



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE
RIESGOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA
DE UNA EMPRESA PLASTIFICADORA TIPO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

KEVIN ALEXANDER TORRES IGLESIAS

DIRECTOR: ING. FAUSTO VITERI

Quito, septiembre de 2020

© Universidad UTE. 2020

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723882401
APELLIDO Y NOMBRES:	Torres Iglesias Kevin Alexander
DIRECCIÓN:	Pomasqui, pasaje Quito N1-63
EMAIL:	kevintorres996@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022354547
TELÉFONO MOVIL:	0987515576

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la huella de carbono corporativa de una empresa plastificadora tipo
AUTOR O AUTORES:	Torres Iglesias Kevin Alexander
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	10 de septiembre de 2020
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Fausto Viteri PhD.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN:	<p>El presente trabajo de investigación evalúa la huella de carbono corporativa de una empresa plastificadora tipo. Para el desarrollo de este cálculo se utilizó la metodología del GHG Protocol. Se definieron las fuentes emisoras de GEI de la empresa, según los alcances establecidos en la metodología, teniendo como resultado, dentro del año 2018, en el alcance 1: 172,03486 t CO₂e (CO₂ equivalente), en el alcance 2: 4.339,38 t CO₂e y en el alcance 3: 32.078,15 t CO₂e. Se obtuvieron las emisiones totales de</p>

	<p>GEI de la empresa durante el año base escogido, dando como resultado un total de 36.589,55893 t CO_{2e}. Se concluyó que las fuentes más relevantes para ser objeto de medidas de reducción son las que producen emisiones por el consumo de plástico para producción y el consumo de energía eléctrica, las cuales aportan con un 86,68% y 11,86% de la totalidad de las emisiones respectivamente. Se realizó una propuesta de medidas de reducción de emisiones mediante el método de decisión multicriterio (Scoring). Se eligieron dos medidas que responden a las acciones de: contratar proveedores que utilicen energía renovable para la producción de materia prima virgen y utilizar la metodología de energy benchmarking. Mediante estas propuestas se pudo establecer un objetivo de reducción de emisiones del 45,83% de la empresa para el año 2022. Se determinó que se producen 50'904.030,3 t de residuos vegetales de papa anualmente en la ciudad de Quito y que esta cantidad es producida al capturar 816.500,65 t CO_{2e}, por lo que la huella de carbono de la empresa podría ser solventada en su totalidad por la captura que realiza esta planta. Se calculó que gracias a la producción de biocombustibles se evita que se reintroduzcan en la atmósfera 251.678,54 t CO_{2e} que se generarían gracias a la descomposición de los residuos vegetales en un relleno sanitario.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Gases de efecto invernadero, biocombustibles, Cambio climático, CO₂ equivalente, Protocolo GHG.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>This research work evaluates the corporate carbon footprint of a typical laminating company. For the development of this calculation, the GHG Protocol methodology was used.</p>

The company's GHG emitting sources were defined, according to the scope established in the methodology, resulting, within 2018, in scope 1: 172.03486 t CO₂e (CO₂ equivalent), in scope 2: 4.339, 38 t CO₂e and in scope 3: 32,078.15 t CO₂e. The company's total GHG emissions were obtained during the chosen base year, resulting in a total of 36,589.55893 t CO₂e. It was concluded that the most relevant sources to be subject to reduction measures are those that produce emissions from the consumption of plastic for production and the consumption of electrical energy, which contribute 86.68% and 11.86% of the total of emissions respectively. A proposal for emission reduction measures was made using the multi-criteria decision method (Scoring). Two measures were chosen that respond to the actions of: hiring suppliers that use renewable energy for the production of virgin raw material and using the energy benchmarking methodology. Through these proposals, it was possible to establish an emission reduction objective of 45.83% for the company for the year 2022. It was determined that 50,904,030.3 t of potato plant residues are produced annually in the city of Quito and that this amount is produced by capturing 816,500.65 t CO₂e, so the company's carbon footprint could be solved in its total for the capture that this plant makes. It was calculated that thanks to the production of biofuels, 251,678.54 t CO₂e that would be generated thanks

	to the decomposition of plant residues in a sanitary landfill is prevented from being reintroduced into the atmosphere.
KEYWORDS	Greenhouse gases, biofuels, Climate change, CO ₂ equivalent, GHG Protocol.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

TORRES IGLESIAS KEVIN ALEXANDER

1723882401

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **TORRES IGLESIAS KEVIN ALEXANDER**, CI 1723882401 autor del trabajo de titulación: **Evaluación de la huella de carbono corporativa de una empresa plastificadora tipo** previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 10 de septiembre de 2020



f: _____
TORRES IGLESIAS KEVIN ALEXANDER
1723882401

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor de tesis de grado, certifico que el presente trabajo que lleva por título **Evaluación de la huella de carbono corporativa de una empresa plastificadora tipo** para aspirar al título de **Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales** fue desarrollado por **Torres Iglesias Kevin Alexander**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado examinador que se designe.



Fausto Viteri Moya

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1719567404

DECLARACION JURAMENTADA DEL AUTOR

Yo, Torres Iglesias Kevin Alexander, portador(a) de la cédula de identidad N° 1723882401, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en ese documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



f: _____

TORRES IGLESIAS KEVIN ALEXANDER

1723882401

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi madre Tania y a mi padre Germán por su constante e infinito apoyo, por su trabajo y sacrificio para poder hacerme llegar tan lejos. He tenido el privilegio y orgullo de ser su hijo.

A mi esposa Leslie y mi hija Sofia por su apoyo y amor incondicional, por ser mi motor día a día desde su llegada a mi vida.

A mi abuelita Judith, mis hermanos Karen y Jhordy por su cariño y por siempre estar para mí sea cual sea la situación en la que necesité de su ayuda y consejo.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su paciencia, amor y apoyo interminables en toda mi vida estudiantil y personal, sin ellos no sería nada de lo que soy.

A Leslie y Sofia, mi familia, por ellas es que me levanto todos los días a dar lo mejor de mí.

A Judith, mi querida abuelita, por sus consejos y apoyo, por siempre estar cuando la necesito.

A Karen y Jhordy, mis hermanos que siempre me demuestran su cariño y apoyo en todo lo que me proponga.

A Erika por su apoyo incondicional para la realización del presente trabajo.

A los ingenieros: Gabriel Quiroz, Fausto Viteri e Isidro Gutiérrez por todos sus aportes, guías, enseñanzas y conocimientos entregados a mí, para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A Carolina, Rafael, Daniela, Hugo, Josselyn, Yadira, Cristian y Shirley por su incondicional amistad y apoyo durante todos los años de universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA	13
2.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS	13
2.2 CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI	14
2.2.1 ALCANCE 1	15
2.2.1.1 Uso de vehículos propios	15
2.2.1.2 Consumo de Gas Licuado de Petróleo	16
2.2.2 ALCANCE 2	16
2.2.2.1 Consumo de energía eléctrica consumida	17
2.2.3 ALCANCE 3	17
2.2.3.1. Viajes aéreos	17
2.2.3.2 Consumo de papel	19
2.2.3.3 Consumo de cartón	19
2.2.3.4 Consumo de agua	20
2.2.3.5 Consumo de plástico para producción	20
2.2.3.6 Consumo de madera (Pallets)	21
2.3 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN	22
2.4 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA Y LA CAPTURA DE GEI PARA LA FORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES	24
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS DE GEI	28
3.2 CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI	30
3.2.1 EMISIONES DEL ALCANCE 1	30
3.2.1.1 Emisiones por combustión de gasolina por vehículos propios	30
3.2.1.2 Emisiones por combustión de GLP	32
3.2.1.2 Emisiones totales de GEI en el Alcance 1	34

3.2.2 EMISIONES DEL ALCANCE 2	35
3.2.2.1 Emisiones por consumo de energía eléctrica consumida	35
3.2.1.2 Emisiones totales de GEI en el Alcance 2	37
3.2.3 EMISIONES DEL ALCANCE 3	38
3.2.3.1 Emisiones por viajes aéreos	38
3.2.3.2 Emisiones por consumo de papel	40
3.2.3.3 Emisiones por consumo de cartón	42
3.2.3.4 Emisiones por consumo de agua	44
3.2.3.5 Emisiones por consumo de plástico para producción	46
3.2.3.6 Emisiones por consumo de madera	48
3.2.3.7 Emisiones totales de GEI en el Alcance 3	50
3.2.1 EMISIONES TOTALES DE LA EMPRESA PLASTIFICADORA	51
3.3 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN	56
3.3.1 COMPROMISO DE ALTOS EJECUTIVOS DE LA EMPRESA	56
3.3.2 TIPO DE OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	56
3.3.3 ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DEL OBJETIVO	56
3.3.3.1 Diagrama de Pareto de las emisiones de la empresa	56
3.3.3.2 Puntuación por método de Scoring a las fuentes de emisión	57
3.3.3.2 Medidas de reducción propuestas	59
3.4 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA Y LA CAPTURA DE GEI PARA LA FORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES	64
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
4.1 CONCLUSIONES	68
4.2 RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Principales GEI	5
Tabla 2. Factores de emisión de la empresa para el alcance 1	15
Tabla 3. Factor de emisión para Alcance 2	17
Tabla 4. Factores de emisión por viajes aéreos	18
Tabla 5. Distancias de vuelo	18
Tabla 6. Factor de emisión por consumo de papel	19
Tabla 7. Factor de emisión por consumo de cartón	19
Tabla 8. Factor de emisión por consumo de agua	20
Tabla 9. Factores de emisión por consumo de plástico para producción	21
Tabla 10. Factor de emisión por consumo de madera	21
Tabla 11. Escala de puntuación multicriterio para medidas de reducción	24
Tabla 12. Fuentes emisoras de GEI de la empresa	29
Tabla 13. Toneladas de CO _{2e} emitidas por el consumo de gasolina por vehículos propios de la empresa	31
Tabla 14. Toneladas de CO _{2e} emitidos por consumo de GLP	33
Tabla 15. Emisiones totales de CO _{2e} en el Alcance 1 de la empresa	34
Tabla 16. Toneladas de CO _{2e} emitidos por consumo de energía eléctrica	36
Tabla 17. Emisiones totales de CO _{2e} en toneladas para el Alcance 2	37
Tabla 18. Toneladas de GEI emitidas por viajes aéreos	39
Tabla 19. Toneladas de CO _{2e} emitidos por consumo de papel	41
Tabla 20. Toneladas de CO _{2e} emitidos por consumo de cartón	43
Tabla 21. Toneladas de CO _{2e} emitidas por consumo de agua potable	45
Tabla 22. Toneladas de CO _{2e} emitidas por consumo de plástico para producción	47
Tabla 23. Toneladas de CO _{2e} emitidos por consumo de madera	49
Tabla 24. Toneladas de GEI emitidas por cada fuente dentro del Alcance 3	50
Tabla 25. Emisiones totales de CO _{2e} por fuente emisora	53
Tabla 26. Emisiones totales de GEI por alcance en el año base seleccionado	55
Tabla 27. Porcentajes de emisiones y porcentaje acumulado	57
Tabla 28. Puntuación asignada a las fuentes de emisión por el método Scoring	59
Tabla 29. Puntuación asignada a cada una de las medidas de reducción de GEI propuestas para la empresa plastificadora	62
Tabla 30. Emisiones capturadas por el residuo de una planta de papa	64

Tabla 31. Cantidad de residuos vegetales producidos a partir de la captura de la huella de carbono de la empresa	64
Tabla 32. Área en ha necesarias para suplir la cantidad de residuos vegetales producidos a partir de la totalidad de huella de carbono de la empresa	65
Tabla 33. Gases de efecto invernadero que se evitan su salida a la atmósfera gracias a la producción de biocombustible	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Anomalía de temperatura media global	3
Figura 2. Efecto invernadero	4
Figura 3. Huella ecológica del Ecuador desde 1961 hasta 2016	8
Figura 4. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor	10
Figura 5. Mapa de procesos empresa plastificadora	13
Figura 6. Diagrama de procesos productivos	14
Figura 7. Consumo mensual de combustible en la empresa por vehículos propios en el año 2018	30
Figura 8. Emisión de toneladas de CO _{2e} por combustión de gasolina de vehículos propios	31
Figura 9. Consumo mensual de GLP en el comedor de la empresa	32
Figura 10. Emisión de toneladas de CO _{2e} por combustión de GLP	33
Figura 11. Porcentaje de emisiones por fuente emisora en el Alcance 1 de la empresa	34
Figura 12. Consumo de energía eléctrica de la empresa plastificadora en el 2018	35
Figura 13. Toneladas de CO _{2e} emitidos de manera mensual por consumo de energía eléctrica en el año 2018	36
Figura 14. Porcentaje de emisiones por fuente emisora en el Alcance 2 de la empresa	37
Figura 15. Millas recorridas en viajes aéreos de colaboradores de la empresa	38
Figura 16. Toneladas de GEI emitidas por viajes aéreos de los colaboradores de la empresa	39
Figura 17. Consumo de papel en la empresa plastificadora en el 2018	40
Figura 18. Emisiones de GEI por consumo de papel en la empresa	41
Figura 19. Consumo de cartón mensualizado en la empresa	42
Figura 20. Emisión de toneladas de CO _{2e} por consumo de cartón	43
Figura 21. Consumo de agua mensualizado en la empresa plastificadora	44
Figura 22. Emisiones de CO _{2e} de manera mensual por consumo de agua potable	45
Figura 23. Plástico consumido para producción en la empresa en el 2018	46
Figura 24. Emisiones de CO _{2e} de manera mensual por consumo de plástico en el 2018	47
Figura 25. Consumo de madera en toneladas de la empresa en el año 2018	48

Figura 26. Emisión mensual de GEI por consumo de madera en el año 2018	49
Figura 27. Porcentaje de emisiones por fuente emisora en el Alcance 3 de la empresa	50
Figura 28. Emisiones de GEI totales por mes dentro de la empresa	51
Figura 29. Gráfica comparativa de emisiones de GEI y toneladas de producción	52
Figura 30. Emisiones de GEI y su porcentaje, por componente y alcance	54
Figura 31. Porcentaje de emisiones por alcance	55
Figura 32. Diagrama de Pareto de las emisiones de GEI de la empresa en el año 2018	58
Figura 33. Gráfica comparativa entre la huella de carbono de la empresa en el 2018 y la posible huella una vez implementadas las medidas de reducción	63
Figura 34. Comparación entre huella de carbono de la empresa y estimación de las emisiones capturadas anualmente en la ciudad de Quito por residuos de papa	66
Figura 35. Histograma comparativo entre la huella de carbono de la empresa y la cantidad de GEI que se evita ser emitido a la atmósfera por la producción de biocombustibles a partir de los residuos generados por la captura de las emisiones de la empresa	67

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. FACTORES DE EMISIÓN PARA WELL-TO-TANK COMBUSTIBLES LÍQUIDOS	75
ANEXO 2. FACTORES DE EMISIÓN PARA COMBUSTIBLES GASEOSOS	76
ANEXO 3. FACTORES DE EMISIÓN PARA USO DE PLÁSTICO	77
ANEXO 4. FACTORES DE EMISIÓN PARA USO DE CARTÓN Y PAPEL	77
ANEXO 5. FACTORES DE EMISIÓN PARA EL USO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN (MADERA)	78
ANEXO 6. FACTORES DE EMISIÓN PARA VIAJES AÉREOS	78
ANEXO 7. PESOS DE CAJAS Y CORES EN LA EMPRESA	79
ANEXO 8. PESOS DE PALLETS DE MADERA EN LA EMPRESA	80
ANEXO 9. FLOTA VEHICULAR EN LA EMPRESA	80
ANEXO 10. CONSUMO ELÉCTRICO EN LA EMPRESA	81
ANEXO 11. VIAJES AÉREOS LA EMPRESA PLASTIFICADORA	84
ANEXO 12. CONSUMO DE AGUA POTABLE	85
ANEXO 13. CONSUMO DE PLÁSTICO PARA PRODUCCIÓN	86

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evalúa la huella de carbono corporativa de una empresa plastificadora tipo. Para el desarrollo de este cálculo se utilizó la metodología del GHG Protocol. Se definieron las fuentes emisoras de GEI de la empresa, según los alcances establecidos en la metodología, teniendo como resultado, dentro del año 2018, en el alcance 1: 172,03486 t CO₂e (CO₂ equivalente), en el alcance 2: 4.339,38 t CO₂e y en el alcance 3: 32.078,15 t CO₂e. Se obtuvieron las emisiones totales de GEI de la empresa durante el año base escogido, dando como resultado un total de 36.589,55893 t CO₂e. Se concluyó que las fuentes más relevantes para ser objeto de medidas de reducción son las que producen emisiones por el consumo de plástico para producción y el consumo de energía eléctrica, las cuales aportan con un 86,68% y 11,86% de la totalidad de las emisiones respectivamente. Se realizó una propuesta de medidas de reducción de emisiones mediante el método de decisión multicriterio (Scoring). Se eligieron dos medidas que responden a las acciones de: contratar proveedores que utilicen energía renovable para la producción de materia prima virgen y utilizar la metodología de energy benchmarking. Mediante estas propuestas se pudo establecer un objetivo de reducción de emisiones del 45,83% de la empresa para el año 2022. Se determinó que se producen 50'904.030,3 t de residuos vegetales de papa anualmente en la ciudad de Quito y que esta cantidad es producida al capturar 816.500,65 t CO₂e, por lo que la huella de carbono de la empresa podría ser solventada en su totalidad por la captura que realiza esta planta. Se calculó que gracias a la producción de biocombustibles se evita que se reintroduzcan en la atmósfera 251.678,54 t CO₂e que se generarían gracias a la descomposición de los residuos vegetales en un relleno sanitario.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, biocombustibles, Cambio climático, CO₂ equivalente, Protocolo GHG.

ABSTRACT

This research work evaluates the corporate carbon footprint of a typical laminating company. For the development of this calculation, the GHG Protocol methodology was used. The company's GHG emitting sources were defined, according to the scope established in the methodology, resulting, within 2018, in scope 1: 172.03486 t CO₂e (CO₂ equivalent), in scope 2: 4.339, 38 t CO₂e and in scope 3: 32,078.15 t CO₂e. The company's total GHG emissions were obtained during the chosen base year, resulting in a total of 36,589.55893 t CO₂e. It was concluded that the most relevant sources to be subject to reduction measures are those that produce emissions from the consumption of plastic for production and the consumption of electrical energy, which contribute 86.68% and 11.86% of the total of emissions respectively. A proposal for emission reduction measures was made using the multi-criteria decision method (Scoring). Two measures were chosen that respond to the actions of: hiring suppliers that use renewable energy for the production of virgin raw material and using the energy benchmarking methodology. Through these proposals, it was possible to establish an emission reduction objective of 45.83% for the company for the year 2022. It was determined that 50,904,030.3 t of potato plant residues are produced annually in the city of Quito and that this amount is produced by capturing 816,500.65 t CO₂e, so the company's carbon footprint could be solved in its total for the capture that this plant makes. It was calculated that thanks to the production of biofuels, 251,678.54 t CO₂e that would be generated thanks to the decomposition of plant residues in a sanitary landfill is prevented from being reintroduced into the atmosphere.

Keywords: Greenhouse gases, biofuels, Climate change, CO₂ equivalent, GHG Protocol.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende el cambio climático como las modificaciones que sufre el clima ya sea de manera regional o global. Estos cambios pueden ser producidos por causas naturales o por actividades antropogénicas, los elementos que varían debido a estas condiciones son la temperatura, precipitación y nubosidad. La problemática del cambio climático se da a niveles globales con severas consecuencias que se pueden identificar a simple vista.

Una evidencia de este cambio es el aumento de la temperatura global, esto debido al crecimiento en el último siglo del efecto invernadero, lo cual ha conllevado a que se produzca cambios en el nivel del agua de los mares, deshielos polares, entre otros. Todas estas alteraciones generan sequías, incendios forestales, olas de calor y otros desastres naturales reportados en todo el mundo (Universidad San Francisco de Quito, 2012).

La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y su presencia en la atmósfera es la mayor en cantidad en el último siglo comparándola con los últimos 65.000 años. Estos gases retienen el calor, lo cual ha provocado una serie de cambios en el planeta entero, a lo cual llamamos calentamiento global.

Según la Tierra gira cada día, el calor retenido por los GEI gira a su vez recogiendo la humedad de los océanos, lo cual implica que este calor se aumenta en las grandes ciudades pero se asienta en los mares, cambiando de esta manera el ritmo del clima de todo el planeta (National Geographic, 2010).

El Calentamiento Global ha ido aumentando junto con el CO₂ atmosférico, como se puede observar en la figura 1, lo cual confirma que la causa de esta tendencia hacia el calentamiento es el resultado del incremento de los niveles del efecto invernadero. Es por esta razón que se suele utilizar ambos términos como iguales, sin embargo, calentamiento global es la consecuencia generada por la intensificación del efecto invernadero (Caballero et al., 2007).

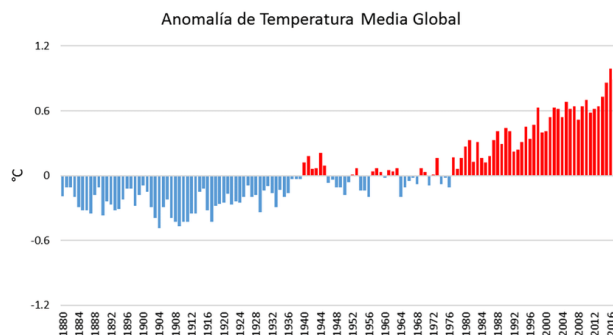


Figura 1. Anomalía de temperatura media global

(Villarreal et al., 2018)

Joseph Fourier, en 1824, descubre el efecto invernadero, en 1858 John Tyndall realiza los primeros experimentos confiables y en 1896 Svante Arrhenius lo reporta de manera cuantitativa, probando la relación del aumento de CO₂ con el aumento de la temperatura (Viteri, 2013).

El término de efecto invernadero se define como la “retención del calor del sol en la atmósfera de la Tierra por parte de ciertos gases (GEI) que de manera natural forman parte de ella” (Muñoz, 2016). El efecto invernadero es necesario para que la vida se mantenga en nuestro planeta, ya que gracias a este la tierra se conserva con el calor adecuado, de otra manera existiría un frío extremo producto de fluctuaciones climáticas intolerables, lo que lo hace imprescindible para conservar las condiciones de vida actuales.

Este fenómeno comienza con la entrada de la radiación proveniente del Sol a la superficie de la tierra. La mayoría de la energía que recibe el planeta es la conocida como “de onda corta”. De esta energía, una porción es absorbida por la atmósfera (radiación ultravioleta), otra se refleja en las nubes, y otra alcanza la superficie del planeta (luz visible) calentándolo.

Cuando esta radiación ha logrado llegar y calentar la superficie terrestre, el planeta regresa la energía en forma de lo que conocemos como “onda larga” (radiación infrarroja) y se refleja y envía nuevamente a la atmósfera. Algunos tipos determinados de gases atmosféricos, llamados “gases de efecto invernadero”, conservan parte de esta energía (62.5%, aproximadamente) dentro de la tierra, y no permiten que se escape al espacio exterior. Esta radiación, la que no sale del planeta, es la que hace que la temperatura de la superficie se incremente. Cuando este proceso se ejecuta de forma natural, el equilibrio de temperaturas medio en la superficie del planeta es de 14° C (CEUTA, 2020)



Figura 2. Efecto invernadero

(CEUTA, 2020)

Se definen como gases de efecto invernadero (GEI) a los gases que no permiten la salida de energía proveniente de la radiación solar en la atmósfera. Los GEI pueden tener distintas fuentes, tanto antrópicas como naturales, y pueden ser de diferentes tipos. En 1997 mediante el Protocolo de Kyoto de la CMNUCC se determinó que es indispensable controlar las emisiones de seis de los GEI a causa de su gran impacto en la atmósfera de nuestro planeta (Tecnológico de Monterrey, 2010).

Tabla 1. Principales GEI

GEI	Fuente
Vapor de agua (H ₂ O)	Es responsable de dos terceras partes del efecto invernadero natural. En la atmósfera las moléculas de agua atrapan el calor que irradia la Tierra y la irradian a su vez en todas las direcciones, aumentando la temperatura de la superficie del planeta (Baethgen & Martino, 2013).
Dióxido de carbono (CO ₂)	Producido por uso de combustible fósil como el petróleo, gas, carbón, etc., y por el cambio de uso de la tierra (deforestación). Actualmente es culpable de casi el 76% del calentamiento global (Muñoz, 2016).
Metano (CH ₄)	Desde que comenzó la Revolución Industrial, las concentraciones de este gas en la atmósfera de nuestro planeta se han duplicado y aportan un 20% al aumento del efecto invernadero (Baethgen & Martino, 2013).
Óxido de nitrógeno (N ₂ O)	Las emisiones de este gas a la atmósfera provienen de fuentes naturales en aproximadamente 60% y de la mano del hombre en un 40%. Proviene particularmente de los océanos, el suelo, la combustión de biomasa, el uso de fertilizantes y diferentes procesos industriales (OMM, 2012).
Halocarbonos y compuestos relacionados	Estos compuestos están conformados por carbono, flúor, cloro, bromo o yodo, son sustancias cuyo origen es antropogénico (F. Viteri, 2013).
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Este GEI es por lo general usado como aislante en interruptores y equipos eléctricos, también tiene como origen las fugas que se producen en las líneas de producción de semiconductores y en la manufacturación de magnesio. Su concentración en la atmósfera actualmente es baja, de alrededor de 4.2 ppb, y se proyecta que llegará a concentraciones de 35 y 65 ppb hasta 2100 (F. Viteri, 2013).

El efecto que tiene cada GEI sobre el cambio climático depende de tres factores principales:

La concentración, que es la cantidad o abundancia de un determinado gas que existe en el aire. Según más grandes sean las emisiones de GEI existen concentraciones más altas del gas en la atmósfera (EPA, 2019). El tiempo, ya que cada uno de los GEI puede quedarse en la atmósfera a lo largo de distintos períodos de tiempo, desde unos pocos hasta varios miles de años. La totalidad de estos gases se mantienen en la atmósfera el tiempo necesario para mezclarse; lo cual significa que la cantidad que se mide en la atmósfera es prácticamente la misma en todo el mundo (EPA, 2019). Finalmente, la Fuerza, ciertos GEI tienen un mayor impacto en la atmósfera terrestre que otros. Para cada uno de los gases de efecto invernadero, se ha determinado un Potencial de Calentamiento Global (GWP) el mismo tiene el objetivo de reflejar el período de tiempo que perdura en promedio en la atmósfera y con cuanta fuerza absorbe energía (EPA, 2019).

En cuanto al marco legal internacional acerca de los GEI se debe mencionar al Protocolo de Kyoto que forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992, que es un tratado internacional que tiene vigencia desde febrero de 2005. En este, se fijan los límites para emisiones de gases de efecto invernadero y se establece como objetivo disminuir los niveles de dichas emisiones para 38 países industrializados en 5% de las generadas en 1990 con un plazo de cumplimiento desde el 2008 hasta el 2012 (Estévez, 2015).

