, no renovable. Por su gran poder calorífico circula por gasoducto bajo las ciudades; aporta comodidad doméstica y provee a la industria, la energía que necesita.

En la cervecería es utilizado en calderas destinadas a la producción de calor, y, montacargas que facilitan el cargue, descargue y apilamiento de envases o producto empacado, totalizando 36.505 Nm<sup>3</sup> de consumo, multiplicados por el factor de emisión 1,86%, convirtiéndose en 67,937 Ton CO<sub>2</sub>e de emisión GEI.

**Biogás:**

Se le considera un gas renovable. Es un combustible formado principalmente por metano entre un 50-75% -el cual le da su carácter energético- y dióxido de carbono, por medio de la biodegradación anaerobia de residuos orgánicos (ganaderos, agroindustriales, lodos y otros residuos urbanos), (Smallops, 2022).

De esa descomposición también se obtiene dióxido de carbono con 30 – 45% y en proporciones más pequeñas otros gases como: hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, y ácido sulfhídrico. El poder calorífico del biogás oscila entre 18,8 y 23,4 megajulios por metro cúbico ( $\text{MJ/m}^3$ ), (Ecogal, 2023).

En la empresa cervecera el biogás es utilizado para el funcionamiento de una caldera y los reactores anaerobios, cuyo consumo en el año 2021 fue de 2,674 Kg  $\text{CO}_2$  e /  $\text{Nm}^3$ , que al aplicar el factor de emisión 1,97, arroja una emisión de 5,268 Ton  $\text{CO}_2$  e de GEI.

**R717 – Refrigerante Amoníaco:**

El Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), existe abundantemente en la naturaleza. El 90% de la producción es utilizada en fertilizantes, con aplicación directa o convertidos en fertilizantes nitrogenados sólidos y líquidos. También, los limpiadores para el hogar lo contienen. Además, por sus propiedades de vaporización se utiliza ampliamente como refrigerante (Fluideco, S.F.).

Es por eso, que en la planta cervecera de estudio, el sistema de refrigeración opera con amoníaco anhidro de baja carga R717, el cual después de la condensación se almacena en el tanque recibidor o tanque de alta presión, y por medio del diferencial de baja presión, pasa al tanque separador o de baja presión. De ahí, es bombeado hacia los múltiples enfriadores o cargas que componen el sistema. El refrigerante que se evapora es succionado por los compresores completando el ciclo.

Por ejemplo, el R717 se utiliza para enfriar a 2°C el agua mediante el enfriador de agua para mosto. Es importante resaltar que el mosto se elabora en las cocinas donde se transforman las materias primas en un líquido azucarado y nutritivo que alimenta la levadura. El proceso de

forma general contempla las siguientes fases: molienda, maceración, filtración, cocción, sedimentación y enfriamiento.

El sistema de refrigeración que funciona con Amoníaco R717, totalizó 159,531 kg de consumo en el año de estudio, convirtiéndose en 2,393 Ton CO<sub>2</sub>e de emisión GEI.

**R744 – Refrigerante Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para aire acondicionado:**

El R744 es un gas refrigerante a base de CO<sub>2</sub>, es incoloro e inodoro, bajo en toxicidad, de alta pureza con un contenido de humedad de menos de 10 partes por millón, cualidad que le hace trabajar con mayor eficacia y con menor impacto corrosivo. Su potencial de calentamiento global apenas es de 1, y el potencial de agotamiento de ozono es “cero” (Linde, 2012).

El consumo de Refrigerante R744, sumó 68,37 kg y las emisiones por su concepto fueron de 1,026 Ton CO<sub>2</sub>e de emisión GEI en 2021.

**Energía eléctrica adquirida:**

Son diversos los procesos que demandan el consumo de energía en una planta cervecera, tanto en algunos sectores de la línea de producción de bebidas, los equipos de refrigeración, aires acondicionados, electrobombas, ventiladores e iluminación en general.

De 61.121,47 Kw/h consumidos en 2021, se aplicó el factor de emisión 0,136, encontrándose una emisión de 8.312, 52 Ton CO<sub>2</sub>e, es decir, es responsable del 99,09% de la huella de carbono.

## Plan De Intervención

Este plan presenta un programa de acciones tendientes en disminuir la huella de carbono en las actividades de suministro de la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca, con la estructura siguiente:

### 1. Síntesis Del Problema

Bavaria ha venido asumiendo una serie de compromisos de sostenibilidad para los siguientes años:

2024: Crear la séptima planta cervecera, que operará con energía solar. Ésta se ubicará en el municipio, Palmar de Varela, Atlántico y se convertirá en un referente ambiental para las otras plantas e inclusive otras empresas a nivel de Colombia.

2025: Será abastecida de energía eléctrica 100% renovable por ser parte de la iniciativa global RE100.

2040: El proyecto *Green Logísticas* (Logística verde) busca concentrar esfuerzos para eliminar la huella de carbono a 2040.

Es así, que dentro del Código de conducta AB InBev establece que los productos se deben fabricar de forma responsable con el ambiente y cada empleado debe aportar en la disminución de los impactos.

De ahí, que la medición y valor de las emisiones de combustibles o refrigerantes sean catalogados como una debilidad que debe subsanarse con estrategias de mitigación, reducción o compensación; especialmente, los relacionados con el Alcance 2, dadas las emisiones GEI ocasionadas por el fluido eléctrico que participa con el 99%, al generar 8.312,520 Ton CO<sub>2</sub>e y el Alcance 1 con el 1% del impacto total, al producir 76,624 Ton CO<sub>2</sub>e (Tabla 19).

Para ello, se planteó en una matriz DOFA, el desarrollo de estrategias que combinan las posibilidades (fortalezas y oportunidades) y limitaciones (debilidades y amenazas), (Tabla 20).

Tabla 19

Indicadores cadena de suministro Bavaria, Tocancipá.

