

**HUELLA DE CARBONO EMPRESA SOCIEDAD COMERCIAL LA BUGUEÑA S.A.**

**LEIDY NATHALIA REYES NEIRA**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL  
BOGOTÁ, D.C.  
AÑO 2024**

 <p>UNIVERSIDAD <b>ECC</b> <b>CI ECCI</b></p>	<p><b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b></p>	<p>Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental</p>
--	--	--

**HUELLA DE CARBONO EMPRESA SOCIEDAD COMERCIAL LA BUGUEÑA S.A.**

**LEIDY NATHALIA REYES NEIRA**

**Documento final de la opción de grado**

**LEONEL ALEXANDER MARTINEZ VALLEJO**

**Asesor Académico**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**BOGOTÁ, D.C.**

**AÑO 2024**

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN .....	8
2.	GLOSARIO.....	9
3.	INTRODUCCIÓN .....	11
4.	OBJETIVOS .....	16
4.1	OBJETIVO GENERAL.....	16
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
5.	ASPECTOS GENERALES DE LA ORGANIZACIÓN .....	16
5.1	CONTEXTO INTERNO DE LA ORGANIZACIÓN .....	16
5.2	ORGANIGRAMA .....	19
5.3	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE DESARROLLO DE LA OPCIÓN DE GRADO .....	19
6.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	22
6.1	DETERMINAR EL ALCANCE DEL INVENTARIO.....	23
6.1.1	IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE GEI .....	24
6.1.2	CLASIFICACIÓN SEGÚN ALCANCE .....	24
6.1.3	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	25
6.1.4	DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO .....	25
6.2	CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES .....	26

6.2.1	CALCULO DE EMISIONES DIRECTAS .....	27
6.2.2	CALCULO DE EMISIONES INDIRECTAS .....	38
6.3	CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO .....	42
6.4	VALIDAR Y VERIFICAR EL INVENTARIO .....	43
6.5	PREPARAR UN INFORME .....	43
7.	RESULTADOS.....	43
8.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS. ....	49
8.1	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	52
8.2	ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	52
9.	RECOMENDACIONES. ....	54
10.	CONCLUSIONES.....	57
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
12.	ANEXOS.....	62

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alcances .....	25
Tabla 2. Fuentes de emisión de GEI .....	26
Tabla 3. Datos gasolina E10 (Comercial) .....	28
Tabla 4. Datos gasolina E10 (Comercial) .....	29
Tabla 5. kg CO <sub>2eq</sub> gasolina .....	30
Tabla 6. Consumo de gas natural genérico .....	31
Tabla 7. Datos de gas natural genérico .....	33
Tabla 8. kg CO <sub>2eq</sub> por consumo de gas natural genérico .....	34
Tabla 9. Resumen de extintores .....	35
Tabla 10. Factores de emisión directos para refrigerantes .....	37
Tabla 11. kg CO <sub>2eq</sub> por refrigerantes .....	38
Tabla 12. Consumo de energía eléctrica .....	39
Tabla 13. Relación del papel consumido .....	40
Tabla 14. Emisiones totales generadas por La Bugueña .....	42
Tabla 15. Resumen de Ton CO <sub>2eq</sub> por fuentes de emisión .....	44
Tabla 16. Resumen de Ton CO <sub>2eq</sub> por alcance. ....	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción del proceso productivo .....	18
Figura 2. Porcentaje de emisiones directas e indirectas .....	45
Figura 3. Análisis de emisiones por fuentes directas .....	47

