

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN:
ECOEficiencia DE PROCESOS INDUSTRIALES

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO UTILIZANDO LA
METODOLOGÍA GHG (GREENHOUSE GAS PROTOCOL) DE LA
EMPRESA GRUPO SABOR AMIGO PATRONIC EN EL SALVADOR
AÑO 2022**

PRESENTADO POR:

GARCÍA GARCÍA, JORGE EMERSON
GARCÍA TOBAR, SUSAN GABRIELA
MOLINA MARTÍNEZ, ALESSIA REBECA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) QUÍMICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. LUIS SALVADOR BARRERA MANCÍA

SECRETARIO:

ARQ. RAUL ALEXANDER FABIÁN ORELLANA

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA INTERINA:

Inga. Eugenia Salvadora Gamero de Ayala

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN:

ECOEficiencia DE PROCESOS INDUSTRIALES

**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO UTILIZANDO LA
METODOLOGÍA GHG (GREENHOUSE GAS PROTOCOL) DE LA
EMPRESA GRUPO SABOR AMIGO PATRONIC EN EL SALVADOR
AÑO 2022**

Para optar al título de:

INGENIERO(A) QUÍMICO

Presentado por:

**GARCÍA GARCÍA, JORGE EMERSON
GARCÍA TOBAR, SUSAN GABRIELA
MOLINA MARTÍNEZ, ALESSIA REBECA**

Docente asesor:

ING. NELSON MAURICIO VAQUERO ANDRADE

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2023

Trabajo de Grado aprobado por

DOCENTE ASESOR:

ING. NELSON MAURICIO VAQUERO ANDRADE

DEDICATORIAS

Dedicatoria Jorge Emerson García García

A mis queridos padres, Ana Gloria y Jorge García, les dedico con profundo amor y agradecimiento este trabajo. Por todo su apoyo y sacrificios para que yo pudiera llegar hasta aquí. Ellos son mi inspiración, quienes me enseñaron la importancia de no rendirse y de trabajar duro. Este logro no hubiera sido posible sin su amor constante y sus palabras de aliento.

Dedicatoria Susan Gabriela García Tobar

Dedico este trabajo a mis padres Susana Tobar y Álvaro García quienes con amor y esfuerzo me apoyaron durante mis estudios dando me lo necesario para llegar a ser una profesional. De igual forma dedico este trabajo a mis abuelas Teresa Duran y Elena Salazar quienes fueron fuente de inspiración y un gran ejemplo de mujeres fuertes, resilientes y dedicadas. También a toda mi familia que de una manera u otra han contribuido con mi formación.

Finalmente dedicarle este trabajo a todas aquellas amistades que me brindaron fortaleza en los momentos más difíciles mostrándome siempre su cariño.

Dedicatoria Alessia Rebeca Molina Martínez

Dedico mi trabajo a mi mamita, por su amor incondicional, por ser la única persona que siempre creyó en mis sueños, por todos los sacrificios que hizo para que yo pueda ser una profesional.

A mi hermana mayor, Antonella por ser mi ejemplo a seguir. A mi tía Marta, por su apoyo incondicional y siempre estar presente cuando la necesito.

A mi viejito, mi abuelito, Tata, que, a pesar de no estar presente, me acompañó durante mi niñez, y todavía sigue haciéndome reír desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos Jorge Emerson García García

Agradezco a Dios por ser mi fuente de fortaleza y guía a lo largo de todo este trayecto académico. A mis padres, por su amor incondicional y sacrificios que han sido esenciales para mis logros. A mis hermanos, su apoyo constante y motivación han sido una fuente de inspiración. A mis amigos de la universidad, su amistad, risas y aventuras han hecho que este viaje sea único. Juntos hemos superado desafíos, celebrado éxitos y creado recuerdos inolvidables. Este logro no solo es mío, sino de todos los que han estado a mi lado. Así mismo, quiero agradecerles a mis compañeras de tesina Susan y Alessia por dedicarse a la realización de este trabajo y siempre brindar su apoyo.

Agradecimientos Susan Gabriela García Tobar

Primeramente, agradezco a Dios por guiar mis pasos hasta este momento. Mi madre, Susana Tobar, ha sido una inspiración constante, al igual que mi padre Álvaro García. Agradezco a ambos por ser mi fortaleza, brindándome apoyo tanto económico como emocional. Mis hermanos merecen reconocimiento por su amor y aliento, y mi familia en general ha sido una fuente de motivación constante. Agradecer también a los docentes que han participado a lo largo de mi formación por brindarme sus conocimientos.

Así mismo expresar mi gratitud a los amigos que hice a lo largo de estos años, ya que son una fuente constante de ánimo. Agradezco especialmente a mis compañeros, Jorge García y Alessia Molina, por su amistad, ayuda y dedicación durante los años de estudio, desarrollo del curso de especialización y elaboración de la tesina.

Cada uno de ustedes ha dejado una marca indeleble en mi vida. Gracias por ser parte fundamental de mi camino hacia convertirme en ingeniera.

Agradecimientos Alessia Rebeca Molina Martínez

En primer lugar, le agradezco a mi mami que con su cariño me ha impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca rendirme, por siempre sentirse orgullosa de mí, sin importar lo pequeños que fueran mis logros y por ser la inspiración de mi vida.

A mi hermanita Antonella y mi prima la José, gracias por existir.

A mi tía Marta por sus consejos y la ayuda incondicional que desde pequeña me ha dado.

A los profesores que dejaron una marca en mí, por su vocación a la docencia, transmitiéndome sus conocimientos.

A mis amigas, Alexia y Nicole, porque siempre me dieron ánimos y fuerzas para seguir con mi carrera.

Agradezco a mis compañeros y amigos, Susan y Jorge, por las horas compartidas, los trabajos realizados juntos y las historias vividas, pero en especial a mi amigo Jorge por acompañarme toda la carrera, vamos a terminar esto como empezamos, juntos.

RESUMEN

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos globales del siglo XXI, exigiendo una acción inmediata y efectiva en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Las empresas, conscientes de su papel en este contexto, han comenzado a adoptar prácticas comerciales sostenibles y responsables con el medio ambiente. El presente trabajo se centra en la estimación de la Huella de Carbono en el año 2022 de Grupo Sabor Amigo Patronic, una empresa que forma parte del sector alimentario de El Salvador, desde el año 1992.

El proceso comenzó con la definición de los alcances a considerar en el estudio: alcance 1, que aborda las emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI), y alcance 2, que se enfoca en las emisiones indirectas relacionadas con el consumo de energía eléctrica.

Un paso fundamental fue la coordinación de una visita a las instalaciones de la empresa Grupo Sabor Amigo. Durante esta visita, se llevó a cabo un inventario que abarcó todos los aspectos relevantes para el cálculo de la huella de carbono. Esto incluyó la identificación de equipos, dispositivos electrónicos, vehículos y caldera que contribuyen a las emisiones de CO₂.

En la recopilación de información se obtuvieron datos detallados sobre el consumo de recursos como el gas licuado de propano (GLP), el diésel y la electricidad.

Una vez que se dispuso de todos los datos necesarios, se procedió a realizar cálculos. Estos cálculos abarcaron tanto el alcance 1 como el alcance 2, y se llevaron a cabo de acuerdo con metodologías estandarizadas para la medición de emisiones de carbono. Se realizaron conversiones de los consumos en unidades estándar de emisiones de GEI.

Utilizando la metodología GHG (Greenhouse gas protocol), ampliamente reconocida a nivel internacional, se llevaron a cabo mediciones de las emisiones de

CO₂ generadas por la empresa en sus operaciones. Los resultados revelaron una huella de carbono de 50.3524 toneladas de CO₂ para el año de referencia.

Este estudio se caracteriza por su enfoque integral, abordando tanto las emisiones directas como las indirectas (alcance 1, y 2) y proporcionando un análisis detallado de las principales fuentes de emisiones.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. MARCO CONTEXTUAL REFERENCIAL	2
1.1. Definición del problema	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Beneficios esperados	5
1.5. Alcances	5
1.6. Limitaciones	5
1.7. Antecedentes	5
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Efecto invernadero	7
2.2. Efecto invernadero intensificado	8
2.3. Gases de efecto invernadero	9
2.3.1. GEI Directos.....	10
2.3.2. GEI Indirectos	10
2.4. Calentamiento global.....	12
2.5 Huella de carbono.....	14
2.5.1 Huella de carbono de una organización	15
2.5.2 Huella de carbono de productos o servicios	17
CAPITULO III	20
3. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS.....	20
3.1. Descripción general.....	20
3.2. Límites Organizacionales	20
3.3. Límites operacionales.....	22
3.4. Período de inventario	23
3.5. Identificación de fuentes de emisión de GEI	24
3.6. Selección del método de cálculo	25
3.7. Recolección de datos	25

3.8. Selección de factores de emisión.....	26
CAPITULO IV.....	28
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	28
4.1. Descripción de fuentes de emisiones.....	28
4.1.1 Alcance 1	28
4.1.2 Alcance 2	28
4.2. Cálculo de emisiones alcance 1	30
4.3. Cálculo de emisiones alcance 2	36
4.4. Resultados de emisiones	37
4.4.1. Comparación de fuentes de emisiones	37
4.4.2. Comparación de los alcances de emisión	38
4.5. Propuestas de reducción de emisiones.....	39
4.6. Buenas prácticas para la reducción de emisiones de CO ₂	50
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	61
Anexo 1 Información técnica de los equipos eléctricos de la empresa Grupo Sabor Amigo.....	61
Anexo 2 Análisis de sistema fotovoltaico utilizando el software “PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM” de la Comisión Europea.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama que muestra cómo funciona el efecto invernadero en la Tierra.	8
Figura 2.2. Huella de Carbono, protocolo de medición	12
Figura 3.1 Diagrama de pasos de la metodología GHG Protocol.	20
Figura 4.1 Porcentajes comparativos del total de emisiones de CO ₂ por tipo de fuente de emisión de la empresa Grupo Sabor Amigo	37
Figura 4.2 Emisiones de toneladas de CO ₂ según tipo de alcance	38
Figura 4.3 Filtro de partículas	47
Figura A - 1 Bomba 1 HP	61
Figura A - 2 Ficha técnica refresquera	61
Figura A - 3 Fuente de poder cámaras de seguridad	62
Figura A - 4 Refrigerador congelador	62
Figura A - 5 Especificaciones caldera Fulton	63
Figura A - 6 Ficha técnica mezcladora 350 Kg	63
Figura A - 7 Ficha técnica mezcladora 500 Kg	64
Figura A - 8 Ficha técnica mezcladora 1000 Kg.....	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Factor de emisión, poder calorífico y densidad del GLP	26
Tabla 3.2 Factores de emisión de CO ₂ de diferentes combustibles	27
Tabla 4.1 Datos luminaria por área de trabajo	28
Tabla 4.2 Datos equipos eléctricos y electrónicos por área de trabajo	29
Tabla 4.3 Consumo mensual de gas propano	30
Tabla 4.4 Gasto mensual en combustible Diesel por camión.....	31
Tabla 4.5 Precios promedio de combustible mensuales	32
Tabla 4.6 Recopilación de gastos y galones utilizados mensualmente por camión	33
Tabla 4.7 Consumo mensual de energía eléctrica	36
Tabla 4.8 Total de emisiones por fuente emisora de la empresa Grupo Sabor Amigo	37
Tabla 4.9 Total de emisiones por alcance de la empresa Grupo Sabor Amigo	38
Tabla 4.10 Consumo de combustible vehículo de 1.5 Toneladas durante el año 2022	45

Tabla 4.11 Consumo de combustible y km recorridos del vehículo de 1.5 Toneladas durante el año 2022	46
Tabla 4.12 Consumo de combustible y km recorridos del vehículo Toyota Hilux Cabina Sencilla 2.4 150D 4x4 GX 2019 durante el año 2022	49

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la preocupación por el cambio climático y sus impactos ambientales ha generado un creciente interés en la medición y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. La huella de carbono se ha convertido en una herramienta clave para evaluar y gestionar el impacto ambiental de las organizaciones, permitiéndoles identificar oportunidades de mejora y desarrollar estrategias de sostenibilidad.

El presente estudio tiene como objetivo principal realizar una estimación de la huella de carbono de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador, utilizando la reconocida metodología GHG (Greenhouse gas protocol). La empresa se destaca en la industria alimentaria por su compromiso con la calidad y el cuidado del medio ambiente, y busca comprender y reducir su impacto ambiental, especialmente en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero.

El año 2022 fue seleccionado como el período de análisis debido a su relevancia temporal y a la disponibilidad de datos necesarios para llevar a cabo la evaluación de la huella de carbono. Durante este período, Grupo Sabor Amigo Patronic implementó medidas y prácticas destinadas a la eficiencia energética y la reducción de emisiones, lo que permite un análisis integral de sus operaciones y una evaluación precisa de su impacto ambiental.

Mediante la aplicación de la metodología GHG, se realizará una medición detallada de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero generadas por la empresa. Se considerarán aspectos como el consumo de energía, el transporte y otros factores relevantes para el contexto específico de Grupo Sabor Amigo Patronic. Los resultados obtenidos permitirán identificar las fuentes más significativas de emisiones y proponer estrategias efectivas para la reducción de la huella de carbono.

CAPÍTULO I

1. MARCO CONTEXTUAL REFERENCIAL

1.1. Definición del problema

Las emisiones de gases de efecto invernadero presentan una problemática para el medio ambiente, el aumento de la concentración de dichos gases en la atmósfera es responsable del calentamiento global y de los cambios climáticos que se están produciendo a nivel mundial.