Variable	Indicador de desempeño	Unidad	Índice 2021	Expresión Indicador
Consumo	Consumo combustibles – Alcance 1: Gas natural Biogás Amoníaco – R717 Refrigerante CO <sub>2</sub> – R744	Nm3 Nm3 Kg Kg	36,525 2,674 159,531 68,370	Para X Consumo de combustible o energía: $CT_{pt} = \sum_{i=1}^n T C_{ipt}$ CT = Suma de consumo de combustible o energía totales, en la planta cervecera <i>p</i> , durante período de tiempo <i>t</i> . TC = Valor de combustible o energía totales <i>i</i> , medidos en la planta cervecera <i>p</i> , durante período de tiempo <i>t</i> . <i>n</i> = número de valores de combustible o energía.
	Consumo Energía adquirida – Alcance 2	Mwh	61.121,47	
Factor de Emisión	Factor emisiones Alcance 1: Gas natural Biogás Amoníaco – R717 Refrigerante CO <sub>2</sub> – R744	Nm3 Nm3 Kg Kg	1,86 1,97 0,015 0,015	Para X Factor de emisión de combustible o energía $FE_{combustible} = \frac{tCO_2 e}{T_{CA} T_{j CA combustibles consumido}}$ $FE_{energía} = \frac{tCO_2 e}{T_{j CA} T_{j energía consumida}}$ FE = Factor de Emisiones combustible o energía tCO <sub>2</sub> e = Total emisiones del sector al que pertenece el gas o energía en el país. TjCA= Total Carga ambiental consumida combustible o energía por la planta cervecera.
	Factor emisiones Alcance 2: Energía eléctrica	Mwh	0,136	
Emisiones de GEI	Emisiones directas de GEI Alcance 1: Gas natural Biogás Amoníaco – R717 Refrigerante CO <sub>2</sub> – R744	Ton CO <sub>2</sub> e Ton CO <sub>2</sub> e Ton CO <sub>2</sub> e Ton CO <sub>2</sub> e	67,937 5,268 2,393 1,026	Para X Emisiones de gases de combustible o energía $E = CA * FE$ E = Emisiones CO <sub>2</sub> = Huella de carbono CA= Carga ambiental FE = Factor de emisión por unidad de consumo.
	Emisiones indirectas de GEI Alcance 2: Energía eléctrica adquirida	Ton CO <sub>2</sub> e	8.312,520	
	Total Emisiones: Alcance 1 - Combustibles Alcance 2 – Energía adquirida Total Emisiones Alcance 1 y 2	Ton CO <sub>2</sub> e Ton CO <sub>2</sub> e Ton CO <sub>2</sub> e	76,624 8.312,520 8.389,144	Para X Total emisiones gases de combustible o energía: $ET_{pt} = \sum_{i=1}^n T A1_{ipt} + \sum_{i=1}^n T A2_{ipt}$ ET = Suma de emisiones Alcance 1 y Alcance 2, en la planta cervecera <i>p</i> , durante período de tiempo <i>t</i> . TA1= Valor de emisiones de combustible totales <i>i</i> , medidos en la planta cervecera <i>p</i> , durante período de tiempo <i>t</i> . TA2= Valor de emisiones de energía totales <i>i</i> , medidos en la planta cervecera <i>p</i> , durante período de tiempo <i>t</i> . <i>n</i> = número de valores de combustible o energía.

Nota: Elaboración propia, a partir de Tablas

**Tabla 20**

*Matriz DOFA Cadena de Suministro*

MATRIZ DOFA CADENA DE SUMINISTRO		
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
EMPRESA BAVARIA: CERVECERÍA UBICADA EN TOCANCIPA	O1. Pertenencia a iniciativa Global RE100, con compromiso que para 2025 utilizará solo energía renovable.	A1. Tensiones sociales y económicas por sistema energético actual que se hace insostenible.
	O2. Código de conducta AB InBev. Elaborar productos de forma responsable con el ambiente. Todo empleado aporta en la disminución de los impactos	A2. Agotamiento de combustibles fósiles. lluvia ácida, efecto invernadero, contaminación ambiental
	O3. Proyecto de concentrar esfuerzos para alcanzar el carbono neutralidad a 2040	A3. Desgaste, corrosión de tuberías o ductos de circulación de agua o gases utilizados en las operaciones de suministro
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS FA
F1. Principios, valores, políticas, proyectos globales e internos de la Compañía	F1O1. Delimitar la trayectoria anual de reducción de Huella de Carbono hacia la década 2040-2050 con sus escenarios posibles para la cervecería ubicada en Tocancipa.	F1A1A2. Apoyar toda la cadena de abastecimiento; hacia atrás con proveedores de cebada, agua, energía, y, hacia adelante, tiendas o expendios de cervezas, maltas y otros productos de la compañía para mejores prácticas en el uso de energía, asignación de neveras amigables con el ambiente para enfriamiento del producto.
F2. Informes de sostenibilidad que presentan experiencias globales de AB InBev y propias de Bavaria en Colombia en la reducción de Huella de Carbono	F2FO2. Adoptar estrategias e inversiones para reducir la emisiones de GEI.	F2A2A3. Capacitación y cualificación del personal en las áreas que requieren potenciar para el abastecimiento, instalación infraestructura, manejo y control de paneles solares y su alcance en el proceso productivo, logístico, sistema de refrigeración, sistema de aire acondicionado, entre otros.
F3. Meta creación de séptima planta cervecera de Bavaria en Palmar de Varela utilizando energía solar para 2024		
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
D1. El Alcance 2 - Participa con el 99,09% de Huella de Carbono al emitir 8.313 Ton CO <sub>2</sub> e. Corresponde a 61.121,47 Kw/h de energía consumidos en 2021	D1O1. Adquirir y utilizar energías renovables en toda la cadena de suministro de Bavaria	D1A1. Usar paneles solares. Aplicación de buenas prácticas operacionales. Para iluminación se recomiendan las bombillas LED.
D2. El Alcance 1 - Participa con el 0,91 ≅ 1% de las emisiones GEI, al generar emisión de 76,622 Ton CO <sub>2</sub> e en 2021:	D2O2. Continuar la medición de resultados y progreso de acuerdo con recursos invertidos en planes de reducción GEI.	D2A2. Incentivar la siembra de árboles y uso de energías renovables como forma de resarcir las operaciones de planta cervecera
D3. El Gas Natural es energía no renovable. Es el que más consumo registra en el Alcance 1, totaliza 36.505 Nm <sup>3</sup> de consumo, utilizado por montacargas y calderas, emitiendo el 67,937 Ton CO <sub>2</sub> e de Huella de Carbono.	D3O3. Utilizar energía renovable como el biogás en todas las calderas para reemplazar el gas natural. Mientras Bavaria cumple su total compromiso de reducir a "0" la Huella de carbono.	D3D4A2A3. Controlar los recursos consumibles para la generación de vapor. Cuantificar el consumo de combustible que ingresa con una precisión de 0,5%. Mejorar operaciones de suministro de agua y combustible que ingresa a la caldera que sean de buena calidad para mejorar poder calorífico y no se quede combustible sin quemar. Control y mantenimiento de tuberías.
D4. El Biogás utilizado en caldera y reactores anaerobios es el segundo en emisiones de Alcance 1 con 5,268 Ton CO <sub>2</sub> e de Huella de Carbono por consumir 2,674 Kg CO <sub>2</sub> e / Nm <sup>3</sup> .	D4O3. Investigar de otras energías renovables más eficaces. Mantener energía renovable como el biogás en calderas y reactores anaerobios mientras Bavaria alcanza su total compromiso "carbono cero".	
D5. Los Refrigerantes R717 Amoniaco y R744, emiten el 2,393 y 1,026 Ton CO <sub>2</sub> e de Huella de Carbono, respectivamente, por consumos en 2021 de 159,531 kg de Amoniaco y 68,37 kg de CO <sub>2</sub> . El amoniaco aunque es eficiente resulta tóxico e inflamable, limitado a aplicaciones de baja carga. El dióxido de carbonos tóxico en altas concentraciones, opera a presiones y temperaturas mayores que los gases HFC, y en caso de escape se va hacia el suelo, desplazando el aire y difícil de advertir. La instalación de estos sistemas resulta costosa.	D5O3. Investigar de otros sistemas de refrigeración amigables con el ambiente que disminuyan en mayor porcentaje la Huella de Carbono. Mantener o extender el uso de Refrigerantes R717 y R744 mientras Bavaria alcanza su total compromiso de reducir a "0" la Huella de carbono.	D5A3. Mantenimiento, recubrimiento especial, cambio tuberías que conducen los gases refrigerantes para evitar corrosividad de materiales, escape de gases que pueden ser tóxicos y/o inflamables.