Cabe recalcar que es tratado no lo firmaron 4 países: Kazajistán, Australia, Croacia y Estados Unidos. Los gases establecidos como GEI en este tratado fueron 6: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonados (HFC) y hexafluoruro de azufre (SFG). A todos estos gases se les designa un potencial de cambio climático, GWP por sus siglas en inglés, en el que se los permite hacer referencia al CO_2 , y de esta manera tener la capacidad de usar una unidad común que los relacione, el CO_2 equivalente (CEAMSE, 2015).

En el COP 18 sobre cambio climático, realizado en Doha en el 2012, se confirma un segundo período del Protocolo de Kyoto que tiene un plazo de tiempo entre el uno de enero del 2013 hasta el 31 de diciembre del 2020, es decir 8 años (Estévez, 2015).

En Doha se da impulso al Fondo Verde para el Clima y además se propusieron aportes a largo plazo de los países desarrollados para que alcancen los 100.000 millones de dólares al año antes del 2020 (Estévez, 2012).

Entrando al marco legal nacional, existen dos artículos contenidos en la Constitución de la República del Ecuador que están vinculados a la gestión del cambio climático en el país, el Artículo 413: este artículo fomenta el uso de tecnologías que sean limpias, lo cual implica que sus emisiones de GEI sean mínimas o nulas, así mismo promueve el uso de energías renovables que tengan bajo impacto y que no pongan en riesgo el equilibrio ecológico de los ecosistemas (Asamblea Constitucional del Ecuador, 2008).

El artículo 414, es más directo en cuanto a los gases de efecto invernadero y su implicación en el cambio climático, la Constitución de la República del Ecuador menciona lo siguiente: El Estado se encargará de establecer medidas adecuadas para la mitigación del cambio climático, determinando los límites de las emisiones de GEI (Asamblea Constitucional del Ecuador, 2008).

En el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, en el Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones en una de sus políticas, la 3.4, se menciona: se deben fomentar prácticas adecuadas que impulsen la disminución de la contaminación y que se deben promover acciones que aporten a la conservación, mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático (Consejo Nacional de Planificación, 2017).

En el Decreto Ejecutivo 495 (Anexo 6), expedido el 20 de octubre de 2010 agrega nuevos componentes determinados acerca del cambio climático. Dicho Decreto establece que las entidades del sector público en Ecuador sin excepción añadirán de manera progresiva principios de mitigación y adaptación en sus programas y proyectos de inversión (MAE, 2012).

En el Acuerdo Ministerial 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria, expedido el lunes 4 de mayo del 2015, se establecen los siguientes artículos:

En el artículo 220 se aborda el tema de que la Autoridad Ambiental Nacional debe dictar una norma técnica que controle la calidad del aire, que es de cumplimiento obligatorio. Además, dicha Autoridad, podrá disponer la evaluación y control de la calidad del aire ambiente, estableciendo los parámetros respectivos para llevar a cabo dicha acción.

En el artículo 221 se aborda las actividades que sean causantes de emisiones a la atmósfera desde fuentes fijas de combustión, establece que estas actividades deben ser sometidas a lo dictado en el Anexo III y que esto es de cumplimiento obligatorio en todo el país.

En cuanto al Reglamento del COA (Presidencia de la República del Ecuador, 2019), se dedica un libro completo (el Libro Cuatro) al cambio climático, este libro

se divide en dos títulos, los cuales abordan los siguientes apartados: Gestión del Cambio Climático y Adaptación y Mitigación del Cambio Climático.

Se deben también definir términos como la huella ecológica, que es un concepto comprendido en los años noventa por Mathis Wackernagel y William Rees de la Universidad de British Columbia y es un instrumento contable de recursos, que mide el área biológicamente productiva tanto de tierra como de agua que son necesarios para elaborar todos los recursos que consumen los seres humanos, y también para absorber los desechos generados (Shneider & Samaniego, 2010).

Se puede comparar la huella ecológica con la biocapacidad, que se conoce como un indicador que busca la capacidad regenerativa disponible para satisfacer las demandas de los seres humanos. La biocapacidad de nuestro planeta es limitada ya que sólo existe una establecida porción de tierra productiva (F. Viteri, 2013).

La huella ecológica se puede medir en hectáreas globales, la cual es una hectárea con productividad con promedio mundial, se puede hacer esta medición por persona, por actividad, por país o por región. También, se suele representar la huella ecológica como la cantidad de planetas que serían necesarios para cubrir la demanda productiva de las personas. (CLAES, 2015).

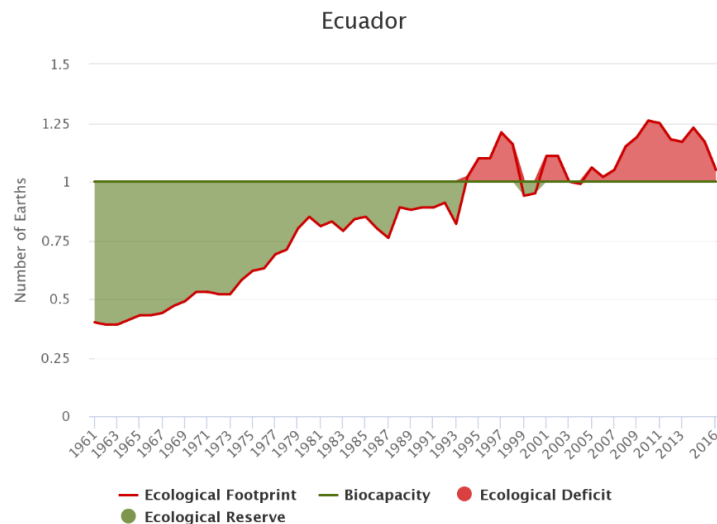


Figura 3. Huella ecológica del Ecuador desde 1961 hasta 2016

(Global Footprint Network, 2019)

A la huella de carbono se la define como una cuantificación de los gases de efecto invernadero que son directa o indirectamente emitidos por una determinada actividad o que se van sumando en todos los pasos del ciclo de vida de un producto o servicio, que se expresa en dióxido de carbono equivalentes (Letete et al., 2013).

La huella de carbono debe considerarse como una acción primaria para luchar contra los efectos negativos del cambio climático, es por esto que este instrumento se ha convertido en los últimos años en una forma de evaluar los recursos naturales que utiliza una organización, actividad o producto para la producción de sus productos o servicios. Calcular la huella de carbono, se considera como un conjunto de estrategias que se realizan con el fin de generar conciencia ambiental, y de tener cierto nivel de responsabilidad con la protección de nuestro planeta (Observatorio de la Sostenibilidad, 2011).

Para llevar a cabo la evaluación de la huella de carbono se pueden aplicar varias metodologías, elegir la más adecuada depende de las características de la actividad, necesidad, límites y realidad que tienen una organización, empresa o institución (Muñoz, 2016). Las metodologías más usadas alrededor del mundo son las siguientes:

- Normas ISO 14064
- Norma PAS 2050
- GHG Protocol

La huella de carbono de una organización sirve para determinar, evaluar y comunicar los impactos de los productos o servicios que produce la misma. A partir de este cálculo se pueden tomar decisiones en cuanto a medidas de reducción, mitigación y/o compensación de la cantidad de emisiones de CO₂, con el fin de ser parte de la lucha contra el cambio climático del planeta.

Para el cálculo de una organización las metodologías más utilizadas son las Normas ISO 14064-1 y el estándar corporativo de contabilidad y reporte del GHG Protocol (AENOR, 2015).

El Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol) se da gracias a una alianza multipartita de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, reunidas por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), ONG que se encuentra ubicada en Estados Unidos, y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), alianza la cual conforman 170 empresas internacionales, con sede en Ginebra, Suiza. La iniciativa se estableció en 1998 con el objetivo de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas (WRI WBCSD, 2015).

Dentro del GHG Protocol se clasifican las emisiones en 3 alcances, los cuales proveen un marco de contabilidad inclusivo para el control y mitigación de estas, ya sean directas o indirectas:

En primer lugar, el alcance 1 son las que se originan en fuentes propias y/o controladas por la empresa. Por ejemplo, en vehículos que perteneces a la organización, la combustión de combustibles en calderas, hornos, turbinas, etc.

Después, el alcance 2 son las emisiones de la generación de electricidad adquirida que se consume en los procesos, operaciones o equipos propios y/o controlados por la empresa.

Y finalmente, el alcance 3, que se considera opcional, las emisiones que ocurren en estas fuentes no son propiedad ni son controladas por la empresa, por ejemplo, la extracción y producción de materiales adquiridos y el uso de productos y servicios vendidos (WRI WBCSD, 2015).

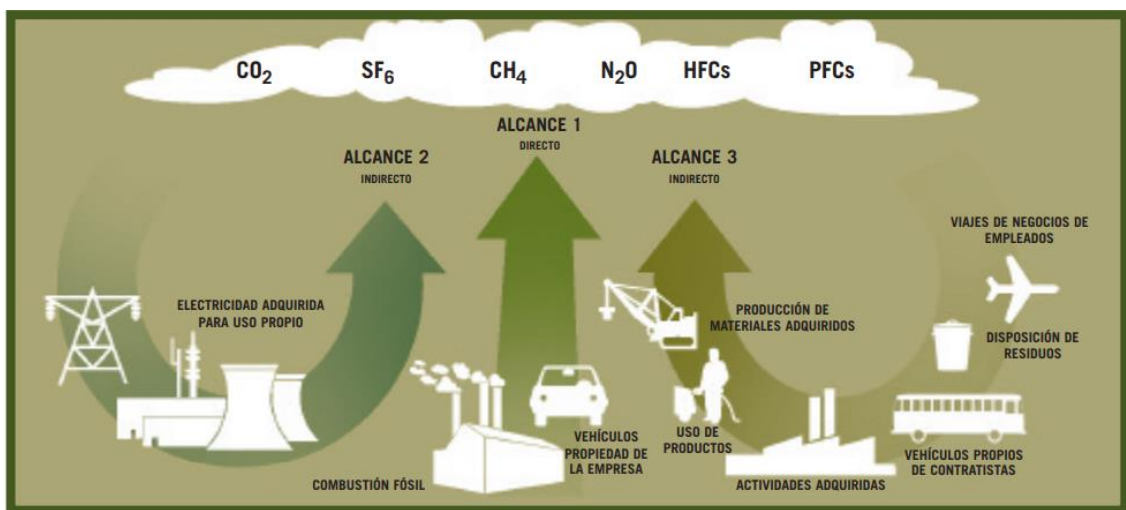


Figura 4. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor

(WRI WBCSD, 2015)

Para poder realizar una correcta evaluación de los puntos críticos que tiene la empresa en cuanto a fuentes de emisión tenemos que abordar los temas de Análisis multicriterio utilizando el método de Scoring y el método de diagrama de Pareto, que será usado para determinar las ponderaciones del método de Scoring.

Un análisis multicriterio en la toma de decisiones o método Scoring pretende clasificar todas las alternativas que solucionen un determinado problema, de tal manera que pueda identificarse la más importante o que más relevancia tiene al momento de enfrentarlo (Universidad del Valle, 2020).

El diagrama de Pareto es una gráfica estadística que establece los problemas más significativos de una situación, por medio del uso del principio de Pareto que menciona que hay varios problemas sin relevancia frente a unos pocos graves.

Pareto nos dice que por lo general, el 80% de los problemas más importantes provienen únicamente del 20% de los elementos (Melo, 2018).

La huella de carbono es definida como la cantidad de emisiones de gases relevantes al cambio climático y que están ligadas a las actividades de producción o consumo de las personas (Shneider & Samaniego, 2010). El conocimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero es un gran aporte para favorecer varios procesos de gestión ambiental, las empresas pueden controlar sus procesos para disminuir dichas emisiones y así reducir el impacto ambiental que ellas producen al desarrollar su actividad (F. Viteri, 2013).

La evaluación de la huella de carbono de una empresa plastificadora de Quito busca contribuir con el cumplimiento del objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador que en una de sus políticas establece que se requiere promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017), así como el objetivo 13: Acción por el clima, de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el cual nos dice que las personas viven en su propia piel las consecuencias del cambio climático como lo son el aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos más extremos y que las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por las actividades humanas hacen que esta amenaza aumente (Naciones Unidas, 2018).

Es por esto por lo que, gracias al compromiso de la compañía de ser una empresa sostenible, se ha planteado la evaluación de su huella de carbono corporativa con el fin de implementar estrategias que busquen la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero o en su defecto recompensar las mismas.

Por lo cual, se lleva a cabo la investigación de establecimiento de los procesos y fuentes a partir de los cuales la empresa está emitiendo CO₂ al ambiente y calcular la huella que está dejando la producción de la misma en el mundo, usando la metodología Green House Gases Protocol (GHG Protocol) elaborada por World Resources Institute (WRI) and the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (WRI WBCSD, 2013).

El CO₂ es capturado por las plantas producto de la desigualdad entre el CO₂ atmosférico que se absorbe durante la fotosíntesis y el CO₂ que es emitido al aire durante la respiración. Esta diferencia se convierte en biomasa y tiene valores aproximados entre el 45-50 % del peso de la planta. Así pues, los cultivos agrícolas y la vegetación natural logran convertirse en importantes sumideros de carbono. Con esto en mente, la agricultura se puede volver un sistema de muy alta efectividad para mitigar el CO₂ atmosférico (Carvajal, 2018)

El 58% de los residuos a nivel del Ecuador encontrados en rellenos sanitarios corresponden a residuos orgánicos (INEC, 2016), este tipo de desperdicio genera contaminación al suelo, agua y aire y, además, producto de su descomposición, generan compuestos volátiles tales como metano, CO₂ y otros relevantes al efecto invernadero, que una vez en la atmósfera forman parte de la problemática del cambio climático (Fernández, 2009).

En años recientes, se ha planteado la producción de biocombustibles como una alternativa para aprovechar la capacidad de producir energía de los residuos vegetales. La llegada de los biocombustibles al mercado ha crecido en los últimos años, en el 2016 se tuvo una participación del 4% en la demanda global de combustible y en el año siguiente aumentó en un 3.5% (BP Global, 2018). Una de las ventajas de los biocombustibles es que aporta a la reducción de la presencia de CO₂ y GEI en la atmósfera, además que disminuye nuestra dependencia de los combustibles fósiles (Ho, Ngo & Guo, 2014). Así mismo, específicamente usar etanol, uno de los principales biocombustibles obtenidos de los residuos vegetales, como reemplazo de la gasolina ayuda a reducir el CO₂ en el aire en un 30 a 50% (Bajpai, 2013).

Por todo lo antes descrito se planteó un objetivo general para el presente trabajo de investigación, el cual estableció los alcances y metas que cumple el mismo, dicho objetivo es el siguiente: Evaluar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero de una empresa plastificadora, a través de la aplicación del GHG Protocol para el cálculo de la huella de carbono corporativa.

Este se cumple gracias a que se han desarrollado cuatro objetivos específicos, los cuales se describen a continuación: 1) Identificar las fuentes emisoras de gases de efecto invernadero de la empresa plastificadora, 2) Cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero mediante el cálculo de la huella de carbono corporativa de las actividades desarrolladas en la empresa utilizando el método del GHG Protocol, 3) Proponer medidas de reducción de gases de efecto invernadero mediante la determinación de los puntos críticos y 4) Analizar la relación existente entre las emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa y las emisiones capturadas por residuos vegetales que tienen la finalidad de producir biocombustibles.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación utilizó una metodología dividida en cuatro fases para que se cumplan los objetivos trazados en este, las cuales son descritas a continuación:

2.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS

Para el desarrollo de la primera fase se tuvieron en cuenta varios aspectos correspondientes a la metodología de GHG Protocol en su Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (2013). En primer lugar, se identificó un año base en el cual la empresa cuenta con información detallada y completa de sus operaciones. Luego, se procedió a determinar los límites organizacionales en los cuales la empresa ha tenido responsabilidad directa o indirecta en cuanto a procesos de producción o cualquier actividad que pueda tener como resultado emisiones de GEI.

Después, analizando el mapa de procesos descrito en la Figura 5, el diagrama de procesos productivos y luego de una observación in situ, se establecieron cuáles son las principales fuentes emisoras de GEI que tiene la planta de producción de la empresa, tanto de manera directa como por el uso de materia o energía adquirida a proveedores.

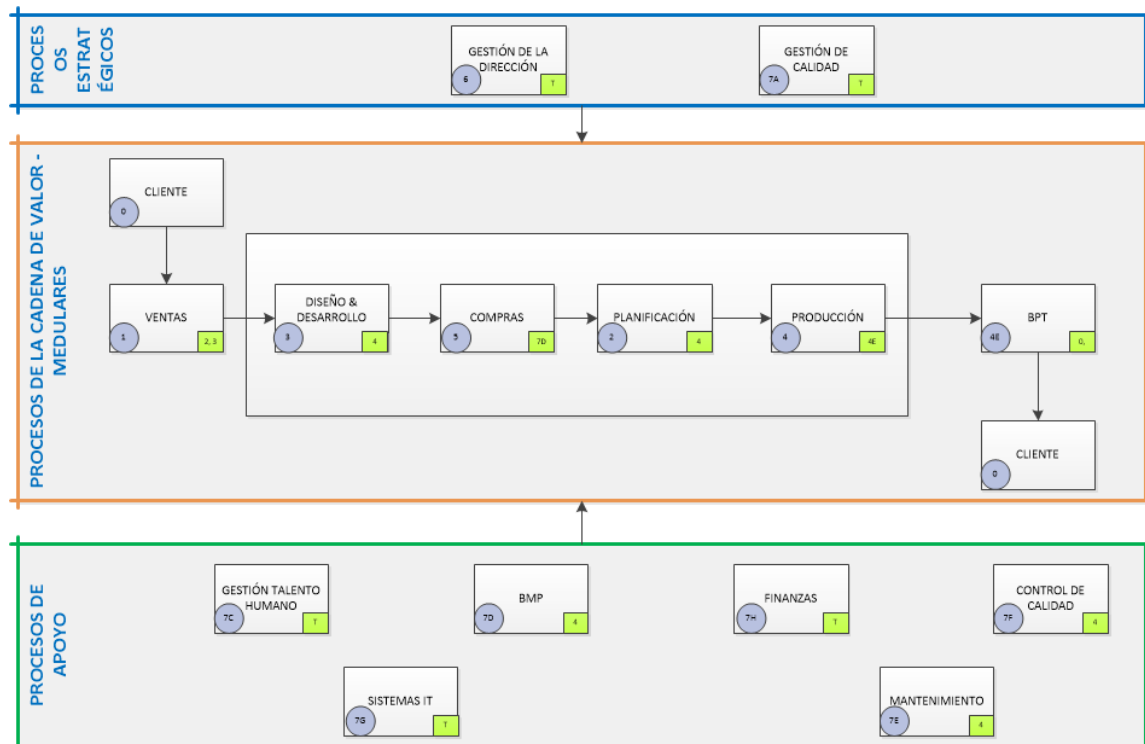


Figura 5. Mapa de procesos empresa plastificadora

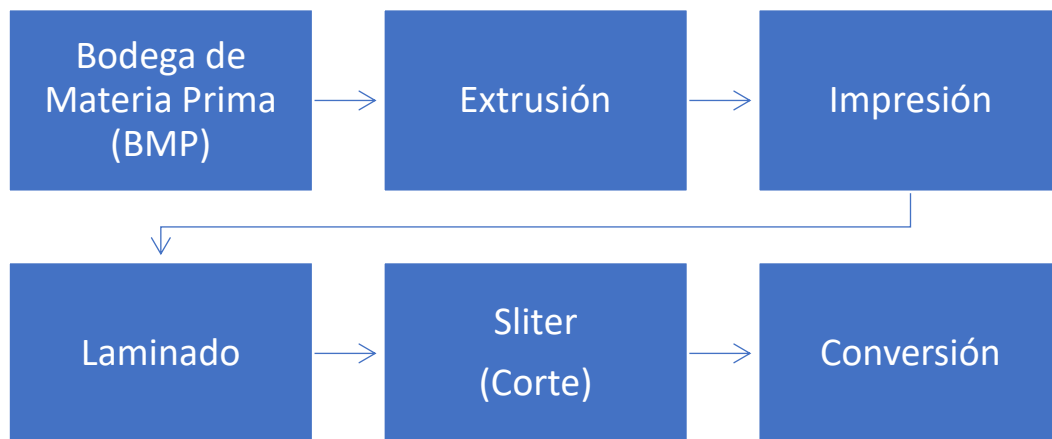


Figura 6. Diagrama de procesos productivos

El proceso realizado en la planta de producción, para llevar a cabo la manufactura de productos plásticos flexibles tales como fundas, empaques, etiquetas, cucharas y vasos, se puede observar en la figura 6. En la bodega de materia prima se almacena el plástico virgen en forma de pellets, que pasará al área de extrusión en donde, gracias a temperaturas muy altas, se forma un material homogéneo y flexible. Luego, en el área de impresión se lleva a cabo la estampa de logos y leyendas requeridas por los clientes, para luego pasar al área de laminado, en la cual se realiza la adición de capas del mismo material. En último lugar, el producto pasa por las áreas de Sliter y Conversión, en las cuales se realiza el corte del producto y se le da la forma final requerida respectivamente.

Finalmente, se procedió a recopilar toda la información de las fuentes identificadas, la misma fue proveída por la gerencia de finanzas de la empresa, por parte del contador de la organización, luego de la aprobación de Vicepresidencia General.

2.2 CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI

Se desarrolló el Cálculo de la Huella de Carbono de GHG Protocol realizado por WRI & WBCSD, la misma cuantifica en toneladas de CO₂ equivalente las emisiones realizadas por las actividades de la empresa, además de definir los alcances, según la fuente de emisión, de la misma. Para el alcance 1 se consideran las emisiones por fuentes directas que son propiedad o son controladas por la organización, en el alcance 2 se consideran las fuentes indirectas que consisten en la adquisición de energía en todas sus formas para el desarrollo de las actividades y procesos de la empresa y finalmente el alcance

3 contempla todas las fuentes indirectas que no son parte del alcance 2 (WRI WBCSD, 2015).

Tanto los factores de emisión como las ecuaciones que se utilizaron en este trabajo de investigación se describen en cada fuente dentro los alcances a continuación.

Para cada actividad hay un factor que puede ser usado para calcular emisiones para todos los GEI relevantes combinados (kg CO₂e por unidad de actividad) (UK Government, 2018).

2.2.1 ALCANCE 1

Considerando que dentro de la empresa no existen fuentes de combustión fijas dentro de los procesos de producción, en el alcance 1 se tomaron en cuenta fuentes que son parte de la empresa como apoyo para el proceso de producción, dentro de este alcance se calcularon las emisiones por combustibles de vehículos propios y por combustión de Gas Licuado de Petróleo del comedor para colaboradores de la empresa.

En la tabla 2 se describen los factores de emisión utilizados para cada fuente de emisión, los cuales fueron obtenidos del documento de “Factores de Conversión para Reportes de Compañía del Gobierno de Reino Unido” (UK Government, 2018), en el mismo se establece una ecuación general para el cálculo de emisiones de GEI:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{datos de la actividad} * \text{factor de emisión} \quad [1]$$

Tabla 2. Factores de emisión de la empresa para el alcance 1

Alcance 1	Fuente de emisión		Factor de emisión
	Uso de vehículos propios	Gasolina	2,20307 kg CO ₂ e / L
		Diésel	2,62694 kg CO ₂ e / L
Consumo Gas Licuado de Petróleo		2937,32 kg CO ₂ e/t	

(UK Government, 2018)

2.2.1.1 Uso de vehículos propios

Se clasificaron los vehículos que son propiedad de la empresa según el combustible que utilizan, los datos otorgados por la empresa detallaban el valor usado para comprar el combustible por lo cual fue necesario obtener el costo promedio por galón en el año 2018 en Ecuador tanto para gasolina como para diésel, dichos valores fueron de \$2,33 y \$1,03 respectivamente (Pacheco, 2018).

La ecuación 2 describe la metodología que se usó para calcular las emisiones de esta fuente (UK Government, 2018).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{\frac{Valor\ pagado}{Costo\ por\ galón} * \frac{1\ gal}{3,78541\ L} * FE}{1000} \right] \quad [2]$$

Donde:

Emisiones: Emisión de GEI (t CO₂e)

Valor pagado: Es el dinero proveído por la empresa para obtener el combustible (\$).

Costo por galón: Precio establecido en Ecuador en el año 2018 por tipo de combustible (\$ / gal).

FE: Factor de emisión (kg CO₂e / L)

1000: Factor de conversión

2.2.1.2 Consumo de Gas Licuado de Petróleo

Para el cálculo de las emisiones por consumo de Gas Licuado de Petróleo en el comedor ubicado dentro de la planta de operaciones de la empresa, se utilizó la ecuación 3 (UK Government, 2018).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{\frac{GLP\ consumido}{1000} * FE}{1000} \right] \quad [3]$$

Donde:

Emisiones: Emisión de GEI (t CO₂e)

GLP consumido: Cantidad de GLP usado (kg)

FE: Factor de emisión (kg CO₂e / t)

1000: Factor de conversión

2.2.2 ALCANCE 2

En el alcance 2 se estudiaron las emisiones generadas por el uso de energía eléctrica adquirida.

2.2.2.1 Consumo de energía eléctrica consumida

La tabla 3 establece el factor de emisión que se utilizó para el cálculo de emisiones de GEI para este alcance, el mismo fue calculado específicamente para la red eléctrica del Ecuador.

Tabla 3. Factor de emisión para Alcance 2

ALCANCE 2	Actividad	Factor de emisión
	Consumo de energía eléctrica adquirida	0,269613843 kg CO ₂ e / kWh

(Matthew et al., 2011)

La ecuación 4 fue utilizada para calcular las toneladas de CO₂ e totales emitidas por el consumo de energía eléctrica adquirida. La misma fue obtenida del Intergovernmental Panel on Climate Change, pero se le agregó una modificación con el fin de obtener el resultado en toneladas y no en kilogramos (IPCC, 2006).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{C_e * FE}{1000} \right] \quad [4]$$

Donde:

Emisiones: Emisión de GEI (t CO₂e)

C_e: Consumo de electricidad (kWh)

FE: Factor de emisión por consumo de energía (kg CO₂e / kWh)

1000: Factor de conversión

2.2.3 ALCANCE 3

Se determinó el Alcance 3, considerando todos los materiales y servicios que adquiere la empresa que no son parte de los alcances 1 y 2, es decir las fuentes indirectas de emisiones de GEI. Dentro de este alcance se consideraron las siguientes fuentes de emisión: viajes aéreos, consumo de cartón (cores y cajas), consumo de papel, consumo de agua, consumo de plástico para producción y consumo de madera (pallets).