Para abordar esta problemática es necesario tomar medidas a nivel global para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar la transición a una economía baja en carbono. Las empresas pueden contribuir significativamente a esta transición con prácticas sostenibles como reducir su huella de carbono mediante la mejora de la eficiencia energética. Para lograr la reducción de la huella de carbono en una empresa se debe realizar la cuantificación de esta.

Se pretende detectar las principales entradas y salidas de los procesos de producción realizados en la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic que incluyen: el área de producción de condimentos llama Sabor Amigo y el área de producción de salsas y aderezos de la empresa llamada Agroindustrias La Labor para poder calcular sus emisiones de gases de efecto invernadero, tanto directas como indirectas y así realizar el cálculo de la Huella de Carbono para la empresa.

El cálculo se llevará a cabo a partir de la metodología GHG (Greenhouse gas protocol) para generar información mediante la cual se presentarán medidas para la reducción de emisiones de GEI de la empresa.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Cálculo de la Huella de Carbono utilizando la metodología GHG (Greenhouse gas protocol) de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador año 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

1. Elaborar un inventario de GEI para la identificación de oportunidades de reducción.
2. Registrar de forma transparente los datos obtenidos haciendo un reporte de manera completa abarcando las fuentes directas y fuentes indirectas de emisión de GEI.
3. Proponer medidas para la reducción de emisiones de GEI de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador, utilizando el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.
4. Realizar una factibilidad económica y ambiental sobre las propuestas de reducción de emisiones de GEI de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador.

1.3. Justificación

La generación de emisiones de gases de efecto invernadero es un problema de gran magnitud debido a su impacto en el cambio climático, estos contribuyen al efecto invernadero y al calentamiento global, ya que estos gases como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso, atrapan el calor de la atmósfera terrestre causando un aumento en la temperatura a nivel global

Los gases de efecto invernadero (GEI) son principalmente generados por las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la agricultura, el transporte y la industria. El sector industrial es responsable de una cantidad considerable de emisiones de GEI, dentro de las actividades industriales que contribuyen a dichas emisiones están: la generación de energía, fabricación de materiales, procesos químicos, residuos y transporte.

Todos los productos que se consumen y los servicios que se prestan tienen un impacto sobre el clima y producen gases de efecto invernadero durante su producción, transporte, almacenamiento, uso y disposición final. La huella de carbono (HdC) ha surgido como una medida de la cuantificación del efecto de estos GEI. En este contexto, la HdC se ha convertido en un lema en el debate público sobre el cambio climático, atrayendo la atención de los consumidores, negocios, gobiernos, organizaciones no-gubernamentales, e instituciones internacionales (Peters y Hertwich, 2008). También puede ser utilizado para establecer objetivos y metas de reducción de emisiones, así como para informar a los clientes, inversores y otros interesados sobre las prácticas sostenibles de una organización.

Cada día son más las entidades –empresas, administraciones públicas y organizaciones dispuestas a mejorar su relación con el medio ambiente y actuar frente al cambio climático. De ahí que la huella de carbono se les ofrezca como una herramienta técnica y un buen punto de partida para desarrollar su política medioambiental. (Vidal, 2011)

1.4. Beneficios esperados

1. Inventario de las emisiones directas e indirectas de la empresa.
2. Identificar las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador.
3. Proponer medidas que ayuden a la reducción de la huella de carbono de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic.
4. Factibilidad económica y ambiental de las medidas sobre la reducción de la huella de carbono de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic.

1.5. Alcances

El cálculo de la huella de carbono se realizará específicamente en la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic cuya casa matriz se encuentra ubicada en Boulevard Sur No. 16, Residencial Utila, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador. Para el cálculo de la huella de carbono se cuenta con el apoyo de la ingeniera Wendy Molina, (puesto de ella en la empresa) quien proporciona los datos y la información necesaria.

1.6. Limitaciones

La información a utilizar para el cálculo de la huella de carbono se verá limitada a los datos que brinden la administración de la empresa considerando las actividades y procesos que se desarrollan. Además, no se podrá hacer una comparación de los resultados, ya que no hay registro de estimación de huella de carbono.

1.7. Antecedentes

Los problemas relacionados con el cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero han generado un creciente interés en la evaluación de la Huella de Carbono de las organizaciones. La Huella de Carbono es una medida que cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero directas

e indirectas producidas por una entidad o actividad, permitiendo identificar áreas de mejora y establecer estrategias de mitigación.

En este sentido, la metodología GHG (Greenhouse gas protocol) se ha establecido como un enfoque reconocido y ampliamente utilizado para la estimación de la Huella de Carbono empresarial. Esta metodología proporciona un marco robusto y estandarizado para la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en diferentes categorías, como las emisiones directas de fuentes estacionarias y móviles, las emisiones indirectas de la generación de electricidad y las emisiones asociadas a la cadena de suministro.

Sin embargo, a pesar de la relevancia de la estimación de la Huella de Carbono y la existencia de la metodología GHG, en El Salvador son escasos los estudios específicos que aborden esta temática, especialmente a nivel empresarial.

No se presentan antecedentes con respecto al estudio de la huella de carbono en la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic ni la creación de ningún inventario de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, en la empresa se han realizado distintos proyectos de eco-eficiencia, entre los que se pueden mencionar:

- a) Instalación de un sistema solar fotovoltaico.
- b) Instalación de un sistema solar térmico para precalentamiento de agua para caldera.

Por lo tanto, es relevante realizar una investigación que aplique la metodología GHG a la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador en el año 2022, con el objetivo de proporcionar un inventario detallado de sus emisiones de gases de efecto invernadero y ofrecer recomendaciones para la reducción de su Huella de Carbono.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Efecto invernadero

La superficie de la Tierra es calentada por el sol, no obstante, ésta no absorbe toda la energía, sino que refleja parte de ella de vuelta hacia la atmósfera. Alrededor de 70% de la energía que llega a la superficie de la Tierra es devuelta al espacio. Pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el efecto invernadero y vuelve a la superficie terrestre. (Sánchez Vega, 2008, p. 52)

Los gases de efecto invernadero absorben eficazmente la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a esos mismos gases, y por las nubes. La radiación atmosférica es emitida en todas direcciones, en particular hacia la superficie de la Tierra. Por ello, los gases de efecto invernadero retienen calor en el sistema superficie-troposfera. Este fenómeno se denomina efecto invernadero. (IPCC, 2007, p. 80) Esto se puede ver representado en la figura 2.1.

La radiación infrarroja térmica de la troposfera está fuertemente acoplada a la temperatura de la atmósfera a la altitud en que se emite. En la troposfera, la temperatura suele disminuir con la altura. De hecho, la radiación infrarroja emitida hacia el espacio proviene de una altitud cuya temperatura promedio es de -19°C , en equilibrio con la radiación solar entrante neta, mientras que la superficie de la Tierra se mantiene a una temperatura mucho más alta, de $+14^{\circ}\text{C}$ en promedio. (IPCC, 2007, p. 80)

Sin el efecto invernadero, la temperatura promedio en la superficie sería aproximadamente de 18°C bajo cero y la vida en el planeta no podría ser posible (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 25)

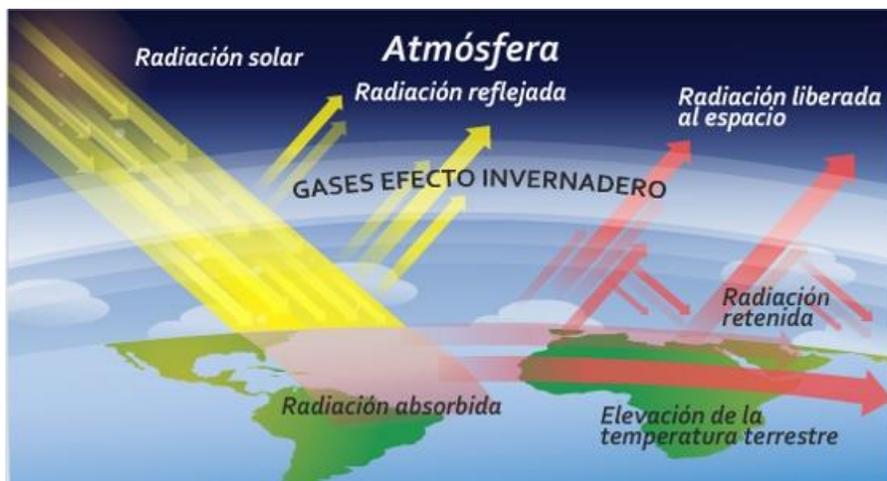


Figura 2.1 Diagrama que muestra cómo funciona el efecto invernadero en la Tierra.

Nota: adaptado de ENERGÍAS Y CAMBIO CLIMÁTICO, por Ignacio Pérez Laserna

Se debe tener presente que lo descrito anteriormente es referente al efecto invernadero natural, es decir que las acciones que generan los gases de efecto invernadero (GEI) son por acciones de la naturaleza como por ejemplo la evaporación del agua, descomposición de materia orgánica, incendios naturales, entre otros. Por lo que sumado a estas acciones naturales se suman acciones de origen antropogénico, producidas por la actividad humana lo que origina un efecto invernadero antropogénico o también llamado efecto invernadero intensificado.

2.2. Efecto invernadero intensificado

Si bien el efecto invernadero es un fenómeno natural y se encuentra presente desde siempre el ser humano se ha encargado de modificar dicho fenómeno a través del tiempo debido en gran parte a la industrialización ya que el aumento de GEI está relacionado a actividades como la quema de combustibles fósiles, ganadería, deforestación, uso de fertilizantes, entre otros.

Este efecto está relacionado con el aumento del calentamiento de la superficie terrestre como consecuencia del incremento de la cantidad GEI en la atmósfera a través de la actividad humana. Estos gases de efecto invernadero atrapan más

radiación saliente de la superficie de la Tierra, lo que significa que se escapa menos al espacio a medida que el planeta se calienta.

Debido a las actividades antropogénicas, este tipo de gases permanecen en la atmósfera y provocan un desequilibrio entre dos factores muy importantes involucrados en el efecto invernadero, la radiación solar entrante y la radiación reflejada por la tierra. (Trespalacios y Blanquicett, 2018), esta alteración es gracias a que algunos de estos gases emitidos tienen la capacidad de absorber radiación infrarroja; de esta manera se produce una afectación en la absorción, dispersión y emisión de la radiación tanto en la atmósfera como en la superficie terrestre; dicho de otra manera, se produce, alteración del flujo de energía radiante de la atmósfera y alteración del balance energético en la superficie terrestre. (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 26)

2.3. Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero. En la atmósfera de la Tierra, los principales GEI son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano, como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo, regulados por el Protocolo de Montreal como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC). (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, información técnica sobre gases de efecto invernadero y cambio climático, p. 36)

Están clasificados en GEI directos e indirectos:

2.3.1. GEI Directos

Son gases que contribuyen al efecto invernadero tal como son emitidos a la atmósfera. En este grupo se encuentran: a) Dióxido de Carbono, b) Metano, c) Óxido nitroso, d) Compuestos halogenados.

2.3.2. GEI Indirectos

Son precursores de ozono troposférico, además de contaminantes del aire ambiente de carácter local y en la atmósfera se transforman a gases de efecto invernadero directo. En este grupo se encuentran: a) Óxidos de nitrógeno, b) Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano, c) Monóxido de carbono.

A continuación, se describirán cada uno de los GEI contemplados en el protocolo de Kioto:

- a) Dióxido de carbono (CO₂).** Este es un gas que se libera de manera natural en procesos como la respiración, las erupciones volcánicas (NASA, 2022) y en general en los procesos biológicos y en actividades humanas como la generación de energía (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 36), la quema de combustibles fósiles, la deforestación, el cambio en el uso de los suelos entre otras; es debido a sus propiedades y a sus fuentes que el dióxido de carbono es el gas forzante del cambio climático considerado como más importante, y su incremento se observa desde los inicios de la revolución industrial. (NASA, 2022).
- b) Metano (CH₄).** Es un gas hidrocarburo menos abundante en la atmósfera que el dióxido de carbono, sin embargo, a nivel molecular, es mucho más efectivo que este (NASA, 2022), considerándose 50 veces más efectivo en absorber radiación infrarroja y responsable de aproximadamente 20% del forzamiento radiativo de origen antropogénico. (Isaza Delgado y Campos Romero, 2007, p. 170) Se estima que la principal fuente de metano es la

descomposición de materia orgánica (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 38), sin embargo, este gas se ha acumulado en la atmosfera como resultado de actividades humanas como la agricultura, domesticación de animales, quema de biomasa, generación de energía (Isaza Delgado y Campos Romero, 2007, p. 170). Otras fuentes importantes de emisión de este gas, se relaciona con la distribución y producción de gas natural y petróleo y la minería de carbón mineral. (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 38).

- c) **Óxido nitroso (N₂O)**. Este gas contribuye con aproximadamente el 6% del forzamiento del efecto invernadero, como los anteriores gases, el óxido nitroso posee fuentes que son de carácter natural y antropogénico, en esta última se pueden identificar tres tipos de emisiones: las directas provenientes del suelo, las directas debido a la producción animal y las indirectas por el uso de fertilizantes. (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 39).

El óxido nitroso es producto del empleo de fertilizantes para cultivo de suelos, la incineración de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa. (NASA, 2022) Otras de sus fuentes de menor relevancia son: la producción de nylon y el tratamiento de aguas residuales; en cuanto a sus fuentes naturales, el óxido nitroso proviene del océano. (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 39).

- d) **Gases fluorados**. Entre los que se encuentran los HFCs, PFCs, SF₆; Estos son compuestos sintéticos producidos industrial y actualmente estos compuestos se encuentran en gran medida regulados mediante tratados internacionales (NASA, 2022).