Figura 4. Análisis de emisiones por fuentes indirectas ..... 48

### INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Emisiones de GEI .....	27
Ecuación 2. Emisión de CO <sub>2</sub> para gasolina E10.....	27
Ecuación 3. Factor de emisión CH <sub>4</sub> gasolina E10 .....	28
Ecuación 4. Factor de emisión CH <sub>4</sub> gasolina E10 .....	28
Ecuación 5. Emisiones de CO <sub>2</sub> por CH <sub>4</sub> de gasolina E10 .....	29
Ecuación 6. Factor de emisión N <sub>2</sub> O gasolina .....	29
Ecuación 7. Factor de emisión N <sub>2</sub> O gasolina .....	30
Ecuación 8. Emisiones de CO <sub>2</sub> por N <sub>2</sub> O de gasolina.....	30
Ecuación 9. CO <sub>2eq</sub> por gasolina E10 (Comercial) .....	30
Ecuación 10. Emisiones de CO <sub>2</sub> gas natural genérico.....	31
Ecuación 11. Emisiones de CH <sub>4</sub> gas natural genérico.....	32
Ecuación 12. Emisiones de CO <sub>2</sub> por CH <sub>4</sub> gas natural genérico.....	32
Ecuación 13. Factor de emisión CH <sub>4</sub> gas natural genérico.....	33
Ecuación 14. Emisiones de CO <sub>2</sub> por N <sub>2</sub> O gas natural genérico .....	33
Ecuación 15. Ton CO <sub>2eq</sub> para gas natural .....	34
Ecuación 16. Emisión de CO <sub>2eq</sub> por extintor de CO <sub>2</sub> .....	35
Ecuación 17. Ton CO <sub>2eq</sub> por extintores CO <sub>2</sub> .....	35
Ecuación 18. Emisión de CO <sub>2eq</sub> por extintor solkaflam .....	36
Ecuación 19. Ton CO <sub>2eq</sub> por extintor solkaflam .....	36

Ecuación 20. Emisión de CO <sub>2eq</sub> por refrigerante HCC-22/R-22 .....	37
Ecuación 21. Emisión de CO <sub>2eq</sub> por refrigerante R-290.....	37
Ecuación 22. Emisión de CO <sub>2eq</sub> por refrigerante R-600A .....	37
Ecuación 23. Ton CO <sub>2eq</sub> por refrigerantes .....	38
Ecuación 24. Ton CO <sub>2eq</sub> para energía eléctrica.....	40
Ecuación 25. Ton CO <sub>2eq</sub> por consumo de papel bond .....	40
Ecuación 26. Ton CO <sub>2eq</sub> por consumo de papel ecológico .....	41
Ecuación 27. Ton CO <sub>2eq</sub> por vuelos.....	42

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## 1. RESUMEN

Estimar la huella de carbono a nivel corporativo permite considerar todas las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al proceso productivo de una empresa, la necesidad de reducir este indicador se ha establecido como uno de los principales objetivos para las organizaciones ya que trae consigo diferentes beneficios tanto económicos como políticos; desde el aprovechamiento de los recursos energéticos que permiten reducir costos en la producción hasta la obtención de certificaciones o sellos verdes por contribuir a la conservación de los recursos naturales.

Este documento aborda la estimación de la huella de carbono resultante de las operaciones de la empresa Sociedad Comercial La Bugueña S.A. utilizando la metodología del estándar de gestión ISO 14064-1:2020. Además, el reporte final se realiza bajo dos estándares, el mencionado anteriormente y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol); durante el período comprendido entre el 1 de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2022.

A través del análisis de la información generada en relación con la estimación de la huella de carbono corporativa, se identifican las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y en consecuencia, se formulan estrategias específicas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, estas acciones resultan imperativas para abordar estos aspectos críticos de sostenibilidad.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

La empresa “La Bugueña” contempla la implementación de un proceso estratégico orientado a la transición hacia una economía de mayor sostenibilidad ambiental y baja en emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero permitiendo generar nuevas oportunidades económicas, posicionándose como una industria sostenible con innovación tecnológica y ampliando así sus productos a nuevos mercados.

**Palabras claves:** Estrategias de mitigación, Gases de efecto invernadero, Huella de carbono, ISO 14064-1:2020, Sociedad Comercial La Bugueña.

## 2. GLOSARIO

**Cambio climático:** “Cambios a largo plazo en el clima y las temperaturas. Aunque pueden existir factores naturales, desde el siglo XIX las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles, han sido la principal causa del cambio climático” (Naciones Unidas, 2023).

**Calentamiento global:** “Fenómeno ocurrido gracias a la absorción de energía solar por la Tierra y la reemisión de calor hacia la superficie terrestre, lo que se traduce al aumento sostenido de la temperatura del planeta a largo plazo. Se ha registrado un aumento documentado en la temperatura global desde principios del siglo XX” (NASA, 2022).