Nota: Elaboración propia

## 2. Impactos Y Beneficios

Se elaboró la matriz de Análisis de impacto de huella de carbono, complementa la matriz de partida, Diseño metodológico, pero, ofreciendo un panorama del aporte de la base teórica que fundamenta este trabajo en las distintas fases de la investigación analítica que hace parte de la metodología holística, aunada a la línea de investigación de la EAN: Cadena de suministro sostenible en el ámbito de la logística, aplicada a la cervecería de Bavaria, ubicada en Tocancipá.

En ese sentido, se abordó la problemática ambiental desde la concepción del cambio climático propiciado, principalmente, por causas antropológicas, dónde las fuentes de procesos utilizan combustibles fósiles y energía eléctrica, los cuales tienen un potencial de calentamiento global y capacidad para producir GEI, permitiendo concentrar la búsqueda en la cadena de suministro.

Cómo fue necesario levantar un diagnóstico de acuerdo con el contexto actual de medición de GEI, se tuvieron en cuenta los conceptos de fuentes, emisiones, factor de emisión y metodologías para calcular la huella de carbono – HC. Esto facilitó estructurar el diseño de los instrumentos e informe para condensar la información recolectada.

En virtud de los esfuerzos que se han hecho para concienzar al sistema social, gobiernos, empresas y personas para ser más responsables con los cuidados y protección del sistema natural y la atmósfera terrestre, se citó para el caso, el Protocolo de Kyoto, la Enmienda Kigali, a fin de asumir acciones para reducción de GEI, o la compensación con uso de certificados de carbono, fue clave para fundamentar la fase propositiva o plan de intervención con la aplicabilidad y programación de este tipo de estrategias.

Desde esa perspectiva se revisó el contexto de Bavaria, y se encontró que efectivamente desde AB InBev proyecta sus procesos de la mano de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, al operar en países que son Estado Parte de la ONU, como lograr el uso de energías renovables y desplegar su política de carbono neutralidad. No obstante, la gradualidad de ese propósito, facilita estudiar las condiciones de su actual cadena de suministro, el nivel de HC en fuentes de combustibles y energía, y desarrollar esta propuesta de intervención empresarial (Tabla 20).

**Tabla 21**

*Análisis de impacto de huella de carbono*

**Objeto de investigación:** Cadena de Suministros, cervecería de Tocancipá, Bavaria S.A.

Fases (Factores) y Criterios (Variables):																													
Exploratoria	Descriptiva		Comparativa	Analítica	Predictiva	Proyectiva	Interactiva	Confirmatoria	Evaluativa																				
Enunciado holopráxico	Desarrollo de objetivos		Sintagma gnoseológico	Análisis sintagmático	Factibilidad de la investigación	Lineamientos metodológicos	Recolección de datos	Resultados	Evaluar proceso																				
<p>¿En qué medida las operaciones de abastecimiento y/o suministro de planta productora de Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá generan GEI?</p>	<p><u>General</u></p> <p>Proponer el plan de intervención orientado a reducir la huella de carbono en la cadena de suministro la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca</p>	<p><u>Específicos</u></p> <p>Proponer el plan de intervención de las acciones tendientes en reducir la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la empresa Bavaria S.A., ubicada en Tocancipá, Cundinamarca</p> <p>Determinar el nivel de la huella de carbono en las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería</p> <p>Identificar los protocolos determinantes para medir el impacto de las emisiones resultantes de las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería</p>	<p><u>Marco de Referencia (Base teórica)</u></p> <p>Consulta modelos e intervención empresarial</p> <p>Protocolo de Kyoto y Enmienda Kigali</p> <p>Estrategias de mitigación y compensación GEI</p> <p>Sumideros de carbono</p> <p>Metodologías de cálculo de HC</p> <p>Huella de carbono - HC</p> <p>Fuentes Mix energético Factor de emisión Emisiones</p> <p>Cambio climático</p> <p>Gases efecto invernadero - GEI</p> <p>Potencial de calentamiento global</p>	<p><u>Aporte de teorías sobre los eventos del trabajo</u></p> <p>Selección del modelo de intervención empresarial</p> <p>Obligaciones para desarrollo limpio, Mecanismos de mercado: Certificados para reducir las emisiones. Bajar en un 80% la producción y consumo de hidrofluorocarbonos – HFC</p> <p>Estrategias para reducir emisiones de GEI en procesos, o compensar con mecanismos que permitan la certificación de carbono.</p> <p>Proceso de retiro de carbono de la atmósfera.</p> <p>GHG Protocol PAS: 2050 – 2060, Billion Carbone, International Standard Organization – ISO: 14.064, 14.065, 14.069</p> <p>Conjunto de emisiones GEI.</p> <p>Fuente combustibles Fuentes procedencia energía Emisiones Alcance 1 son directas de la empresa. Alcance 2 es emisión de energía eléctrica o térmica con control de la empresa. Alcance 3 emisiones de propiedad o control de terceros.</p> <p>Variación del clima, debido a causas antropológicas por el uso de combustibles fósiles.</p> <p>Gases atmosféricos absorben y emiten radiación infrarroja.</p> <p>Intensidad de absorción de radiación infrarroja, longitudes de onda, tiempo en la atmósfera.</p>	<p><u>Contextualización</u></p> <p>Estructura plan de intervención EAN.</p> <p>Elección protocolo medición GEI: GHG Protocol-</p> <p>Revisión datos suministrados por la empresa y valor factores de medición de Colombia para alimentar métricas de medición GEI.</p>	<p><u>Lineamientos metodológicos</u></p> <p>Diseño matrices propuesta: Dofa, desarrollo y programación estrategias de mitigación y compensación</p> <p>Diseño de instrumentos para recolectar y analizar información: Por pasos GHG Protocol, fuentes, gases GEI.</p> <p><b>Variables:</b> Consumo Combustibles y energía. Factores de emisión. Emisiones = HC</p> <p>Selección de información secundaria sobre métricas de medición GEI.</p>	<p><u>Diagnóstico</u></p> <p>Diligencia de matrices</p> <p>Consolidación de información.</p> <p>Aplicación de instrumentos de levantamiento de información.</p>	<p><u>Propuesta de intervención</u></p> <p>Matriz Dofa Aplicabilidad y programación estrategias para reducir HC.</p> <p>Elaboración de informe</p> <p>Indicadores de Cadena de Suministro. Matriz de impacto HC.</p> <p>Nivel HC.</p>	<p>Conclusiones y Recomendaciones</p> <p>Revisión, ajustes. aprobación</p> <p>Categoría del impacto: Cambio climático</p>																				
	<p><b>Relación con línea de investigación EAN:</b> Cadena de Suministro Sostenible</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE</th> <th>HUELLA DE CARBONO (Ton CO2 e)</th> <th>% PARTICIPACIÓN ESTRUCTURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gas Natural</td> <td>67,937</td> <td>0,81%</td> </tr> <tr> <td>Biogás</td> <td>5,268</td> <td>0,06%</td> </tr> <tr> <td>Refrigerante Amoniaco: R717</td> <td>2,383</td> <td>0,03%</td> </tr> <tr> <td>Refrigerante Aire Acondicionado: R744</td> <td>1,016</td> <td>0,01%</td> </tr> <tr> <td>Energía eléctrica - adquirida</td> <td>8.312,510</td> <td>99,09%</td> </tr> <tr> <td><b>Total (Ton CO2 e)</b></td> <td><b>8.389,143</b></td> <td><b>100,00%</b></td> </tr> </tbody> </table>							TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE	HUELLA DE CARBONO (Ton CO2 e)	% PARTICIPACIÓN ESTRUCTURA	Gas Natural	67,937	0,81%	Biogás	5,268	0,06%	Refrigerante Amoniaco: R717	2,383	0,03%	Refrigerante Aire Acondicionado: R744	1,016	0,01%	Energía eléctrica - adquirida	8.312,510	99,09%	<b>Total (Ton CO2 e)</b>	<b>8.389,143</b>
TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE	HUELLA DE CARBONO (Ton CO2 e)	% PARTICIPACIÓN ESTRUCTURA																											
Gas Natural	67,937	0,81%																											
Biogás	5,268	0,06%																											
Refrigerante Amoniaco: R717	2,383	0,03%																											
Refrigerante Aire Acondicionado: R744	1,016	0,01%																											
Energía eléctrica - adquirida	8.312,510	99,09%																											
<b>Total (Ton CO2 e)</b>	<b>8.389,143</b>	<b>100,00%</b>																											