Se estima que estos gases no destruyen la capa de ozono, sin embargo, si se consideran fuertes gases de efecto invernadero; En el caso de los HFCs, estos fueron formulados como reemplazo de sustancias agotadoras de ozono y son un subproducto de la fabricación de otros compuestos halogenados; por otro lado, los PFCs y el SF₆, estos se emiten en procesos

como: la fundición de aluminio, fabricación de semiconductores y en la distribución de energía eléctrica. (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 40).

Todos estos compuestos mencionados se caracterizan por ser muy estables, poco tóxicos y no tiene potencial de agotar la capa de ozono, pero, son buenos absorbentes de radiación infrarroja. (Benavides Ballesteros y León Aristizabal, 2007, p. 41).

Estos gases son parte principal del efecto invernadero, y por sobre todo del fenómeno que acontece al incremento de este, el denominado calentamiento global.

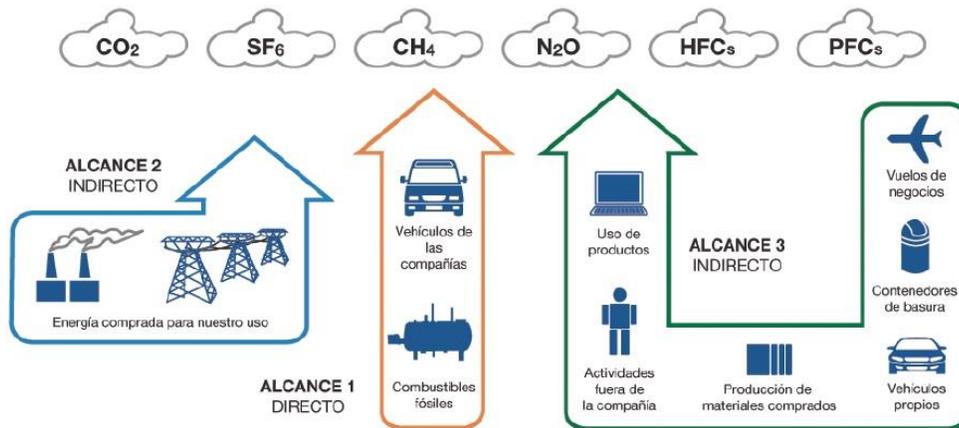


Figura 2.2. Huella de Carbono, protocolo de medición

Nota: Adaptado de Green Development, consultado en el año 2023

2.4. Calentamiento global

El calentamiento global se refiere al aumento gradual de la temperatura promedio en la Tierra debido a la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera (IPCC, 2014). Estos gases, como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y otros, actúan como una "manta" que atrapa el calor del sol y evita que se escape al espacio, creando un efecto invernadero natural (NASA, 2021).

Sin embargo, las actividades humanas, principalmente la quema de combustibles fósiles (como el carbón, el petróleo y el gas natural), la deforestación y la agricultura intensiva, han aumentado la concentración de estos gases en la atmósfera de manera significativa (IPCC, 2014). Como resultado, el efecto invernadero se ha intensificado y ha llevado a un calentamiento adicional de la Tierra.

Este calentamiento global tiene múltiples consecuencias negativas en el clima y los ecosistemas. Por ejemplo, ha habido un aumento significativo en las temperaturas promedio en la Tierra en las últimas décadas, lo que provoca cambios en los patrones y eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos, como olas de calor, sequías, inundaciones y tormentas más severas (IPCC, 2014).

Además, el calentamiento global ha provocado el derretimiento acelerado de los casquetes polares en el Ártico y los glaciares en todo el mundo, lo que contribuye al aumento del nivel del mar y amenaza a las comunidades costeras y a los ecosistemas costeros (IPCC, 2014).

También se observan cambios en los ecosistemas terrestres y acuáticos debido al calentamiento global, lo que altera los ciclos naturales, la biodiversidad y los hábitats de muchas especies (IPCC, 2014). Esto puede llevar a la extinción de especies, la migración de animales y la pérdida de ecosistemas vitales.

El cambio climático también tiene un impacto en la agricultura y la seguridad alimentaria, ya que afecta la producción agrícola al alterar los patrones de lluvia, las estaciones de crecimiento y la disponibilidad de agua (IPCC, 2014). Esto puede llevar a la disminución de los rendimientos agrícolas y a la inseguridad alimentaria en muchas regiones del mundo.

Además, el calentamiento global puede favorecer la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue, el zika y la malaria, y los eventos climáticos extremos pueden tener impactos directos en la salud humana, como lesiones y enfermedades relacionadas con el calor (WHO, 2021).

2.5 Huella de carbono

La Huella de Carbono (HdC), definida en forma muy general, representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey et al., 2010; Wiedmann, 2009), y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases. Los GEI, definidos en el protocolo de Kioto el año 1997, forman una capa permanente en la parte media de la atmósfera que impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra pueda salir, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente.

La huella de carbono es la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por nuestras actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medio ambiente. Se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos. (Schneider y Samaniego, 2010).

La huella de carbono además de ser un indicador ambiental sirve para identificar oportunidades de mejora económica, además de ayudar a la reducción de emisiones de GEI. Para las empresas, el cálculo de la huella de carbono es un factor positivo siendo utilizado tanto para reducción de gastos como para marketing. Una estimación de la huella de carbono durante un período de tiempo predeterminado dará a las futuras cuantificaciones una base comparativa y permitirá mejoras en muchas áreas.

Dependiendo de si la certificación se relaciona con una organización o un producto, los estándares internacionales se pueden categorizar en:

- a) **Huella de carbono de una organización:** Se analizan las emisiones y se genera un inventario de las emisiones de GEI de una organización por el

período de un año o período determinado. Los estándares más utilizados son: GHG Protocol e ISO 14064.

b) Huella de carbono de productos o servicios: Se analizan todas las emisiones de GEI producidas a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio analizado. Los estándares más utilizados son: PAS 2050:2011, ISO/TS 14067:2013, con el apoyo de ISO 14040 e ISO 14044 para la elaboración del Análisis de Ciclo de Vida.

2.5.1 Huella de carbono de una organización

a) GHG Protocol

Fue desarrollado por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), en cooperación con empresas privadas, gobiernos y grupos ambientalistas, publicando su primera edición en septiembre de 2001. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005).

El GHG Protocol es un estándar para el cálculo de la Huella de Carbono de una organización y permite contabilizar y reportar los GEI, para la realización del cálculo de Huella de Carbono de Organización; permite verificar el cálculo por parte de una entidad externa. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005).

De manera general, los pasos a seguir en la metodología del GHG protocol son los siguientes (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005):

- I. Determinación de los límites operacionales.
- II. Establecimiento del año base.
- III. Identificación y cálculo de las emisiones de GEI.
- IV. Informe de emisiones de GEI

b) ISO 14064

Tienen como objetivo dar credibilidad y confiabilidad a los reportes de emisiones de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de los mismos; estas

normas pueden ser usadas por organizaciones que participan en el comercio, en proyectos o mecanismos voluntarios de reducción de emisiones y se pueden aplicar a todos los GEI. (ISO14064, 2006).

La norma se divide en tres partes:

1. ISO 14064-1: Esta parte está destinada al desarrollo y diseño del inventario de GEI de una organización, siendo los componentes principales del inventario de GEI los siguientes (ISO14064, 2006):
 - i. Emisiones y absorciones de GEI
 - ii. Actividades para la reducción de emisiones
 - iii. El año base de contabilización
 - iv. Valoración y reducción de la incertidumbre
 - v. Límites operativos.

Su establecimiento incluye la identificación de las emisiones y remociones de GEI asociadas a las operaciones de la organización, incluyendo emisiones directas, indirectas por energía y otras emisiones indirectas.

De forma resumida, la norma ISO 14064-1 detalla lo siguiente (ISO14064, 2006):

- a. Principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI en las empresas.
 - b. Principios y requisitos para la presentación de informes sobre inventarios.
 - c. Requisitos para determinar los límites de emisión de GEI.
 - d. Requisitos para cuantificar las emisiones y remociones de GEI de la empresa.
 - e. Requisitos para identificar las actividades o acciones específicas de la compañía el objetivo de mejorar la gestión de los GEI.
2. ISO 14064-2: esta parte brinda especificaciones para la cuantificación, seguimiento y presentación de la reducción de emisiones y el aumento de

absorciones debidas a un proyecto. En esta parte de la norma ISO 14064 se incluye (ISO14064, 2006):

- a. Principios y requisitos para determinar escenarios de la línea base de los proyectos.
 - b. Principios y requisitos para hacer seguimiento, cuantificar e informar del desempeño del proyecto con relación al escenario de la línea base.
 - c. Requisitos para la planificación de un proyecto de GEI.
 - d. Requisitos para la identificación y selección de fuentes, sumideros y reservorios de GEI pertinentes para el proyecto y el escenario de la línea base.
3. ISO 14064-3: brinda especificaciones con directrices para la validación y verificación. En esta parte de la norma, se describen los requisitos necesarios para asegurar que las declaraciones sobre los GEI de la organización o del proyecto sean completas, exactas, coherentes, transparentes y sin discrepancias notables; resumidamente se incluyen (ISO14064, 2006):
- i. Principios y requisitos para la verificación de los inventarios de GEI.
 - ii. Principios y requisitos para la validación o verificación de los proyectos GEI.
 - iii. Proceso para la validación o verificación relacionada con los GEI.
 - iv. Planificación de las actividades de validación o verificación.
 - v. Procedimientos de evaluación de las declaraciones de GEI de la organización o el proyecto.

2.5.2 Huella de carbono de productos o servicios

a) PAS 2050

Es un método elaborado en el año 2007 por el Instituto Británico de Estandarización con el apoyo del Consorcio del Carbono (Carbón Trust) y el

Departamento para el Ambiente, la Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA), ambos organismos del gobierno inglés. (BSI, 2008)

Este método está enfocado al cálculo de las emisiones de productos y servicios y responde a las normativas ISO 14040 referido al Análisis del Ciclo de Vida e ISO 14067 referido a la huella de carbono para productos, así como a las recomendaciones del Protocolo GEI; el Pas 2050 define inicialmente las fuentes de emisiones consideradas, además de seis grandes bloques de actividades, cuyas emisiones deben ser consideradas en la estimación del ciclo de vida de bienes y servicios. (BSI, 2008)

Esta metodología responde a las normativas ISO y del GHG Protocol. (CEPAL, 2011).

b) ISO 14067

Esta norma orienta los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto o servicio de una organización. (CEPAL, 2011)

El principio metodológico de la ISO 14067 se basa en el análisis de ciclo de vida, esto permite detectar las fases que generan mayor cantidad de emisiones, además analiza información de interés para identificar oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia. (CEPAL, 2011)

El cálculo de la huella de carbono de un producto y la utilización de la norma ISO 14067 puede aportar beneficios, por ejemplo (CEPAL, 2011):

- i. Aumento de la transparencia y como consecuencia la confianza.
- ii. Aumento de la competitividad y diferenciación en el mercado.
- iii. Seguimiento de la reducción de las emisiones.
- iv. Comunicación con las partes interesadas.
- v. Identificación de oportunidades de mejora.

- vi. Evaluación del ciclo de vida para poder implementar estrategias de ecodiseño.
- vii. Integración con los planes de descarbonización.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS

3.1. Descripción general

La metodología a utilizar para llevar a cabo el cálculo de la huella de carbono según el GHG Protocol se puede resumir en los siguientes pasos mostrados en la figura 3.1.

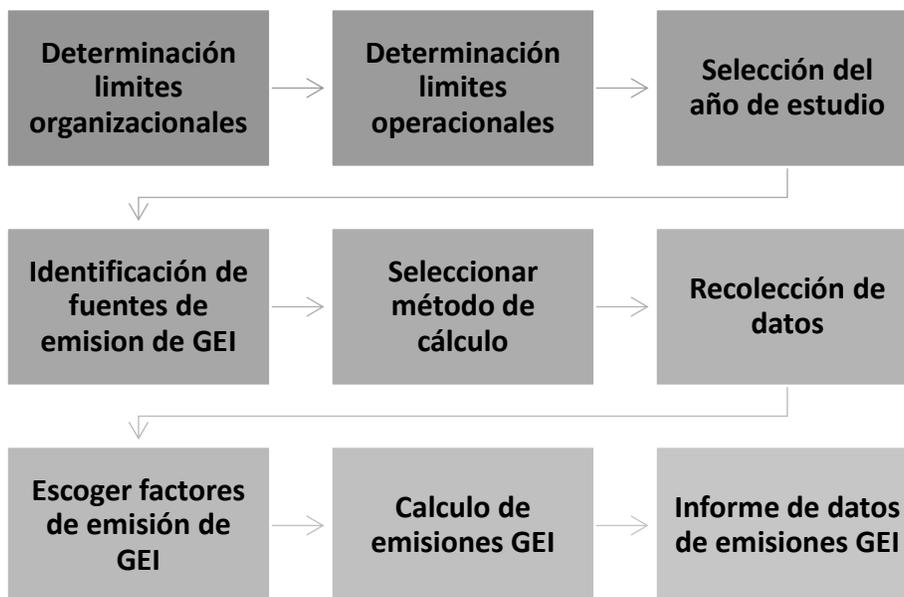


Figura 3.1 Diagrama de pasos de la metodología GHG Protocol.

3.2. Límites Organizacionales

Las operaciones de las empresas varían tanto en su estructura legal como en su estructura organizacional (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005, p. 17).

La empresa puede estar constituida por múltiples instalaciones y las emisiones generadas por cada instalación pueden provenir de una o más fuentes. El límite organizacional sirve para definir las operaciones que son propiedad o están bajo el control de la organización que informa.