**Efecto invernadero:** “Fenómeno natural y necesario en para la vida humana que ocurre en la atmósfera de la Tierra, donde ciertos gases, como el dióxido de carbono y el vapor de agua, absorben la radiación infrarroja emitida por la Tierra” (IDEAM, 2007).

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

**GEI:** “Componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes” (IDEAM, 2007).

**Huella de carbono:** “Es la medida y cuantificación de emisiones de dióxido de carbono equivalente generados a partir de diferentes fuentes directas o indirectas y que generan un impacto sobre la tierra” (IPCC, 2014).

**CO<sub>2</sub> equivalente:** “Medida que permite comparar el impacto de distintos gases de efecto invernadero en el cambio climático. Esto se logra expresando las emisiones de otros gases en términos equivalentes a las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)” (IPCC, 2018).

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** “Se produce principalmente por la quema de combustibles fósiles y la deforestación”.
- **Metano (CH<sub>4</sub>):** “Emitido en la producción y transporte de combustibles fósiles, ganadería, agricultura y descomposición de residuos orgánicos”.
- **Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O):** “Se emite durante actividades agrícolas e industriales, así como en la combustión de combustibles fósiles o la gestión de residuos”.

**Emisiones directas:** “Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que provienen de fuentes propiedad o controladas por una organización, como instalaciones

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

industriales, vehículos de la flota de la empresa o procesos de producción” (ISO 14064-1, 2018).

**Emisiones indirectas:** “Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que no provienen directamente de fuentes propiedad o controladas por una organización, pero que están relacionadas con sus actividades, como las generadas por la producción de electricidad adquirida o el transporte de terceros en la cadena de suministro” (ISO 14064-1, 2018).

### 3. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se produce principalmente por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera, como el dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. Estas sustancias, al acumularse en la atmósfera, generan un efecto de captura de calor, propiciando el fenómeno del calentamiento global. Este proceso desencadena una serie de consecuencias adversas para el clima a nivel mundial, manifestándose en el aumento generalizado de las temperaturas, modificaciones en los patrones de precipitación, el deshielo acelerado de glaciares y la eventual elevación del nivel del mar. (IDEAM, 2007).

Colombia, como país comprometido con el desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente, se une al esfuerzo internacional por combatir el cambio climático. Este compromiso se alinea estrechamente con la estrategia global de la Unión Europea y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

En este contexto, la preocupación por calcular la huella de carbono cobra aún más relevancia, ya que constituye una medida esencial para evaluar el impacto de las actividades humanas en el cambio climático. La huella de carbono permite medir la cantidad total de gases de efecto invernadero, especialmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) liberados directa o indirectamente por actividades antrópicas, como la quema de combustibles fósiles. Este proceso no solo contribuye significativamente a la huella de carbono global, sino que también se posiciona como una de las principales responsables de la emisión de gases de efecto invernadero. (CEPAL, 2010).

De acuerdo con la creciente preocupación por la reducción de la huella de carbono generada por las actividades empresariales, se incentiva a las organizaciones a adoptar medidas destinadas a limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. Este propósito puede alcanzarse mediante la implementación de prácticas sostenibles, tales como la incorporación de fuentes de energía renovable y la aplicación de estrategias de eficiencia y reducción energética en sus operaciones; asimismo, fomentando la promoción de la responsabilidad social y ambiental entre el personal. Este enfoque integral refleja el compromiso de las empresas con la mitigación de impactos ambientales y la promoción de prácticas empresariales sostenibles de acuerdo con los principios de responsabilidad y compromiso ambiental. (CEPAL, 2010).

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

El presente proyecto fue desarrollado en la empresa Sociedad Comercial La Bugueña S.A, una entidad con una trayectoria de más de cuatro décadas en el mercado, especializada en la producción, comercialización y distribución de materias primas destinadas a la panadería y repostería. La empresa se distingue por elaborar sus productos mediante la implementación de tecnología de vanguardia, sometidos a rigurosos controles de calidad, y respaldados por un equipo humano altamente capacitado.