Nota: Elaboración propia

### 3. Aplicabilidad de estrategias propuestas

De la matriz DOFA se extraen algunas propuestas que de acuerdo con las soluciones que ofrecen para disminuir el impacto generado de Huella de carbono: 5 Muy aplicable, 4 aplicable, 3 medianamente aplicable, 2 poco aplicable, 1 muy poco aplicable.

Estas estrategias se clasifican en: Mitigación, cuando están encaminadas a reducir la Huella de Carbono desde las prácticas propias e internas de la organización. Compensación porque contribuyen a generar descenso en GEI a la atmósfera desde actividades conexas o de apoyo a comunidades y/o el ambiente natural.

**Tabla 22**

*Aplicabilidad de estrategias*

No.	Propuestas	Grado de Aplicabilidad por mayor impacto generado Huella de Carbono	Tipo de Acción Propuesta: Mitigación, Compensación
1	Aplicación de buenas prácticas operacionales	5	Mitigación
2	Uso de bombillas LED para iluminar	5	Mitigación
3	Uso de energía solar con la colocación de celdas fotovoltaicas.	5	Mitigación
4	Mejorar operaciones de suministro de agua y combustible que ingresa a calderas, que sean de calidad, en cantidades especificadas, y que no se queden en tuberías	4	Mitigación
5	Uso de biogás en todas las calderas y reactores anaerobios	4	Mitigación
6	Operaciones de mantenimiento y control preventivo y correctivo de tuberías, recubrimientos, que no se presenten fugas	4	Mitigación
7	Apoyar toda la cadena de abastecimiento: proyectos de beneficio a proveedores y clientes que mejoren sus prácticas para reducir Huella de Carbono, y capacitación a empleados sobre el uso de paneles solares en la industria cervecera	3	Compensación

*Nota:* Elaboración propia

#### 4. Programación

##### Estrategias de mitigación

De acuerdo con el análisis realizado en el presente trabajo, se recomienda algunas acciones encaminadas a mitigar, es decir, disminuir las emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> e

Las estrategias empresariales en orden a mitigar la huella de carbono, comienzan con un proceso de concienciación del personal a través de la capacitación, medición del desempeño con buenas prácticas de operación, mantener de forma permanente la labor de registro de consumo y control de combustibles y refrigerantes y su equivalente en emisiones de carbono.

**Tabla 23**

*Estrategia aplicación de BPO*

Estrategia Acciones	Aplicación de buenas prácticas operacionales BPO			
	Recursos	Responsables	Fecha Cumplimiento	Fecha Verificación
Capacitación del personal. Desempeño con BPO. Medición consumo de energía Medición reducción Huella de carbono.	Humanos: Personal.  Económicos: procedencia de capital: Bavaria. \$20.000.000	Personal, auditores, inspectores.	2023-2024.	2023-2024 En Cervecería ubicada en Tocancipa.

*Nota:* Elaboración propia

Dentro de la realización inmediata se puede completar el abastecimiento de bombillas LED tanto para la zona de oficinas como de alumbrado en zonas de procesos.

**Tabla 24**

*Estrategia uso de bombillas LED*

Estrategia Acciones	Uso de bombillas LED			
	Recursos	Responsables	Fecha Cumplimiento	Fecha Verificación
Adquisición, instalación, medición consumos, huella de carbono, control, evaluación.	Materiales: Bombillo Led 100 W: 50 Lámpara luminaria 300 W: 30  Económicos: procedencia de capital: Bavaria. \$80.000.000	Instaladores de bombillas.	2023-2024.	2023-2024 En Cervecería ubicada en Tocancipa.

*Nota:* Elaboración propia

Los paneles solares es la propuesta de Bavaria para todas sus plantas productoras para completarse en 2040. Puede que se aplique a una zona específica del país, y de ahí se envíe la energía a todas las plantas de la empresa.

**Tabla 25***Estrategia uso energía solar*

<b>Estrategia</b>	<b>Uso de energía solar</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsables</b>	<b>Fecha Cumplimiento</b>	<b>Fecha Verificación</b>
Adecuar infraestructura, instalar, conexión a sistemas interrelacionados con cadena suministro, productivos y otros, mantener, controlar, evaluar uso de paneles solares.	<b>Materiales:</b> Sistema de autogeneración solar fotovoltaica: 10.000 paneles solares, baterías, controladores, inversor, estructura. <b>Económicos:</b> procedencia de capital de AB InBev y Bavaria. 5.100.000.000	Instaladores certificados.	2024-2040.	2025 En Cervecería de Palmar de Varela – Atlántico. 2025-2040 En resto de cervecerías.

*Nota:* Elaboración propia

Se deben hacer los cambios pertinentes en tuberías para el agua que ingresa a la operación de calderas.

**Tabla 26***Estrategia mejora calidad y cantidad agua y combustible*

<b>Estrategia</b>	<b>Mejorar operaciones de suministro de agua y combustible que ingresa a calderas, que sean de calidad, en cantidades especificadas, y que no se queden en tuberías</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsables</b>	<b>Fecha Cumplimiento</b>	<b>Fecha Verificación</b>
Adecuar infraestructura. Mejorar calidad de agua y combustibles. Revisión de cantidades. Control preventivo y correctivo de tuberías. Medir Huella de carbono.	<b>Económicos:</b> procedencia de capital de Bavaria \$100.000.000	Personal de Mantenimiento. Personal químico de Calidad Instaladores de tuberías.	2023-2024	2023-2024 En Cervecería ubicada en Tocancipa.

*Nota:* Elaboración propia

El poder calorífico del biogás reduce los consumos de este combustible, además de ser considerado como energía renovable, a diferencia del gas natural que es un gas no renovable.

**Tabla 27***Estrategia uso de biogás*

<b>Estrategia</b>	<b>Uso de biogás en todas las calderas y montacargas</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsables</b>	<b>Fecha Cumplimiento</b>	<b>Fecha Verificación</b>
Adecuar instalación, conectar biogás en vez de gas natural, medir consumos, huella de carbono, control, evaluación.	Económicos: procedencia de capital Bavaria. \$100.000.000	Instaladores certificados.	2023-2024	2023-2024 En Cervecería ubicada en Tocancipa.

*Nota:* Elaboración propia

El mantenimiento preventivo es imprescindible en la conducción de gases como los utilizados en la cadena de suministro de las cervecerías. Por tanto, debe preverse la calidad de tubería y recubrimientos.