2.3.1.1. Viajes aéreos

Los factores de emisión que se utilizaron para calcular las emisiones de GEI por viajes aéreos se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Factores de emisión por viajes aéreos

ALCANCE 3	FACTORES DE EMISIÓN VIAJES AÉREOS	
	DISTANCIA DE VUELO	FACTOR DE EMISIÓN
	≥700 millas	0,185 kgCO ₂ e/mi
	≥300 <700 millas	0,229 kgCO ₂ e/mi
<300 millas	0,277 kgCO ₂ e/mi	

(EPA, 2008)

Los datos que fueron proveídos por la empresa contaban con información acerca del lugar de salida y llegada de los vuelos, por lo cual se investigaron las distancias de vuelo de todos los destinos para poder realizar el cálculo, estas distancias se obtuvieron de la aplicación web Distance Calculator (Stephan, 2018), esta calcula la longitud de los vuelos mediante el uso de mapas realizados por la fundación OpenStreetMap la cual tiene el aval de varios gobiernos desarrollados del mundo. Además, los datos también estaban especificados en su calidad de ticket de ida y regreso, o solo de ida por lo cual se realizó el cálculo por separado para cada tipo de ticket. La tabla 5 detalla los vuelos que se realizaron y las distancias que se usaron para el cálculo de las emisiones.

Tabla 5. Distancias de vuelo

Origen	Destino	Viaje de ida y regreso	Distancia de vuelo
Quito	Cuenca		195,63 mi
Guayaquil	Quito	X	350,84 mi
Quito	Guayaquil		175,42 mi
Quito	Lima		826,38 mi
Quito	Manta		170,07 mi
Quito	Medellín	X	957,14 mi
Quito	Lima	X	1652,76 mi
Quito	México D.F.	X	1949,9 mi

(Stephan, 2018)

La ecuación 5 muestra cómo se calculó las emisiones de GEI en t de CO₂e por viajes aéreos realizados por miembros de la compañía (EPA, 2008).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{MVP * FE}{1000} \right] \quad [5]$$

Donde:

Emisiones: Emisión de GEI (t CO₂e)

MVP: Millas viajadas

FE: Factor de emisión (kg CO₂e / mi)

1000: Factor de conversión

2.2.3.2 Consumo de papel

Las emisiones producidas de manera indirecta por el uso de papel fueron calculadas con el factor de emisión que se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Factor de emisión por consumo de papel

ALCANCE 3	Actividad	Factor de emisión
	Consumo de papel	955,6535 kg CO ₂ e/t

(UK Government, 2018)

Se utilizó la ecuación 7 para realizar el cálculo de las emisiones de GEI causadas por el consumo de papel en la empresa (EPA Victoria, 2011).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{C_p}{1000} * FE \right] \quad [6]$$

Donde:

Emisiones: Emisión de GEI (t CO₂e)

C_p: Consumo de papel (kg)

FE: Factor de emisión (kg CO₂e / t)

1000: Factor de conversión

2.2.3.3 Consumo de cartón

Se calculó las emisiones de GEI por consumo de cartón con el factor de emisión que se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Factor de emisión por consumo de cartón

ALCANCE 3	Actividad	Factor de emisión
	Consumo de cartón	844,4816 kg CO ₂ e/t

(UK Government, 2018)

La ecuación 6 se utilizó para calcular las emisiones de GEI en CO₂e para esta fuente de emisión (EPA Victoria, 2011).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{C_b}{1000} * FE \right] \quad [7]$$

Donde:

- Emisiones:* Emisión de GEI (t CO₂e)
C_b: Consumo de cartón (kg)
FE: Factor de emisión (kg CO₂e / t)
1000: Factor de conversión

2.2.3.4 Consumo de agua

En cuanto a las emisiones por consumo de agua adquirida, el factor de emisión fue obtenido analizando las emisiones que conllevan el uso de energía para potabilizar el agua en la ciudad de Quito, dicho factor se puede observar en la tabla número 8.

Tabla 8. Factor de emisión por consumo de agua

ALCANCE 3	Actividad	Factor de emisión
	Consumo de agua	0,20 kg CO ₂ e / m ³

(Quizhpe, 2017)

Para poder realizar el cálculo se utilizó la ecuación 8, que dio como resultado el total de emisiones de GEI por consumo de agua (UK Government, 2018).

$$Emisión = \sum \left[\frac{Consumo\ de\ agua * FE}{1000} \right] \quad [8]$$

Donde:

- Emisiones:* Emisión de GEI (t CO₂e)
Consumo de agua: Agua utilizada por la empresa (m³)
FE: Factor de emisión (kg CO₂e / m³)
1000: Factor de conversión

2.2.3.5 Consumo de plástico para producción

Se calcularon las emisiones generadas de manera indirecta por el consumo de plástico para producción con los factores de emisión descritos en la tabla 9 en

los cuales se puede observar los tipos de plástico que fueron utilizados por la empresa para manufacturar sus productos en el año base establecido.

Tabla 9. Factores de emisión por consumo de plástico para producción

ALCANCE 3	Actividad	Tipo de plástico	Factor de emisión	
	Consumo de plástico		LDPE	2603,608 kg CO ₂ e/t
			LLDPE	2603,608 kg CO ₂ e/t
			PET	4055,8519 kg CO ₂ e/t
			MLLDPE	2603,608 kg CO ₂ e/t
			POLIESTIRENO	3780,9205 kg CO ₂ e/t
			HDPE	3180,3494 kg CO ₂ e/t
			MLLD	3119,0225 kg CO ₂ e/t
			POLIPROPILENO	3075,2358 kg CO ₂ e/t

(UK Government, 2018)

La ecuación que se utilizó para cuantificar las emisiones generadas por el uso de plástico para producción de la empresa está especificada en la ecuación 9 (UK Government, 2018).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{\left[\frac{\text{Consumo de plástico}}{1000} * FE \right]}{1000} \right] \quad [9]$$

Donde:

Emisiones: Emisión de GEI (t CO₂e)

Consumo de plástico: Cantidad de plástico utilizado para producción (kg)

FE: Factor de emisión (kg CO₂e / t)

1000: Factor de conversión

2.2.3.6 Consumo de madera (Pallets)

Para cuantificar las emisiones generadas por la obtención de madera en forma de pallets se utilizó el factor de emisión se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Factor de emisión por consumo de madera

ALCANCE 3	Actividad	Factor de emisión
	Consumo de madera	416,1972 kg CO ₂ e / kg

(UK Government, 2018)

La ecuación que se utilizó para calcular las emisiones de GEI producidas de manera indirecta por el consumo de madera se observa en la ecuación 10 (UK Government, 2018).

$$Emisiones = \sum \left[\frac{\frac{Consumo\ de\ madera}{1000} * FE}{1000} \right] \quad [10]$$

Donde:

<i>Emisiones:</i>	Emisión de GEI (t CO ₂ e)
<i>Consumo de madera:</i>	Cantidad de madera utilizada (kg)
<i>FE:</i>	Factor de emisión (kg CO ₂ e / t)
<i>1000:</i>	Factor de conversión

2.3 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN

Según el capítulo 11 del estándar corporativo de contabilidad y reporte del GHG Protocol (WRI WBCSD, 2015), se debe determinar un objetivo de reducciones de las emisiones de GEI de la empresa para los siguientes años, por lo cual se realizó una serie de investigaciones para proponer métodos y acciones que reduzcan la huella de carbono de la empresa en un porcentaje real y de esta manera establecer la meta según lo indica dicho capítulo.

Los pasos que se siguieron para establecer el objetivo de disminución de emisiones de GEI, fueron: 1) se obtuvo el compromiso de los altos ejecutivos de la empresa, 2) se eligió el tipo de objetivo, 3) se establecieron los límites del objetivo, es decir, se eligieron las fuentes de GEI críticas mediante el método de Scoring, 4) Se fijó una fecha para el cumplimiento del objetivo mediante lo encontrado en el método Scoring.

Para cumplir con los pasos 3 y 4 del capítulo 11 del estándar corporativo de contabilidad y reporte se realizó un diagrama de Pareto con los porcentajes obtenidos en la segunda fase, con el fin de localizar los puntos críticos a los cuales se les deben asignar medidas de reducción de emisiones de GEI. Dicho diagrama se realizó utilizando los siguientes pasos:

1. Los datos de emisiones de CO₂ se ordenaron de mayor a menor
2. Se calculó el porcentaje de emisiones de cada fuente
3. Se calculó el porcentaje acumulado

A partir del diagrama de Pareto y según los porcentajes obtenidos en el mismo, se utilizó el método de Scoring para calificar la relevancia de cada una de las fuentes de emisión, a fin de utilizar el análisis multicriterio y elegir las medidas de

reducción que más ayuden a la empresa en la disminución de su huella de carbono (Melo, 2018). La escala que se utilizó se describe a continuación:

1 = Irrelevante

2 = Poco relevante

3 = Medianamente relevante

4 = Relevante

5 = Muy relevante

Luego, se realizó una investigación bibliográfica con el fin de conocer las posibles medidas de reducción a implementar en la organización y a cada una se le asignó un puntaje según los parámetros establecidos en la tabla 11, con el objetivo de clasificar las que son de mayor importancia y tienen mayor peso en la disminución de los GEI que emite a la atmósfera la empresa.

Se escogieron 4 criterios para realizar la puntuación de las medidas de reducción, las cuales son las siguientes: relevancia de la fuente de emisión, porcentaje de reducción de emisiones, tiempo de puesta en marcha y transferencia de ciencia y tecnología.

A cada uno de los criterios se les asignó un puntaje cuantitativo del 1 al 5, siendo 5 una mejor opción para reducción de emisiones y 1 la peor. Dichas puntuaciones se basaron en parámetros cuantitativos y cualitativos investigados en literatura (Melo, 2018).

Cabe aclarar que, para el apartado de porcentaje de reducción de emisiones se consideró el porcentaje de acuerdo al total de las emisiones, por lo que para realizar este cálculo se utilizó la ecuación 11.

$$\% \text{ de red. de emisiones} = \% \text{ de red.} \times \% \text{ de emisiones} \times 100 \quad [11]$$

Donde:

% de red. de emisiones Porcentaje reducido del total de emisiones

% de red. Porcentaje reducido en la fuente de emisión

% de emisiones Porcentaje del total de emisiones de la fuente

100: Factor de conversión

Tabla 11. Escala de puntuación multicriterio para medidas de reducción

Criterio	Indicador	Escala de Puntuación				
		5	4	3	2	1
Relevancia de la fuente de emisión	Fuentes de emisión que tengan mayor impacto	muy relevante	relevante	medianamente relevante	poco relevante	irrelevante
Porcentaje de reducción de emisiones	Porcentaje de reducción del total generadas	>50%	40% – 50%	30% - 40%	20% - 30%	<10%
Tiempo de puesta en marcha	Meses	0 - 1	1 - 6	6 - 12	12 - 24	24 - 60
Transferencia de ciencia y tecnología	Facilidad del traspaso	muy fácil	fácil	medianamente fácil	difícil	muy difícil

(Melo, 2018)

A partir de las puntuaciones asignadas se escogieron los mejores métodos de reducción de las emisiones de GEI y según los posibles porcentajes de disminución de las mismas se procedió a establecer un objetivo de emisiones para la empresa para el tiempo de puesta en marcha de los mismos.

Realizado esto, se cumplió el tercer objetivo del presente trabajo de investigación utilizando la metodología propuesta en el GHG Protocol apoyado en el análisis multicriterio de Scoring.

2.4 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA Y LA CAPTURA DE GEI PARA LA FORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES

Para llevar a cabo la relación existente entre las emisiones generadas de parte de la empresa y la producción de biocombustibles a partir de residuos vegetales, se procedió de la siguiente manera:

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica acerca de la cantidad de emisiones de GEI que son capturadas por la planta *Solanum tuberosum* (papa) durante su vida para el desarrollo de la planta completa. Se escogió a la planta de papa debido al alto consumo a nivel alimenticio de esta en Quito, ya que, se supo que el consumo anual per cápita de papa en la ciudad es igual a 122 kg (Suquilanda,

2011), y que el número de habitantes en la capital del Ecuador es igual a 2´781.641 (Guerra, 2020), por lo que se consume de manera anual una cantidad igual a 339´360.202 t de este tubérculo.

Se realizó el cálculo, mediante la ecuación 12, correspondiente a la cantidad de emisiones que captura la planta en un año, en este caso específicamente para la producción de lo que se conoce como el residuo vegetal (la cáscara de la papa).

$$E. \text{ por residuo} = \frac{E. \text{ por planta} * 100\%}{\text{Porcentaje de residuo}} \quad [12]$$

Donde:

<i>E. por residuo</i>	Emisiones capturadas para formar el residuo (t CO ₂ e)
<i>E. por planta</i>	Emisiones capturadas por la planta completa (t CO ₂ e)
<i>100%</i>	Porcentaje representante de la planta completa (%)
<i>Porcentaje de residuo</i>	Cantidad en porcentaje de lo que corresponde al residuo en comparación a la planta en su totalidad (%)

Se llevó a cabo el cálculo necesario para conocer la cantidad de residuo vegetal que es producido gracias a la captura de la totalidad de las emisiones de GEI producidas por la empresa en el año 2018, para esto se utilizó la ecuación número 13.

$$\text{Residuos} = \frac{\text{Totalidad de emisiones} * \text{Peso residuo}}{\text{Emisión por residuo}} \quad [13]$$

Donde:

<i>Residuos</i>	Cantidad en t de los residuos vegetales producidos a partir de la captura de la totalidad de las emisiones de la empresa
<i>Totalidad de emisiones</i>	Emisiones de GEI de la empresa en el año 2018 (t CO ₂ e)
<i>Peso residuo</i>	Cantidad en t del residuo vegetal de una sola planta
<i>Emisión por residuo</i>	Cantidad de emisiones capturadas por el residuo vegetal de una sola planta (t CO ₂ e).

Una vez conocida la cantidad en t de residuos vegetales producidas con la captura total de la huella de carbono de la empresa, se realizó el cálculo correspondiente al área necesaria de plantación de papa para poder suplir con esta cantidad de residuos, para lograr esto se utilizó la ecuación 14.

$$\text{Área de cultivo} = \frac{\text{Residuos} * 100\%}{\text{Porcentaje de residuo} * \text{Peso de planta} * P. \text{ por ha}} \quad [14]$$

Donde:

<i>Área de cultivo</i>	Hectáreas necesarias para cumplir con la cantidad de residuos vegetales producidos a partir de la captura de la totalidad de la huella de carbono de la empresa
<i>Residuos</i>	Cantidad en t de los residuos vegetales producidos a partir de la captura de la totalidad de las emisiones de la empresa
<i>Porcentaje de residuo</i>	Porcentaje que representa el residuo vegetal de la planta en su totalidad
<i>Peso de planta</i>	Peso en t de la planta de papa
<i>P. por ha</i>	Plantas de papa que se pueden plantar por hectárea

Se conoce que los residuos vegetales al llegar, permanecer y descomponerse en el lugar de su disposición final producen gases de efecto invernadero (Fernández, 2009), por lo que se realizó el cálculo correspondiente a la cantidad de gases de efecto invernadero que se evita que regresen a la atmósfera, a partir del uso de la totalidad de los residuos vegetales de la papa, que son necesarios para capturar las emisiones de la empresa plastificadora en el año 2018, en la producción de biocombustibles. Se utilizó la ecuación 15 para lograr lo descrito anteriormente.

$$GEI = \frac{\text{Emisiones de GEI de residuos} * \text{Cantidad de residuos}}{\text{Cantidad de residuos en descomposición}} \quad [15]$$

Donde:

<i>GEI</i>	Cantidad de gases de efecto invernadero que se evita su regreso a la atmósfera mediante la producción de biocombustibles (t CO ₂ e)
------------	--

Emisiones de GEI de residuos

GEI emitidos por residuos de *Solanum tuberosum* (t CO₂e)

Cantidad de residuos

Totalidad de residuos de papa en t necesarios para la captura de la totalidad de emisiones de la empresa

Cantidad de residuos en descomposición

Cantidad de residuos vegetales en descomposición en kg a partir del cual se obtuvieron los datos de emisiones de GEI

Finalmente, se realizó un histograma comparativo en el cual constan la cantidad de gases de efecto invernadero que emitió la empresa en el año 2018, es decir, el resultado de la evaluación de la huella de carbono corporativa, y la cantidad de GEI que se evita que regrese a la atmósfera gracias al uso de los residuos vegetales que fueron necesarios para la captura de la totalidad de las emisiones de la empresa en forma de producción de biocombustibles como el etanol.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES EMISORAS DE GEI

Se determinó que el año base para realizar la evaluación de la huella de carbono es el 2018, ya que la empresa cuenta con todos los datos completos y necesarios para realizar la investigación de ese año calendario. Además, el cálculo de las emisiones del año en cuestión, servirá como base para futuros trabajos en cuanto al impacto de la empresa en el ambiente.

Luego se estableció que los límites organizacionales y operacionales de la empresa, son las actividades y procesos que ocurrieron dentro de su planta ubicada en la parroquia de Calderón, en la ciudad de Quito.

Después, se identificó que la empresa no cuenta con fuentes fijas de emisión de CO₂e en su proceso de producción ya que toda su maquinaria opera con energía eléctrica, pero dentro de las instalaciones cuenta con un comedor que provee de alimentos a los colaboradores, y dentro de este se realiza combustión de Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Dentro del primer alcance, se identificó también, que la organización cuenta con varios vehículos de su propiedad, por lo que éstos cuentan como emisiones directas por combustión de gasolina y diésel para la movilización de los colaboradores.

Luego, dentro del alcance 2, se consideró el consumo de energía eléctrica adquirida.

En el alcance 3, por emisiones indirectas, se estableció que las fuentes emisoras de GEI son los viajes aéreos realizados por colaboradores para solventar temas relacionados a la organización. Además del consumo de papel para impresoras, el consumo de cartón, el cual se encuentra dentro de la empresa en forma de cores (estructura tubular que sirve para enrollar los productos de plástico flexible) y cajas, el consumo de agua, el consumo de todas las variedades de plástico para producción de la empresa y, finalmente, el uso de pallets de madera.

En la tabla 12 se pueden encontrar, de manera sintetizada y clasificada por alcance, todas las fuentes emisoras identificadas en la empresa plastificadora dentro de sus límites organizacionales y operacionales, así como en el año base del 2018.

Tabla 12. Fuentes emisoras de GEI de la empresa

	Fuente emisora de GEI
Alcance 1	Combustión de gasolina por vehículos propios
	Combustión de GLP en comedor
Alcance 2	Energía eléctrica consumida
Alcance 3	Viajes aéreos
	Consumo de papel
	Consumo de cartón (Cores y cajas)
	Consumo de agua
	Consumo de plástico para producción
	Consumo de madera (Pallets)

Con el objetivo de llevar a cabo las discusiones del presente trabajo investigativo se llegó a la conclusión de que no es posible tener acceso a cálculos de huella de carbono realizados a empresas específicamente productoras de plásticos flexibles, ya que, las organizaciones no suelen realizar trabajos de este tipo con fines científicos y por lo tanto no los publican. Por lo que se procedió a buscar la evaluación de la huella de carbono de alguna empresa que sea relativamente parecida a la organización estudiada en este trabajo de investigación, en cuanto a su calidad como empresa manufacturera de alta capacidad. Además, dicho cálculo debió ser realizado por medio de la metodología del GHG Protocol.

Se ha hecho una comparativa de las emisiones de gases de efecto invernadero con la empresa Novacero S.A., en su planta en la ciudad de Lasso (Viteri, 2015), en la que en el alcance 1 se identificaron emisiones provenientes tanto de la combustión fija como de la móvil a partir de toda la maquinaria usada para la producción de acero. Además, en el alcance 2 se encuentra una fuente en común con la del presente trabajo, la cual es la que produce emisiones de GEI por compra de energía eléctrica, pero a esta se le suma también la fuente de una producción combinada de calor y electricidad que no existe en la empresa plastificadora.

Viteri (2015), no consideró las emisiones causadas por el alcance 3 debido a que las fuentes principales de la investigación que llevó a cabo provenían directamente del alcance 1, por lo que al ser el alcance 3 de carácter opcional por ser fuentes que no son controladas por la empresa no se calculó su impacto en la huella de carbono de Novacero S.A., sin embargo para el caso de la

empresa estudiada, al no tener fuentes significativas que pertenezcan al Alcance 1, puede enfocarse en reducir las encontradas en el Alcance 3.

3.2 CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI

3.2.1 EMISIONES DEL ALCANCE 1

Se obtuvieron las emisiones de GEI producidas en la combustión de gasolina y diésel por vehículos propios de la compañía, y por combustión de GLP en el comedor de la misma.

3.2.1.1 Emisiones por combustión de gasolina por vehículos propios

En la figura 7 se puede observar el consumo de combustible por vehículos de la empresa de manera mensual en el 2018. La flota vehicular detallada de la empresa se puede encontrar en el Anexo 9.

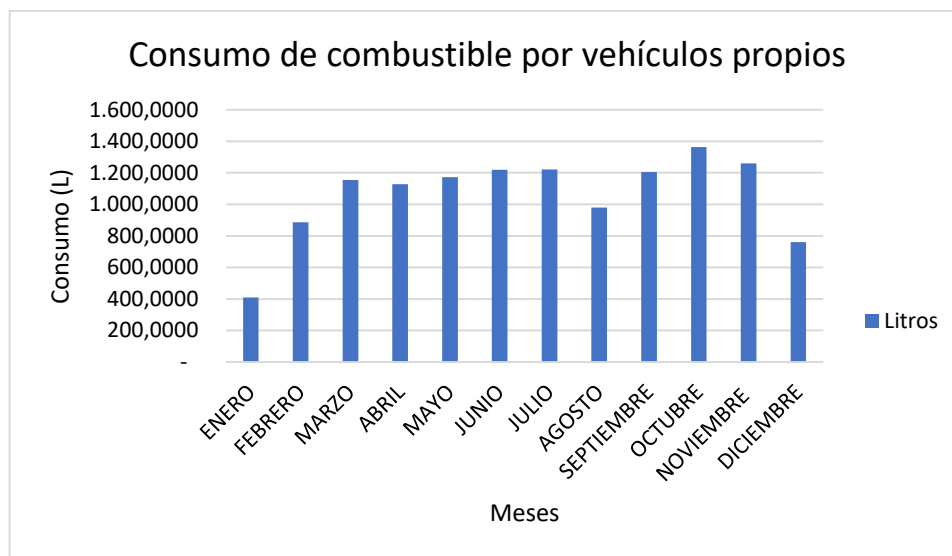


Figura 7. Consumo mensual de combustible en la empresa por vehículos propios en el año 2018

En la figura 7 se puede observar que el consumo tiene picos muy bajos en los meses de enero y diciembre, lo cual se explica debido a que se realizó una cantidad mucho menor de diligencias exteriores a la organización por parte de los colaboradores de la empresa en esos meses, por lo cual los automóviles no realizaron movimientos significativos, consumiendo menos combustible.

Se obtuvieron las cantidades emitidas por la empresa por el consumo de gasolina y diésel de vehículos propios en toneladas de CO₂e como se puede observar en la tabla 13.

En la misma se puede apreciar un incremento en las emisiones en el mes de octubre, en cambio las emitidas en el mes de enero son las más bajas.

Tabla 13. Toneladas de CO₂e emitidas por el consumo de gasolina por vehículos propios de la empresa

Mes	Galones	Litros	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	108,2787	409,8794	985,0573	0,9851
Febrero	234,2802	886,8471	2.233,3470	2,2333
Marzo	304,9500	1.154,3615	2.886,6471	2,8866
Abril	298,0567	1.128,2674	2.822,5550	2,8226
Mayo	309,9272	1.173,2023	2.971,3989	2,9714
Junio	322,2711	1.219,9290	3.074,8240	3,0748
Julio	322,4910	1.220,7613	3.081,1286	3,0811
Agosto	258,7814	979,5943	2.474,6265	2,4746
Septiembre	318,0846	1.204,0811	3.058,2454	3,0582
Octubre	359,8695	1.362,2542	3.474,2730	3,4743
Noviembre	332,8774	1.260,0781	3.169,7090	3,1697
Diciembre	201,0455	761,0402	1.886,3187	1,8863
Total	3.370,9135	12.760,2958	32.118,1307	32,1181

En la figura 8 se puede apreciar la evolución mensual de los GEI emitidos por la empresa a causa de esta fuente de emisión.

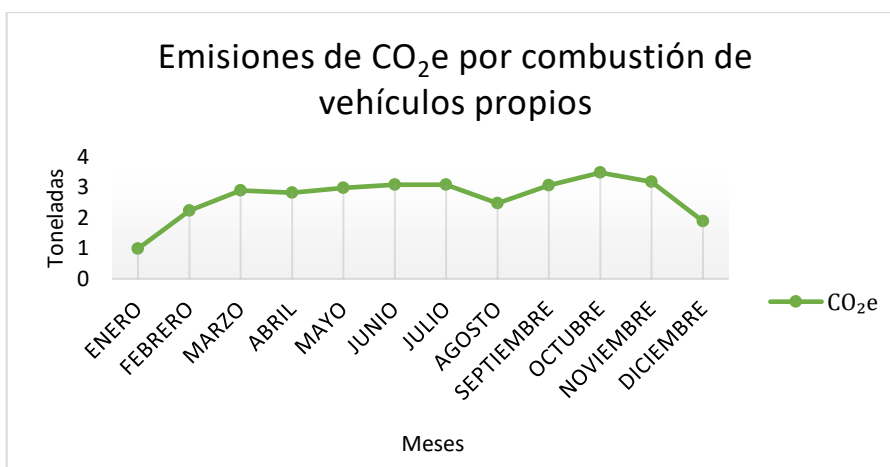


Figura 8. Emisión de toneladas de CO₂e por combustión de gasolina de vehículos propios

Se puede observar que en los meses de enero y diciembre se encuentran los picos más bajos en cuanto a la emisión de GEI de la empresa producidos por consumo de combustibles para sus vehículos. Esto se puede explicar debido a

que se realizaron muchas menos diligencias de los colaboradores de la empresa en entidades externas a la misma en estos meses.

3.2.1.2 Emisiones por combustión de GLP

En la figura 9 se puede observar el consumo de GLP en el comedor de la empresa de manera mensual durante el año base escogido. Se puede apreciar que el consumo de GLP permanece constante en la mayoría de los meses a excepción de mayo y agosto para altos consumos, y a febrero y junio para los más bajos.