La huella de carbono es un indicador ambiental crucial, requiriendo no solo su medición, sino también una comprensión profunda y su divulgación. Este enfoque se percibe como un instrumento esencial para la toma de decisiones informadas, orientadas a la reducción de dicha huella y, por ende, al fomento de prácticas más sostenibles y respetuosas con el entorno, por ende La Bugueña puede desempeñar un papel en la mitigación del cambio climático al disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

De acuerdo a lo expuesto, se procedió a estimar la huella de carbono correspondiente a la empresa Sociedad Comercial La Bugueña S.A. para el año 2022. Dicha evaluación se fundamentó en la aplicación de la metodología establecida por el estándar de gestión ISO 14064-1:2020. La recopilación de información abarcó la determinación de emisiones directas e indirectas (Alcance I, II, III) derivadas de la

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

actividad productiva, requiriendo, la realización de cálculos mediante los factores de emisión proporcionados por fuentes reconocidas.

**Con base en los resultados obtenidos, se formularon estrategias orientadas a la reducción, mitigación o compensación de las emisiones generadas por las actividades inherentes a la organización.** Es importante resaltar que el desarrollo de esta pasantía se ejecutó en el área SISOMA (Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente) de la empresa, extendiéndose a lo largo de 400 horas en total, con inicio el 04 de julio del 2023 y culminación el 31 de enero del 2024. Este periodo permitió un análisis y abordaje de las dimensiones ambientales relacionadas con la operación de la entidad, contribuyendo así al desarrollo de prácticas ambientalmente responsables en relación con estándares reconocidos a nivel internacional.

En el contexto del desarrollo del cálculo de la huella de carbono, es imperativo tener en cuenta limitantes significativas, entre las cuales se destaca la delimitación del inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) correspondiente a las emisiones indirectas, también conocidas como alcance III. Estas emisiones presentan desafíos particulares, ya que su inclusión en el cálculo resulta intrincada y su cuantificación se vuelve una tarea de considerable complejidad.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

Cabe destacar que, en el contexto colombiano, el reporte de Gases de Efecto Invernadero es de carácter voluntario, lo que implica que no conlleva una obligatoriedad para las organizaciones. Esta característica añade una capa de complejidad al proceso de estimación de la huella de carbono, dificultando la evaluación y comparación del desempeño en sostenibilidad de las empresas. La falta de una obligación normativa puede traducirse en una limitación para obtener datos exhaustivos y estandarizados, lo que a su vez obstaculiza la capacidad de las organizaciones para medir y mejorar eficazmente su contribución a la mitigación del cambio climático. En este sentido, es fundamental abordar estas limitaciones a través de estrategias que fomenten la transparencia y la participación de las empresas en la medición y reducción de su impacto ambiental.

La Bugueña, al mantener una medición constante de su huella de carbono, estará en posición de anticiparse a posibles impactos generados y desarrollar nuevas estrategias que propicien el crecimiento de la empresa y la mejora continua de sus procesos. Esta diligencia no solo incrementará la eficiencia de la organización en términos de utilización de recursos naturales, sino que también fortalecerá su compromiso con el entorno ambiental.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Estimar la huella de carbono de la empresa Sociedad Comercial La Bugueña S.A. correspondiente al año 2022.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar el inventario de fuentes de emisiones directas e indirectas (Alcance I, II, III) generadas por las actividades productivas de la empresa La Bugueña.
- Reportar el resultado obtenido conforme a los lineamientos de la norma ISO 14064-1:2020 y el GHG Protocol.
- Plantear estrategias de reducción de emisiones de GEI para la empresa La Bugueña.

## **5. ASPECTOS GENERALES DE LA ORGANIZACIÓN**

### **5.1 CONTEXTO INTERNO DE LA ORGANIZACIÓN**

La empresa Sociedad Comercial La Bugueña S.A se dedica a la producción, comercialización y distribución de materias primas para panadería y repostería, dentro de su línea de productos ofrece Manjar Blanco, Arequipe, Leche Condensada, Glases, Rellenos, Azúcar micro pulverizada, Polvo para Hornear y variedad en Premezclas.