**Tabla 28***Estrategia mantenimiento y control de tuberías y recubrimientos*

<b>Estrategia</b>	<b>Operaciones de mantenimiento y control preventivo y correctivo de tuberías, recubrimientos, que no se presenten fugas</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsables</b>	<b>Fecha Cumplimiento</b>	<b>Fecha Verificación</b>
Programa para mantener de forma preventiva y correctiva los equipos, de circulación de gase. Vigilar que tuberías y recubrimientos estén en perfectas condiciones. Cambiar partes o tubería afectada por corrosión. Evitar fugas. Control, evaluación. Medir Huella de carbono.	Económicos: procedencia de capital Bavaria \$100.000.000	Personal de Mantenimiento Inspectores de tubería. Instaladores de tubería.	2023-2024	2023-2024 En Cervecería ubicada en Tocancipa.

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 29***Estrategias de compensación*

<b>Estrategia</b>	<b>Estrategias de compensación</b>			
<b>Acciones</b>	<b>Recursos</b>	<b>Responsables</b>	<b>Fecha Cumplimiento</b>	<b>Fecha Verificación</b>
Mantener apoyo proveedores agrícolas, Velar por reducción Huella de carbono en proveedores, Apadrinar siembra de árboles.	Económicos: procedencia de capital Bavaria. \$300.000.000 destinados principalmente a apadrinar siembra de árboles.	Niveles directivos .	2023-2040	2023-2040

*Nota:* Elaboración propia

**4. Costo Del Plan De Intervención**

A manera de dar un estimado del plan de intervención, se dieron unos costos aparentes a precios del año 2023 para cada estrategia.

**Tabla 30***Costos del plan de intervención*

<b>No.</b>	<b>Propuestas</b>	<b>Costo</b>
1	Aplicación de buenas prácticas operacionales	\$20.000.000
2	Uso de bombillas LED para iluminar	\$80.000.000
3	Uso de energía solar – infraestructura propia o contribución a obra mayor.	\$5.100.000.000
4	Mejorar operaciones de suministro de agua y combustible que ingresa a calderas, que sean de calidad, en cantidades especificadas, y que no se queden en tuberías	\$100.000.000
5	Uso de biogás en todas las calderas y reactores anaerobios	\$100.000.000
6	Operaciones de mantenimiento y control preventivo y correctivo de tuberías, recubrimientos, que no se presenten fugas	\$100.000.000
7	Apoyar toda la cadena de abastecimiento: proyectos de beneficio a proveedores y clientes que mejoren sus prácticas para reducir Huella de Carbono, y capacitación a empleados sobre el uso de paneles solares en la industria cervecera	\$300.000.000
	<b>Total Costo Aparente</b>	<b>\$5.800.000.000</b>

*Nota:* Elaboración propia

## **5. Meta De Carbono**

La estrategia del gobierno “Colombia carbono neutral”, en cabeza del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se espera lograr en 2050. Conjunta la voluntad y esfuerzo de organizaciones públicas y privadas para disminuir la emisión de GEI (Minambiente, 2021).

Siguiendo la tendencia, Bavaria, estima para 2040 reducir a “0” las emisiones de carbono, es decir, tiene como meta, carbono neutralidad, en todas sus plantas cerveceras, iniciando a 2024 con la planta que inaugurará en Palmar de Varela, Atlántico que funcionará con energía solar.

## Conclusiones y Recomendaciones

A partir de lo expuesto en este trabajo, se da paso a las conclusiones que deja la investigación, y las recomendaciones para la puesta en marcha de los programas de esta intervención.

### Conclusiones

Al analizar el impacto de la huella de carbono en la cadena de suministro de la cervecería principal del Grupo Bavaria S.A., ubicada en Tocancipa, Cundinamarca, se evidencia que es la de mayor complejidad de producción y abastecimiento de la compañía, en virtud que tiene una gran capacidad de producción, pues, abastece alrededor de 11 millones de hectolitros anuales de bebidas. De esta manera se da cumplimiento con el desarrollo de los objetivos de investigación:

Respecto al primer objetivo, se identificó la metodología *GHG Protocol* como protocolo determinante para medir el impacto de las emisiones que causan las actividades de la cadena de suministro de la Cervecería, consistente en los siguientes pasos: Identificar actividades responsables de emisiones GEI, separarlas según Alcance 1, 2 y 3, recopilar datos mes a mes, procesar la información multiplicando consumos de cada actividad por factor de emisión, y estructurar las emisión según los gases GEI.

En el desarrollo del segundo objetivo, para determinar el nivel de la huella de carbono, en primer lugar, se separaron las actividades por fuentes de emisión GEI, de acuerdo con los Alcances 1 y 2, por ser de carácter obligatorio, y estar relacionados con la empresa, encontrando:

Dentro del Alcance 1 -fuentes directas de emisiones GEI en la compañía-, los montacargas alcanzan el 63,33%, las calderas suman el 30,83%, los refrigerantes el 4,46%, los reactores anaerobios el 1,38% del nivel de huella de carbono.

El Alcance 2 -consumo de energía asociado al control o propiedad la empresa-, el registro de emisiones es de 8.312 ton CO<sub>2</sub> e.

En segundo lugar, se estructuraron los gases GEI participantes en la cadena de suministros, cuyos resultados en equivalente de ton CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera, participan así:

Energía eléctrica adquirida: Es necesaria para operar diferentes equipos, maquinaria, aires acondicionados e iluminación, alcanza un nivel del 99% de huella de carbono con una emisión de 8.312 ton CO<sub>2</sub> e, convirtiéndose en el mayor índice de las emisiones GEI.

Gas Natural: Usado en calderas que operan gracias a la acción calorífica del metano, además de otros gases alcanos; y, movilidad de montacargas para operación logística, llegan al nivel de 0,81% de Huella de carbono con 67,937 Ton CO<sub>2</sub> e de emisión GEI.

Biogás: Formado por descomposición anaeróbica que permite obtener una combinación metano y dióxido de carbono, principalmente. Usado por su poder calorífico en una caldera y los reactores anaerobios. Alcanza un nivel de 0,06% de huella de carbono correspondientes a una emisión de 5,268 Ton CO<sub>2</sub> e de GEI.

R717 – Refrigerante Amoníaco: El sistema de refrigeración utilizado en operaciones de enfriamiento de maquinas, equipos y agua en la producción alcanzó el 0.03% de huella de carbono, responsable de 2,393 Ton CO<sub>2</sub> e de emisión GEI.

R744 – Refrigerante a base de CO<sub>2</sub>: Este gas es utiliza en los equipos de aire acondicionado, se caracteriza por su alta pureza y menor impacto corrosivo en tuberías, aunque demanda más bar en las zonas de alta y presión del circuito de refrigeración dentro del sistema de climatización. Participa con un nivel de 0,01% de huella de carbono, al generar 1,026 Ton CO<sub>2</sub> e de emisión GEI.

El tercer objetivo, evidencia la propuesta del plan de intervención empresarial bajo el modelo de la EAN, siendo el aporte teórico importante para la comprensión de su cálculo en indicadores de consumo de combustibles y energía, factor de emisión que depende del total de consumos del país en un sector específico y de los consumos de la planta cervecera, para

estimar las emisiones y el impacto de la huella de carbono que por su dinámica en la cadena de suministros, se categoriza con afectación en el cambio climático Terrestre, por lo tanto, se plantearon estrategias y acciones, como:

Estrategias de mitigación: Orientadas a disminuir las emisiones de GEI, entre los años 2023 y 2024 como son: aplicación de BPO, uso de bombillas LED, mejora calidad y cantidad agua y combustible, uso de biogás, mantenimiento y control de tuberías y recubrimientos para evitar fugas de gases. Y, entre 2023 a 2040 iniciar con la implementación de paneles solares.