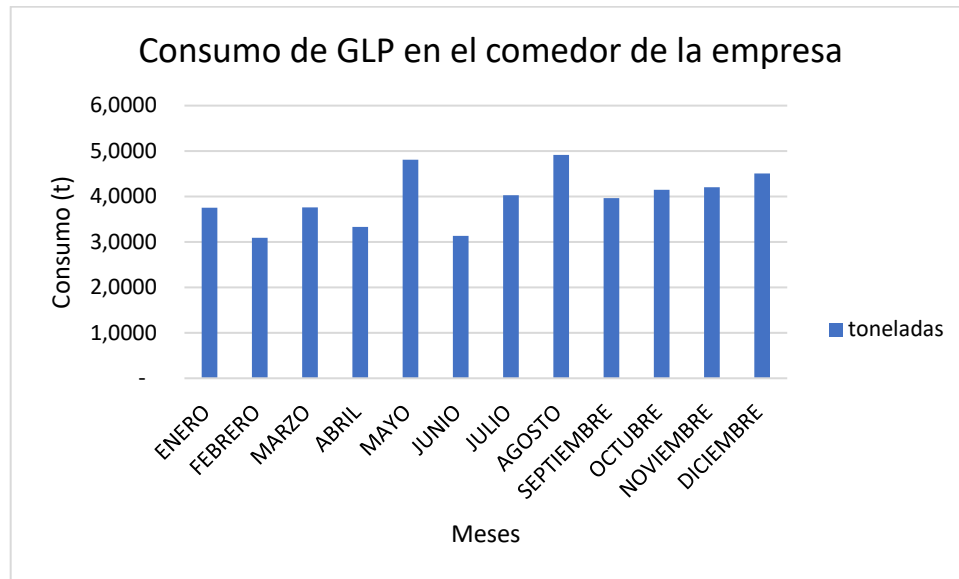


Figura 9. Consumo mensual de GLP en el comedor de la empresa

Se estimaron las cantidades de GEI emitidas por el consumo de GLP en forma de toneladas de CO₂e, estas están presentadas en la tabla 14, junto con los valores mensuales del mencionado consumo, tanto en kilogramos como en toneladas.

En dicha tabla se puede observar que las emisiones de GEI están conectadas en una relación directamente proporcional con el consumo de GLP, ya que, a mayor consumo, se presenta una mayor cantidad de emisiones de CO₂e. Esto puede observarse en los meses en el que se consumió más GLP, es decir, mayo y agosto. Al final de la presentación de los resultados de las emisiones de esta fuente de manera mensual, se detallarán las razones por la cuales se dan estos crecimientos en el consumo de GLP en el comedor de la empresa ubicada en Calderón.

Tabla 14. Toneladas de CO₂e emitidos por consumo de GLP

Mes	Consumo de GLP (kg)	Consumo de GLP (t)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	3.753,4600	3,7535	11.025,1131	11,0251
Febrero	3.087,7400	3,0877	9.069,6805	9,0697
Marzo	3.758,4000	3,7584	11.039,6235	11,0396
Abril	3.331,4500	3,3315	9.785,5347	9,7855
Mayo	4.807,3900	4,8074	14.120,8428	14,1208
Junio	3.130,8000	3,1308	9.196,1615	9,1962
Julio	4.026,2294	4,0262	11.826,3241	11,8263
Agosto	4.912,2647	4,9123	14.428,8933	14,4289
Septiembre	3.967,0647	3,9671	11.652,5385	11,6525
Octubre	4.145,0900	4,1451	12.175,4558	12,1755
Noviembre	4.206,0000	4,2060	12.354,3679	12,3544
Diciembre	4.508,2600	4,5083	13.242,2023	13,2422
Total	47.634,1488	47,6341	139.916,7380	139,9167

Se pueden apreciar los resultados obtenidos en cuanto a emisiones de GEI de manera mensualizada de esta fuente emisora en la figura 10.

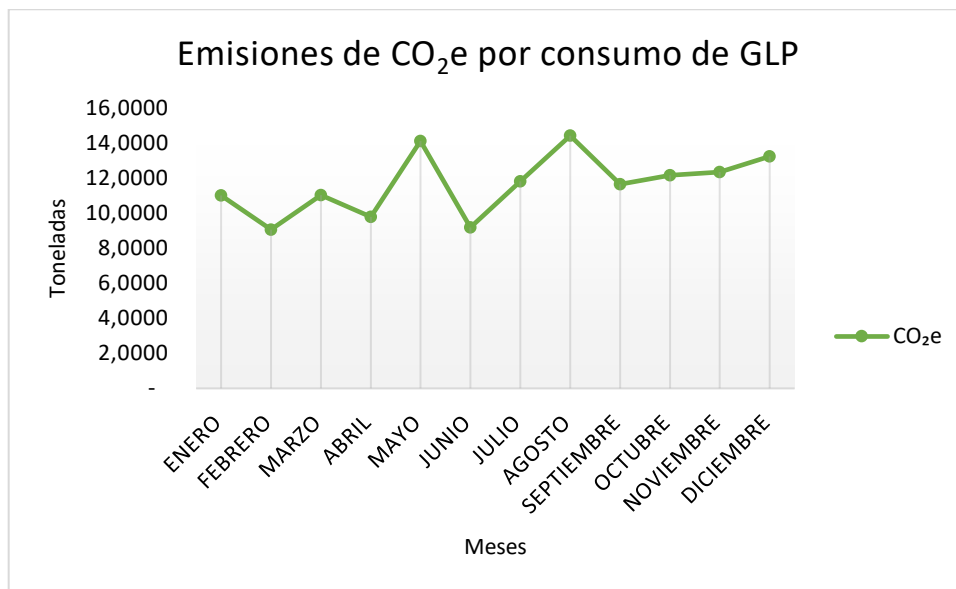


Figura 10. Emisión de toneladas de CO₂e por combustión de GLP

Se pueden apreciar dos picos altos y 3 bajos en las emisiones por consumo de GLP en el comedor, esto se explica debido a que existió mayor demanda de los alimentos servidos en el comedor en los meses de mayo y agosto. Mientras que en los meses de febrero, abril y junio se redujo la cantidad del personal que se inscribió para recibir la comida que sirven en esta sección de la organización.

3.2.1.2 Emisiones totales de GEI en el Alcance 1

Las emisiones de GEI cuantificadas en el alcance 1 responden a las fuentes directas que son propiedad o están controladas por la empresa, las mismas se encuentran descritas en la tabla 15, expresadas en toneladas de CO₂e para todo el año base.

Tabla 15. Emisiones totales de CO₂e en el Alcance 1 de la empresa

	Fuente	t CO ₂ e
Alcance 1	Combustión de gasolina por vehículos propios	32,11813066
	Combustión de GLP en comedor	139,916738
	TOTAL	172,0348686

En la figura 11 se puede observar el porcentaje de emisiones que tiene cada fuente de emisión directa controlada por la empresa, con respecto al total de emisiones del Alcance 1 en el año 2018.

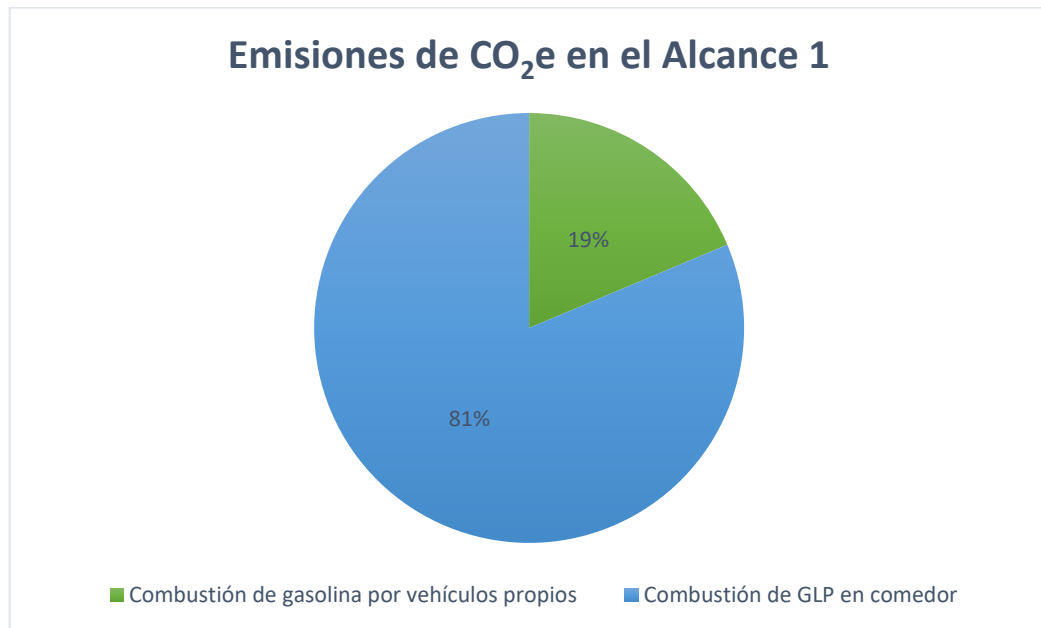


Figura 11. Porcentaje de emisiones por fuente emisora en el Alcance 1 de la empresa

Se ha realizado una comparación con el trabajo realizado por Viteri (2015) debido a la estructura manufacturera y tamaño de industria de ambas empresas, lo cual permitió analizar cuál de las dos tiene una mayor huella de carbono. Las emisiones que se encontraron por Viteri (2015), son iguales a 56.279,69 t CO₂e, estas son 327 veces más altas que las que se calcularon en la empresa plastificadora. Esto se debe principalmente al giro de negocio que diferencia a cada una de las dos empresas y, sobre todo, a que la organización de plásticos utiliza maquinaria 100% eléctrica para sus actividades y operaciones. Cabe recalcar que Viteri (2015) establece que el 56% de las emisiones provenientes del alcance 1 de su trabajo provienen de la combustión fija y apenas un 3% de la combustión móvil.

3.2.2 EMISIONES DEL ALCANCE 2

Se obtuvieron las emisiones de la energía eléctrica adquirida por la empresa para el funcionamiento de su planta de Calderón. La energía eléctrica constituye la totalidad de las fuentes de emisión de GEI del alcance 2.

3.2.2.1 Emisiones por consumo de energía eléctrica consumida

En la figura 12 se puede observar el consumo de energía eléctrica de la empresa mensualizado y en unidades de kWh en el año base estudiado. Durante todo el año se puede apreciar un uso casi constante de la energía eléctrica a excepción del mes de febrero, en el cual se presenta una baja considerable del consumo de energía eléctrica, esto debido, aparte de ser el mes con menos días del año, a que las toneladas de producción de la planta fueron mucho menores en febrero.

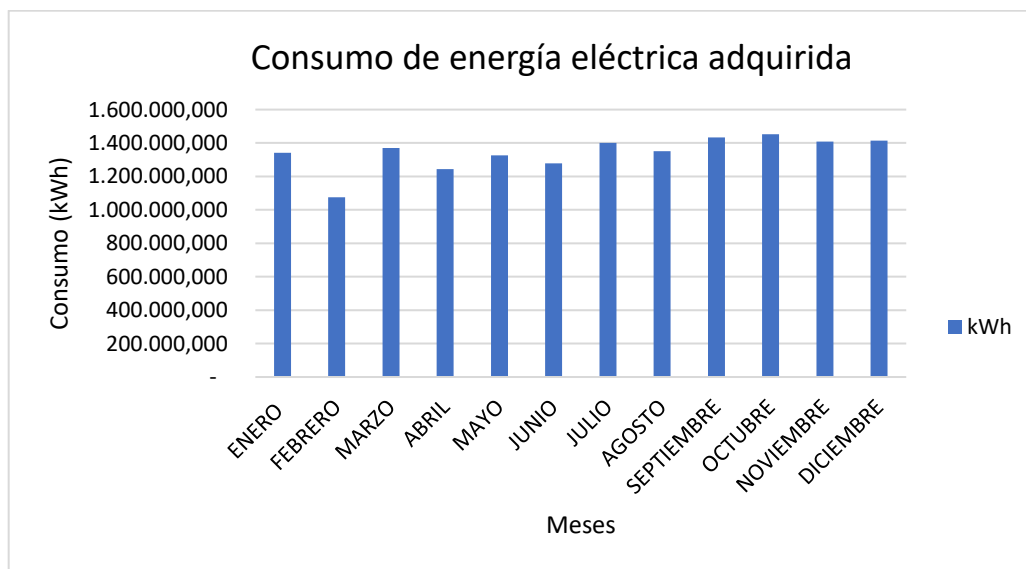


Figura 12. Consumo de energía eléctrica de la empresa plastificadora en el 2018

Se calcularon las emisiones de GEI de la empresa provenientes de la energía eléctrica adquirida, los resultados de esta fuente se pueden apreciar en la tabla 16.

Tabla 16. Toneladas de CO₂e emitidos por consumo de energía eléctrica

Mes	Consumo de energía eléctrica (kWh)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	1.340.751,590	361.485,189	361,485
Febrero	1.074.458,410	289.688,861	289,689
Marzo	1.370.368,000	369.470,183	369,470
Abril	1.243.744,000	335.330,600	335,331
Mayo	1.326.244,000	357.573,742	357,574
Junio	1.278.100,000	344.593,453	344,593
Julio	1.401.035,612	377.738,596	377,739
Agosto	1.351.972,622	364.510,534	364,511
Septiembre	1.432.697,708	386.275,135	386,275
Octubre	1.452.822,889	391.701,162	391,701
Noviembre	1.408.388,340	379.720,993	379,721
Diciembre	1.414.208,177	381.290,101	381,290
Total	16.094.791,348	4.339.378,548	4.339,379

Se obtuvieron las emisiones de GEI de manera mensualizada, se puede observar la variación de las mismas en la figura 13.

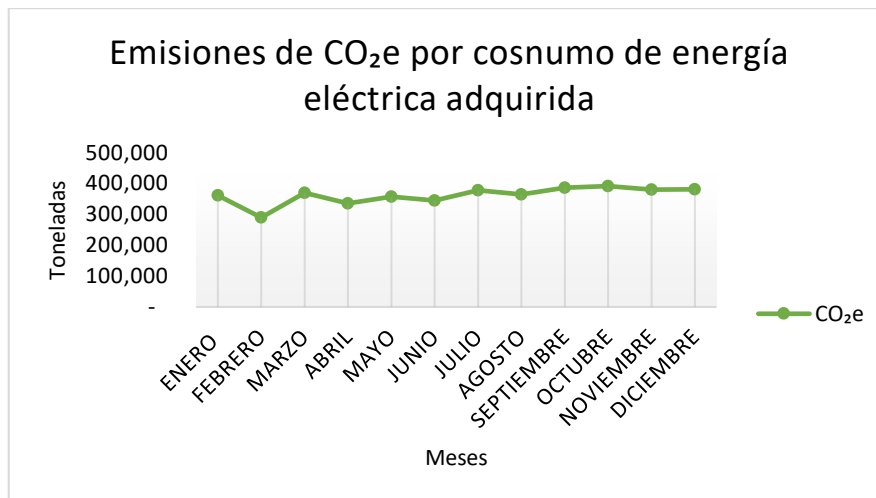


Figura 13. Toneladas de CO₂e emitidos de manera mensual por consumo de energía eléctrica en el año 2018

Se puede observar que las emisiones de GEI se mantienen prácticamente constantes durante todo el año, con excepción del mes de febrero, en el cual se

redujo el consumo de energía debido a una pequeña baja en la producción de la planta.

3.2.1.2 Emisiones totales de GEI en el Alcance 2

Las emisiones de GEI cuantificadas en el alcance 2 responden a una fuente indirecta específica para el consumo de energía adquirida, en el caso de esta organización se trata de energía eléctrica. La totalidad de las emisiones para el alcance 2 se pueden observar en la tabla 17.

Tabla 17. Emisiones totales de CO₂e en toneladas para el Alcance 2

	Fuente	t CO ₂ e
Alcance 2	Energía eléctrica consumida	4.339,38

En la figura 14 se puede observar que la totalidad de las emisiones del Alcance 2 provienen de la fuente de energía eléctrica consumida durante todo el año 2018.

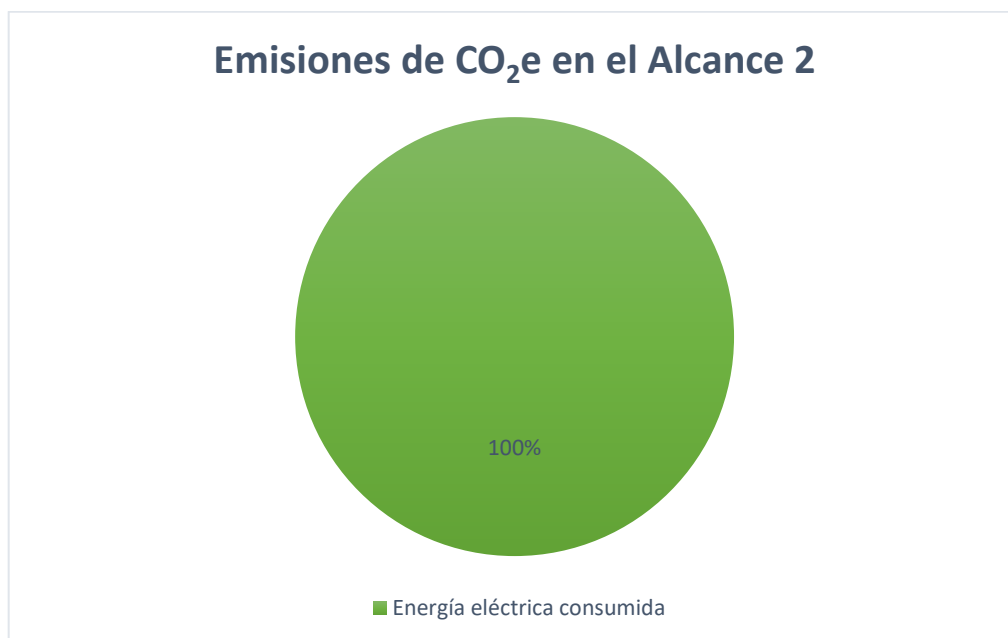


Figura 14. Porcentaje de emisiones por fuente emisora en el Alcance 2 de la empresa

Las emisiones que se obtuvieron en el alcance 2 por Viteri (2015), señalan que la fuente de consumo de energía eléctrica produce anualmente un total de 44.046,84 t de CO₂e lo que se diferencia de lo obtenido en las emisiones por el mismo alcance en la empresa plastificadora que son iguales a 4.339,38 t de CO₂e, es decir, lo encontrado por Viteri supera en 10 veces lo hallado en este trabajo de investigación. Viteri encontró que el 67% del consumo eléctrico de

Novacero S.A. corresponde al consumo del horno y 12% al tren de laminación. Se puede observar que el trabajo de Viteri tiene la posibilidad de diferenciar el consumo eléctrico de cada una de las máquinas de producción, lo que no se realizó para la empresa plastificadora, ya que se realizó el cálculo para la totalidad de la organización en sus límites operacionales.

3.2.3 EMISIONES DEL ALCANCE 3

Se obtuvieron las emisiones del alcance 3, calculando las toneladas de CO_{2e} que fueron emitidas por las denominadas en el GHG Protocol como “otras fuentes indirectas”, las cuales se constituyeron en las siguientes: viajes aéreos, consumo de papel, consumo de cartón, consumo de agua, consumo de plástico para producción y consumo de madera.

3.2.3.1 Emisiones por viajes aéreos

En la figura 15 se pueden observar las millas recorridas por viajes aéreos de colaboradores de la empresa de manera mensualizada en el año 2018. En dicha figura se puede comprobar que los meses de abril y junio se realizaron una cantidad mayor de viajes por colaboradores de la empresa en comparación con todo el resto del año. A diferencia de los meses de noviembre y diciembre en los cuales no se registra viaje alguno.



Figura 15. Millas recorridas en viajes aéreos de colaboradores de la empresa

Se calcularon las emisiones de GEI, emitidas de manera indirecta por los viajes aéreos de los colaboradores de la empresa, en forma de toneladas de CO_{2e}. Las emisiones se pueden observar en la tabla 18.

Tabla 18. Toneladas de GEI emitidas por viajes aéreos

Mes	Distancia (mi)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	2.992,05	719,09	0,72
Febrero	3.201,74	722,80	0,72
Marzo	2.125,25	555,01	0,56
Abril	7.515,60	1.592,47	1,59
Mayo	1.031,12	285,62	0,29
Junio	8.868,30	1.945,68	1,95
Julio	2.476,16	489,67	0,49
Agosto	721,89	199,96	0,20
Septiembre	1.217,24	337,18	0,34
Octubre	3.589,24	994,22	0,99
Noviembre	-	-	-
Diciembre	-	-	-
Total general	33.738,59	7.841,70	7,84

Se obtuvieron las emisiones en toneladas de CO₂e de la fuente indirecta por viajes aéreos de colaboradores de la empresa. La evolución de los resultados obtenidos se puede apreciar en la figura 16 de manera mensualizada.

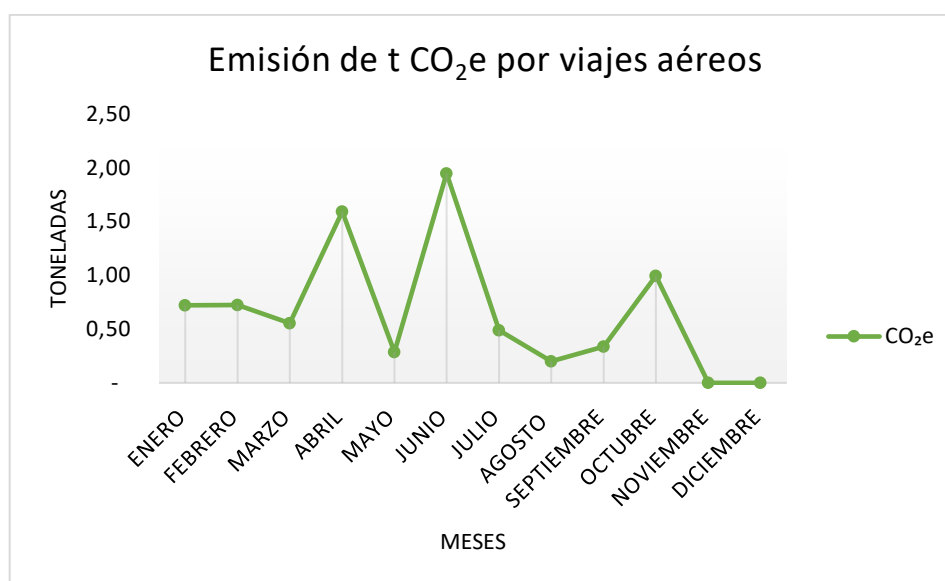


Figura 16. Toneladas de GEI emitidas por viajes aéreos de los colaboradores de la empresa

Se pueden observar dos picos altos significativos en las emisiones de GEI en los meses de abril y junio, los mismos se deben a que se realizaron más viajes con a distintas partes del país con el fin de realizar seguimiento y desarrollo de equipos, además de varias capacitaciones. En noviembre y diciembre no se registran viajes aéreos, por lo cual las emisiones de GEI por esta fuente son de cero en esos meses.

3.2.3.2 Emisiones por consumo de papel

Se puede observar en la figura 17 el consumo de papel que tuvo la empresa en el año del 2018 de manera mensualizada.

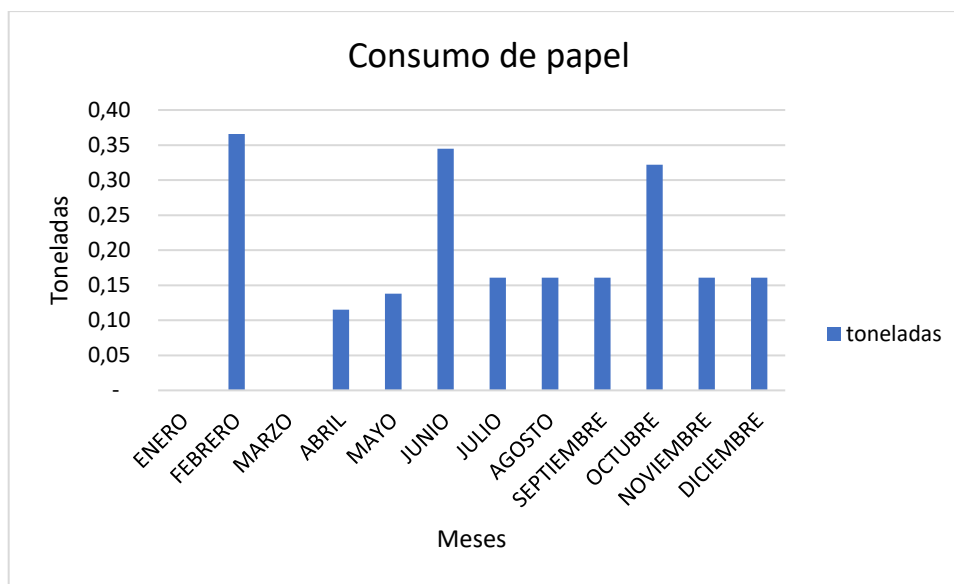


Figura 17. Consumo de papel en la empresa plastificadora en el 2018

El consumo del papel dentro de la empresa plastificadora se da principalmente por el uso de papel bond A4 para impresiones de documentos administrativos. Además, se usa para estampar los posibles prototipos de diseño de etiquetas y empaques de todos los productos de la empresa, en este sentido el tamaño del papel varía según lo deseado por el cliente. Ya que se calcularon las emisiones de CO₂e gracias al peso en total adquirido mensualmente, el tamaño del papel es sólo un dato a ser mencionado.

Se calcularon las emisiones de GEI en toneladas de CO₂e por la fuente indirecta de consumo de papel dentro de la empresa, los resultados se pueden observar en la tabla 19. En dicha tabla, se puede observar el total de emisiones provenientes del consumo de papel, el mismo que fue igual a 1.998 t CO₂e en todo el año base elegido, es decir en el 2018.

Tabla 19. Toneladas de CO₂e emitidos por consumo de papel

Mes	Consumo de papel (t)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	-	-	-
Febrero	0,366	349,482	0,349
Marzo	-	-	-
Abril	0,115	109,900	0,110
Mayo	0,138	131,880	0,132
Junio	0,345	329,700	0,330
Julio	0,161	153,860	0,154
Agosto	0,161	153,860	0,154
Septiembre	0,161	153,860	0,154
Octubre	0,322	307,720	0,308
Noviembre	0,161	153,860	0,154
Diciembre	0,161	153,860	0,154
Total general	2,091	1.997,985	1,998

Se realizó una gráfica que representa la evolución de las emisiones de CO₂e de la empresa en el año base del 2018. Los resultados de esta gráfica se pueden observar en la figura 18.