La empresa debe consolidar sus emisiones de GEI a partir de uno de los enfoques siguientes:

1. Enfoque de participación accionaria: Este enfoque establece que la empresa contabiliza sus emisiones de GEI acorde a la proporción que posee su estructura accionaria. Este enfoque refleja de manera directa el interés económico, que se traduce en la extensión de los derechos que una organización posee sobre los riesgos y beneficios derivados de una operación. Si se adopta este enfoque para el reporte de emisiones, será necesario aplicar el porcentaje correspondiente a la participación accionaria asociada a cada operación compartida.

2. Enfoque de control: Al elegir este enfoque, la empresa contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI sobre las operaciones sobre las que ejerce control, excluyendo las operaciones en las que es propietaria de alguna participación, pero no tiene el control de estas. El enfoque puede definirse en dos términos:
 - A) Control financiero: Una empresa tiene control financiero sobre una operación si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005, p. 18).
 - B) Control operacional: Una empresa ejerce control operacional sobre alguna operación si dicha empresa o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005, p. 19).

Se debe tomar en cuenta la diferencia entre contabilidad y reporte, dado que en la contabilidad de GEI se reconocen y se consolidan las emisiones de las operaciones en las que la empresa tiene el control o solamente una participación, y el reporte presenta la información por medio de formatos ya establecidos.

Acorde con la metodología general del GHG Protocol, la huella de carbono se desarrollará siguiendo el enfoque basado en el control operacional, dado que la empresa “Sabor Amigo” tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación.

3.3. Límites operacionales

La estimación de la huella de carbono se ha convertido en una herramienta valiosa para medir y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) de las organizaciones. La metodología GHG (Greenhouse Gas Protocol) es ampliamente reconocida y utilizada en todo el mundo como un enfoque estándar para calcular la huella de carbono de una empresa. Esta metodología se basa en tres alcances y establece límites operacionales para determinar qué emisiones se deben incluir en el cálculo.

Luego de determinar los límites organizacionales y sus especificaciones, la organización debe establecer los límites operacionales; para esto debe identificar las emisiones de sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o emisiones indirectas, además de esto, se debe seleccionar el alcance de la contabilidad y del reporte solamente para las emisiones indirectas. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005, p. 28).

Alcance 1: Las emisiones directas de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes de propiedad o control de la organización se incluyen en este alcance. Esto puede incluir emisiones de combustibles fósiles utilizados en vehículos y equipos de la empresa, procesos de producción interna, fugas de refrigerantes, entre otros. Estas emisiones son consideradas directas ya que son generadas por actividades que están bajo el control directo de la organización.

Alcance 2: Este alcance abarca las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero asociadas con la generación de electricidad, calor o vapor comprados y consumidos por la organización. Estas emisiones están indirectamente

relacionadas con las actividades de la organización, pero son consecuencia de la generación de energía que se utiliza en sus operaciones.

Alcance 3: Este alcance incluye otras emisiones indirectas de gases de efecto invernadero que ocurren en la cadena de suministro de la organización y en otras fuentes que están fuera de su control directo. Esto puede incluir emisiones derivadas de la producción y transporte de materias primas, el uso de productos vendidos, el transporte de empleados, la gestión de residuos, entre otros. Estas emisiones son las más difíciles de cuantificar debido a la cantidad de actores involucrados en la cadena de suministro y la falta de control directo de la organización sobre ellas.

Para realizar una estimación precisa de la huella de carbono de una organización, es fundamental definir los límites operacionales adecuados. Estos límites determinarán qué actividades, procesos y emisiones deben incluirse en el cálculo de la huella de carbono. Los límites operacionales deben basarse en un análisis exhaustivo de las operaciones de la organización y considerar factores como la propiedad, el control y la influencia sobre las fuentes de emisión.

En el caso específico de la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador en el año 2022, sería necesario analizar en detalle sus actividades, procesos y cadena de suministro para establecer los límites operacionales adecuados. Esto implicaría identificar y cuantificar las emisiones directas e indirectas asociadas con sus operaciones para este trabajo únicamente se identificará y cuantificará los datos obtenidos por el alcance 1 y 2, incluyendo el consumo de energía, el transporte, la gestión de residuos y cualquier otra actividad relevante para su negocio.

3.4. Período de inventario

Para tener una comparación consistente y significativa de las emisiones de GEI a través del tiempo, es necesario determinar una base de desempeño que servirá para comparar las emisiones actuales, a esta base de desempeño se le llama año base.

La empresa elige y reporta un año base para el cual se cuente con información confiable de las emisiones y especificar las razones que se consideraron para la elección ese año.

Usualmente las empresas solo eligen un año base, aunque es posible seleccionar como base un promedio de emisiones anuales durante varios años consecutivos, esto para ayudar a suavizar algunos cambios inusuales que pueden ser poco representativos del perfil típico de las emisiones de la empresa.

Para la empresa Sabor Amigo se seleccionó como período de inventario el año 2022, desde el mes de enero hasta el mes de diciembre, dado que en este período se encontraba la mayor disponibilidad de los datos.

3.5. Identificación de fuentes de emisión de GEI

El primero de los cinco pasos para identificar y calcular las emisiones de una empresa es categorizar las fuentes de emisiones de GEI dentro de los límites de la empresa. Las emisiones de GEI típicamente provienen de las siguientes categorías de fuente: (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005)

- a) Combustión fija: combustión de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores motores, flameadores, etc.
- b) Combustión móvil: combustión de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcasas, embarcaciones, etc.
- c) Emisiones de proceso: emisiones de procesos físicos o químicos.
- d) Emisiones fugitivas: liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc.

3.6. Selección del método de cálculo

Se utilizarán los factores de emisión como método de cálculo de emisión de GEI. Estos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión; estos varían en función de la actividad que se trate y las unidades en las que estén expresados los factores de emisión han de escogerse en función de los datos de la actividad de que se disponga. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005)

El cálculo de la huella de carbono se llevará a cabo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de carbono} = \text{dato de actividad} * \text{Factor de Emisión}$$

3.7. Recolección de datos

Los datos de actividad constituyen la información necesaria para estimar la magnitud de la fuente de emisiones durante el año típico. El tipo de información necesaria dependerá del tipo de fuente de emisión. Por ejemplo, para fuentes de emisión estacionarias (como calderas, generadores, etc.) los detalles necesarios incluirán el tipo y cantidad de combustible consumido en un año tipo.

Los datos necesarios para el cálculo de la huella de carbono de la empresa Grupo Sabor Amigo se obtendrán mediante la ayuda de la ingeniera Wendy Molina, de igual forma se realizará una visita guiada a la empresa.

Para el alcance 1 se incluirán los datos sobre combustibles para equipos fijos y móviles.

Con respecto al alcance 2 se tomará en cuenta el consumo de energía eléctrica en la empresa, teniendo en cuenta la energía eléctrica generada por los paneles solares que esta posee.

3.8. Selección de factores de emisión

Factor de emisión. Factor que permite estimar emisiones de GEI a partir de los datos de actividades disponibles (como toneladas de combustible consumido, toneladas de producto producido) y las emisiones totales de GEI. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005).

Emisiones directas por fuentes de combustión estacionarias y móviles

En general, las emisiones de cada gas de efecto invernadero de fuentes estacionarias se calculan multiplicando el consumo de combustible por el factor de emisión correspondiente. En este apartado se incluyen las emisiones derivadas del consumo de combustibles en instalaciones fijas, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, etc.

$$Emisiones\ de\ GEI = \sum Consumo\ de\ combustible * FE$$

Donde:

Consumo de combustible = Cantidad de combustible consumida en un año y expresada en forma volumétrica de masa o unidad de energía

FE = Factor de emisión del combustible (kg CO₂ equivalente/unidad de combustible)

Tabla 3.1 Factor de emisión, poder calorífico y densidad del GLP

Recurso	Factor de emisión	Unidades	Poder calorífico	Unidades	Densidad	Unidad
Gas propano	63.6	Ton CO ₂ /TJ	46.2	Mj/Kg	0.519	Kg/litro

Nota: Información obtenida del curso Ecoeficiencia en los Procesos Industriales

Tabla 3.2 Factores de emisión de CO₂ de diferentes combustibles

Tipo de combustible	Factor de emisión CO ₂ (Kg CO ₂ /TJ)
Gasolina para motores	69,300
Gas/ diesel oil	74,100
Gases licuados de petróleo (GLP)	63,100

Nota: Adaptado de Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

Para cuantificar las emisiones de alcance 2, el ECCR recomienda que las empresas obtengan factores de emisión específicos de fuente/proveedor para la electricidad adquirida. Si éstos no se encuentran disponibles, deben utilizarse factores de emisión regionales o de la red eléctrica. (GHG Protocol, WBCSD, WRI México, 2005).

$$\text{Emisiones de GEI} = \sum \text{Consumo de electricidad} * FE$$

Donde:

Consumo de electricidad = Consumo medio anual de electricidad (MWh u otra unidad de consumo eléctrico)

FE = Factor de emisión de la red (kg CO₂ equivalente/unidad de electricidad consumida)

El factor de emisión oficial de la red eléctrica de El Salvador correspondiente al año 2021 se tomó del documento “FACTORES DE EMISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL DE EL SALVADOR” realizado por la DIRECCIÓN GENERAL DE ENERGÍA, HIDROCARBUROS Y MINAS.

Factor de emisión en red (toneladas de CO₂/MWh) = 0.4161

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. Descripción de fuentes de emisiones

4.1.1 Alcance 1

Dentro de las emisiones directas para el alcance 1 se encontraron emisiones tanto de combustión fija como móvil descritas a continuación:

Equipos de combustión fija: los equipos con los que cuenta la empresa que son de combustión fija consumen gas licuado de propano (GLP) son: una caldera Fulton y una cocina.

Equipos combustión móvil: los equipos dentro de esta sección son tres camiones (uno de 3.5 toneladas, uno de 2 toneladas y uno de 1.5 toneladas) utilizados para el transporte de mercancía, todos ellos utilizan Diesel.

4.1.2 Alcance 2

Los equipos consumidores de energía eléctrica se pueden clasificar en luminaria, equipos eléctricos y electrónicos.

Tabla 4.1 Datos luminaria por área de trabajo

Luminaria	Oficinas	Planta de salsas	Planta de polvos	Bodega	Cocina	Caldera
Focos de 18 W	26	2	48	-	2	-
Lámparas de 18 W (2 tubos)	3	14	5	1	10	5
Lámparas de 18 W (6 tubos)	-	16	16	-	-	-

Nota: Datos recolectados de las instalaciones de la empresa Grupo Sabor Amigo

Tabla 4.2 Datos equipos eléctricos y electrónicos por área de trabajo

Equipos eléctricos y electrónicos	Oficinas	Planta de salsas	Planta de polvos	Bodega	Cocina	Caldera
Aire acondicionado	4					
Báscula de media			4			
Báscula de mesa		2	4			
Báscula de piso		2	2			
Bomba 1 HP		1				1
Bomba ¼ HP						2
Bomba dosificadora						1
Cafetera	1				1	
Cámaras	1	2	3	4	1	
Cocedora de sacos			2			
Computadoras	2	1	7	2		
Congeladores		1	2	2		
Empaquetadora 5 kg			1			
Envasadora vertical		1				
Extractores de aire		1	3			
Fotocopiadora	1					
Impresoras	3	1	3			1
Inyectores de aire		1	2			
Lampara UV		1	4	2		
Laptop	5	2	3			1
Licuadoras cocina		1				
Licuadoras de inmersión		2				
Marmita 125 kilos		1				
Marmita 90 kilos		1				
Mezclador 100 kilos			1			
Mezclador 300 kilos			1			
Mezclador 500 kilos			1			
Microondas					1	

continúa...

Tabla 4.2 Datos equipos eléctricos y electrónicos por área de trabajo (continuación)

Equipos eléctricos y electrónicos	Oficinas	Planta de salsas	Planta de polvos	Bodega	Cocina	Caldera
Mini chiller						1
Monta Cargas				1		
Oasis	1	1	1	1	1	
Pelador de ajo		1				
Refresquera					1	
Refrigeradores		3			2	
Selladora de pedal 12 plg		1				
Selladora de pedal 24 plg		3				
Selladora manual			3			
Suavizador						1
Teléfonos	3	1	2	1		
Ventiladores		1	5	2	4	1

Nota: Datos recolectados de las instalaciones de la empresa Grupo Sabor Amigo

4.2. Cálculo de emisiones alcance 1

La tabla 4.3 muestra el consumo de gas licuado de petróleo

Tabla 4.3 Consumo mensual de gas propano

Mes	Consumo galones GLP	Consumo de energía térmica total MJ
Ene	316	31839.48
Feb	195	19647.78
Mar	494	49774.38
Abr	247	24887.19
May	359	36172.06
Jun	422	42519.81
Jul	285	28715.98
Ago	285	28715.98
Sep	280	28212.19
Oct	255	25693.25
Nov	400	40303.14
Dic	308	31033.42
Promedio	320.5	32292.89
Total	3846	32292.89

Nota: Datos proporcionados por la empresa Grupo Sabor Amigo

a) Cálculo para emisiones consumo de combustible (GLP)

Consumo de combustible GLP al año:

$$3846 \frac{\text{galones}}{\text{año}} \cdot \frac{3.78541 \text{ litros}}{\text{galon}} = 14,558.69 \frac{\text{litros}}{\text{año}}$$

Masa del GLP:

$$14,558.69 \frac{\text{litros}}{\text{año}} \cdot 0.519 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} = 7,555.96011 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Cálculo de la energía en el combustible:

$$7,555.96011 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot \frac{46.2 \text{ MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{TJ}}{1 \times 10^6 \text{ MJ}} = 0.349085 \frac{\text{TJ}}{\text{año}}$$

Emisiones:

$$0.349085 \frac{\text{TJ}}{\text{año}} \cdot 63.6 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{TJ}} = 22.2018 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}}$$

b) Cálculo para emisiones consumo de combustible (Diesel)

Los valores proporcionados por la empresa Grupo Sabor Amigo reflejan únicamente el gasto mensual en combustible por camión, para poder calcular las emisiones es necesario contar con los datos de los galones consumidos por camión.