El desarrollo de estas estrategias implica acciones como: Adecuar infraestructura, instalar, conectar sistemas interrelacionados con fuentes de cadena de suministro, hacer mantenimiento, controlar, evaluar, medir Huella de carbono y su reducción, entre otras.

Estrategias de compensación: Por las posibilidades que tiene una organización para resarcir el impacto causado en el ambiente, se pueden formular propuestas que contribuyan a la prevención de toneladas de emisiones CO<sub>2</sub>, indistintamente en cualquier lugar de Colombia.

Así una organización como Bavaria, que arroja un volumen considerable de emisiones de energía eléctrica demandada para la ejecución de maquinaria, encendido de sistemas de refrigeración, aires acondicionados e iluminación, puede continuar apoyando a su comunidad de proveedores, como apadrinar la siembra de cultivos de cebada y otros árboles en Colombia.

Finalmente, es grato haber comprendido en este trabajo de la maestría en Gerencia de la cadena de abastecimiento (Universidad EAN, 2021) -relacionado con la línea de investigación, “Cadena de suministro sostenible”- (Universidad EAN, 2023), los conocimientos y competencias adquiridos en áreas tan importantes como: la logística inversa, gestión de operaciones, pensamiento estratégico y gerencia global, entre otras, contempladas desde el plano de la afectación de los consumos energéticos y su impacto en las emisiones GEI, y cómo desde los objetivos que han sido denominados como “desarrollo sostenible” se orquestan las políticas y estrategias para intervenir la acción humana, producir de forma responsable y amigable con el ambiente.

## Recomendaciones

La trayectoria de empresas grandes, bien consolidadas, marcan un proceso evolutivo en el pensamiento de quienes las administran. Igual ocurre con los acontecimientos que generan cambios en el clima. Así mismo, es relevante agregar que la mirada preocupante a nivel planetario ha llevado a medir el impacto de las actividades que se suscitan por los seres humanos en el sistema social y económico ocasionando fenómenos naturales que pueden aumentar la emisión de GEI, siendo conveniente reducirlas y aprender a vivir con tecnologías más limpias, por tanto, además de consolidar diaria, mensual o anualmente los consumos de energía, o de los diferentes gases que participan en la cadena de abastecimiento con alcance a su proceso productivo, deben actualizar los factores de emisión GEI.

La información obtenida sobre la detección del nivel de huella de carbono facilita la identificación de ajustes, modificaciones o cambios, como es el caso del energético que lleva a la toma de decisiones de usar energías renovables, entre ellas los paneles solares, por ende, se recomienda la adecuación de instalaciones que los soporte en razón a su peso estructural.

Si bien, la cerveza hace parte de costumbres culturales que satisfacen necesidades de sed, ocio, participación, afecto, entre otras, los propósitos de la compañía estudiada tienden a “0” emisiones de carbono en la séptima cervecera que crearán en Palmar de Varela – Atlántico, así mismo, se sugiere una ejecución similar en el resto de sus plantas.

También, se recomienda el control y mantenimiento de las fuentes, tuberías de conducción de gases, contar con un detector de fugas de éstos, a fin de evitar el impacto negativo por toxicidad, e incremento de GEI.

A la organización Bavaria, se recomienda hacer los esfuerzos ingentes por desarrollar el plan de intervención y convertir su planta cervecera en Tocancipa, en símbolo de carbono neutralidad, al igual que su otras plantas.

## Referencias

- A Planet (8 de noviembre de 2022). *¿Qué es el GHG Protocol?*. <https://aplanet.org/es/recursos/que-es-el-ghg-protocol/>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos – EPA (2023). Emisiones de gases fluorados. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-gases-fluorados>
- Álvarez Gallego, S., Rubio Sánchez, A., Rodríguez Olalla, A. & Avilés Palacios, C. (2021). Conceptos básicos de la huella de carbono. Serie Huella de carbono. Volumen 1. 2ª edición. AENOR.
- Bavaria (s.f.). Nosotros. Historia. <https://www.bavaria.co/acerca-de-nosotros/historia-bavaria>
- Bavaria (2015). “Prosperar” en la cervecería Tocancipá. Boletín regional de desarrollo sostenible. <https://www.bavaria.co/sites/g/files/phfypu1316/f/201709/boletintocancipa.pdf>
- Bavaria (2016). Bavaria. <http://tubavaria.blogspot.com/2016/06/bavaria-es-reconocida-como-una-de-las.html> y <http://tubavaria.blogspot.com/2016/06/resultado-de-imagen-para-historia-de.html>
- Bavaria (2021). Comprometidos con el desarrollo sostenible. <https://www.bavaria.co/ds>
- Bavaria (2022a). Informe de desarrollo sostenible 2022. <https://www.bavaria.co/desarrollo-sostenible/informes-de-desarrollo-sostenible-bavaria>
- Bavaria (2022b). Código de conducta en los negocios 2022. [https://www.bavaria.co/sites/g/files/phfypu1316/f/CO%CC%81DIGODECONDUCTAESP\\_compressed.pdf](https://www.bavaria.co/sites/g/files/phfypu1316/f/CO%CC%81DIGODECONDUCTAESP_compressed.pdf)
- BBVA (2023a). *¿Qué es el gas metano y por qué ocupa todas las conversaciones?*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-gas-metano-y-por-que-ocupa-todas-las-conversaciones/>

BBVA (2023b). ¿Qué son los gases efecto invernadero o “greenhouse gases”? <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-gases-de-efecto-invernadero-o-greenhouse-gases/>

Corporación Ambiental Empresarial - CAEM (2022). MVC Colombia. <https://www.caem.org.co/linea-estrategica-energia-sostenible/mvc-colombia/>

CEPAL (2010). Metodologías de cálculo de la huella de carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas\\_calculo\\_HC\\_AL.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37288/Metodolog%EDas_calculo_HC_AL.pdf?sequence=1)

CEPAL (2013). Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4101/S2013998rev1.pdf>

CEPSA (2015). El cambio climático y los gases efecto invernadero (GEI) en CEPSA. [https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp\\_Comp/Medio%20Ambiente\\_Seguridad\\_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf](https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Medio%20Ambiente_Seguridad_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf)

CEPAL (2018). Cambio climático y mercados de carbono: repercusiones para los países en desarrollo. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38794/1/RVE116Ludena\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38794/1/RVE116Ludena_es.pdf)

Cleaves Herrera, C. I. (2018). Adaptación y mitigación frente al cambio climático. Editorial Rafael Ayau.