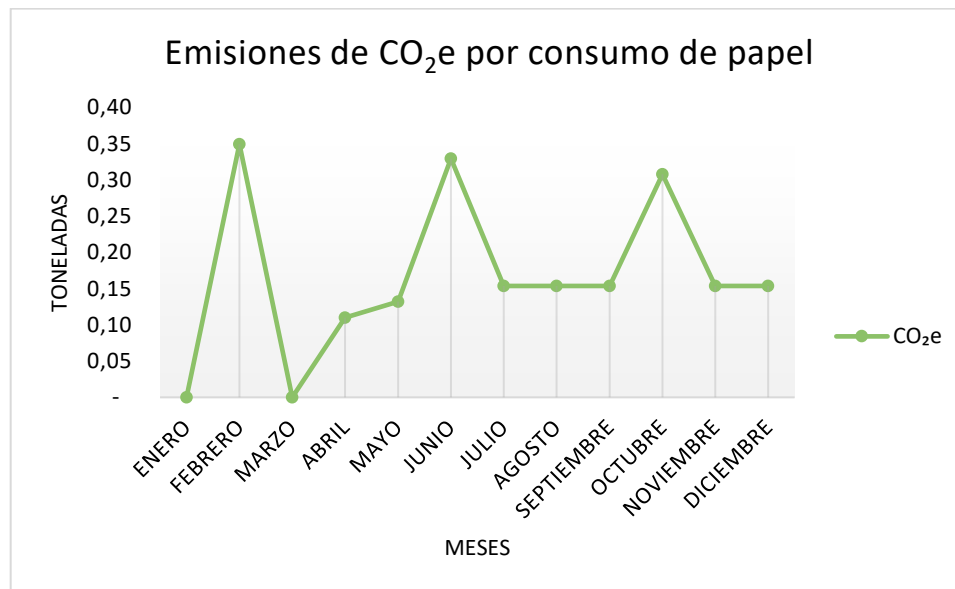


Figura 18. Emisiones de GEI por consumo de papel en la empresa

Se puede apreciar que las emisiones tanto en el mes de enero como de abril son iguales a cero, esto debido a que la compra de papel en estos meses fue nula. En cambio, los meses de febrero, junio y octubre presentan los picos más altos en cuanto a emisiones por esta fuente, esto debido a que en estos meses se realizaron las compras más cuantiosas para abastecer la demanda de papel en la organización.

3.2.3.3 Emisiones por consumo de cartón

Se obtuvieron las emisiones de GEI por consumo de cartón dentro de la empresa, los datos mensualizados de las cantidades en toneladas de cartón adquirido y usado en la empresa, se pueden observar en la figura 19.

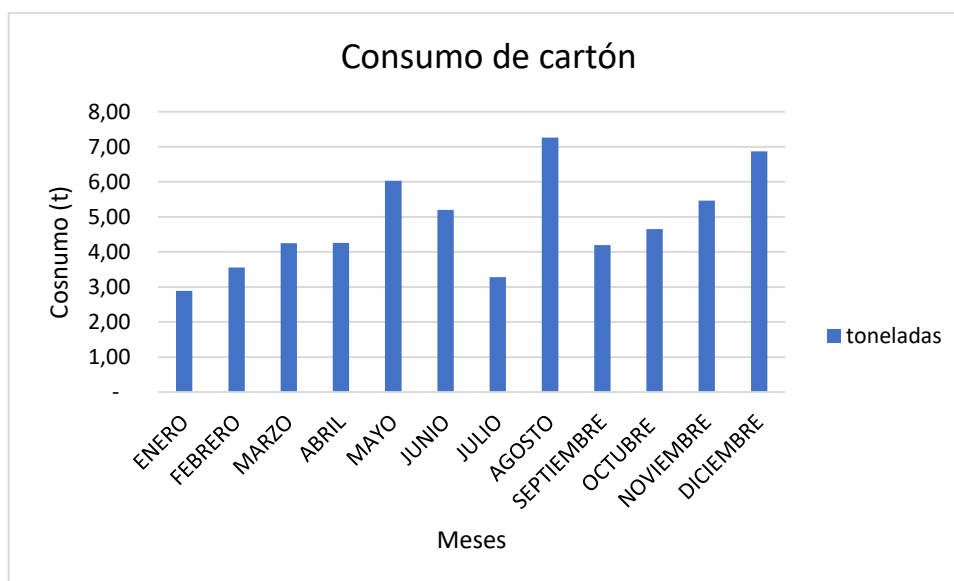


Figura 19. Consumo de cartón mensualizado en la empresa

El consumo de cartón dentro de la empresa se da principalmente por dos usos. El primero se trata de cartonones tubulares rígidos que sirven como núcleo (cores) para transportar los rollos de plástico flexible dentro y fuera de la organización y, por otro lado, se da el uso de cartón en forma de cajas para empaquetado de etiquetas y empaques. Cabe mencionar que dentro de la empresa se reciclan y se reparan cores para seguir utilizándolos, pero el cálculo de las emisiones se da gracias a el historial de adquisiciones de productos totalmente nuevos.

Se calcularon las emisiones de GEI en forma de toneladas de CO₂e a partir de la fuente indirecta de compra y uso de cartón, los resultados de este cálculo se pueden observar en la tabla 20. Se puede observar que el total de emisiones de GEI de la empresa en la fuente de consumo de cartón fueron iguales a 48,89 t CO₂e.

Tabla 20. Toneladas de CO₂e emitidos por consumo de cartón

Mes	Consumo de cartón (kg)	Consumo de cartón (t)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	2.885,53	2,89	2.436,77	2,44
Febrero	3.554,77	3,55	3.001,94	3,00
Marzo	4.251,93	4,25	3.590,68	3,59
Abril	4.259,94	4,26	3.597,44	3,60
Mayo	6.025,74	6,03	5.088,63	5,09
Junio	5.199,98	5,20	4.391,29	4,39
Julio	3.281,00	3,28	2.770,74	2,77
Agosto	7.258,43	7,26	6.129,61	6,13
Septiembre	4.194,86	4,19	3.542,48	3,54
Octubre	4.654,08	4,65	3.930,29	3,93
Noviembre	5.463,20	5,46	4.613,57	4,61
Diciembre	6.867,48	6,87	5.799,46	5,80
Total general	57.896,94	57,90	48.892,90	48,89

Se graficó la evolución de los datos obtenidos en cuanto a las emisiones indirectas provocadas por el consumo de cartón, los mismos se pueden observar en la figura 20.

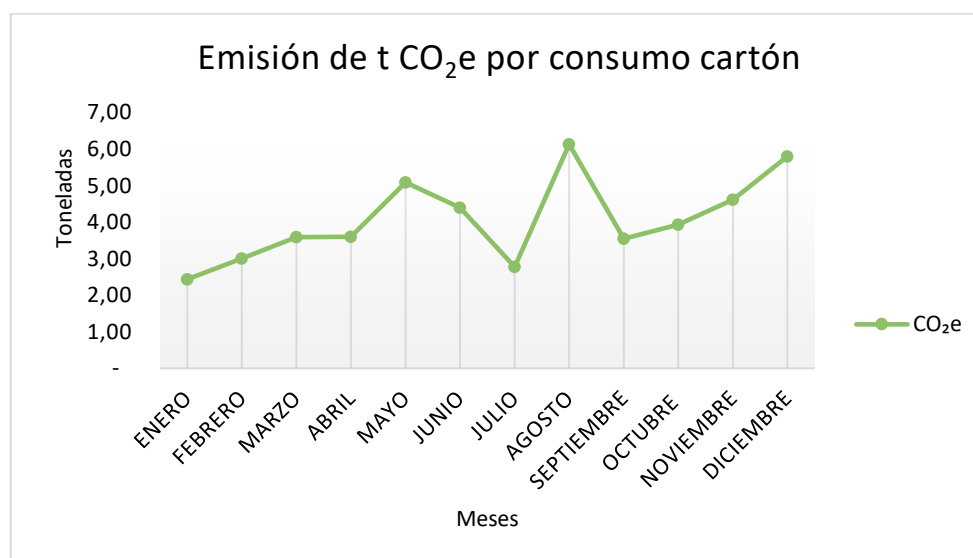


Figura 20. Emisión de toneladas de CO₂e por consumo de cartón

Se logra ver, en la figura 18, que existen dos picos altos y dos bajos significativos, las emisiones en los meses de agosto y mayo se deben a una mayor cantidad de compra de cartón en forma de cores para reemplazar a antiguos, mientras que la adquisición de estos fue menor en los meses de enero y julio.

3.2.3.4 Emisiones por consumo de agua

Se realizó una gráfica que muestra el consumo de agua de la empresa de manera mensual en el año base del 2018, dicha gráfica se puede observar en la figura 21. El consumo de agua dentro de la empresa proviene principalmente del comedor de la organización y del uso de los servicios sanitarios. Los procesos que se realizan dentro de la manufacturación de la empresa no consumen agua.

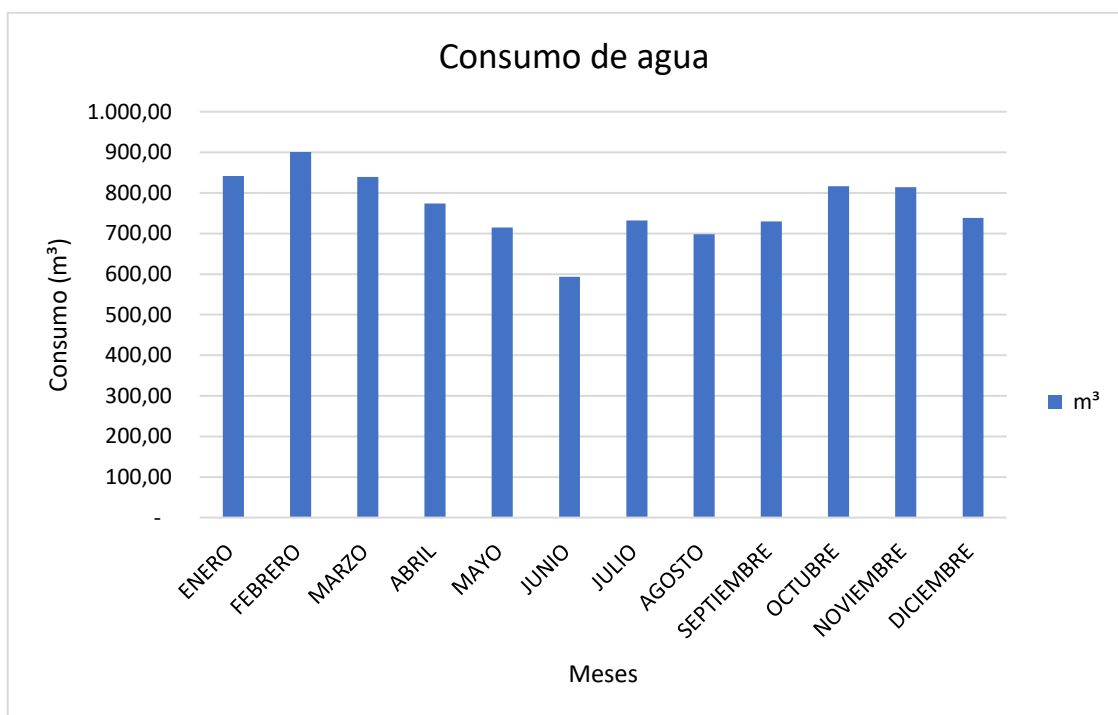


Figura 21. Consumo de agua mensualizado en la empresa plastificadora

Se calcularon las emisiones de GEI causadas por la fuente indirecta del consumo de agua potable dentro de la empresa, dicho cálculo se puede observar en la tabla 21. Se puede observar que el consumo más alto de agua potable dentro de la empresa se da principalmente en los meses de febrero y enero, en ese orden, además, el consumo más bajo se da en el mes de junio, lo cual se puede ver directamente reflejado en la cantidad de emisiones de dichos meses.

Las emisiones totales de GEI en el año 2018 por consumo de agua potable fueron iguales a 1,86 t CO₂e.

Tabla 21. Toneladas de CO₂e emitidas por consumo de agua potable

Mes	Agua consumida (m ³)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	842,00	170,084	0,170084
Febrero	901,00	182,002	0,182002
Marzo	839,00	169,478	0,169478
Abril	774,00	156,348	0,156348
Mayo	715,00	144,43	0,14443
Junio	593,00	119,786	0,119786
Julio	732,00	147,864	0,147864
Agosto	698,00	140,996	0,140996
Septiembre	730,00	147,46	0,14746
Octubre	816,40	164,9128	0,1649128
Noviembre	814,00	164,428	0,164428
Diciembre	738,00	149,076	0,149076
Total	9.192,40	1.856,86	1,86

Se graficaron las emisiones de GEI de manera mensual obtenidas a partir de la fuente indirecta de consumo de agua potable en el año base del 2018, las mismas se pueden observar en la figura 22.

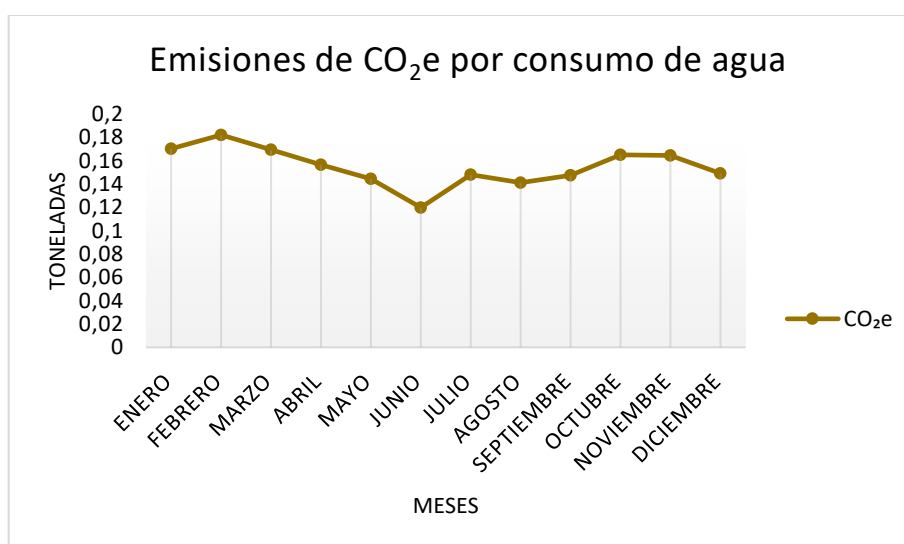


Figura 22. Emisiones de CO₂e de manera mensual por consumo de agua potable

Se puede observar que el pico más alto de las emisiones por consumo de agua se da en el mes de febrero, mientras que el más bajo se da en el mes de junio, estas variaciones se pueden explicar debido a los diferentes niveles en el consumo de agua de los colaboradores de la empresa, que presentaron un uso más alto del líquido vital en un mes de festividades en el país, como lo es el segundo del año.

3.2.3.5 Emisiones por consumo de plástico para producción

Se realizó un gráfico en el que consta la cantidad en toneladas de todos los tipos de plástico usado para producción dentro de la empresa en el año 2018, el mismo se puede evidenciar en la figura 23. Se puede observar una gráfica en la cual se toman a todos los tipos de plásticos juntos, pero cabe recalcar que, dentro de la empresa, en el año 2018 se utilizaron los tipos de plástico: Low Density Polyethylene (LDPE), Linear Low Density Polyethylene (LLDPE), Polyethylene Terephthalate (PET), Metallocene Low Linear Density Polyethylene (MLLDPE), Polystyrene (PS), High Density Polyethylene (HDPE) y Polypropylene (PP). Además, los productos obtenidos a partir de esta producción son: fundas, empaques, etiquetas, cucharas, tarrinas, bandejas, platos, contenedores, cubiertos y stretchfilm.

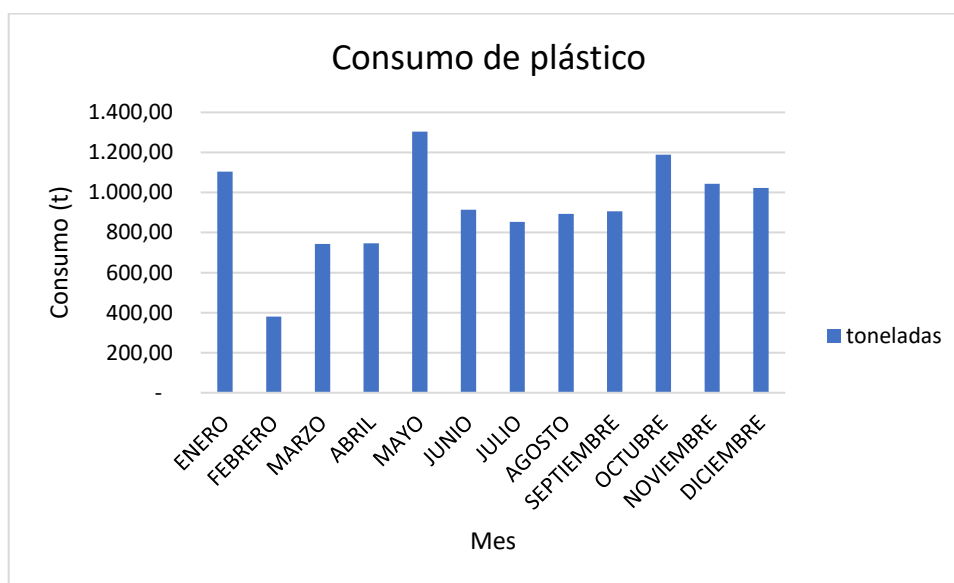


Figura 23. Plástico consumido para producción en la empresa en el 2018

Se calcularon las emisiones de GEI producidas en la empresa en el 2018 en contexto de la fuente de emisión indirecta de consumo de plástico para producción, los resultados se pueden observar en la tabla 22.

Las emisiones totales de GEI fueron iguales a 31.715,54 t CO₂e en el año base escogido, es decir el 2018.

Tabla 22. Toneladas de CO₂e emitidas por consumo de plástico para producción

Mes	Plástico consumido (t)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	1.104,33	3.187.698,53	3.187,70
Febrero	379,93	1.084.994,35	1.084,99
Marzo	743,75	2.117.441,86	2.117,44
Abril	746,47	2.152.872,26	2.152,87
Mayo	1.304,38	3.655.988,76	3.655,99
Junio	914,37	2.573.849,47	2.573,85
Julio	853,08	2.674.012,47	2.674,01
Agosto	893,71	2.543.981,65	2.543,98
Septiembre	906,20	2.532.230,50	2.532,23
Octubre	1.189,22	3.393.866,01	3.393,87
Noviembre	1.043,99	2.995.320,12	2.995,32
Diciembre	1.023,17	2.803.288,67	2.803,29
Total general	11.102,60	31.715.544,64	31.715,54

Se realizó un gráfico que contiene la evolución a través de los meses del 2018 de las emisiones en toneladas de CO₂e provenientes de la fuente indirecta de consumo de plástico para producción en la empresa, el mismo se ve reflejado en la figura 24.

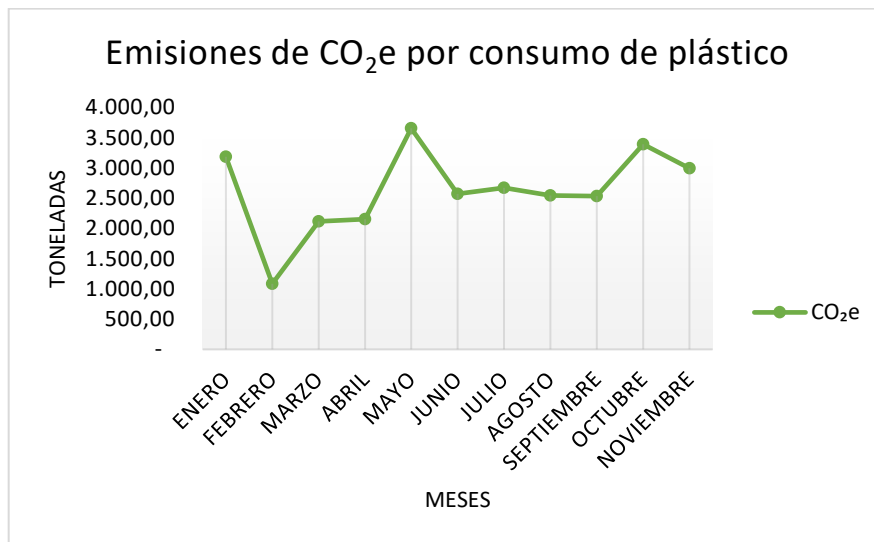


Figura 24. Emisiones de CO₂e de manera mensual por consumo de plástico en el 2018

En la figura 24 se puede evidenciar que las emisiones tienen 3 picos altos y uno bajo que son significativos, en los meses de enero, mayo y octubre las emisiones son las más altas del año, esto debido a que la demanda de productos por parte de los clientes, en estos meses, fue mucho más alta y la empresa se abasteció en cantidades mayores de plástico, con el fin de cubrir dicha demanda. En cambio, el mes de febrero es por lejos el más bajo en cuanto a emisiones de GEI, esto debido a una disminución en los pedidos realizados al proveedor de pellets plásticos producido por una merma en la venta de los productos plásticos flexibles.

3.2.3.6 Emisiones por consumo de madera

El consumo de madera de la empresa, se da a través de la adquisición de pallets que sirven para el traslado y almacenamiento de los productos realizados dentro de la planta. Se realizó una gráfica en la cual se representa el consumo de madera de la empresa en el 2018 de manera mensual, esta se puede observar en la figura 25.

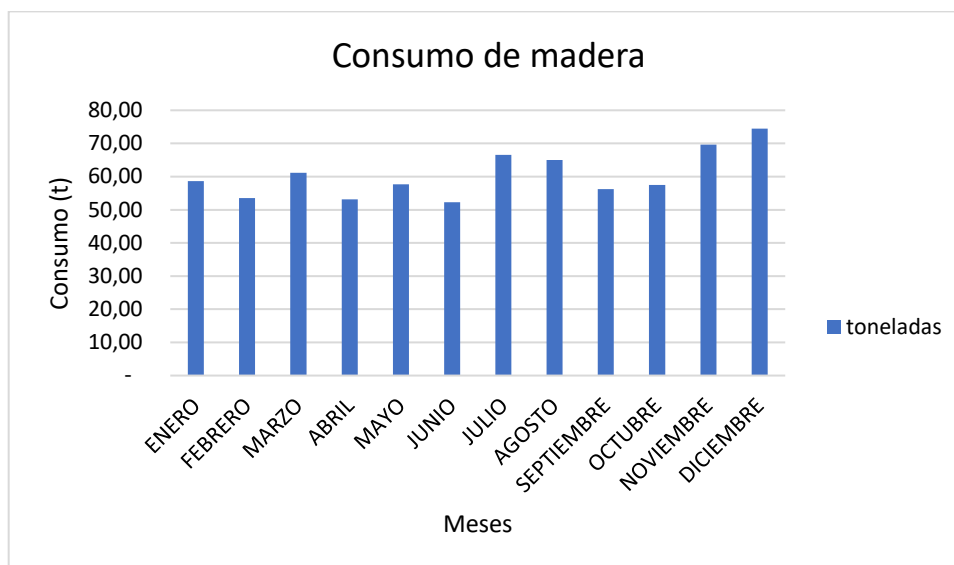


Figura 25. Consumo de madera en toneladas de la empresa en el año 2018

Se llevó a cabo el cálculo de las emisiones de GEI en toneladas de CO_{2e}, producidas en la fuente indirecta de consumo de madera por adquisición de pallets en la organización dentro del año base establecido, el mismo se puede observar en la tabla 23.

Cabe mencionar que dentro de la empresa se reutilizan pallets de madera, reparando los que se encuentran en un estado deteriorado, pero, el cálculo de las emisiones fue realizado con el historial de adquisiciones de la organización, por lo cual el resultado no se ve afectado por estas reutilizaciones por reparación de la fuente antes mencionada.

Tabla 23. Toneladas de CO₂e emitidos por consumo de madera

Mes	Madera consumida (t)	kg CO ₂ e	t CO ₂ e
Enero	58,61	24.393,11	24,39
Febrero	53,51	22.269,88	22,27
Marzo	61,11	25.431,94	25,43
Abril	53,14	22.114,85	22,11
Mayo	57,67	24.000,01	24,00
Junio	52,25	21.747,34	21,75
Julio	66,54	27.691,68	27,69
Agosto	64,96	27.037,42	27,04
Septiembre	56,20	23.391,53	23,39
Octubre	57,51	23.933,42	23,93
Noviembre	69,66	28.991,05	28,99
Diciembre	74,51	31.009,19	31,01
Total general	725,65	302.011,42	302,01

Se realizó un gráfico en el que constan las emisiones indirectas causadas por la fuente correspondiente al consumo de madera, dicho gráfico se puede apreciar en la figura 26.

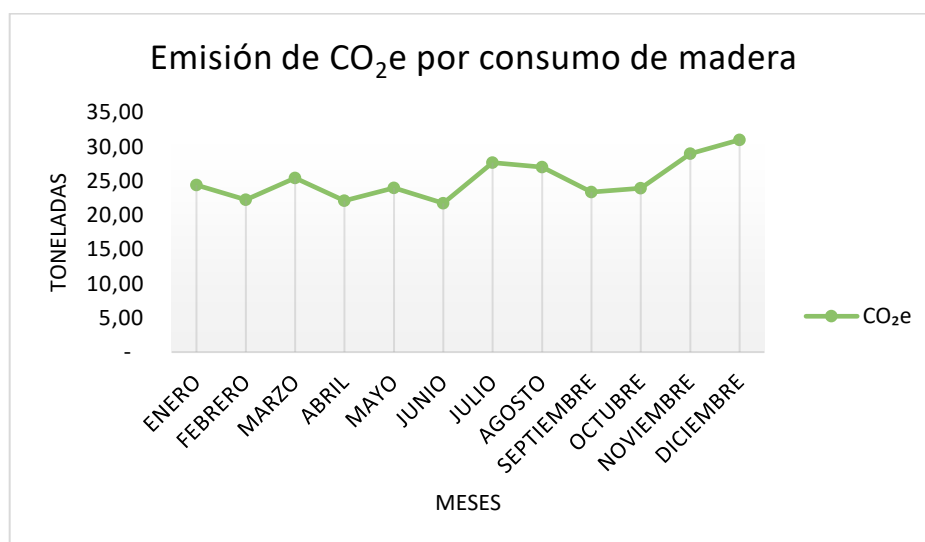


Figura 26. Emisión mensual de GEI por consumo de madera en el año 2018

Se puede observar que las emisiones más altas se dan en los meses de noviembre y diciembre, mientras que durante toda la otra parte del año se

mantiene relativamente constante sin picos altos y bajos que resulten significativos. Esto se debe a que en los meses finales del año se realizó una renovación mayor en cuanto a los pallets que sirven para transportar los productos dentro de la empresa.

3.2.3.7 Emisiones totales de GEI en el Alcance 3

Las fuentes emisoras de GEI en el Alcance 3, responden a otras fuentes indirectas que no son consideradas en el Alcance 2, se llevó a cabo el cálculo de todas las emisiones de esta clasificación, las mismas se pueden observar en la tabla 24.

Tabla 24. Toneladas de GEI emitidas por cada fuente dentro del Alcance 3

	Fuente	t CO ₂ e
Alcance 3	Viajes aéreos	7,84
	Consumo de papel	2,00
	Consumo de cartón (Cores y cajas)	48,89
	Consumo de agua	1,86
	Consumo de plástico para producción	31.715,54
	Consumo de madera (Pallets)	302,01
	TOTAL	32.078,15

Se realizó una gráfica que muestra los porcentajes de GEI que aporta cada fuente dentro del Alcance 3 establecido anteriormente basado en el GHG Protocol, la misma se puede observar en la figura 27.