Tabla 4.4 Gasto mensual en combustible Diesel por camión

MES	2/T/2022	3/T/2022	1.5/T/2022
ENERO	\$ 200.00	\$ 240.00	\$ -
FEBRERO	\$ 200.00	\$ 160.00	\$ 145.00
MARZO	\$ -	\$ -	\$ -
ABRIL	\$ -	\$ -	\$ -
MAYO	\$ -	\$ -	\$ -
JUNIO	\$ 185.00	\$ 230.00	\$ 200.00
JULIO	\$ 200.00	\$ 250.00	\$ 240.00
AGOSTO	\$ 200.00	\$ 220.00	\$ 240.00
SEPTIEMBRE	\$ 160.00	\$ 240.00	\$ 200.00
OCTUBRE	\$ 445.00	\$ 300.00	\$ 160.00
NOVIEMBRE	\$ 200.00	\$ 220.00	\$ 200.00

continúa...

Tabla 4.4 Gasto mensual en combustible Dieses por camión (continuación)

MES	2/T/2022	3/T/2022	1.5/T/2022
DICIEMBRE	\$ 160.00	\$ 240.00	\$ 200.00
TOTAL	\$ 1,950.00	\$ 2,100.00	\$ 1,585.00

Nota: Valores proporcionados por la empresa Grupo Sabor Amigo

El precio del combustible es una variable que cambia con el tiempo debido a factores económicos, políticos y ambientales. Utilizar un valor fijo no tendría en cuenta esta variabilidad y podría conducir a una subestimación o sobreestimación significativa de las emisiones de carbono. Al recopilar un precio mensual promedio, se captura mejor las fluctuaciones en los costos del combustible.

A continuación, se muestra en la siguiente tabla los valores promedios del combustible por mes, estos valores se recopilaron a través del portal de la Dirección General de Energía, Hidrocarburos y Minas de El Salvador.

Tabla 4.5 Precios promedio de combustible mensuales

Enero				
Período	1 al 10	11 al 24	25 al 31	promedio
Precio	\$ 3.29	\$ 3.43	\$3.64	\$3.45
Febrero				
Período	1 al 7	8 al 21	22 al 28	promedio
Precio	\$ 3.64	\$ 3.85	\$ 3.99	\$3.83
Marzo				
Período	1 al 7	8 al 21	22 al 28	promedio
Precio	\$ 3.99	\$ 4.24	\$ 4.57	\$4.27
Abril				
Período	1 al 4	5 al 8	19 al 30	promedio
Precio	\$ 4.57	\$ 4.91	\$ 4.14	\$4.54
Mayo				
Período	1 al 2	3 al 16	17 al 30	Promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14
Junio				
Período	1 al 13	14 al 27	27 al 30	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14
Julio				
Período	1 al 11	12 al 25	26 al 31	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14

continúa...

Tabla 4.5 Precios promedio de combustible mensuales (continuación)

Agosto				
Período	1 al 8	9 al 22	23 al 31	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14
Septiembre				
Período	1 al 5	6 al 19	20 al 30	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14
Octubre				
Período	1 al 3	4 al 17	18 al 31	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14
Noviembre				
Período	1 al 14	15 al 28	29 al 30	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14
Diciembre				
Período	1 al 13	14 al 26	27 al 31	promedio
Precio	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14	\$ 4.14

Una vez calculado el valor del precio mensual del combustible se puede obtener la cantidad de galones que representa el gasto mensual por camión a través de la siguiente formula:

$$Galones = \frac{Gasto\ mensual}{precio\ promedio} \left[\frac{\$}{\$/galon} \right]$$

Obteniendo como resultado la cantidad de galones mensuales utilizados por camión.

Tabla 4.6 Recopilación de gastos y galones utilizados mensualmente por camión

Mes	2/t/2022	Galones	3/t/2022	Galones	1.5/t/2022	Galones
Enero	\$ 200.00	57.9710	\$ 240.00	69.5652	-	-
Febrero		52.2193	\$ 160.00	41.7755	\$ 145.00	37.8920
Marzo	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-
Junio	\$ 185.00	44.6860	\$ 230.00	55.5556	\$ 200.00	48.3092
Julio	\$ 200.00	48.3092	\$ 250.00	60.3865	\$ 240.00	57.9710
Agosto	\$ 200.00	48.3092	\$ 220.00	53.1401	\$ 240.00	57.9710
Septiembre	\$ 160.00	38.6473	\$ 240.00	57.9710	\$ 200.00	48.3092

continúa...

Tabla 4.6 Recopilación de gastos y galones utilizados mensualmente por camión (continuación)

Octubre	\$ 445.00	107.487	\$ 300.00	72.4638	\$ 160.00	38.6373
Noviembre	\$ 200.00	48.3092	\$ 220.00	53.1401	\$ 200.00	48.3092
Diciembre	\$ 160.00	38.6473	\$ 240.00	57.9710	\$ 200.00	48.3092
Total	\$1,950.0	484.566	\$2,100.0	521.968	\$1,585.00	385.7181

A partir de estos valores se calcula las emisiones de cada camión de la siguiente manera:

– **Camión de 2 toneladas**

Consumo de combustible Diesel al año

$$484.5865 \frac{\text{galones}}{\text{año}} \cdot \frac{3.78541 \text{ litros}}{\text{galon}} = 1,834.3594475 \frac{\text{litros}}{\text{año}}$$

Masa del diésel:

$$1,834.359447 \frac{\text{litros}}{\text{año}} \cdot 0.85 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} = 1,559.20553 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Cálculo de la energía en el combustible:

$$1,559.20553 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot \frac{43 \text{ MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{TJ}}{1 \times 10^6 \text{ MJ}} = 0.06704583779 \frac{\text{TJ}}{\text{año}}$$

Emisiones:

$$0.06704583779 \frac{\text{TJ}}{\text{año}} \cdot 72.6 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{TJ}} = 4.8675 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}}$$

– **Camión de 3 toneladas**

Consumo de combustible diésel al año:

$$521.9687 \frac{\text{galones}}{\text{año}} \cdot \frac{3.78541 \text{ litros}}{\text{galon}} = 1,975.8664679 \frac{\text{litros}}{\text{año}}$$

Masa del diésel:

$$1,975.8664679 \frac{\text{litros}}{\text{año}} \cdot 0.85 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} = 1,679.486498 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Cálculo de la energía en el combustible:

$$1,679.486498 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot \frac{43 \text{ MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{TJ}}{1 \times 10^6 \text{ MJ}} = 0.07221791941 \frac{\text{TJ}}{\text{año}}$$

Emisiones:

$$0.07221791941 \frac{\text{TJ}}{\text{año}} \cdot 72.6 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{TJ}} = \mathbf{5.2430} \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}}$$

– **Camión de 1.5 toneladas**

Consumo de combustible diésel al año:

$$385.7181 \frac{\text{galones}}{\text{año}} \cdot \frac{3.78541 \text{ litros}}{\text{galon}} = 1460.101841 \frac{\text{litros}}{\text{año}}$$

Masa del diésel:

$$1460.101841 \frac{\text{litros}}{\text{año}} \cdot 0.85 \frac{\text{kg}}{\text{litro}} = 1241.086565 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Cálculo de la energía en el combustible:

$$1241.086565 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot \frac{43 \text{ MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{TJ}}{1 \times 10^6 \text{ MJ}} = 0.05336672229 \frac{\text{TJ}}{\text{año}}$$

Emisiones:

$$0.05336672229 \frac{\text{TJ}}{\text{año}} \cdot 72.6 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{TJ}} = \mathbf{3.8744} \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}}$$

Total:

$$(4.8675 + 5.2430 + 3.8744) \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}} = 13.9849 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}}$$

4.3. Cálculo de emisiones alcance 2

A continuación de muestra el consumo eléctrico del año 2022 en un período de doce meses de la empresa Grupo Sabor Amigo en El Salvador.

Tabla 4.7 Consumo mensual de energía eléctrica

N°	Mes	Consumo en kWh
1	Enero	584
2	Febrero	1559
3	Marzo	2009
4	Abril	2704
5	Mayo	2460
6	Junio	3009
7	Julio	2973
8	Agosto	2594
9	Septiembre	3533
10	Octubre	3825
11	Noviembre	4080
12	Diciembre	4714
	Total	34044

Consumo:

$$34044 \text{ kWh} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} = 34.044 \text{ MWh}$$

$$34.044 \text{ MWh} \cdot 0.4161 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{MWh}} = 14.1657 \text{ Ton } CO_2$$

4.4. Resultados de emisiones

Se presentan los resultados de los calculo realizados anteriormente, para el análisis de los mismo se muestra una comparativa entre fuentes de emisión, así mismo una comparación entre alcance 1 y alcance 2.

4.4.1. Comparación de fuentes de emisiones

A continuación, se detallan las emisiones totales que generan cada una de las fuentes calculadas anteriormente.

Tabla 4.8 Total de emisiones por fuente emisora de la empresa Grupo Sabor Amigo

Fuente Emisora	Total de emisiones (Ton CO ₂)
Gas licuado de petróleo	22.2018
Diesel	13.9849
Energía eléctrica	14.1657

En la figura 4.1 se observa que las fuentes de emisión tienen porcentajes bastante cercanos, siendo el más alto el del GLP el cual representa un 44% con una cifra de 22.2018 Toneladas de CO₂ al año.

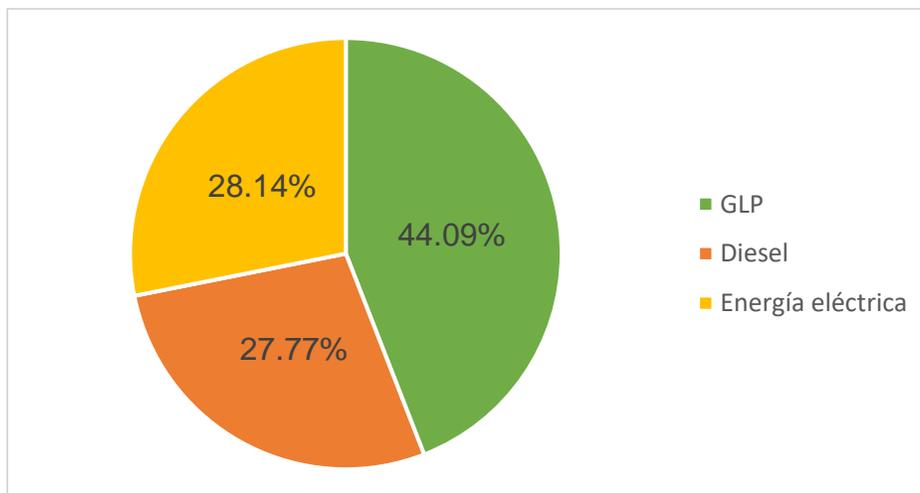


Figura 4.1 Porcentajes comparativos del total de emisiones de CO₂ por tipo de fuente de emisión de la empresa Grupo Sabor Amigo

4.4.2. Comparación de los alcances de emisión

En la tabla 4.9 se observa las emisiones del alcance 1 y alcance 2, así mismo la suma de dichos alcances que representan las emisiones totales calculadas.

Tabla 4.9 Total de emisiones por alcance de la empresa Grupo Sabor Amigo

Alcance	Emisiones (Ton CO₂)
Alcance 1	36.1867
Alcance 2	14.1657
Total	50.3524

El grafico de la figura 4.2 se visualiza las emisiones de emitidas por la empresa Grupo Sabor Amigo en esta ocasión se ve la comparativa según el alcance.

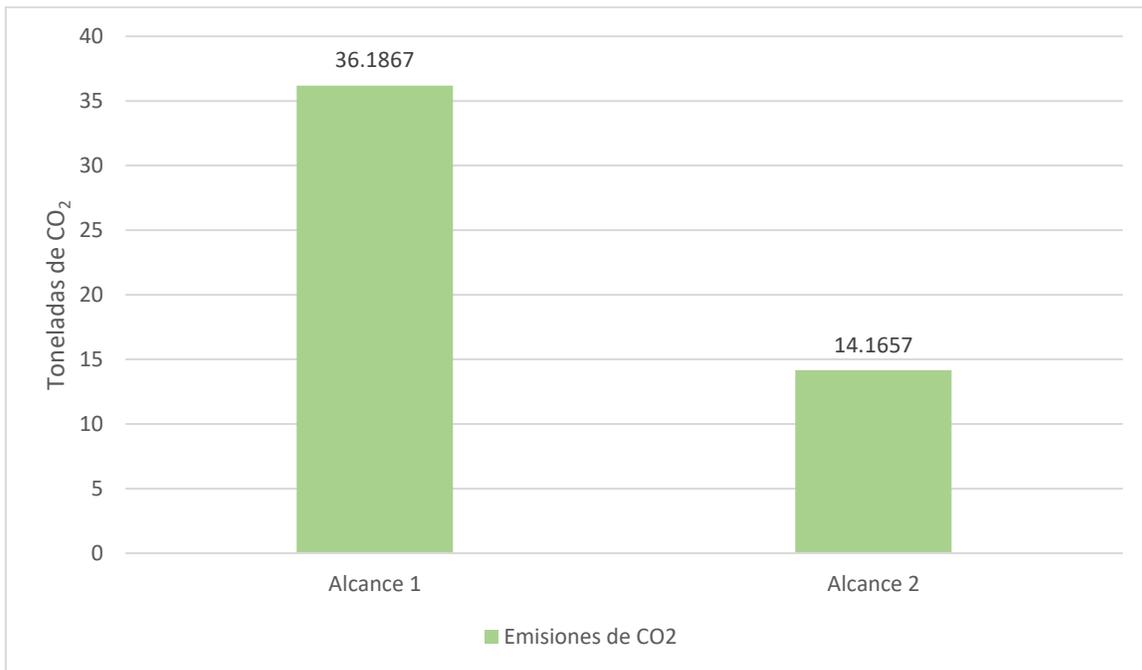


Figura 4.2 Emisiones de toneladas de CO₂ según tipo de alcance

4.5. Propuestas de reducción de emisiones

A. Implementación de un sistema de retorno de condensado.

Teniendo en cuenta los resultados del cálculo de la huella de carbono se observa que la principal fuente de emisión de CO₂ es por el consumo de gas GLP en la caldera, por lo que se propone implementar un sistema de retorno de condensado en su sistema de generación de vapor, ya que actualmente la empresa no posee uno. La implementación de un sistema de retorno de condensado permitirá la recuperación eficiente de la energía térmica contenida en el condensado, reduciendo así la necesidad de generar vapor adicional y, en consecuencia, disminuyendo el consumo de combustible.