Climate Consulting Selectra (2023). Compensación huella de carbono; ¿qué es y cómo funciona?. <https://climate.selectra.com/es/huella-carbono/compensacion>

Corporación Autónoma Regional – CAR (2013). Guía Metodológica para el cálculo de la huella de carbono corporativa a nivel sectorial. <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ade1b0319769.pdf>

Ecogal (2023). ¿Qué es el biogás?. <https://ecogal.es/divisiones/ecogal-biogas/que-es-biogas/>

- Espindola, C.A. y Valderrama, J. O. (2018). Huella del Carbono. Cambio Climatico, Gestión Sustentable y Eficiencia Energética. Editorial Universidad de La Serena. Chile.
- EXPOK (27 de marzo de 2018). Sustentabilidad de AB InBev, ¿Cuáles son sus objetivos hacia el 2025?. <https://www.expoknews.com/sustentabilidad-de-ab-inbev/>
- Fazio, H. (2019). Cambio climático, economía y desigualdad. Los límites del crecimiento en el siglo XXI. Editorial Eudeba
- Fluideco (S.F.). ¿Qué es el amoníaco, cómo se obtiene y para qué se utiliza?. <https://fluideco.com/amoniac-utilidades-usos/>
- Gencat (2022). Factor de emisión de la energía eléctrica: El mix eléctrico. [https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/factors\\_demissio\\_associats\\_a\\_lenergia/](https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/factors_demissio_associats_a_lenergia/)
- Geoinnova (21 de febrero de 2019). Sumideros de carbono, imprescindibles para luchar contra el cambio climático. <https://geoinnova.org/blog-territorio/sumideros-de-carbono-imprescindibles-para-luchar-contra-el-cambio-climatico/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- The Linde Group – Linde (2012). R744. Un refrigerante de alta calidad. [https://www.linde-gas.es/es/images/R744%20NUEVO%2007.2017\\_tcm316-422148.pdf](https://www.linde-gas.es/es/images/R744%20NUEVO%2007.2017_tcm316-422148.pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (Marzo de 2019). Protocolo de Kioto. <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/458-plantilla-cambioclimatico-14>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (Agosto de 2019). Proyectos mecanismo de desarrollo limpio (MDL-POA). Información técnica sobre gases efecto invernadero y cambio climático. <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2021). Informe de Gestión 2021.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/Informe-de-Gestion-Minambiente-2021-VF-PUBLIC.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2023). Contexto mercados de

carbono. [https://www.minambiente.gov.co /mercados-de-carbono/contexto-mercados-de-carbono/](https://www.minambiente.gov.co/mercados-de-carbono/contexto-mercados-de-carbono/)

Ministerio de Ambiente de Colombia y Desarrollo Sostenible de Colombia (S.F.). Mitigación de

gases efecto invernadero – GEI. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/mitigacion-de-gases-de-efecto-invernadero-gei/>

Ministerio del Medio Ambiente – MMA de Chile (2022). Huella de carbono.

<https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>

Ministerio Para la Transición Ecológica de España.(2020) Guía para el cálculo de la huella de

carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm30-479093.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf)

Nakasawa (30 de agosto de 2022). ¿Por qué apostar por la eficiencia energética en la industria

petrolera?. <https://innovamas.nakasawaresources.com/por-que-apostar-por-la-eficiencia-energetica-en-la-industria-petrolera/>

National Geographic (17 de marzo de 2023).El papel de los bosques como sumideros de

carbono. [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/papel-bosques-como-sumideros-carbono-2\\_16715](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/papel-bosques-como-sumideros-carbono-2_16715)

ONU (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. [https://](https://unfccc.int/cop4/sp/conv/convsp.html)

[unfccc.int/cop4/sp/conv/convsp.html](https://unfccc.int/cop4/sp/conv/convsp.html)

ONU (25 de septiembre de 2015). Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/>

[sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/)

ONU (27 de abril de 2021). Los océanos pueden pasar de ser sumideros del carbono a convertirse en sus chimeneas, y acelerar el cambio climático.

ONU (14 de marzo de 2022). Las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> repuntaron en 2021 hasta sus niveles más altos de la historia. <https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia#:~:text=Las%20emisiones%20mundiales%20de%20di%C3%B3xido,del%20carb%C3%B3n%20para%20impulsar%20ese>

Pascual, A. (2019). 10 medidas de la industria de alimentación y bebidas contra el cambio climático. <https://www.cienciasambientales.com/es/noticias-ambientales/10-medidas-industria-alimentacion-bebidas-contra-cambio-climatico-andres-pascual-ainia-18244>

Portafolio (19 de diciembre de 2022). Con cero emisiones, así será la nueva planta de Bavaria. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/bavaria-nueva-planta-no-produciria-emisiones-de-carbono-575873>

PRTR (2023). N<sub>2</sub>O Óxido nitroso. <https://prtr-es.es/N2O-oxido-nitroso,15592,11,2007.html>

QE2. (2018). El mix energético y la huella de carbono. Recuperado de <https://qe2ingenieria.com/blog/el-mix-energetico-y-la-huella-de-carbono>

Quiron Prevención (14 de noviembre 2019). ¿Cómo pueden las empresas reducir la huella de carbono?. <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/pueden-empresas-reducir-huella-carbono>

Rodríguez, M., Mance, H., Barrera, X., y García, C.,. (2015). Cambio climático. Lo que está en juego. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/12047.pdf>

Secretaría Distrital del Ambiente (2015). Guía para el cálculo de huella de carbono corporativa. <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/564058/Gu%C3%ADa+para+el+c%C3%A1lculo+y+reporte+de+la+huella+de+carbono+corporativa.pdf/6c140744-1396-4df3-9637-ab262d91d97f>

Smallops (2022). ¿Qué es el biogas y cómo se produce?. <https://smallops.eu/que-es-el-biogas-y-como-se-produce/>

Surtigas (2016). El gas natural y sus usos. <https://www.surtigas.com.co/el-gas-natural-y-sus-usos>

UNEP (2019). Entra en vigor la enmienda Kigali, un poderoso aliado en la lucha contra el cambio climático. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/entra-en-vigor-la-enmienda-kigali-un-poderoso-aliado-en>

Universidad de Cantabria (2021). Tecnología de los combustibles. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2429/course/section/2454/Tema%204%20GASES%20DE%20HIDROCARBUROS-CARACTERIZACION-FRACTURA%20HIDRAULICA.pdf>

Universidad EAN (2021). Maestría en Gerencia de la Cadena de Abastecimiento. <https://universidadean.edu.co/programas/maestrias/maestria-en-gerencia-de-la-cadena-de-abastecimiento>

Universidad EAN (2023). Grupos de investigación. [https://universidadean.edu.co/investigacion/grupos-de-investigacion?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign\\_id=19794255500&utm\\_ad\\_id=&utm\\_adset\\_id=&utm\\_kw\\_id=&gclid=EAlaIQobChMI4tilta7ugAMVHaNaBR0sugR9EAAYASAAEgLt1PD\\_BwE](https://universidadean.edu.co/investigacion/grupos-de-investigacion?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign_id=19794255500&utm_ad_id=&utm_adset_id=&utm_kw_id=&gclid=EAlaIQobChMI4tilta7ugAMVHaNaBR0sugR9EAAYASAAEgLt1PD_BwE)

UPME (2016). Informe de Gestión 2016. Recuperado de [https://www1.upme.gov.co/InformesGestion/Informe\\_gestion\\_2016.pdf](https://www1.upme.gov.co/InformesGestion/Informe_gestion_2016.pdf)

UPME (2020). Cálculo del factor de emisiones de la red de energía eléctrica en Colombia para 2020. [https://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos\\_normativos/Documento\\_Tecnico\\_FE\\_2020.pdf](https://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos_normativos/Documento_Tecnico_FE_2020.pdf)

UPME (2021). Unidad de Planeación Minero-Energética. Informe de Gestión 2021. Recuperado de [https://www1.upme.gov.co/InformesGestion/Informe\\_de\\_gestion\\_2021\\_UPME.pdf](https://www1.upme.gov.co/InformesGestion/Informe_de_gestion_2021_UPME.pdf)

WWF-Colombia (2018). Glosario ambiental. ¿Sabes qué se pactó en el acuerdo de París?.