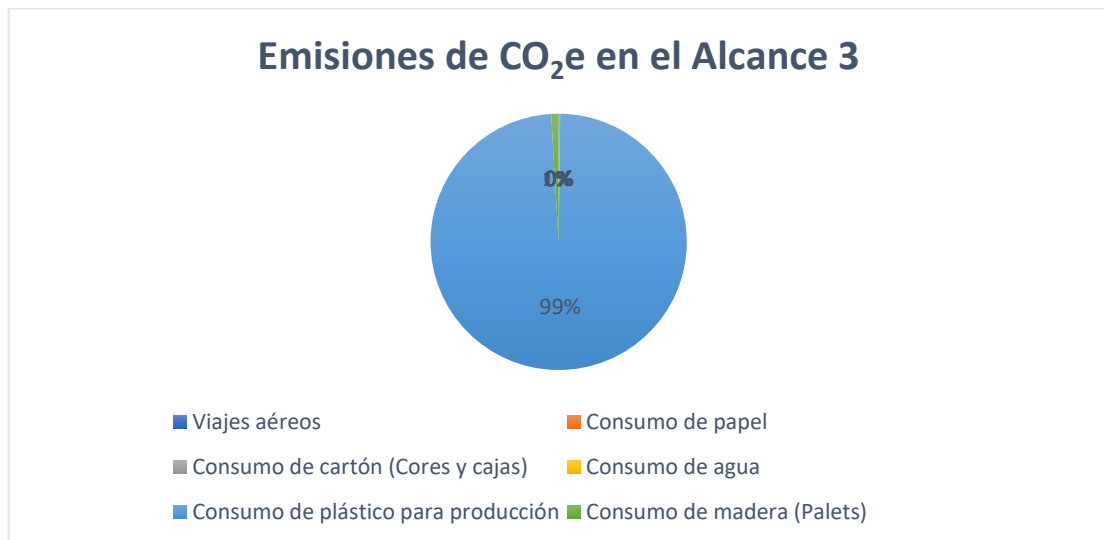


Figura 27. Porcentaje de emisiones por fuente emisora en el Alcance 3 de la empresa

En comparación a lo realizado en el desarrollo de la huella de carbono de Novacero S.A. por Viteri (2015), trabajo en el cual no se consideró el alcance 3 dentro del cálculo de las emisiones de GEI, la empresa plastificadora presenta una cantidad muy grande de emisiones de CO₂e, la más grande que ha sido calculada en este trabajo de investigación, esta es igual a 32.078,15 t CO₂e. Como se mencionó previamente la empresa plastificadora ha incluido el Alcance 3 ya que las emisiones provenientes de las fuentes de este parámetro son muy significativas dentro de la totalidad de las emisiones de GEI de esta.

3.2.1 EMISIONES TOTALES DE LA EMPRESA PLASTIFICADORA

De acuerdo a los cálculos realizados en los alcances 1,2 y 3 se obtuvieron los resultados totales de las emisiones realizadas por la empresa durante el año 2018. La evolución de estas emisiones de manera mensual de se pueden observar en la figura 28.

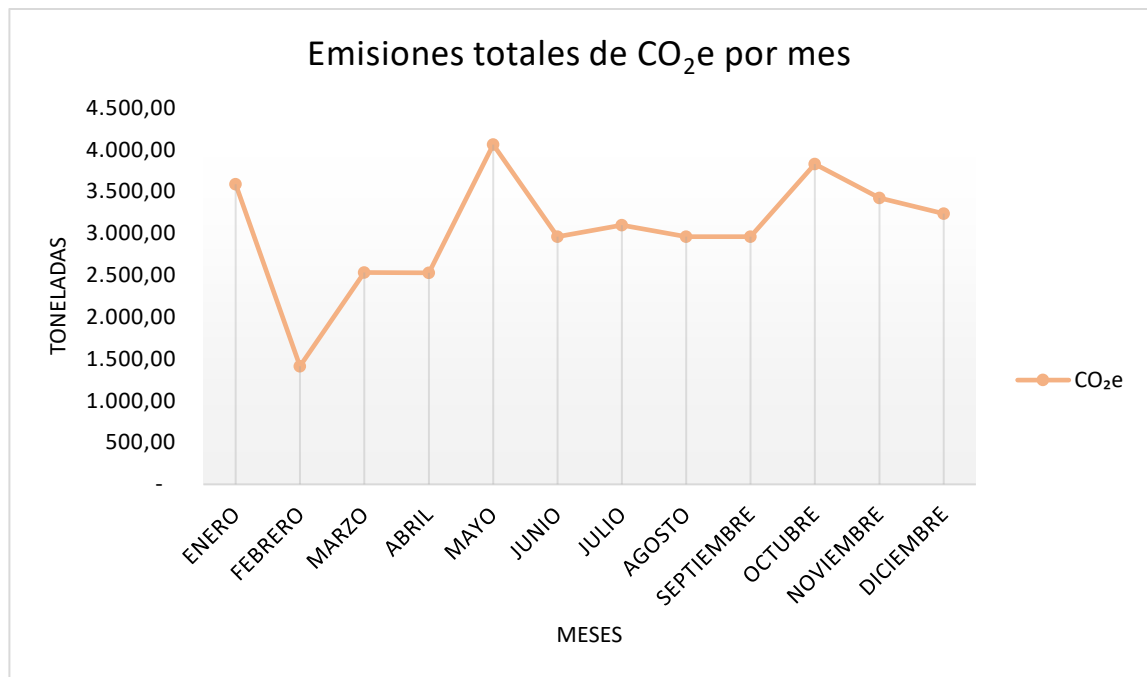


Figura 28. Emisiones de GEI totales por mes dentro de la empresa

En la figura 28 se pueden identificar 3 picos significativamente altos y uno bajo. Los meses de enero, mayo y octubre se presenta un crecimiento bastante alto de emisiones, esto se ve estrechamente relacionado con el aumento en los mismos meses de la cantidad de plástico adquirido para la producción y, por consiguiente, del aumento del uso de energía. El mes de febrero se produce la caída más baja de emisiones de CO₂e, esto también está estrechamente ligado a un decrecimiento en la adquisición de plástico para producción que, como se explicó anteriormente también se conecta con una baja en el consumo de energía eléctrica.

Se realizó un gráfico en el que se comparan las emisiones totales mensuales de GEI, con la cantidad en toneladas de productos realizados en la empresa durante el 2018, con el fin de observar una posible relación directamente proporcional de estos indicadores, los resultados de este gráfico se pueden observar en la figura 29.

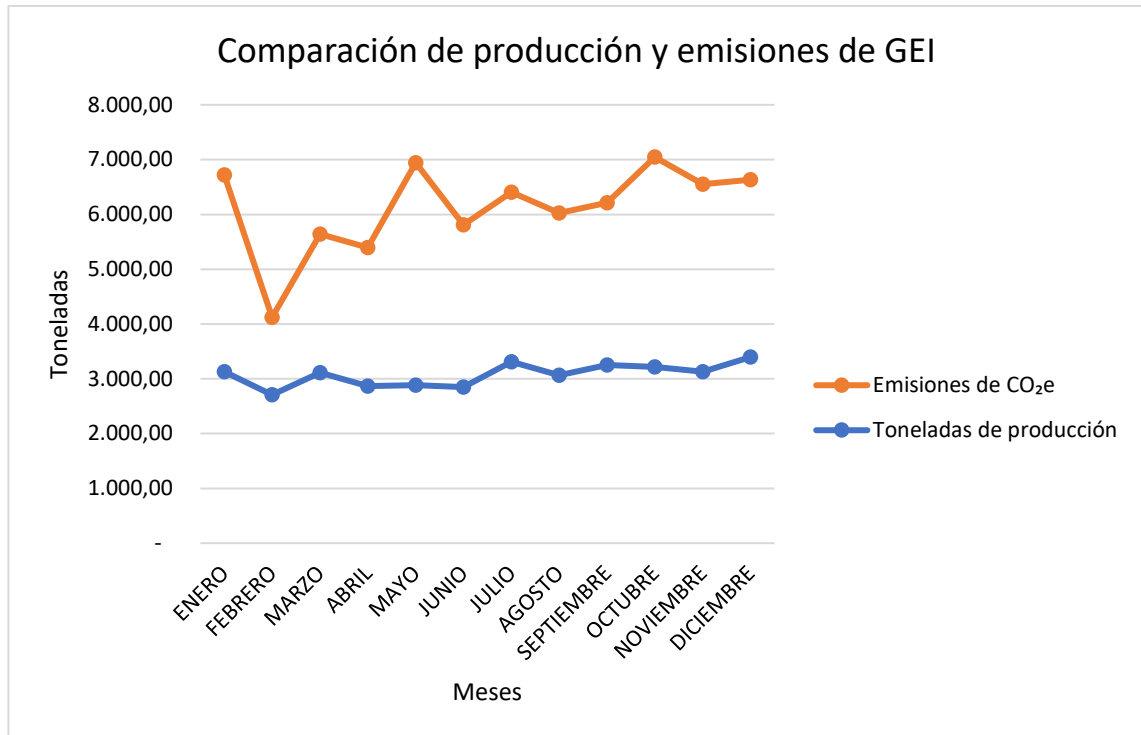


Figura 29. Gráfica comparativa de emisiones de GEI y toneladas de producción

Se puede observar una discrepancia en cuanto a la curva de la gráfica en los meses de febrero, mayo y octubre. En el mes de febrero las emisiones fueron mucho menores comparadas a la curva de producción, debido a una alta efectividad en la realización de los productos, teniendo una baja cantidad de no conformes. En los meses de mayo y octubre se produce exactamente lo contrario, incrementando la cantidad de no conformes y por lo tanto teniendo una mayor cantidad de emisiones en una producción relativamente igual en cantidad a los demás meses. La gráfica es parecida en cuanto a sus variaciones en los demás meses del año, lo que indica la relación entre estos dos indicadores de la empresa.

Se calcularon las emisiones totales de cada uno de los componentes por alcance, que forman parte de la totalidad de las emisiones de CO₂e de la empresa durante sus actividades y procesos en el año base establecido, estas sirven para conocer los puntos críticos de la empresa, que deben ser intervenidos con el fin de reducir la huella de carbono producida debido a la manufacturación de productos plásticos flexibles dentro de la organización, los resultados de este cálculo se pueden observar en la tabla 25.

Tabla 25. Emisiones totales de CO₂e por fuente emisora

		t CO₂e	Porcentaje
Alcance 1	Combustión de gasolina por vehículos propios	32,12	0,0878%
	Combustión de GLP en comedor	139,92	0,3824%
Alcance 2	Energía eléctrica consumida	4.339,38	11,8596%
Alcance 3	Viajes aéreos	7,84	0,0214%
	Consumo de papel	2,00	0,0055%
	Consumo de cartón (Cores y cajas)	48,89	0,1336%
	Consumo de agua	1,86	0,0051%
	Consumo de plástico para producción	31.715,54	86,6792%
	Consumo de madera (Pallets)	302,01	0,8254%
TOTAL		36.589,56	100%

Se puede observar que los porcentajes más altos de emisión de GEI dentro de la empresa provienen de los alcances 2 y 3, específicamente de las fuentes de energía eléctrica consumida y consumo de plástico para producción, con 11,8596% y 86,6792% respectivamente. Estas fuentes emisoras se consideraron como críticas para la fase 3 del trabajo de investigación.

Además, se llevó a cabo un gráfico en el que constan las emisiones de cada una de las fuentes emisoras de GEI, en el que se puede observar de manera más detallada su aporte en toneladas y porcentaje a las emisiones totales de la empresa durante todo el año. Esto se puede observar en la figura 30.

Así mismo, podemos observar en la figura 30, la comparación extremadamente alta en cuanto a emisiones de GEI y porcentaje del total, que tiene la fuente denominada como consumo de plástico para producción. La única barra de emisiones y línea de porcentajes que es visible aparte de la fuente antes mencionada, es la que se da por el consumo de energía eléctrica adquirida y seguida de esta, muy por debajo, el consumo de madera en forma de pallets. Lo cual demostró el nivel de importancia que estas dos fuentes de emisión (plástico y madera) tuvieron en la totalidad de emisiones de GEI de la empresa en el año 2018.

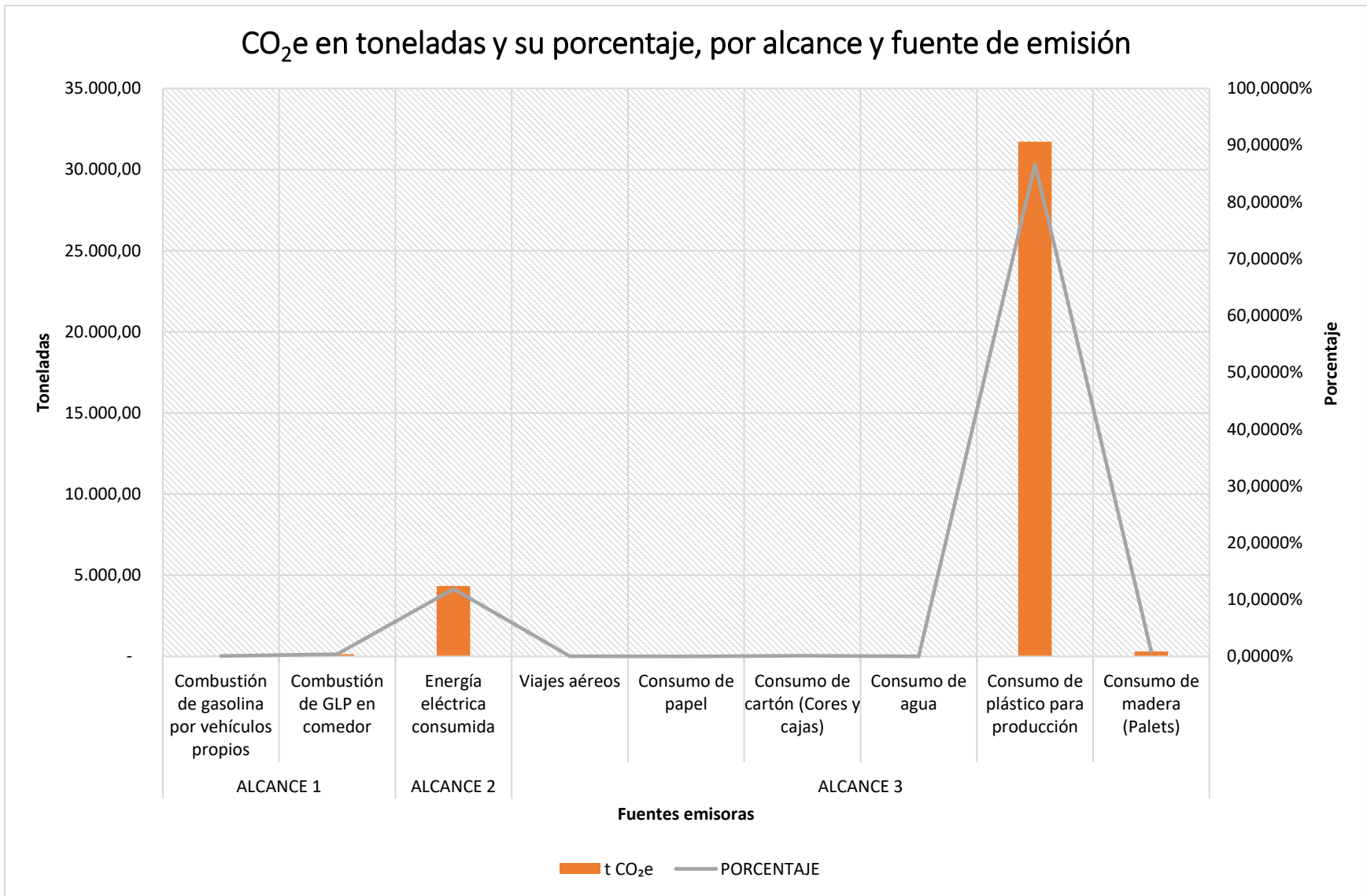


Figura 30. Emisiones de GEI y su porcentaje, por componente y alcance

Se calcularon las emisiones totales de GEI de cada uno de los alcances establecidos en la empresa durante el año base determinado, estas emisiones se pueden observar en la tabla 26.

Tabla 26. Emisiones totales de GEI por alcance en el año base seleccionado

	t CO ₂ e	Porcentaje
ALCANCE 1	172,0348686	0%
ALCANCE 2	4.339,38	12%
ALCANCE 3	32.078,15	88%
TOTAL	36.589,55893	100%

Viteri (2015), en su desarrollo de la huella de carbono de Novacero S.A. obtuvo un resultado total de emisiones de huella de carbono de la empresa durante el año base escogido (2013) igual a 100.326,53 t CO₂e lo cual difiere con lo encontrado en la empresa plastificadora cuyas emisiones se cuantificaron en 36.589,55893 t CO₂e, es decir, 2.74 veces menos. Esto se puede explicar debido a la cantidad de emisiones provenientes del alcance 1 encontrados por Viteri, que indican el uso de combustibles fósiles para la operación de la maquinaria de producción de Novacero y que además también utilizan energía eléctrica, lo que incrementa también la cantidad emitida por el alcance 2.

Se calcularon los porcentajes que aportan cada uno de los alcances en cuanto a emisiones de CO₂e en toneladas durante todo el año calendario escogido como base para este trabajo de investigación. Estos porcentajes se presentan en la figura 31.

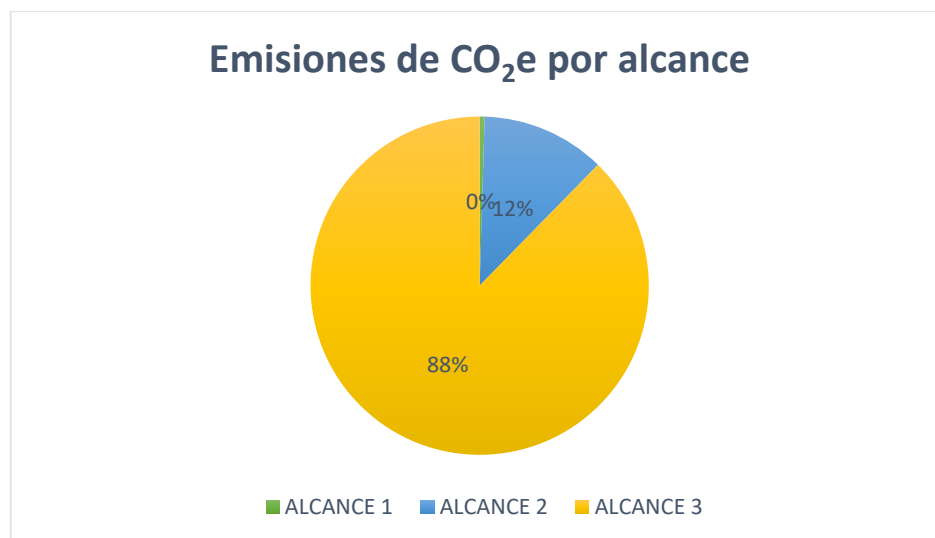


Figura 31. Porcentaje de emisiones por alcance

Los porcentajes de emisión por alcance que se encontraron en la empresa plastificadora se diferencian de manera significativa a los encontrados por Viteri (2015), en los que el alcance 1 resultó ser igual al 56% de emisiones de GEI, el alcance 2 el 44% y el alcance no fue considerado. Las emisiones provenientes de cada alcance de la empresa de plásticos demuestran que casi en su totalidad provienen de fuentes que no pertenecen y/o no son controladas por la empresa, pero aun así pueden ser reducidas de manera significativa.

3.3 PROPUESTAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN

3.3.1 COMPROMISO DE ALTOS EJECUTIVOS DE LA EMPRESA

Se obtuvo el compromiso de los altos ejecutivos de la empresa al aceptar el objetivo trazado de reducción de emisiones de GEI mediante la carta de conformidad del presente trabajo, que se puede encontrar al principio del mismo.

3.3.2 TIPO DE OBJETIVO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

Se estableció que el objetivo a cumplirse será de tipo absoluto, es decir se reducirán las emisiones absolutas a lo largo del tiempo.

3.3.3 ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DEL OBJETIVO

Se establecieron los límites del objetivo mediante el método Scoring. Para esto se ordenaron los datos de emisiones de CO₂e de mayor a menor, luego se calcularon los porcentajes de cada una de las fuentes emisoras y finalmente se calcularon los porcentajes acumulados, dichos datos se pueden observar en la tabla 27.

3.3.3.1 Diagrama de Pareto de las emisiones de la empresa

Se realizó un diagrama de Pareto con el fin de conocer dónde se encuentran las fuentes de emisión críticas dentro de la empresa, dicho diagrama se encuentra en la figura 32.

Se puede observar que el 86,68% de las emisiones provienen del consumo de plástico para producción, perteneciente al alcance 3 por emisiones indirectas que no pertenecen o no están bajo el control de la empresa.

El segundo porcentaje más grande proviene del alcance 2, específicamente de las emisiones causadas por la adquisición de energía eléctrica para el funcionamiento de los procesos y actividades dentro de la empresa, con el 11,86% de la totalidad de emisiones.

Todas las demás fuentes de emisión alcanzan el 1%, esto nos indica que las fuentes críticas en las cuales se deben tomar medidas de reducción dentro de la empresa, se dan principalmente por el consumo de plástico para producción dándole un valor de muy relevante, mientras que el consumo de energía adquirida tiene la calificación de medianamente relevante.

Tabla 27. Porcentajes de emisiones y porcentaje acumulado

Fuente	Total tn CO₂e	%	Acumulado	% Acumulado
Consumo de plástico para producción	31.715,54464	86,68%	31.715,5446	86,68%
Energía eléctrica consumida	4.339,378548	11,86%	36.054,9232	98,54%
Consumo de madera (Pallets)	302,0114172	0,83%	36.356,9346	99,36%
Combustión de GLP en comedor	139,916738	0,38%	36.496,8513	99,75%
Consumo de cartón (Cores y cajas)	48,89290195	0,13%	36.545,7442	99,88%
Viajes aéreos	32,11813066	0,09%	36.577,8624	99,97%
Consumo de agua	7,84169935	0,02%	36.585,7041	99,99%
Consumo de papel	1,997984772	0,01%	36.587,7021	99,99%
Combustión de gasolina por vehículos propios	1,8568648	0,01%	36.589,5589	100,00%
Total	36.589,55893	100%		

Los porcentajes obtenidos en el diagrama de Pareto nos sirvieron de apoyo para realizar la puntuación con el método Scoring. De esta manera, los puntajes para calificar a las fuentes como muy relevante (5), relevante (4), medianamente relevante (3), poco relevante (2) e irrelevante (1), se dan de una manera objetiva y analítica, con el fin de determinar cuáles son las opciones más apropiadas para disminuir de manera considerable la huella de carbono corporativa de la empresa en su compromiso de ser parte de la lucha contra el cambio climático que sufre el planeta.

3.3.3.2 Puntuación por método de Scoring a las fuentes de emisión

Todos los datos de las calificaciones que se otorgaron por medio del método de scoring se pueden observar en la tabla 28.

Conocidos los puntos críticos en los cuales se producen la mayor cantidad de emisiones de CO₂e se realizó una investigación bibliográfica en la que se encontraron métodos y acciones por los cuales la empresa podría reducir su huella de carbono en sus fuentes muy relevantes y medianamente relevantes.

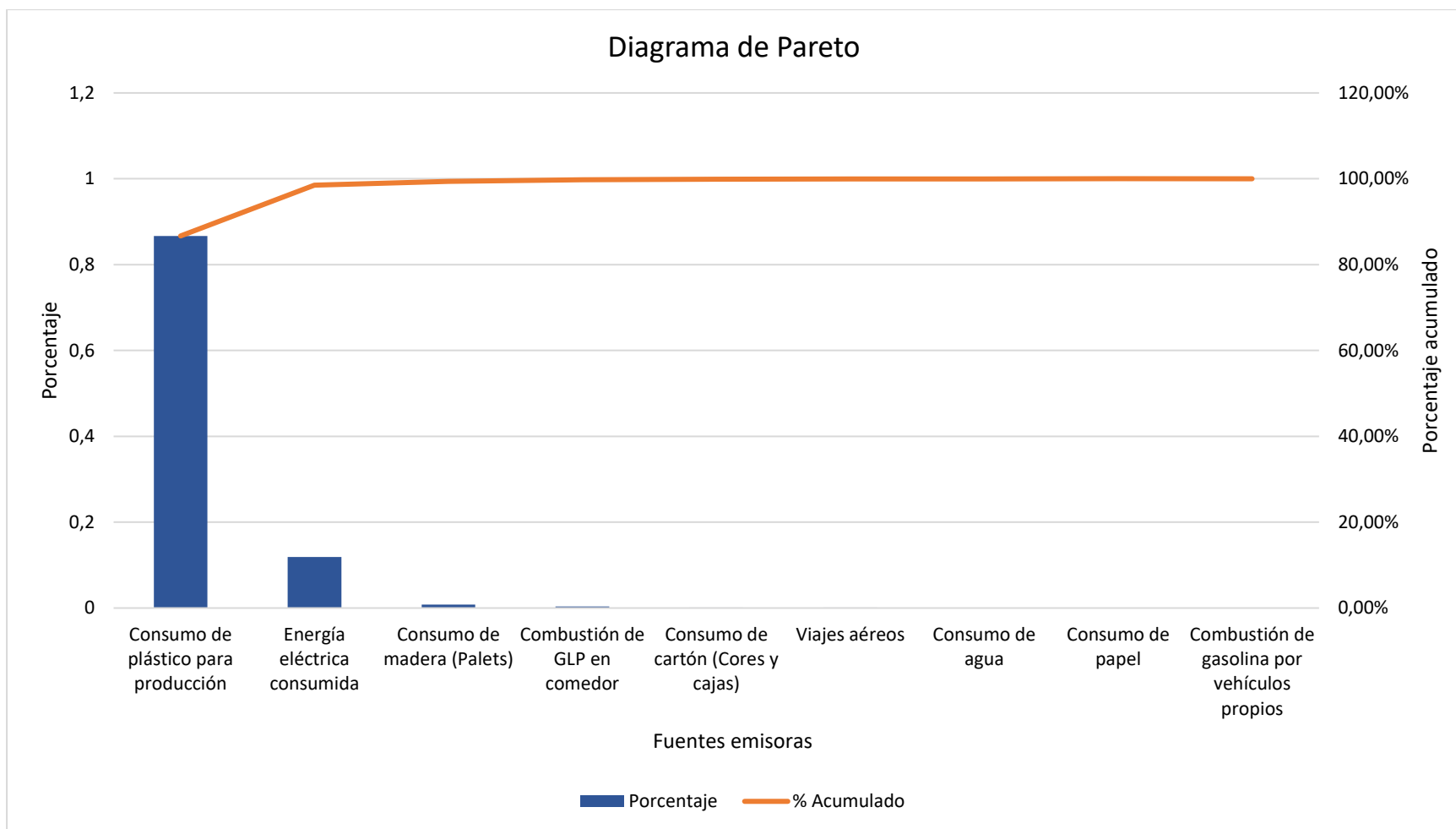


Figura 32. Diagrama de Pareto de las emisiones de GEI de la empresa en el año 2018

Tabla 28. Puntuación asignada a las fuentes de emisión por el método Scoring

Fuente	%	Puntuación	
Consumo de plástico para producción	86,68%	5	muy relevante
Energía eléctrica consumida	11,86%	3	medianamente relevante
Consumo de madera (Pallets)	0,83%	1	irrelevante
Combustión de GLP en comedor	0,38%	1	irrelevante
Consumo de cartón (Cores y cajas)	0,13%	1	irrelevante
Viajes aéreos	0,09%	1	irrelevante
Consumo de agua	0,02%	1	irrelevante
Consumo de papel	0,01%	1	irrelevante
Combustión de gasolina por vehículos propios	0,01%	1	irrelevante

Se puede observar que las únicas fuentes calificadas como críticas dentro de la empresa fueron las conocidas como consumo de plástico para producción y energía eléctrica adquirida consumida, obteniendo los calificativos de muy relevante y medianamente relevante en el método de Scoring.