Para la implementación del sistema de recuperación de condensado se debe realizar en primera instancia una evaluación detallada de los sistemas de vapor, esta evaluación se puede llevar a cabo mediante una auditoría la cual sirve para descubrir en el porcentaje de recuperación de condensado, en cuanto se puede aumentar y también encontrar las oportunidades de ahorro, uso y administración de la energía que se traduce en eficiencia energética y ahorro en costos dentro de la empresa, así como una proyección de la reducción de la huella de carbono que se podría lograr.

Con el fin de mostrar el beneficio que presenta la implementación de un sistema de retorno de condensado se hará el siguiente planteamiento:

Consideraciones:

- Suponiendo un retorno de condensado a 90 °C.
- La recuperación del condensado es del 70%.
- Entrada de agua a caldera a una temperatura de 80°C debido al sistema de precalentamiento de agua que posee la empresa.
- Si la planta funciona 24 h/día, 7 días/semana, 50 semanas/año, el número total de horas trabajadas es 8400h.

Datos:

- Cp agua= 4.186 KJ/kg K
- Cp GLP= 46.2 MJ/kg
- Generación de vapor caldera Fulton modelo FB-015-A= 518 lbs/h = 234.961 Kg/h
- Eficiencia de caldera= 85%
- Consumo combustibles GLP= 7,555.96011 Kg/año

Para elevar 10 K la temperatura de 1 kg de agua de alimentación se requiere la siguiente cantidad de energía:

$$Q = m * cp * \Delta T$$

$$Q = 1kg * 4.186 \frac{KJ}{kg K} * 10 K = 41.86 KJ$$

La caldera está suministrando 234.961 kg/h de vapor y que se recupera el 70% de condensado. Por consiguiente, se debe agregar y calentar un 30% (70.4883 kg/h) que no se ha devuelto al sistema.

$$\text{Consumo de energía 30\%} = 41.86 \frac{KJ}{kg} * 70.4883 \frac{Kg}{h}$$

$$\text{Consumo de energía 30\%} = 2,950.6 \frac{KJ}{h} = 2.9506 \frac{MJ}{h}$$

La energía total requerida viene dada por:

$$\text{Energía total requerida} = \text{Consumo de energía 30\%} * \text{horas trabajadas al año}$$

$$\text{Energía total requerida} = 2.9506 \frac{MJ}{h} * 8400 \frac{h}{año} = 24,785.04 \frac{MJ}{año}$$

Cálculo de energía que entrega el combustible GLP al agua:

$$\text{Energía entregada por GLP} = \text{eficiencia de caldera} * Cp_{GLP}$$

$$\text{Energía entregada por GLP} = 0.85 * 42.6 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 39.7 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

El combustible necesario para calentar el agua de alimentación se calculará de la siguiente forma:

$$\text{Combustible para calentar el agua} = \frac{\text{Energía total requerida}}{\text{Energía entregada por GLP}}$$

$$\text{Combustible para calentar el agua} = \frac{24,785.04 \frac{\text{MJ}}{\text{año}}}{39.7 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = 624.30 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

El combustible necesario para calentar el agua de alimentación se traduce en ahorro de combustible por lo que el porcentaje de ahorro vendrá dado de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de ahorro} = \frac{624.30 \frac{\text{kg}}{\text{año}}}{7,555.96011 \frac{\text{kg}}{\text{año}}} * 100\% = 8.26\%$$

El beneficio ambiental anual se calcula mediante la multiplicación de los ahorros en energía del combustible GLP por el factor de emisión correspondiente al combustible:

$$\text{Beneficio ambiental} = \text{Ahorro en energía combustible GLP} \times \text{Factor de emisión}$$

Cálculo de la energía en el ahorro de combustible:

$$624.30 \frac{\text{kg}}{\text{año}} \cdot \frac{46.2 \text{ MJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{TJ}}{1 \times 10^6 \text{ MJ}} = 0.028842 \frac{\text{TJ}}{\text{año}}$$

$$\text{Beneficio ambiental} = 0.028842 \frac{\text{TJ}}{\text{año}} \cdot 63.6 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{TJ}} = 1.8343 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}}$$

Por lo tanto, se tendría una disminución del 8.26% en la huella de carbono respecto a las emisiones actuales de la empresa (22.2018 Ton CO₂/año). Debido a los diversos factores que se debe tener en cuenta para conocer la factibilidad económica de un sistema de retorno de condensado, se sugiere a la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador llevar a cabo este análisis que permitirá evaluar la viabilidad financiera y los posibles beneficios asociados con la implementación de dicho sistema, brindando a la empresa información clave para tomar una decisión fundamentada.

B. Instalación de un sistema solar fotovoltaico

Una de las propuestas para reducción de emisiones de GEI en la fábrica Sabor Amigo es aumentar la cantidad de paneles instalados, ya que ellos ya cuentan con un sistema solar fotovoltaico instalado en el techo. Se utilizará el software “PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM” de la Comisión Europea para la estimación de la producción anual de energía eléctrica del sistema propuesto.

Se conocen los siguientes datos:

La empresa proporcionó un plano del techo para el cálculo del área disponible, la cual sería:

$$\text{Área disponible} = 9.92 \text{ m} \times 9.36 \text{ m} = 92.85 \text{ m}^2$$

$$\text{Área efectiva} = 92.85 \text{ m}^2 \times 0.80 = 74.28 \text{ m}^2$$

Según las especificaciones técnicas del modelo Jinkosolar JKM545M-72HL4-V, las dimensiones de los paneles solares son:

$$\text{Área del panel} = 2.274 \text{ m} \times 1.134 \text{ m} = 2.58 \frac{\text{m}^2}{\text{panel}}$$

$$\text{Potencia panel} = 545 \text{ Wp}$$

$$\text{Inversión inicial} = \$1,000$$

$$\text{Vida útil del equipo} = 30 \text{ años}$$

1. Cálculo de la potencia pico a instalar

Para el cálculo de la potencia pico se debe calcular primero la cantidad de paneles a instalar tomando en cuenta el área aprovechable y el área de cada panel:

$$\text{Cantidad de paneles} = \frac{\text{área efectiva}}{\text{área panel}} = \frac{74.28 \text{ m}^2}{2.58 \frac{\text{m}^2}{\text{panel}}} = 28.79 \text{ paneles} \approx 29 \text{ paneles}$$

$$\text{Potencia pico} = \text{Cantidad de paneles} \times \text{Potencia panel}$$

$$\text{Potencia pico} = 29 \text{ paneles} \times 545 \frac{\text{Wp}}{\text{panel}} = 15.80 \text{ KWp}$$

Se utilizará el software para determinar la producción de energía anual a partir del sistema solar fotovoltaico:

$$\text{Producción de energía anual} = 24,842.13 \frac{\text{KWh}}{\text{año}}$$

2. Determinación del costo de producción de SSFV

Para calcular el monto de inversión inicial se multiplica el costo de la instalación de potencia pico a instalar por la potencia pico a instalar:

$$\text{Inversión} = \text{Costo por potencia pico} \times \text{Potencia pico}$$

$$\text{Inversión} = 1,000 \frac{\text{US \$}}{\text{kWp}} \times 15.80 \text{ KWp} = \$15,800$$

Para obtener el costo de producción de la energía en el sistema solar fotovoltaico, también se utilizó el software mencionado anteriormente:

$$\text{Costo de producción del SSFV} = 0.069 \frac{\text{US \$}}{\text{kWh}}$$

Utilizando el sistema solar fotovoltaico, el costo de producción de kWh es de \$0.069, bastante menor al precio de mercado, el cual, actualizado al año 2023 de

Del Sur, es de \$0.1544. Utilizar el sistema fotovoltaico generaría un beneficio económico respecto a la compra de energía a la empresa Del Sur.

3. Beneficio económico

Para calcular los ahorros en electricidad generados por la producción de energía eléctrica mediante el SSFV son la diferencia entre el costo de producción de energía anual con respecto al precio de mercado:

$$\text{Ahorro con SSFV} = 24,842.13 \frac{\text{KWh}}{\text{año}} (0.1544 - 0.069) \frac{\text{US\$}}{\text{kWh}} = 2,121.52 \frac{\text{US\$}}{\text{año}}$$

Cálculo del período de recuperación de la inversión (PSRI):

$$\text{PSRI} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ahorro}} = \frac{15,800 \text{ US \$}}{2,121.52 \frac{\text{US\$}}{\text{año}}} = 7.45 \text{ años} \approx 8 \text{ años}$$

4. Beneficio ambiental

El beneficio ambiental anual se calcula mediante la multiplicación de los ahorros en electricidad por el factor de emisión del gas de efecto invernadero, en este caso el CO₂:

$$\text{Beneficio ambiental} = \text{Ahorro en electricidad} \times \text{Factor de emisión}$$

$$\text{Beneficio ambiental} = 24.84213 \frac{\text{MWh}}{\text{año}} \times 0.6798 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{MWh}} = 16.89 \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}}$$

Actualmente la empresa adquiere de la red eléctrica la cantidad de 34,044 kW anualmente, la producción de energía anual utilizando el SSFV es de 24,842.13 kW, la energía producida por el sistema equivale a un 72.97% de la energía requerida por la empresa, reduciendo en un gran porcentaje la necesidad de comprar energía a la red eléctrica. Además de reducir gastos económicos también reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en 10.34 Ton CO₂ equivalente menos

respecto a las emitidas en el año base que son de 14.1657 Ton CO₂, reduciendo las emisiones en un 73%.

El período de recuperación de la inversión para implementar el SSFV es de 8 años, considerando que la vida útil de los paneles Jinkosolar JKM545M-72HL4-V es de 30 años, es una opción viable de implementar tanto desde el punto de vista económico como el punto de vista ambiental.

C. Reemplazo de vehículo

La empresa cuenta con un vehículo Toyota Hilux cabina sencilla de 1998, con un motor diésel 2.4 L de 4 cilindros. Las especificaciones técnicas de este modelo establecen que por 10 litros de diésel se recorren 100km.

Anteriormente se calcularon los galones de diésel que se consumen al año por cada vehículo, en este caso sólo se utilizará la información que corresponde al Toyota Hilux, que es el vehículo de 1.5 toneladas, esta información se encuentra en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Consumo de combustible vehículo de 1.5 Toneladas durante el año 2022

Mes	1.5 T 2022	Galones	Litros
Enero	-	-	-
Febrero	\$ 145.00	37.8920	143.4368
Marzo	-	-	-
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	-
Junio	\$ 200.00	48.3092	182.8702
Julio	\$ 240.00	57.9710	219.4441
Agosto	\$ 240.00	57.9710	219.4441
Septiembre	\$ 200.00	48.3092	182.8702
Octubre	\$ 160.00	38.6373	146.2581
Noviembre	\$ 200.00	48.3092	182.8702
Diciembre	\$ 200.00	48.3092	182.8702
Total	\$1,585.00	385.7181	1,460.0639

Se usará una regla de tres para calcular la cantidad de kilómetros recorridos por litro de diésel al mes por el vehículo para poder comparar estos datos con un vehículo nuevo.

$$km\ recorridos = \frac{L\ consumidos \cdot 100\ km}{10\ L}$$

Los kilómetros recorridos por litro de diésel se incluyen en la tabla 4.11.

Tabla 4.11 Consumo de combustible y km recorridos del vehículo de 1.5 Toneladas durante el año 2022

Mes	1.5/t/2022	Galones	Litros	Km recorridos
Enero	-	-	-	-
Febrero	\$ 145.00	37.8920	143.4368	1434.368
Marzo	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-
Junio	\$ 200.00	48.3092	182.8702	1828.702
Julio	\$ 240.00	57.9710	219.4441	2194.441
Agosto	\$ 240.00	57.9710	219.4441	2194.441
Septiembre	\$ 200.00	48.3092	182.8702	1828.702
Octubre	\$ 160.00	38.6373	146.2581	1462.581
Noviembre	\$ 200.00	48.3092	182.8702	1828.702
Diciembre	\$ 200.00	48.3092	182.8702	1828.702
Total	\$1,585.00	385.7181	1,460.0639	14,600.639

El cálculo de las emisiones del Toyota Hilux de 1998 fue de 3.8744 Ton CO₂/año. Se realizarán los mismos cálculos para un modelo nuevo que cumpla con los requerimientos para el transporte de mercancía.