<https://www.wwf.org.co/?334976/Glosario-ambiental--Sabes-que-se-pacto-en-el-Acuerdo-de-Paris>

## A. Anexo. Reporte Cervecería de Tocancipá para 2021 de fuentes y emisiones por mes

AREA	FUENTE	2021												Total
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Envasado	CONSUMO ENVASE Ton	12,036	9,927	10,926	10,261	8,072	10,807	11,704	11,361	11,328	11,704	11,85	12,631	132,607
Elaboración	CONSUMO ELABORACION Ton	1,658	1,815	2,028	1,866	1,699	2,026	2,002	1,616	1,637	2,091	2,14	2,014	22,592
Elaboración	CONSUMO COCINA 1 Ton	1,269	1,411	1,625	1,485	1,352	1,649	1,581	1,269	1,253	1,558	1,611	1,49	17,553
Elaboración	CONSUMO COCINA 2 Ton	1,88	1,496	1,563	1,465	1,143	1,906	1,662	1,753	1,59	1,857	1,913	1,912	20,14
Elaboración	CONSUMO COCINA 3 Ton	2,238	2,277	2,019	1,9	1,455	2,307	2,29	2,301	2,195	2,078	2,383	2,346	25,789
Servicios Industriales	CONSUMO AUTOLISIS Kg	57,298	44,733	40,855	35,943	46,701	41,423	46,909	48,316	28,104	41,078	72,506	41,427	545,293
Logística	CONSUMO SALA DE MAQUINAS Kg	160,768	111,36	165,632	174,592	163,584	153,856	149,76	170,752	176,896	176,64	198,4	198,656	2,000,896
Servicios Industriales	CONSUMO FILTROS DE CARBON Kg	103,584	35,279	32,306	31,138	23,612	34,985	35,156	38,51	14,604	38,011	32,023	33,691	452,899
Elaboración	CONSUMO DESAIREADORES CALDERAS Kg	490,371	421,344	494,207	601,988	420,422	467,016	492,598	526,484	542,109	578,735	526,449	659,383	6,221,106
Elaboración	CONSUMO PLANTA PILOTO Kg	0	2	12	6	6	97	2	2	1	1	3	2	134
Elaboración	PROYECTO MARIACHI Kg									608,004	283,31	330,971	351,8	1,574,085
	<b>TOTAL VAPOR GENERADO</b>	<b>22,473</b>	<b>21,655</b>	<b>21,002</b>	<b>18,493</b>	<b>15,092</b>	<b>23,052</b>	<b>23,295</b>	<b>22,719</b>	<b>22,607</b>	<b>21,587</b>	<b>23,191</b>	<b>25,485</b>	<b>260,651</b>
Elaboración	CONSUMO DE GAS NATURAL Nm3	1,161,021	1,018,058	1,088,931	1,026,883	851,907	1,136,530	1,169,401	973,988	1,015,403	1,171,011	1,192,387	1,238,897	13,044,416
Envasado	BIOGAS UTILIZADO Nm3	221,499	173,382	243,174	235,645	155,238	172,439	205,069	271,855	252,543	225,945	231,325	286,199	2,674,313

Nota: Bases Bavaria consumos de vapor 2021

## B. Anexo. Reporte de consumo de Energía Adquirida para 2021

CONSUMO AREAS E INDICADOR PLANTA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ENERGIA ELECTRICA X AREA	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H	KW/H
ENVASE	1,549,314	1,330,648	1,438,856	1,418,940	1,236,548	1,510,326	1,620,464	1,596,438	1,546,467	1,500,648	1,547,886	1,738,169
COCINAS	286,743	262,547	275,7	255,475	215,828	278,393	281,603	305,584	278,593	322,808	334,675	317,756
CAVAS	149,038	148,006	151,899	151,583	128,795	149,544	161,057	178,439	155,93	170,832	171,953	178,294
FILTRACION	152,261	145,958	151,291	155,068	125,975	153,269	170,022	186,557	161,264	166,898	154,064	172,056
CALDERAS	130,332	124,505	125,22	108,104	104,832	126,881	111,866	114,563	108,528	114,6	135,918	142,971
PLANTA DE AGUAS POTABLES	336,198	308,571	351,712	327,988	290,571	344,843	364,673	342,521	323,173	354,257	318,534	335,114
PLANTA DE AGUAS RESIDUALES	369,787	330,875	330,615	307,004	296,063	310,83	317,405	324,647	324,402	331,073	304,803	323,307
REFRIGERACION	1,130,013	1,053,527	1,124,651	1,037,597	950,309	1,172,436	1,084,352	1,073,554	1,069,358	1,259,834	1,277,622	1,328,367
AIRE	686,83	604,544	630,744	625,238	568,182	668,917	714,09	676,653	656,8	702,007	702,108	733,438
CO2	365,497	334,795	352,789	287,345	276,863	304,241	309,847	341,007	332,474	399,457	368,003	366,449
ADMINISTRACION	58,386	64,17	67,14	66,853	71,906	74,166	79,092	88,961	68,826	74,728	77,017	77,347

Nota: Bases Bavaria consumos de energía 2021

## C. Anexo. Reporte consumo fuentes de emisión GEI 2021

ALCANCE 1						
EMISIONES DIRECTAS (FUENTES FIJAS)						
FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE		CONSUMO		HUELLA DE CARBONO (Ton CO2 e)	INCERTIDUMBRE DE LA FUENTE
		UNIDAD	CANTIDAD	UNIDAD		
Caldera	Gas Natural	Nm3	10,436	kgCO2 e/Nm3	19,41	+/-70.7%
Caldera	Biogás	Nm3	2,139	kgCO2 e/Nm3	4,215	+/-70.7%
Refrigerantes	Amoniaco	Kg	159,531	kgCO2 e/Ton	2,393	+/-70.7%
Refrigerantes	Aire Acondicionados	Kg	68,37	kgCO2 e/Ton	1,026	+/-70.7%
Reactores Anaerobios	Biogás	Nm3	535	kgCO2 e/Ton	1,054	+/-70.7%
Montacargas	Gas natural	Nm3	26,089	kgCO2 e/Ton	48,525	+/-70.7%
<b>SUBTOTAL EMISIONES DIRECTAS</b>					<b>76,622</b>	<b>+/-70.7%</b>
ALCANCE 2						
EMISIONES INDIRECTAS (ENERGIA ADQUIRIDA)						
CONSUMO	FACTOR DE EMISION USADO		CONSUMO		HUELLA DE CARBONO (Ton CO2 e)	INCERTIDUMBRE DE LA FUENTE
		UNIDAD	UNIDAD	CANTIDAD		
Energía Eléctrica	0.136	Ton Co2 e/KW	KW/hr	61,121,471	8,312,520	+/- 16.8%
<b>SUBTOTAL EMISIONES INDIRECTAS</b>					<b>8,312,520</b>	<b>+/- 16.8%</b>
<b>TOTAL HCC</b>					<b>8,389,142</b>	

Nota: Elaboración propia a partir de la información base suministrada por Bavaria