3.3.3.2 Medidas de reducción propuestas

Las formas de reducción de emisiones de GEI propuestas se encuentran detalladas a continuación.

Para la fuente conocida como consumo de plástico para producción se tienen las siguientes medidas:

Contratar proveedores que utilicen energía renovable para la producción de materia prima virgen

El uso de energías renovables con el fin de llevar a cabo la producción de plástico reduciría un 50% las emisiones de GEI incluso si dichos plásticos se encuentran hechos de petróleo. Llevar a cabo esta transición no debería tomar más de un año calendario. La transición de ciencia y tecnología es relativamente sencilla ya que se trata de un cambio en la materia prima (Zheng & Suh, 2019). La reducción de las emisiones de la totalidad de esta medida es igual a 43,34%.

Incurrir en la producción de plásticos a base de caña de azúcar con energías renovables.

Utilizar el bagazo de la caña de azúcar como materia prima, reemplazando los plásticos de un solo uso, como es el caso del poliestireno, utilizando energías renovables, ayudaría a reducir considerablemente las emisiones de GEI en dos direcciones, ya que disminuiría el CO_{2e} de todo el ciclo de vida del plástico

proveniente del petróleo y además evitaría la quema del bagazo de la caña, que es la forma en la que se trata a este material en la actualidad (Gutiérrez, 2016).

Considerando el porcentaje de producción de los plásticos que no pueden ser reciclados (poliestireno estirado) por parte de la empresa, el paso a esta medida de reducción, es decir cambiar la materia prima de plástico común a bioplásticos, significaría una disminución de un 30 a 40% de emisiones de GEI por consumo de plástico, ya que esta es la cantidad aproximada del consumo de poliestireno estirado en la organización. El paso a esta tecnología es más complicado debido al cambio en la forma en que se trata la materia prima, por lo cual el tiempo de transición a la misma se contaría como mínimo en 2 años (Gutiérrez, 2016). La reducción de las emisiones de la totalidad de esta medida es igual a 34,67%.

Uso mayor en la cantidad de plástico reciclado para los productos.

A la fecha de la investigación utilizaba un 50% de plástico reciclado para la producción de sus fundas. Aumentar el porcentaje a 60% significaría una reducción en las emisiones del 5 al 8%, debido a que su producción no solo consta de este producto. La transición a esta ciencia sería medianamente fácil, esto debido a que se deben realizar pruebas para garantizar la calidad del producto con este aumento en el porcentaje (Zheng & Suh, 2019). La reducción de las emisiones de la totalidad de esta medida es igual a 6,93%.

En cuanto a la fuente conocida como consumo de energía eléctrica adquirida, se han propuesto las siguientes medidas:

Utilizar la metodología del energy benchmarking

El energy benchmarking consiste en utilizar una base de datos de fábricas de producción de plástico similares e identificar las que tienen un mejor o peor rendimiento energético, a fin de compararlas con la empresa y proporcionar a los propietarios un instrumento para tener un seguimiento en el consumo de energía de manera continua (Centrica Business Solutions, 2020).

El uso de la metodología energy benchmarking podría ahorrar a la empresa hasta un 21% en el consumo de energía, lo que se traduciría en el mismo porcentaje en cuanto a la reducción de las emisiones de GEI. El paso a esta tecnología sería fácil y no debería tomar más de 6 meses (Wei et al., 2017). La reducción de las emisiones de la totalidad de esta medida es igual a 2,49%.

Cambiar un porcentaje de la energía utilizada a energía solar.

Con la cantidad de energía que utiliza la empresa para llevar a cabo sus operaciones, instalar una planta de producción de energía solar podría suplir hasta un 30% de su capacidad, disminuyendo así sus emisiones de GEI hasta en un 22,6%. El paso a esta tecnología es difícil ya que hay que considerar todas las conexiones eléctricas e instalación de equipos que requiere realizar esta

medida de reducción de emisiones. El tiempo que tomaría realizar este traslado es mínimo de 2 años (Sanz, 2011). La reducción de las emisiones de la totalidad de esta medida es igual a 2,68%.

Se llevó a cabo la puntuación de cada una de las medidas de reducción de acuerdo a todos los criterios establecidos en el método Scoring. En la tabla 29 se pueden observar los resultados de esta puntuación.

Como se puede observar las medidas mejor puntuadas para ser aplicadas dentro de la empresa corresponden a: contratar proveedores que utilicen energía renovable para la producción de materia prima virgen y utilizar la metodología del energy benchmarking, con 16 y 13 puntos respectivamente.

A diferencia de las medidas propuestas para la empresa plastificadora, Viteri (2015) propuso implementar acciones sobre todo en el área de producción, ya que para el caso de Novacero S.A. es el lugar del cual provienen la principal fuente de emisiones. Específicamente, Viteri propuso que se realice una mezcla de combustible entre diésel y búnker con una instalación de un sistema automatizado en el horno del tren 2 como su principal medida de reducción de emisiones de GEI, de esta manera y mediante otros proyectos presentes dentro de su investigación para la disminución de la huella de carbono, llega a la conclusión que Novacero podría reducir sus emisiones en un 40% para 2015.

Finalmente, gracias al análisis de las propuestas planteadas, se definió el objetivo de reducción de emisiones de GEI con la metodología del capítulo 11 del estándar corporativo de contabilidad y reporte del GHG Protocol. Dicho objetivo se describe a continuación:

Reducir en un 45,83% las emisiones de GEI de la empresa mediante las propuestas descritas en el trabajo de investigación “EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA DE UNA EMPRESA PLASTIFICADORA TIPO” para el 2022.

Establecido el objetivo, se puede observar en la figura 33, la comparación entre la huella de carbono corporativa de la empresa calculada en el 2018, y la que se podría tener en el 2022 después de implementar las medidas de reducción propuestas en este trabajo de investigación de manera correcta y en el tiempo establecido.

Además, la figura 33 muestra, de manera gráfica, cómo llevar a cabo una evaluación de la huella de carbono de cualquiera actividad, proceso u organización ayuda a tomar acciones y medidas que reduzcan, mitiguen y, en el mejor de los casos, eliminen las emisiones de CO₂e que son la causa del cambio climático del planeta.

Tabla 29. Puntuación asignada a cada una de las medidas de reducción de GEI propuestas para la empresa plastificadora

Fuente	Medida	Criterios de puntuación				Total
		Relevancia de la fuente de emisión	Porcentaje de reducción de emisiones	Tiempo de puesta en marcha	Transferencia de ciencia y tecnología	
Consumo de plástico para producción	Contratar proveedores que utilicen energía renovable para la producción de materia prima virgen	5	4	3	4	16
	Incurrir en la producción de plásticos a base de caña de azúcar con energías renovables.	5	3	2	2	12
	Uso mayor en la cantidad de plástico reciclado para los productos.	5	1	3	3	12
Energía eléctrica consumida	Utilizar la metodología del energy benchmarking	3	1	4	5	13
	Cambiar un porcentaje de la energía utilizada a energía solar.	3	1	2	2	8

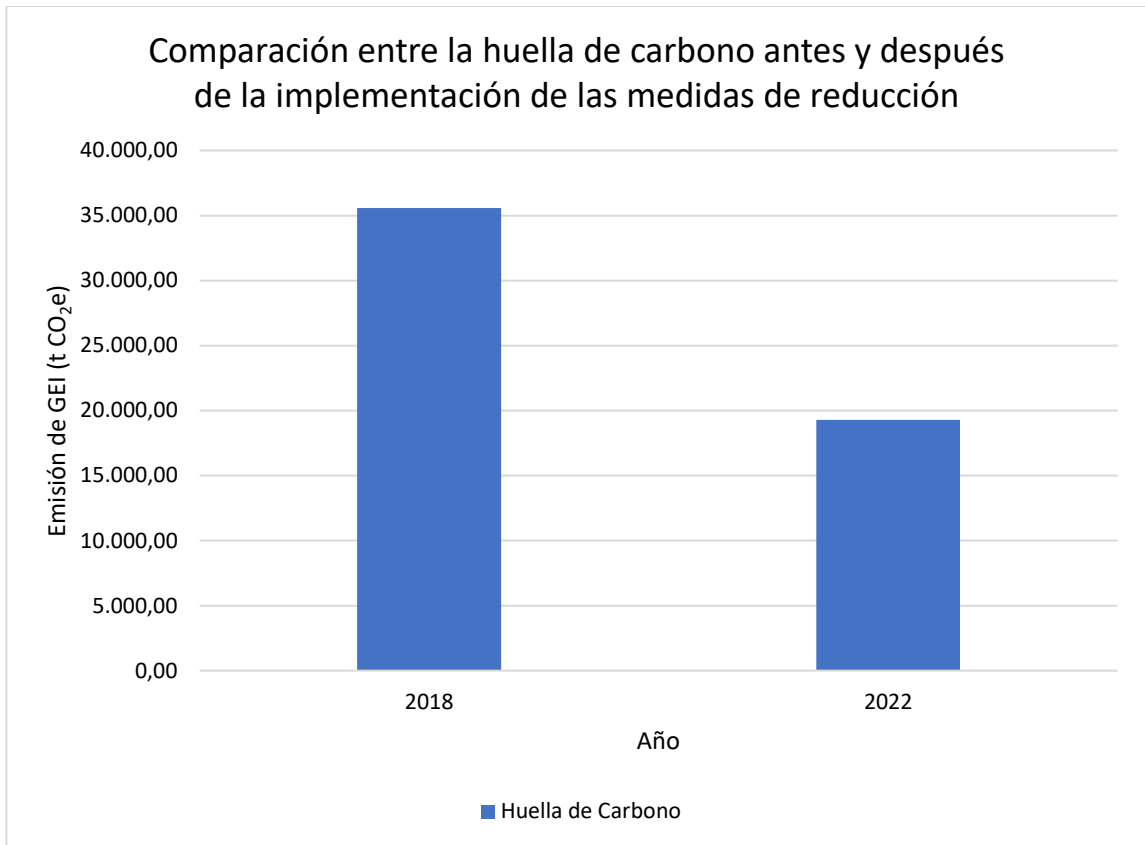


Figura 33. Gráfica comparativa entre la huella de carbono de la empresa en el 2018 y la posible huella una vez implementadas las medidas de reducción

Como se puede observar en la figura 33, la huella de carbono, es decir, las emisiones de gases relevantes al efecto invernadero de parte de la empresa en el 2018 son iguales a 35.589,56 t CO₂e, comparándolas a las 19.278,86 t CO₂e, que serían emitidas en el año 2022 una vez implementadas las medidas de reducción propuestas en el presente trabajo de investigación, demuestran la posibilidad que tiene la organización de aportar una gran ayuda a la lucha que tiene el planeta contra el cambio climático.

Finalmente, se puede mencionar que, el desarrollo de la evaluación de la huella de carbono corporativa de la empresa ha sido un gran paso en su política ambiental, y que una vez seguidas las recomendaciones establecidas en este trabajo se convertirán en una base para continuar con su compromiso ambiental de lucha contra el cambio climático producido por sus operaciones.

3.4 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA Y LA CAPTURA DE GEI PARA LA FORMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES

Se identificó que la cantidad de emisiones de GEI capturadas por la planta de la papa durante su vida y para su desarrollo completo es igual a 3,85 toneladas de CO₂e/ha.año (Flores, 2013) , además, se conoció que en una hectárea se tiene una población de 60.000 plantas de papa (Albornoz, 2008). Así mismo, se sabe que de una planta el 3,75% corresponde a lo que conocemos como residuo vegetal (cáscaras) (Beckingham, 2020). Con los datos mencionados se procedió a calcular la tabla 30 en la cual se puede observar cuantos kg de GEI captura una planta para producir sus residuos.

Tabla 30. Emisiones capturadas por el residuo de una planta de papa

Emisiones capturadas por planta	Porcentaje correspondiente al residuo en comparación a la planta	Emisiones capturadas por el residuo de una planta de papa
0,00006416 t CO ₂ e	3,75%	0,000002406 t CO ₂ e

Se conoce que una planta de papa en promedio pesa 4kg por lo cual el peso del residuo vegetal es igual a 0,150kg (Beckingham, 2020). Se llevó a cabo el cálculo necesario para conocer la cantidad de residuo vegetal que es producido gracias a la captura de la totalidad de las emisiones de GEI producidas por la empresa en el año 2018, el resultado de este se puede observar en la tabla 31.

Tabla 31. Cantidad de residuos vegetales producidos a partir de la captura de la huella de carbono de la empresa

Emisiones de GEI producidas por la empresa en el año 2018	Peso del residuo vegetal de una planta de papa	Residuos vegetales producidos a partir de la captura de la totalidad de las emisiones de la empresa
35.589,56 t CO ₂ e	0,000150 t	2'218.800,5 t

Con el resultado obtenido en la tabla 31 se procedió a realizar el cálculo que determina en hectáreas cuál es el área necesaria de plantación de papa para poder capturar toda la huella de carbono emitida por la empresa plastificadora. El resultado de este cálculo se muestra en la tabla 32.

Tabla 32. Área en ha necesarias para suplir la cantidad de residuos vegetales producidos a partir de la totalidad de huella de carbono de la empresa

Plantas de papa por hectárea	Área necesaria de plantación de papa para poder capturar toda la huella de carbono
60.000	246.533,4 ha

Se realizó el cálculo correspondiente a la cantidad de gases relevantes al efecto invernadero, producidos por la descomposición de los residuos vegetales, que se evita su regreso a la atmósfera mediante la producción de biocombustibles. Se conoció que una tonelada de residuos vegetales produce 113,43 kg CO₂e (Vieira et al., 2017). El resultado de dicho cálculo se puede observar en la tabla 33.

Tabla 33. Gases de efecto invernadero que se evitan su salida a la atmósfera gracias a la producción de biocombustible

Residuos vegetales producidos a partir de la captura de la totalidad de las emisiones de la empresa	CO₂e emitidos por los residuos vegetales en un relleno sanitario	Gases de efecto invernadero que se evitan su salida a la atmósfera gracias a la producción de biocombustible
2'218.800,5 t	113,43 kg CO ₂ e/t	251.678,54 t CO ₂ e

Se supo que el consumo anual per cápita de papa en la ciudad de Quito es igual a 122 kg (Suquilanda, 2011), y que el número de habitantes en la capital del Ecuador es igual a 2'781.641 (Guerra, 2020), por lo que se consume de manera anual una cantidad igual a 339'360.202 t de este tubérculo. Se consideró esta cantidad y el porcentaje de 15% correspondiente al residuo de la papa (Castellanos & Torres, 2017), para determinar que el residuo vegetal al año de *Solanum tuberosum* en la ciudad de Quito es igual a 50'904.030,3 t. Además, con los datos anteriormente obtenidos de que 0,000150 t de residuos de papa capturan 0,00002406 t CO₂e, se puede determinar que los residuos vegetales de papa en un año en la ciudad de Quito capturan 816.500,65 t CO₂e.

El resultado de esta operación se puede comparar con las emisiones de la empresa y dicha comparación se puede apreciar en la figura 34.

Así mismo, se puede observar en la figura 34 que la huella de carbono de la empresa en el año 2018 es solventada en su totalidad por la cantidad de emisiones de GEI capturadas de manera anual por plantas de papa para producir sus residuos, el valor mostrado en la comparación en cuanto a las emisiones capturadas es 22,94 veces más grande que las toneladas de CO₂e que se produjeron en la empresa por sus actividades y procesos durante el año evaluado.

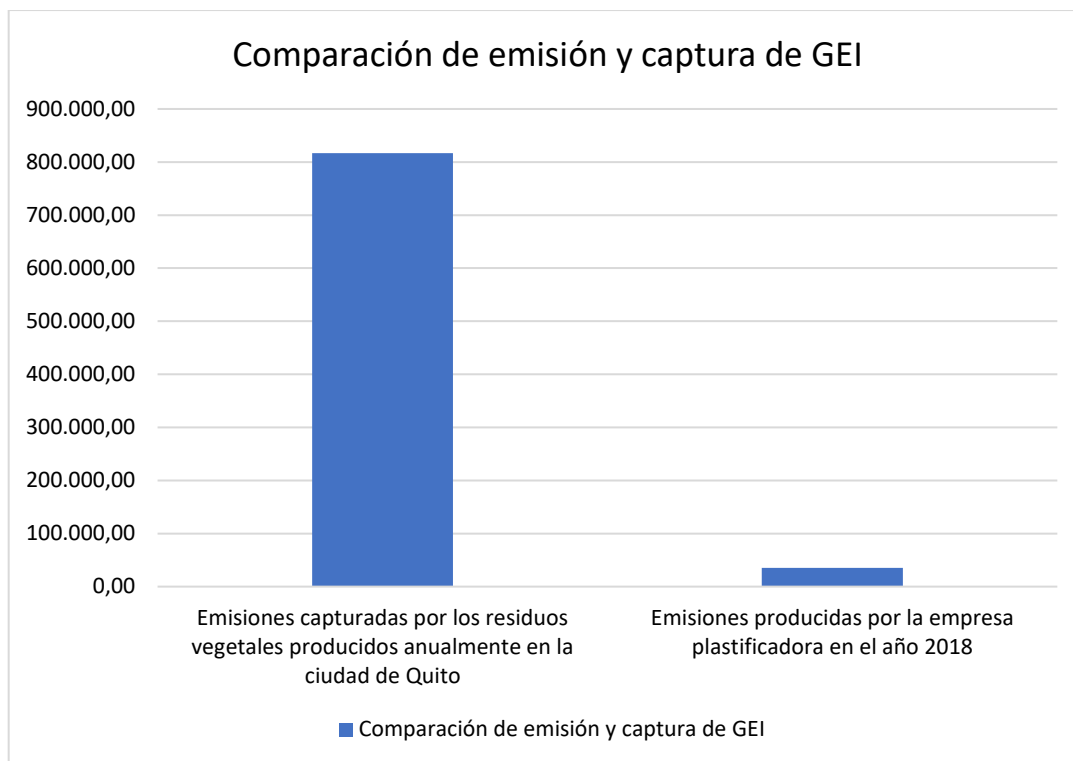


Figura 34. Comparación entre huella de carbono de la empresa y estimación de las emisiones capturadas anualmente en la ciudad de Quito por residuos de papa

Conocidos todos los resultados antes mencionados, se procedió a realizar un histograma comparativo con la cantidad de gases de efecto invernadero que emitió la empresa en el año 2018, es decir, el resultado de la evaluación de la huella de carbono corporativa, y la cantidad de GEI que se evita que regrese a la atmósfera gracias al uso de los residuos vegetales que fueron necesarios para la captura de la totalidad de las emisiones de la empresa en forma de producción de biocombustibles. Este histograma se puede observar en la figura 35.

Como se puede apreciar en la figura 35, la cantidad de huella de carbono que se produciría en el caso de que los residuos vegetales de la papa, producidos por la captura de las emisiones de la empresa en el año 2018, se descompusieran en un relleno sanitario es 7 veces mayor a la huella de carbono corporativa de la empresa, esto se puede explicar debido a que el principal gas emitido durante la descomposición de este material vegetal es el metano y este GEI tiene un índice Global Warming Potential 25 veces más alto que el dióxido de carbono.

De esta manera se considera esencial la investigación y mejora de las tecnologías que promuevan la producción de biocombustibles a partir de residuos vegetales, ya que así se logra mermar la formación de grandes cantidades de GEI, estableciendo una solución viable al calentamiento global.

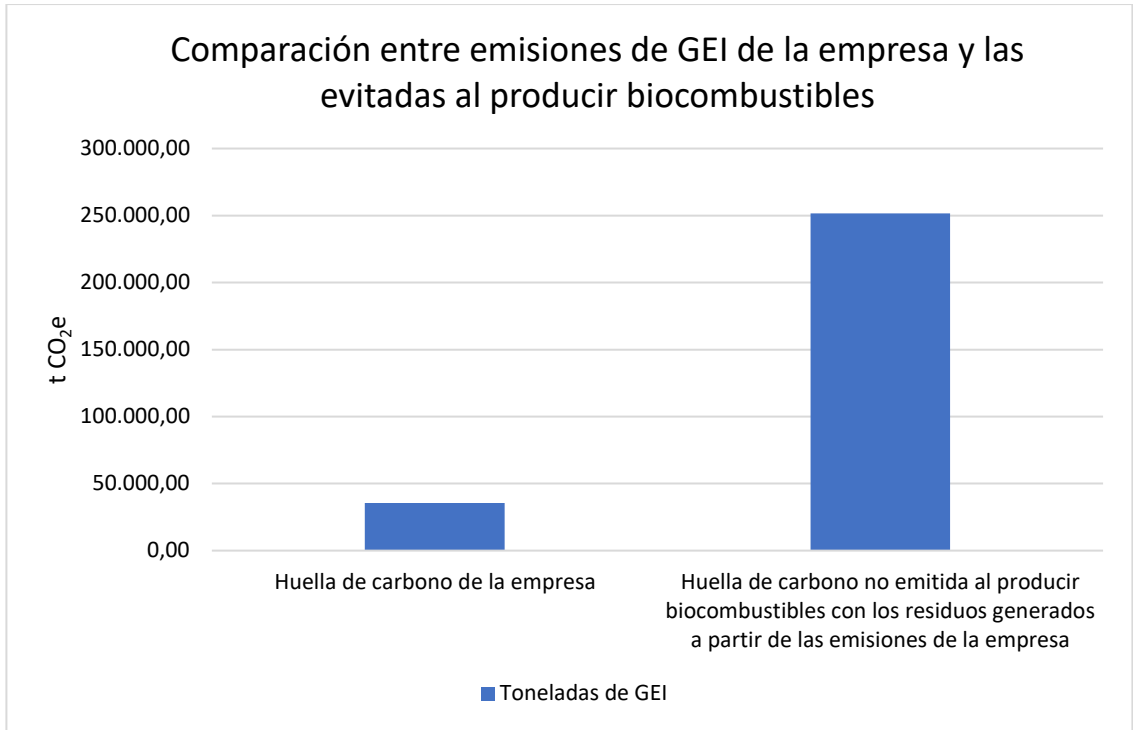


Figura 35. Histograma comparativo entre la huella de carbono de la empresa y la cantidad de GEI que se evita ser emitido a la atmósfera por la producción de biocombustibles a partir de los residuos generados por la captura de las emisiones de la empresa

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se eligió al 2018 como año base para la evaluación de la huella de carbono de la empresa, debido a la disponibilidad de los datos necesarios para llevar a cabo dicha investigación, y para que sirva como línea base para posibles futuras investigaciones en años siguientes.
- El presente trabajo de investigación logró identificar las siguientes fuentes de emisión para el alcance 1: Combustión de gasolina por vehículos propios y Combustión de GLP en el comedor de la empresa; alcance 2: Energía eléctrica adquirida consumida; alcance 3: Viajes aéreos, Consumo de papel, Consumo de cartón en forma de cores y cajas, Consumo de agua, Consumo de plástico para producción y Consumo de madera en forma de pallets.
- Se calculó que la totalidad de las emisiones de GEI de la empresa durante el año 2018 fue igual a 36.589,55893 t CO_{2e}. Las emisiones de las fuentes provenientes del alcance 1 dieron como resultado un total de 172,03486 t CO_{2e}, las emisiones que se producen en las fuentes provenientes del alcance 2 de la empresa dieron como resultado 4.339,38 t CO_{2e} en todo el año base escogido, las emisiones de GEI totales provenientes del alcance 3 de la empresa resultaron iguales a 32.078,15 t CO_{2e}.
- Se determinó que de la totalidad de las emisiones de GEI, el 88% provienen del alcance 3, el 12% se producen en el alcance 2 y un porcentaje menor al 1% provienen del alcance 1.
- Se determinó que las fuentes más relevantes a ser objeto de medidas de reducción de emisiones son las que se denominaron como consumo de plástico para producción y energía eléctrica consumida, obteniendo un porcentaje de 86,68% y 11,86% de las emisiones totales y un puntaje de 5 y 3 respectivamente en el método Scoring.
- Se determinó que las medidas de reducción más efectivas fueron las propuestas de: Contratar proveedores que utilicen energía renovable para la producción de materia prima virgen y utilizar la metodología de energy benchmarking, las cuales obtuvieron un puntaje Scoring de 16 y 13 puntos respectivamente, sobre los 20 posibles.
- Se estableció el objetivo de reducciones de la empresa: Reducir en un 45,83% las emisiones de GEI de la empresa mediante las propuestas descritas en el presente trabajo de investigación.
- Se determinó que se producen 50'904.030,3 t de residuos vegetales de papa anualmente en la ciudad de Quito y que esta cantidad es producida al capturar 816.500,65 t CO_{2e}, por lo que la huella de carbono de la empresa podría ser solventada en su totalidad por la captura que realiza esta planta.

- Se concluyó que gracias a la producción de biocombustibles se puede evitar que se reintroduzcan en la atmósfera 251.678,54 t CO₂e que se generarían gracias a la descomposición de los residuos vegetales, producidos por la captura de la totalidad de la huella de carbono de la empresa, en un relleno sanitario.