El automóvil que se propone es el Toyota Hilux Cabina Sencilla 2.4 150D 4x4 GX 2019, cuyas especificaciones técnicas establecen que el consumo es de 7.1 L/100 km recorridos, emisiones de CO₂ WLTP de 187g/km y posee una normativa de emisiones Euro 6, además de poseer un filtro de partículas y un depósito AdBlue.

a) Filtro de partículas

El DPF es un dispositivo del sistema de escape, que tiene por propósito retener todas las partículas nocivas para el ecosistema, y cuando alcanza un cierto grado de saturación el dispositivo activa la regeneración. Un proceso de limpieza por el cual se eleva la temperatura y se queman las partículas.

La norma Euro 5 sobre emisiones de escape introducida en 2009 para ayudar a reducir las emisiones de CO₂ de los automóviles hizo que los DPF fueran obligatorios, y desde entonces, alrededor de uno de cada dos automóviles nuevos al año ha sido impulsado por diésel.

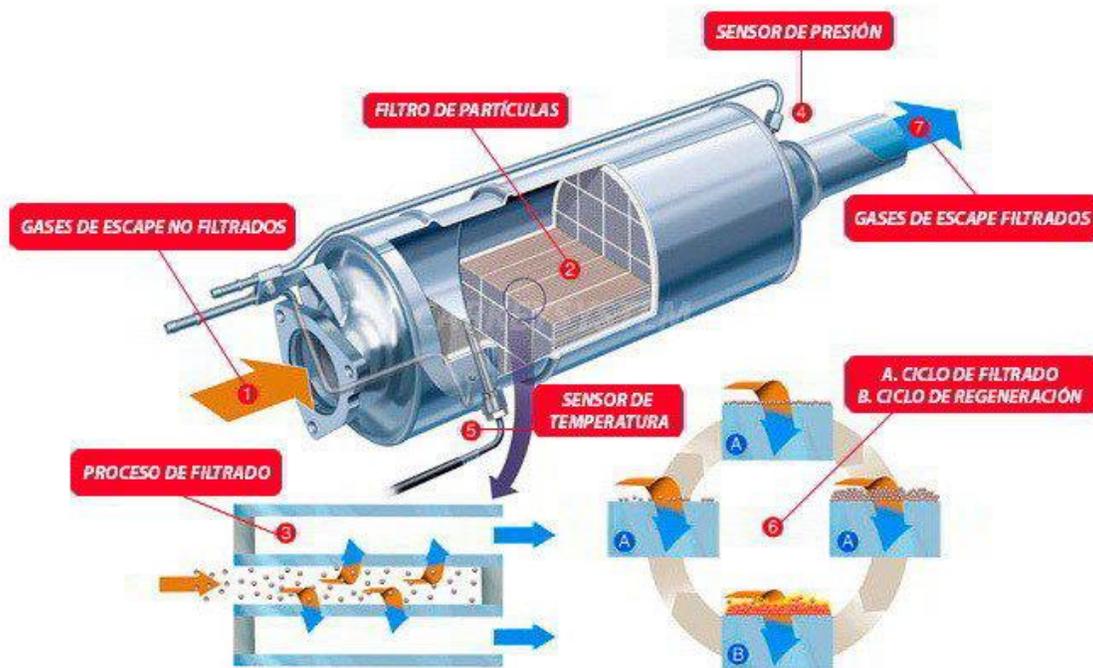


Figura 4.3 Filtro de partículas

Nota: Adaptado de INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ, consultado el año 2023

b) AdBlue

El AdBlue es un aditivo que se utiliza en algunos casos para ayudar a los motores diésel a cumplir la estricta norma europea de contaminación Euro 6. La

norma Euro 6 establece unas emisiones de 80 mg/km de NOx para las mecánicas diésel y 60 mg/km de NOx para los motores de gasolina.

Para lograr cumplir con la legislación, los fabricantes han mejorado los sistemas de tratamientos de gases de escape, con un convertidor catalítico de NOx en los modelos más ligeros y con un catalizador con inyección de urea, también conocido como AdBlue, en los más pesados.

Dentro de la marca Toyota son tres los modelos que utilizan AdBlue: PROAACE, el Hilux y el Land Cruiser.

Para el cálculo de emisiones se tomará el siguiente dato:

$$Emisiones\ de\ CO_2\ WLTP = \frac{187\ g\ CO_2}{km}$$

Las emisiones del vehículo se calculan multiplicando los kilómetros recorridos por las emisiones de CO₂ WLTP y luego, utilizando un factor de conversión para transformar a las unidades de Ton CO₂/año, para realizar la comparación entre los 2 vehículos:

$$Emisiones = 14,600.639 \frac{km}{año} \cdot \frac{187\ g\ CO_2}{km} = 2,730,319.493 \frac{g\ CO_2}{año} \cdot \frac{1\ Ton\ CO_2}{1 \times 10^6\ g\ CO_2}$$

$$Emisiones = 2.7303 \frac{Ton\ CO_2}{año}$$

El cálculo de los litros consumidos por km recorrido se realizará de la siguiente manera:

$$L\ consumidos = \frac{7.1\ L \cdot km\ recorridos}{100\ km}$$

La tabla 4.12 presenta la información del consumo de diésel en galones y litros, además del gasto monetario por la compra del combustible en el año 2022.

Tabla 4.12 Consumo de combustible y km recorridos del vehículo Toyota Hilux Cabina Sencilla 2.4 150D 4x4 GX 2019 durante el año 2022

Mes	1.5 T 2022	Galones	Litros	Km recorridos
Enero	-	-	-	-
Febrero	\$ 103.04	26.9033	101.8401	1434.368
Marzo	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-
Junio	\$142.00	34.2995	129.8378	1828.702
Julio	\$170.40	41.1594	155.8053	2194.441
Agosto	\$170.40	41.1594	155.8053	2194.441
Septiembre	\$142.00	34.2995	129.8378	1828.702
Octubre	\$113.57	27.4325	103.8432	1462.581
Noviembre	\$142.00	34.2995	129.8378	1828.702
Diciembre	\$142.00	34.2995	129.8378	1828.702
Total	\$ 1,125.41	273.8526	1,036.6451	14,600.639

1. Beneficio económico

Para calcular los ahorros en combustible se restan el gasto actual menos lo que se gastaría con el nuevo vehículo:

$$\text{Ahorro} = \$1585 - \$1125.41 = \$459.59$$

Dada la propuesta de reemplazo del vehículo actual por el modelo Toyota Hilux 2019, se sugiere encarecidamente a la empresa Grupo Sabor Amigo Patronic en El Salvador llevar a cabo un estudio de factibilidad económica. Este análisis exhaustivo permitirá evaluar la viabilidad financiera y los posibles beneficios asociados con la adquisición del nuevo vehículo, brindando a la empresa información clave para tomar una decisión fundamentada.

2. Beneficio ambiental

El beneficio ambiental anual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones} = 3.8744 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}} - 2.7303 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}} = 1.1441 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{año}}$$

Cambiar el vehículo Toyota Hilux de 1998 por el nuevo vehículo Toyota Hilux 2019 tendría un ahorro en combustible aproximadamente de 111.8655 galones, que esto equivale a un 29% del consumo actual. A su vez hay una reducción monetaria de \$459.59 en la compra de diésel anual. Las emisiones de CO₂ se ven reducidas un 29.53% en comparación con las calculadas para el vehículo de 1998.

Se debe tomar en cuenta que el costo del vehículo nuevo ronda entre los \$21,000 y \$24,000.

4.6. Buenas prácticas para la reducción de emisiones de CO₂

Es importante la implementación de buenas prácticas en la empresa, este se puede aplicar en el transporte, iluminación y climatización con el fin de reducir las emisiones de CO₂, además estas prácticas poseen un costo bajo o nulo, lo que favorece la economía de la empresa.

Según el Manual de cálculo y reducción de Huella de Carbono para actividades de transporte por carretera del Observatorio de la Sostenibilidad de España (OSE) algunas de las medidas que se pueden realizar son las siguientes:

A) Transporte

1. Optimizar rutas

A la hora de planificar las rutas conviene estudiar los antecedentes de consumos de combustible y hacer una planificación que permita la reducción de uso de combustible, reflejando rutas más cortas, con menos interrupciones de tráfico y más seguras.

2. Realizar las revisiones periódicas del vehículo

Deben realizarse las revisiones periódicas que recomienda el fabricante del vehículo para que el consumo de combustible esté optimizado. Por ejemplo, un filtro de aire en mal estado puede restar eficiencia al vehículo.

3. Mantener una velocidad uniforme

La aceleración y frenado repetidos necesitan mucha energía y en consecuencia un aumento en el consumo de combustible. Conviene evitar la aceleración y frenado innecesarios. Al circular a velocidad constante se reduce el desperdicio de energía y de combustible.

4. Moderar la velocidad

El consumo de combustible del vehículo es mayor cuanto más elevada sea la velocidad de conducción. Moderar la velocidad consigue reducir de forma significativa los consumos de combustible del vehículo.

5. Evitar cargas innecesarias en el vehículo

El peso del vehículo tiene un efecto relevante sobre el consumo de combustible. Una carga extra de 100 kg en un vehículo de gama media de 1.500 kg supone un consumo extra del orden del 7%.

6. Regular el aire acondicionado

El aire acondicionado o climatizador deben utilizarse de forma racional. Se recomienda una temperatura de confort de 24°C. En general, el encendido del aire acondicionado supone del orden de un 10% de incremento de media en el consumo de combustible.

B) Iluminación

1. Aprovechar la luz natural

El uso de la luz natural tiene un impacto muy positivo en el aspecto del espacio iluminado y su buen uso reduce el consumo de energía. Para facilitar el buen uso de la luz natural se pueden pintar los locales de colores claros, de forma que se maximice la efectividad de la luz suministrada y utilizar persianas o cortinillas en escaparates, que permitan regular la luz natural y eviten deslumbramientos.

2. Apagar las luces

Es importante cambiar la cultura de la empresa y que todos los empleados sean conscientes de la relevancia de apagar las luces que no están siendo utilizadas, o bien cuando la luz natural proporciona una iluminación suficiente.

3. Instalar sistemas de control de tiempo

Los sistemas de control de tiempo en los sistemas de iluminación permiten apagar las luces según un horario establecido y evitar que las mismas estén encendidas más tiempo del necesario.

4. Limpiar regularmente ventanas y lámparas

Aunque puede parecer obvio, conviene recordar que la limpieza de ventanas y claraboyas garantiza la entrada de la luz natural. Así mismo, es importante limpiar regularmente bombillas y lámparas pues la presencia de polvo o insectos supone una pérdida de eficiencia en la iluminación.

5. Realizar revisiones periódicas

Es importante realizar revisiones periódicas de la instalación de iluminación. En estas revisiones conviene comprobar el aspecto de los componentes en el interior de las luminarias, así como el estado de regletas y portalámparas, cambiando los que presenten algún deterioro.

C) Aire acondicionado

1. Apagar el aire acondicionado cuando no es necesario

Se debe apagar el aire acondicionado cuando no sea necesario, especialmente fuera de los horarios laborales.

2. Limpiar los equipos regularmente

Los componentes sucios restan eficiencia al sistema e incrementan por tanto el consumo de energía. Los componentes como rejillas, filtros y ventiladores de los aires acondicionados, deben revisarse y limpiarse regularmente.

3. Programar revisiones periódicas

El mantenimiento del sistema de aire acondicionado debe realizarse de forma regular para obtener un rendimiento eficiente.

El proveedor o instalador del sistema puede facilitarle un contrato de mantenimiento.

4. Limpiar los condensadores

Mantener los condensadores limpios y libres de obstrucciones, para garantizar el máximo rendimiento del equipo.

5. Comprobar posibles pérdidas de refrigerante y reparar si hay avería

Las pérdidas o fugas de refrigerante implican un incremento del consumo de energía que puede ser significativo. Es de vital importancia comprobar posibles fugas o pérdidas de refrigerantes y repararla inmediatamente.

CONCLUSIONES

1. El análisis de las fuentes de emisiones muestra diversidad y la magnitud de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la empresa Grupo Sabor Amigo que forma parte de la industria de alimentaria de El Salvador, por lo que, sus fuentes de generación de emisiones se enfocan en el consumo de combustibles y energía eléctrica para la elaboración de sus productos. Según la metodología del GHG Protocol dichos consumos se dividen en el alcance 1 y el alcance 2.
2. Dentro del alcance 1 se encuentra el consumo de gas licuado de petróleo y diésel; las fuentes emisoras identificadas en este alcance fueron: caldera, vehículos y cocinas de gas. En el alcance 2 se encuentran el consumo de energía eléctrica; las fuentes de emisión identificadas en este alcance fueron aires acondicionados, mezcladoras, básculas y diversos equipos utilizados en la elaboración de salsa y condimentos; así como, las luminarias y diversos electrodomésticos de uso cotidiano como computadoras, impresoras, refrigeradores, entre otros.
3. Al examinar cada fuente, se encuentra que las emisiones de GLP (Gas Licuado de Petróleo) en el alcance 1 son notables, representando aproximadamente el 44% del total de emisiones de CO₂ de la empresa, equivalente a 22.2018 toneladas de CO₂ al año. Estas emisiones se deben principalmente a la caldera y la cocina que funcionan con GLP. Esto destaca la necesidad de abordar la eficiencia de estos equipos y considerar alternativas más sostenibles.
4. Las emisiones indirectas de GEI (Alcance 2), vinculadas al consumo de energía eléctrica, también tienen un impacto considerable en la huella de carbono de Grupo Sabor Amigo. Durante el año 2022, la empresa consumió un total de 34,044 kWh de electricidad, lo que equivale a 14.1657 toneladas de CO₂ en emisiones anuales. Aunque las emisiones por unidad de energía son menores en comparación con el GLP, la magnitud del consumo eléctrico

hace que estas emisiones sean significativas. Esto resalta la importancia de mejorar la eficiencia energética y considerar fuentes de energía renovable para reducir la dependencia de fuentes de energía intensivas en carbono.