4.2 RECOMENDACIONES

- Cuantificar la huella de carbono de la planta ubicada en Machachi, que fue inaugurada en el año 2019 y puede aportar una cantidad significativa a las emisiones de GEI de la empresa.
- Establecer factores de emisión específicos actualizados para el consumo eléctrico de la empresa, que reflejen un cálculo de huella de carbono más acoplada a la realidad de la organización.
- Diseñar una base de datos en la cual se incluya este trabajo investigativo permitiendo que se tenga una línea base comparativa para cálculos de huella de carbono de la empresa en años posteriores.
- Evaluar la ecoeficiencia de la empresa, es decir la ratio entre el valor añadido de lo que se produce y el impacto ambiental que a lo largo de todo el ciclo de producción que ha costado producirlo, con el fin de determinar posibles medidas y acciones que ayuden a mejorar este indicador ambiental.
- Establecer medidas de reducción que sean parte de un sistema de mejoramiento continuo para las posibles futuras fuentes críticas de emisiones de GEI dentro del proceso productivo, con miras a una reducción aun mayor de la huella de carbono de la empresa.
- Estudiar la generación de GEI dada por la descomposición de los residuos vegetales en distintos escenarios de disposición final, con el fin de determinar la variación en cuanto a la cantidad de emisiones.
- Evaluar diferentes tipos de residuos vegetales producidos en la ciudad, con el fin de comparar cuál tiene la mayor capacidad de captura de emisiones de GEI.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR. (2015). *Verificación voluntaria Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) según ISO 14064*. <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/huella-carbono-organizaciones>
- Albornoz, G. (2008). *PAPA: Cuánta Semila por Hectárea*. Boletín divulgativo INIAP.
- Asamblea Constitucional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Baethgen, W., & Martino, D. (2013). *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*. http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/cc_gei_agrop_forestal.pdf
- Bajpai, P.(2013). *Production of Bioethanol*. Advances in Bioethanol (Vol. 44). <https://doi.org/10.1007/987-81-322-1584-4>
- Beckingham, C. (2020). *How much does a potato plant weigh?* <https://gardening.stackexchange.com/questions/49411/how-much-does-a-potato-plant-weigh>
- BP Global (2018). *Renewable energy*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/renewable-energy.html#biofuels-production>
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). *Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Tema del mes*.
- Carvajal, M. (2018). *Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos*.
- Castellanos A., Torres, G. (2017). Proteína Celular en biomasa de la levadura producida a partir de residuos de cáscaras de naranja y papa para uso en la alimentación animal. *Citecsa*, 8(13), 24-49. <https://unipaz.edu.co/ojs/index.php/revcitecsa/article/view/138>
- CEAMSE. (2015). *PROTOCOLO DE KYOTO*. [https://www.ceamse.gov.ar/medio-ambiente/protocolo-de-kyoto/#:~:text=El Protocolo de Kyoto es,GEI\) de los países industrializados. http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf](https://www.ceamse.gov.ar/medio-ambiente/protocolo-de-kyoto/#:~:text=El Protocolo de Kyoto es,GEI) de los países industrializados. http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf)
- Centrica Business Solutions. (2020). *The benefits of energy benchmarking*. <https://www.smartwatt.com/benefits-energy-benchmarking/>
- CEUTA. (2020). *Línea Verde*. <http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/que-es-el-efecto-invernadero.asp>
- CLAES. (2015). *Huella ecológica y déficit ecológico planetario*. <http://ambiental.net/2015/08/huella-ecologica-y-deficit-ecologico-planetario/>
- Consejo Nacional de Planificación. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021- Toda una Vida*. https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf

- EPA. (2008). Optional emissions form commuting, business, travel and product transport. *EPA*.
- EPA. (2019). *Descripción general de los gases de efecto invernadero*. <https://www.espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- EPA Victoria. (2011). *GREENHOUSE GAS EMISSION FACTORS FOR OFFICE COPY PAPER*. <http://epanote2.epa.vic.gov.au/EPA/publications.nsf/2f1c2625731746a>
- Estévez, R. (2012). *Conclusiones sobre la Cumbre del Clima de Doha (COP18)*. <https://www.ecointeligencia.com/2012/12/conclusiones-doha-cop18/>
- Estévez, R. (2015). *Protocolo de Kioto ¿Conoces en qué consiste?* <https://www.ecointeligencia.com/2012/12/conclusiones-doha-cop18/>
- Fernández, J. M. (2009). *Tecnología de las Energías Renovables*. Madrid: Mundi Prensa.
- Flores, M. (2013). *Evaluación de la Captura de Carbono en tres Sistemas de Producción de Papa en Zinacantepec, Estado de México*. UNAM. México.
- Global Footprint Network. (2019). *Ecological Footprint, Country Trends*. <http://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=58&type=earth>
- Guerra, M. (2020). Quito, el cantón más poblado del Ecuador en el 2020. <https://www.camicon.ec/la-camara-quito-el-canton-mas-poblado-del-ecuador-en-el-2020/#:~:text=Para%20el%202018%2C%20Quito%20contaba,16%20%25%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20nacional>.
- Gutiérrez, A. (2016). *Transforman bagazo de caña de azúcar en plástico biodegradable*. <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/ambiente/7808-transforman-bagazo-de-cana-de-azucar-en-plastico-biodegradable-por-amelia-gutierrez-solis>
- Ho, D.P., Ngo, H. H., & Guo, W. (2014). *A mini review on renewable sources for biofuel. Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.07.22>
- INEC (2013). INEC presenta sus proyecciones poblaciones cantonales. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/inec-presenta-sus-proyecciones-poblacionales-cantonales/>
- INEC (2016). *Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales Contenido*. <https://bit.ly/2IL4aY7>
- IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. *Volume 2*. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf
- Letete, T., Mungwe, N., Guma, M., & Marquard, A. (2013). *University of Cape Town Carbon Footprint*. http://www.erc.uct.ac.za/Research/publications/10Thapeleetal-UCT_footprint.pdf
- MAE. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu140074.pdf>

- Matthew, B., Aman, S., Wylie, C., Amy, H., & Jessica, L. (2011, August). *Electricity-specific emission factors for grid electricity*.
- Melo, G. (2018). *MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR MATRIZ QUITO*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Muñoz, K. (2016). *Cálculo de la Huella de Carbono de la Corporación Financiera Nacional. Caso de estudio: Oficina Principal Quito, 2013*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*.
- National Geographic. (2010). *¿Qué es el calentamiento Global?*
<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>
- Observatorio de la Sostenibilidad. (2011). *Manual de cálculo y reducción de Huella de Carbono en el sector del comercio*.
http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/manual_comercios
- OMM. (2012). *Boletín sobre los gases de efecto invernadero*.
https://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/GHG_Bulletin_No.8_es.pdf
- Pacheco, M. (2018). La gasolina súper y el diésel tienen nuevos precios en Ecuador. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/super-diesel-nuevos-precios-gasolina.html>
- Presidencia de la República del Ecuador. (2019). *Reglamento al código orgánico del ambiente*. [https://www.asobanca.org.ec/sites/default/files/REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE.pdf](https://www.asobanca.org.ec/sites/default/files/REGLAMENTO_AL_CÓDIGO_ORGÁNICO_DEL_AMBIENTE.pdf)
- Quizhpe, A. (2017). *Determinación de la eficiencia energética y plan de manejo del sistema de distribución Puengasí-Bellavista de la empresa pública de agua potable y saneamiento*. Escuela Politécnica Nacional.
- Sanz, D. (2011). *Las emisiones de CO2 que evita la energía solar*.
<https://climaticocambio.com/las-emisiones-de-co2-que-evita-la-energia-solar/>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*.
- Shneider, H., & Samaniego, J. (2010). La huella de carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. *Santiago de Chile Comisión Económica Para América Latina y El Caribe CEPAL*.
- Stephan, G. (2018). *Distance Calculator*. <https://www.distance.to/>
- Suquilanda, M. (2011). *La producción orgánica de la papa*. Resvista Tierra Adentro.
<http://revistatierraadentro.com/index.php/agricultura/148-la-produccion-organica-de-la-papa>
- Tecnológico de Monterrey. (2010). *Programas estatales de acción ante el cambio climático*.

- UK Government. (2018). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting*.
- Universidad del Valle. (2020). *Análisis Multicriterio en la Toma de Decisiones*.
https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/957927/mod_resource/content/1/Xodo Documento - AHP.pdf
- Universidad San Francisco de Quito. (2012). *Cambio climático*.
<http://www.quitoambiente.com/index.php/cambio-climatico>
- Vieira, Y., Lins de Góis, M., Moreira, L. & Carvalho, M. (2017) *Carbon footprint associated with four disposal scenarios for urban pruning waste*. *Environ Sci Pollut Res. Alemania*.
- Villarroel, C., Vásquez Yañez, R., Bustos, M., & Vilches, C. (2018). *REPORTE ANUAL DE LA EVOLUCIÓN DEL CLIMA EN CHILE 2017*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23363.66089>
- Viteri, F. (2013). Cálculo de la huella de carbono de la facultad de ciencias de la ingeniería de Universidad Tecnológica Equinoccial. *Quito Escuela Politécnica Del Ejército*.
- Viteri, M. (2015). *Desarrollo de la huella de carbono corporativa como indicador ambiental en la empresa Novacero S.A. Planta Lasso*. Universidad de las Américas.
- Wei, C., Fei, L., Ognyan, D., Jun, X., Peiji, L., & Junbo, T. (2017). Energy Benchmarking rules in machining systems. *Energy, 10*.
- WRI WBCSD. (2013). *Greenhouse gases protocol*.
https://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf
- WRI WBCSD. (2015). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*.
https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- Zheng, J., & Suh, S. (2019). Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nature Climate Change, 9*, 374–378. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1

FACTORES DE EMISIÓN PARA COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Activity	Fuel	Unit	kg CO ₂ e
Liquid fuels	Aviation spirit	tonnes	819,4
		litres	0,58281
		kWh (Net CV)	0,06552
		kWh (Gross CV)	0,06224
	Aviation turbine fuel	tonnes	658,9
		litres	0,52584
		kWh (Net CV)	0,054
		kWh (Gross CV)	0,0513
	Burning oil	tonnes	658,3
		litres	0,52751
		kWh (Net CV)	0,054
		kWh (Gross CV)	0,0513
	Diesel (average biofuel blend)	tonnes	737,4
		litres	0,61846
		kWh (Net CV)	0,06203
		kWh (Gross CV)	0,05833
	Diesel (100% mineral diesel)	tonnes	747,0
		litres	0,62564
		kWh (Net CV)	0,06264
		kWh (Gross CV)	0,05888
	Fuel oil	tonnes	610,8
		litres	0,60122
		kWh (Net CV)	0,054
		kWh (Gross CV)	0,05076
Gas oil	tonnes	740,7	
	litres	0,63253	
	kWh (Net CV)	0,06264	
	kWh (Gross CV)	0,05888	
Lubricants	tonnes	388,3	
	litres	0,33762	
	kWh (Net CV)	0,03432	
	kWh (Gross CV)	0,03226	

Continúa...

Continuación...

	Naphtha	tonnes	641,2
		litres	0,4309
		kWh (Net CV)	0,05076
		kWh (Gross CV)	0,04822
	Petrol (average biofuel blend)	tonnes	813,1
		litres	0,59665
		kWh (Net CV)	0,06665
		kWh (Gross CV)	0,06317
	Petrol (100% mineral petrol)	tonnes	815,1
		litres	0,59585
		kWh (Net CV)	0,06552
		kWh (Gross CV)	0,06224
	Processed fuel oils - residual oil	tonnes	393,9
		litres	0,38768
		kWh (Net CV)	0,03482
		kWh (Gross CV)	0,03273
	Processed fuel oils - distillate oil	tonnes	390,6
		litres	0,33355
		kWh (Net CV)	0,03303
		kWh (Gross CV)	0,03105
Refinery miscellaneous	tonnes	359,2	
	litres		
	kWh (Net CV)	0,0316	
	kWh (Gross CV)	0,03002	
Waste oils	tonnes	388,3	
	litres	0,38215	
	kWh (Net CV)	0,03432	
	kWh (Gross CV)	0,03226	
Marine gas oil	tonnes	740,7	
	litres	0,63253	
	kWh (Net CV)	0,06264	
	kWh (Gross CV)	0,05888	
Marine fuel oil	tonnes	610,8	
	litres	0,60122	
	kWh (Net CV)	0,054	
	kWh (Gross CV)	0,05076	

Anexo 1. Factores de emisión para Well-To-Tank combustibles líquidos

(UK Government, 2018)

ANEXO 2

FACTORES DE EMISIÓN PARA COMBUSTIBLES GASEOSOS

Activity	Fuel	Unit	kg CO ₂ e
Gaseous fuels	CNG	tonnes	551,8
		litres	0,09657
		kWh (Net CV)	0,04106
		kWh (Gross CV)	0,03696
	LNG	tonnes	948,2
		litres	0,42903
		kWh (Net CV)	0,07055
		kWh (Gross CV)	0,0635
	LPG	tonnes	369,4
		litres	0,19102
		kWh (Net CV)	0,02896
		kWh (Gross CV)	0,02697
	Natural gas	tonnes	381,8
		cubic metres	0,2845
		kWh (Net CV)	0,02841
		kWh (Gross CV)	0,02557
Other petroleum gas	tonnes	316,8	
	litres	0,11603	
	kWh (Net CV)	0,02447	
	kWh (Gross CV)	0,02251	

Anexo 2. Factores de emisión para combustibles gaseosos

(UK Government, 2018)

ANEXO 3

FACTORES DE EMISIÓN PARA USO DE PLÁSTICO

Activity	Material	Unit	Primary material production
			kg CO ₂ e
Plastic	Plastics: average plastics	tonnes	3119,0225
	Plastics: average plastic film	tonnes	2577,1364
	Plastics: average plastic rigid	tonnes	3186,3635
	Plastics: HDPE (incl. forming)	tonnes	3180,3494
	Plastics: LDPE and LLDPE (incl. forming)	tonnes	2603,608
	Plastics: PET (incl. forming)	tonnes	4055,8519
	Plastics: PP (incl. forming)	tonnes	3075,2358
	Plastics: PS (incl. forming)	tonnes	3780,9205
	Plastics: PVC (incl. forming)	tonnes	3416,0558

Anexo 3. Factores de emisión para uso de plástico

(UK Government, 2018)

ANEXO 4

FACTORES DE EMISIÓN PARA USO DE PAPEL Y CARTÓN

Activity	Material	Unit	Primary material production
			kg CO ₂ e
Paper	Paper and board: board	tonnes	844,4816
	Paper and board: mixed	tonnes	872,2746
	Paper and board: paper	tonnes	955,6535

Anexo 4. Factores de emisión para uso de cartón y papel

(UK Government, 2018)

ANEXO 5

FACTORES DE EMISIÓN PARA USO DE MADERA

Activity	Material	Unit	Primary material production
			kg CO ₂ e
Construction	Aggregates	tonnes	7,8123
	Average construction	tonnes	69,3242
	Asbestos	tonnes	27
	Asphalt	tonnes	39,2125
	Bricks	tonnes	241,8123
	Concrete	tonnes	131,8123
	Insulation	tonnes	1861,8123
	Metals	tonnes	4305,3067
	Soils	tonnes	
	Mineral oil	tonnes	1401
	Plasterboard	tonnes	120,05
	Tyres	tonnes	3335,5719
Wood	tonnes	416,1972	

Anexo 5. Factores de emisión para el uso de materiales de construcción (madera)

(UK Government, 2018)

ANEXO 6

FACTORES DE EMISIÓN PARA VIAJES AÉREOS

FACTORES DE EMISIÓN VIAJES AÉREOS		
GEI	DISTANCIA DE VUELO	FACTOR DE EMISIÓN
CO ₂ e	≥700 millas	0,185 kgCO ₂ e/mi
CO ₂ e	≥300 <700 millas	0,229 kgCO ₂ e/mi
CO ₂ e	<300 millas	0,277 kgCO ₂ e/mi

Anexo 6. Factores de emisión para viajes aéreos

ANEXO 7

PESOS CAJAS Y CORES

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN cm ³	PESO g	PESO kg
KORES 25MM X 3MM X 249MM CART.	18.675	250	0,25
CAJA 60 x40x30	72.000	545	0,545
CAJA STRETCH FILME 29X29X40	33.640,00	254,64	0,25
CAJA CORRUGADA 36.5X36.5X34	45.296,50	342,87	0,34
CAJA CORRUGADA 44.8X26.4X43	50.856,96	384,96	0,38
CAJA CORRUGADA 31.5X41X25	32.287,50	244,40	0,24
CAJA CORRUGADA 30X30X33.5	30.150,00	228,22	0,23
CAJA CORRUGAD 43X23X34 BLS ROL	33.626,00	254,53	0,25
CAJA STRETCH FILME 28X28X52.5	41.160,00	311,56	0,31
CAJA CORRUGADA 32.7X21.0X27.5	18.884,25	142,94	0,14
CAJA CORRUGADA 50x23x30	34.500,00	261,15	0,26
CAJA CORRUGADA 43X32X32 VALVUL	44.032,00	333,30	0,33
CAJA STRETCH FILME 25X25X52.5	32.812,50	248,37	0,25
CAJA CORRUGADA 37.5X37.5X17	23.906,25	180,96	0,18
CAJA CORRUGADA 34X34X34	39.304,00	297,51	0,30

Anexo 7. Pesos de cajas y cores en la empresa

ANEXO 8

PESOS DE PALLETS DE MADERA

Descripción	Peso kg
PALLET DE MADERA DE 1 X 1.20	25
PALLET MADERA 1.10x1.10 SANETI	25,2
PALLET MADERA 1.10 X 1.75 PS	40,1

Anexo 8. Pesos de pallets de madera en la empresa

ANEXO 9

FLOTA VEHICULAR

VEHÍCULO	Combustible
MAZDA BT-50 CS 4X2 STD GAS 2.2	Gasolina
CHEVROLET LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2	Gasolina
RENAULT LOGAN 1.4 MT AC	Gasolina
NISSAN NP300 FRONTIER CABINA DOBLE TM 2.4 4P 4X2 16V	Gasolina
CHEVROLET LUV D-MAX C/S DIESEL 4X2 T/M	Diésel
RENAULT LOGAN 1.4 MT AC	Gasolina
CHEVROLET LUV D-MAX 2.5L DIESEL CS TM 4X2	Diésel
HONDA ACCORD EX 4P D/H T/A	Gasolina
CHEVROLET CAPTIVA SPORT 2.4L	Gasolina
CHEVROLET NPR71L CHASIS CABINADO	Diésel
KIA RIO STYLUS AT AC	Gasolina
HYUNDAI SANTA FE CM GL DAA 4X2 TA BMZDE8D 1149	Gasolina
HYUNDAI TUCSON IX 4X2 2.0 TM AC	Gasolina
CHEVROLET NPR 75L-HL5VAYCLN CAMION CHASIS CABINADO	Diésel
CHEVROLET AVEO FAMILY STD 1.5 4P 4X2 TM	Gasolina
CHEVROLET CRUZE AC 1.8 4P 4X2 TM	Gasolina

Anexo 9. Flota vehicular en la empresa

ANEXO 10

CONSUMO ELÉCTRICO

MES	CONSUMO (kWh)
ENERO	1.340.751,590
FEBRERO	1.074.458,410
MARZO	1.370.368,000
ABRIL	1.243.744,000
MAYO	1.326.244,000
JUNIO	1.278.100,000
JULIO	1.401.035,612
AGOSTO	1.351.972,622
SEPTIEMBRE	1.432.697,708
OCTUBRE	1.452.822,889
NOVIEMBRE	1.408.388,340
DICIEMBRE	1.414.208,177
TOTAL	16.094.791,348

Anexo 10. Consumo eléctrico en la empresa

ANEXO 11

VIAJES AÉREOS REALIZADOS

FECHA	RUTA	Pasajeros	Distancia (mi)
2/1/2018	UIO CUENCA PRUEBAS DACA	1	195,63
3/1/2018	GYE UIO GYE	1	350,84
4/1/2018	UIO GYE REUNION ASEPLAS	1	175,42
8/1/2018	GYE UIO REUNION UNILEVER	1	175,42
9/1/2018	GYE UIO GYE	1	350,84
22/1/2018	UIO CUENCA RECLAMO LACTEOS SAN ANTONIO	1	195,63
24/1/2018	UIO GYE RECLAMO PROTISA	1	175,42
29/1/2018	GYE UIO REUNION NESTLE	2	175,42
29/1/2018	UIO LIMA VISITA COMERCIAL LAIVE	1	826,38
29/1/2018	UIO CUENCA VISITA CLIENTES	1	195,63
1/2/2018	UIO GYE EXAMENES MEDICOS TECN.UNILEVER	1	175,42
14/2/2018	UIO LIMA LAIVE	1	826,38
14/2/2018	UIO GYE VISITA PRONACA	1	175,42
15/2/2018	UIO GYE VISITA NESTLE,SURINDU,ARCA	1	175,42
16/2/2018	UIO GYE DIRECTORIO ASEPLAS	1	175,42
20/2/2018	UIO MEC VISITA LA FABRIL	1	170,07
22/2/2018	UIO CUE CUENCA	1	195,63
26/2/2018	UIO MDE COLLOQUIUM INSTITUTO DEL PLASTICOAVIANCA	1	957,14
27/2/2018	UIO GYE REUNION GUAYAQUIL	2	175,42
5/3/2018	GYE UIO GYE	1	350,84
9/3/2018	GYE UIO DESARROLLEMOS TUS COMPETENCIAS	3	175,42
13/3/2018	UIO GYE CURSO COACHING	1	175,42
16/3/2018	GYE UIO PERSONAL PROTISA AUTH ASC	2	175,42
20/3/2018	UIO-GYE VISITA NESTLE,SURINDU, ARCA	1	175,42
21/3/2018	UIO-GYE CHIVERIA-SOLUCION LOGISTICA	1	175,42

Continúa...

Continuación...

22/3/2018	UIO CUENCA REUNION DACA	1	195,63
2/4/2018	GYE UIO GYE ASESORIA Y DIAGNOSTICO INICIAL	1	350,84
4/4/2018	UIO LIM UIO VISITA LAIVE	2	826,38
5/4/2018	UIO GYE UIO ESCUELA CONOC. Y VISITA UNILEVER	1	350,84
7/4/2018	GYE UIO GYE	1	350,84
9/4/2018	UIO GYE VISITA A DURAN, BUCAY PRONACA	2	175,42
10/4/2018	GYE UIO GYE AUTH ASC. ACOMPAÑAMIENTO MAQUINA	5	350,84
11/4/2018	UIO GYE UIO VISITA GUAYAQUIL	1	350,84
13/4/2018	GYE UIO GYE PROTISA, APROBACION IMPRESIÓN	1	350,84
25/4/2018	GYE UIO GYE PROTISA, APROBACION IMPRESIÓN	1	350,42
2/5/2018	UIO MANTA VISITA LA FABRIL MANTA	1	170,07
8/5/2018	UIO MANTA VISITA PROCESO LICITACION LA FABRIL	1	170,07
14/5/2018	GYE UIO PROTISA, APROBACION IMPRESIÓN	1	175,42
24/5/2018	UIO MANTA APROBACION ARTES FABRIL	2	170,07
29/5/2018	UIO GYE VISITA PRONACA DURAN, BUCAY	1	175,42
6/6/2018	GYE UIO INDUCCION, NUEVA GERENTE DE CUENTA	1	175,42
6/6/2018	UIO MANTA CAMBIO PASAJE	1	170,07
11/6/2018	UIO GYE REUNION CLIENTES	2	175,42
12/6/2018	UIO GYE VISITA PRONACA, DURAN, BUCAY	1	175,42
12/6/2018	UIO MANTA VISITA LA FABRIL MANTA	1	170,07
14/6/2018	GYE UIO VISITA	1	175,42
14/6/2018	UIO GYE FIRMA CONVENIOS MIN.COMERCIO EXT.	1	175,42
15/6/2018	UIO GYE REUNION	1	175,42
15/6/2018	UIO MANTA LA FABRIL	2	170,07
15/6/2018	UIO LIMA VISITA LAIVE Y BRAEDT	2	826,38
18/6/2018	GYE UIO RETORNO GYE UIO REUNION CLIENTES	1	175,42

Continúa...

Continuación...

21/6/2018	GYE UIO PRUEBAS PROTISA	1	175,42
21/6/2018	UIO MANTA REUNION CLIENTES	2	170,07
21/6/2018	QUITO MEXICO	2	1949,90
22/6/2018	UIO CUE VISITA CLIENTES	1	195,63
23/6/2018	QUITO MANTA	1	170,07
26/6/2018	GYE UIO APROBACION, (ELITE) PROTISA	1	175,42
30/6/2018	QUITO GUAYAQUIL	1	175,42
4/7/2018	MEXICO UIO	1	1949,90
5/7/2018	UIO GYE SEGUIMIENTO SEMESTRAL CLIENTES	1	175,42
9/7/2018	GYE QUITO GYE	1	350,84
17/8/2018	UIO CUENCA VISITA NUTRILECHE	1	195,63
20/8/2018	UIO GYE PRUEBA FARDOS UNILEVER	1	175,42
27/8/2018	UIO GYE VISITA CLIENTES GYE	2	175,42
14/9/2018	GYE UIO INDUCCION GERENTE REGIONAL GYE	1	175,42
14/9/2018	UIO GYE REUNION ASEPLAS	1	175,42
17/9/2018	UIO GYE PRUEBA FARDOS UNILEVER	1	175,42
17/9/2018	UIO MNT VISITA LA FABRIL	1	170,07
17/9/2018	UIO GYE VISITA PRONACA	1	175,42
18/9/2018	UIO MANTA VISITA MANTA	1	170,07
18/9/2018	UIO GYE REUNION NESTLE GUAYAQUIL	1	175,42
3/10/2018	UIO GYE RECLAMO NESTLE	1	175,42
15/10/2018	UIO CUE VISITA CLIENTES	1	195,63
16/10/2018	UIO CUENCA REUNION LACTEOS SAN ANTONIO	1	195,63
22/10/2018	UIO GYE PRUEBAS FARDOS UNILEVER	1	175,42
23/10/2018	GYE UIO AGASAJO NAVIDAD	8	175,42
24/10/2018	GYE UIO REUNION TECNICAS VENTAS	5	175,42
29/10/2018	CUE UIO CONOCER PROCESO PRODUCTIVO PERSONAL	2	195,63
29/10/2018	UIO GYE VISITA CLIENTES GYE	1	175,42

Anexo 11. Viajes aéreos la empresa plastificadora

ANEXO 12

CONSUMO DE AGUA POTABLE

MES	m ³
ENERO	842,00
FEBRERO	901,00
MARZO	839,00
ABRIL	774,00
MAYO	715,00
JUNIO	593,00
JULIO	732,00
AGOSTO	698,00
SEPTIEMBRE	730,00
OCTUBRE	816,40
NOVIEMBRE	814,00
DICIEMBRE	738,00
TOTAL	9.192,40

Anexo 12. Consumo de agua potable

ANEXO 13

CONSUMO DE PLÁSTICO PARA PRODUCCIÓN

MES	CANTIDAD en kg	CANTIDAD en t
ENERO	1.104.329,20	1.104,33
FEBRERO	1.104.329,20	379,93
MARZO	1.104.329,20	743,75
ABRIL	1.104.329,20	746,47
MAYO	1.104.329,20	1.304,38
JUNIO	1.104.329,20	914,37
JULIO	1.104.329,20	853,08
AGOSTO	1.104.329,20	893,71
SEPTIEMBRE	1.104.329,20	906,20
OCTUBRE	1.104.329,20	1.189,22
NOVIEMBRE	1.104.329,20	1.043,99
DICIEMBRE	1.104.329,20	1.023,17
Total general	1.104.329,20	11.102,60

Anexo 13. Consumo de plástico para producción