5. La implementación de un sistema de retorno de condensado en el sistema de generación de vapor de la empresa representa un impacto en la reducción de su huella de carbono y en el ahorro de costos asociados al consumo de combustible. La auditoría propuesta para evaluar el sistema de vapor y la implementación del retorno de condensado no solo proporciona oportunidades de ahorro en el uso y administración de la energía, sino que también contribuye a mejorar la eficiencia energética de la empresa. El cálculo detallado demuestra que el retorno de condensado puede reducir el consumo de combustible en un 8.26%, lo que se traduce en ahorros económicos y una disminución de la huella de carbono en aproximadamente un 8.26%.
6. La sustitución del vehículo Toyota Hilux de 1998 por el modelo Toyota Hilux Cabina Sencilla 2.4 150D 4x4 GX 2019 conlleva ahorros económicos sustanciales. El nuevo vehículo consume menos combustible, lo que resulta en un ahorro anual de aproximadamente \$459.59 en gastos de combustible en comparación con el vehículo más antiguo. Además, este cambio tiene un impacto significativo en la sostenibilidad ambiental. El Toyota Hilux 2019 emite un 29.53% menos de CO₂ que el vehículo de 1998, reduciendo las emisiones anuales de CO₂ en 1.1441 toneladas.
7. Aunque las emisiones por unidad de energía son menores en comparación con el GLP, la magnitud del consumo eléctrico hace que estas emisiones sean significativas, debido a esto, las estrategias de reducción de emisiones de gases de GEI también deberán ir enfocadas en la reducción del consumo de dicho recurso. Se ha planteado como estrategia de reducción de emisiones de GEI, la instalación de un sistema de paneles solares fotovoltaicos en el área disponible correspondiente al techo cuya área disponible es de 74.28 m², al realizar el análisis correspondiente se determina

que, se tendría una potencia pico de 15.80 KWp, la cual generaría un total de 24,842.13 KWh/año, tomando en cuenta que actualmente el consumo de energía eléctrica durante el año de estudio es de 34,044 KWh/año. Se concluye que, reduciría el consumo en un 72.97%, lo que conlleva a reducir significativamente las emisiones de GEI en un total de 10.336 Ton CO₂ equivalentes.

RECOMENDACIONES

1. Para una estimación rigurosa de la huella de carbono en la empresa Grupo Sabor Amigo, se recomienda realizar el cálculo del alcance 3 el cual incluye las emisiones indirectas (agua, papel, entre otros) en toda la cadena de valor de la empresa, con el propósito obtener un resultado de huella de carbono más acertado.
2. Se recomienda llevar un registro de la huella de carbono anual con el fin de poder conocer la cantidad de carbono que se emite para comprender el impacto ambiental de sus operaciones. Y así identificar áreas de mejora y establecer metas sostenibles.
3. Buscar certificaciones de gestión ambiental reconocidas a nivel internacional, como la ISO 1400. Esta certificación está diseñada para asistir a las organizaciones en lograr el éxito comercial mientras cumplen con sus responsabilidades medioambientales. Implementar estándares como la ISO 14001 puede ser clave para establecer metas concretas de reducción de emisiones y promover prácticas empresariales sostenibles.
4. Fomentar la conciencia ambiental entre los empleados es fundamental. Ofrecer programas de capacitación y sensibilización ambiental para que el personal comprenda la importancia de la reducción de emisiones y participe activamente en la implementación de prácticas más sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Benavides Ballesteros, H., y León Aristizabal, G. (2007). *Información Técnica sobre Gases de Efecto Invernadero y El Cambio Climático*. Informe técnico, IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).
- BSI (2011). *PAS 2050:2011: Specification for the assessment of the life cycle greenhouse emissions of goods and services*. British Standards Institution, Reino Unido.
- CEPAL. (2011). *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. República Francesa.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/37288-metodologias-calculo-la-huella-carbono-sus-potenciales-implicaciones-america>
- Cruz Leiva, J. L. d. I., Jiménez Herrero, L. M., Chao Janeiro, M. (2011). *Manual de cálculo y reducción de huella de carbono para actividades de transporte por carretera*. OSE (Observatorio de la Sostenibilidad en España), España.
- GHG Protocol, WBCSD, WRI México. (2005). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*.
https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf

IPCC, (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]*. IPCC, Ginebra, Suiza.

IPCC, (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]*. IPCC, Ginebra, Suiza.

Isaza Delgado, J. F., y Campos Romero, D. (2007). *Cambio climático: glaciaciones y calentamiento global*. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

ISO14064. (2006). *Gases de efecto invernadero (Parte 1, 2 y 3)*. Iso.org
<https://www.iso.org/obp/ui>

NASA. (2022). *Global Climate Change, Vital Signs of the Planet*.
<https://climate.nasa.gov/causas/>

Pandey, D., Agrawal, M., y Pandey, J. S. (2011). *Carbon footprint: current methods of estimation*. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>

- Peters, G. P., y Hertwich, E. G. (2008). *CO2 embodied in international trade with implications for global climate policy*. Environmental Science & Technology, 42(5), 1401-1407. DOI: 10.1021/es072023k
- Sánchez Vega, M. V. (2016). *El efecto invernadero*. *Biocenosis*, 21(1-2).
<https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1274>
- Schneider, H., y Samaniego, J. (2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. CEPAL.
<https://repositorio.cepal.org/items/6c74346b-5151-4845-ad2d-e4ef1ebee0a>
- Trespalacios, J., y Blanquicett, C. (2018). *Gases y efecto invernadero*. Universidad del Norte, Escuela Internacional de Doctorado, Basilea-Suiza.
- Vidal, M. (2011). *Huella de carbono, La primera medida*. Publicado para la Fundación ECODES (Ecología y Desarrollo).

ANEXOS

Anexo 1 Información técnica de los equipos eléctricos de la empresa Grupo Sabor Amigo



Figura A - 1 Bomba 1 HP



Figura A - 2 Ficha técnica refresquera



Figura A - 3 Fuente de poder cámaras de seguridad

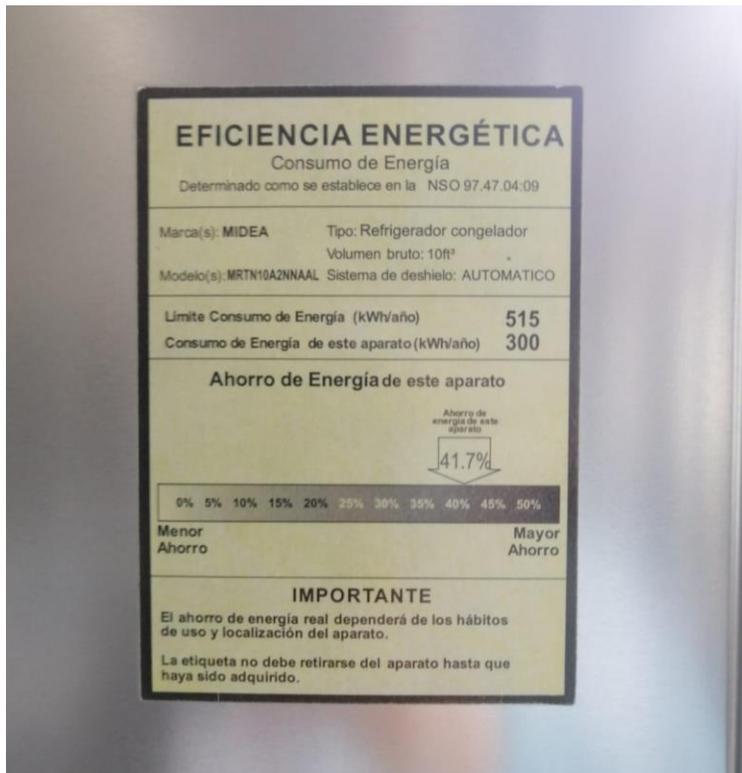


Figura A - 4 Refrigerador congelador

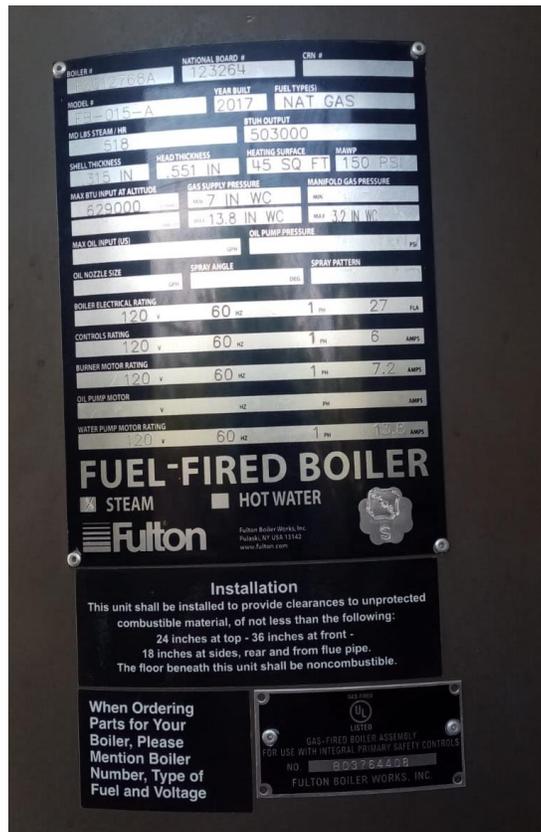


Figura A - 5 Especificaciones caldera Fulton

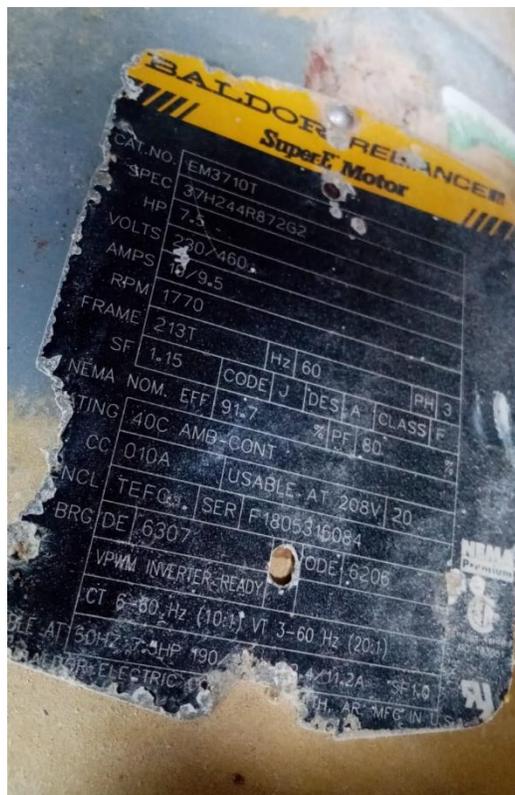


Figura A - 6 Ficha técnica mezcladora 350 Kg



Figura A - 7 Ficha técnica mezcladora 500 Kg



Figura A - 8 Ficha técnica mezcladora 1000 Kg

Anexo 2 Análisis de sistema fotovoltaico utilizando el software “PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM” de la Comisión Europea.



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

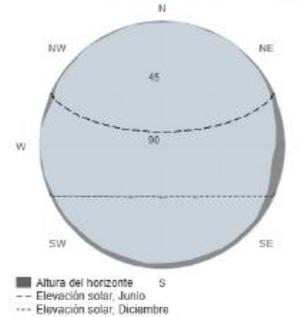
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 13.750,-89.370
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-NSRDB
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 15.8 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 18 (opt) °
 Ángulo de azimut: 0 °
 Producción anual FV: 24842.13 kWh
 Irradiación anual: 2196.3 kWh/m²
 Variación interanual: 591.92 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.64 %
 Efectos espectrales: NaN %
 Temperatura y baja irradiancia: -14.5 %
 Pérdidas totales: -28.41 %
 Coste electricidad FV [por kWh]: 0.064 por kWh

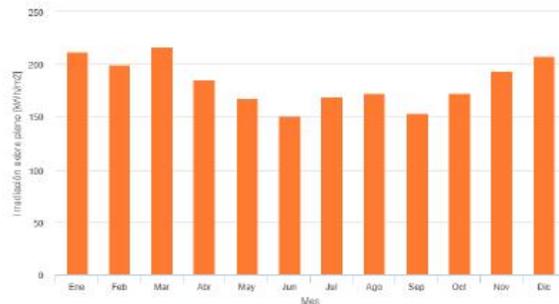
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	2394.0	211.5	83.7
Febrero	2219.2	199.0	87.1
Marzo	2398.6	216.1	115.0
Abril	2070.3	185.1	90.9
Mayo	1899.8	167.6	123.3
Junio	1713.4	149.9	70.5
Julio	1919.7	169.0	160.2
Agosto	1949.0	171.8	153.6
Septiembre	1743.0	153.2	223.8
Octubre	1957.2	171.7	170.7
Noviembre	2213.9	193.2	115.5
Diciembre	2364.0	208.2	80.3

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web.

Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidas en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en archivos o formatos no exentos de dichos errores, y no podemos garantizar que ello no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar esta web o sitios externos con enlaces al mismo.

Para obtener más información, por favor visite https://ec.europa.eu/info/legal-notice_es

Joint
Research
Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/10/10