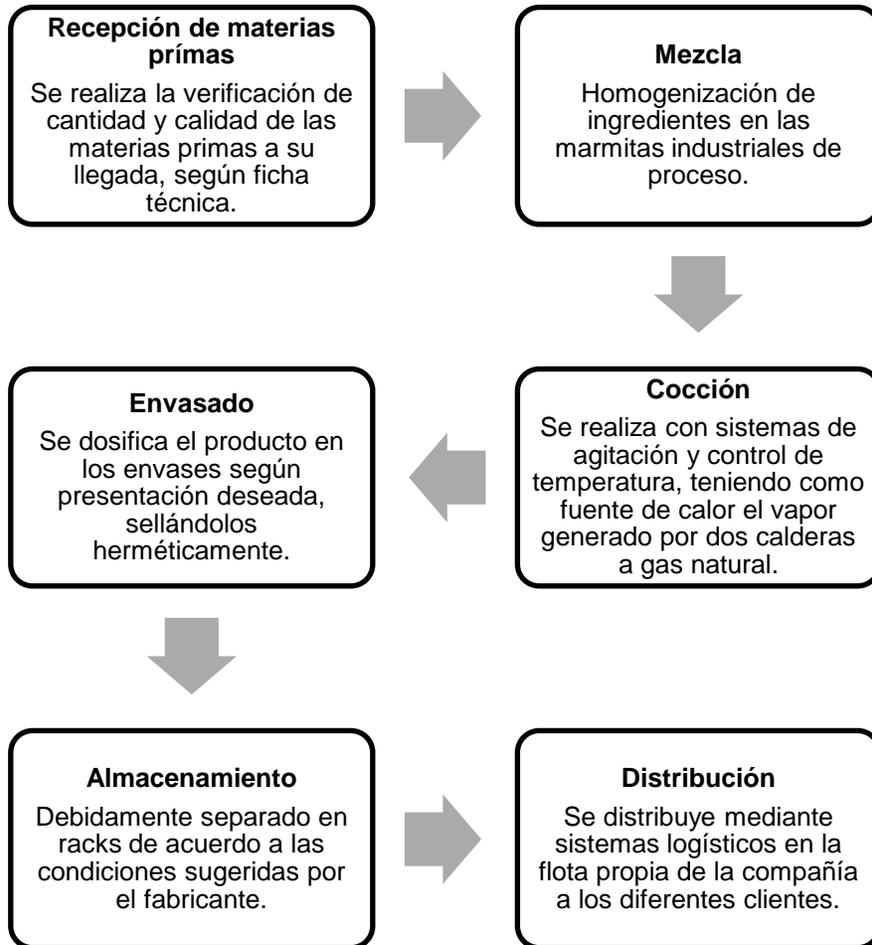
	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

Es una compañía con 33 años en el mercado y con amplia experiencia para la industria panadera y pastelera. Se categoriza dentro de las empresas PYMES, de conformidad con lo previsto en el Decreto 1074 de 2015 y la Resolución 2225 de 2019 del DANE el tamaño de la empresa es Mediana, contando con un aproximado de 100 empleados. De acuerdo con la clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas (CIIU) la empresa se rige bajo el código 1089 Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.

La cobertura de la organización es nacional abarcando diferentes departamentos como el Tolima y el Meta; principales ciudades del país como Bogotá, Barranquilla y Cartagena, adicional se encuentra en búsqueda de exportar a países cercanos como Ecuador con la finalidad de aumentar su competitividad y ser una compañía más productiva; la empresa cuenta con un ingreso promedio de ventas mensuales alrededor de 996 millones de pesos.

Cuenta con una única sede ubicada en la ciudad de Bogotá en la Calle 29Sur No 29C - 54, Barrió Santander, localidad Antonio Nariño, y desde allí distribuye sus productos a nivel nacional, principalmente por intermedio de distribuidores que son sus clientes más frecuentes. Sus horarios de operación son continuos, trabajando 24 horas todos los días de la semana.

A continuación, en la figura 1 se describe de manera general el proceso productivo de la compañía.



**Figura 1.** Descripción del proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia

Como declaración fundamental que define el propósito, valores y metas a largo plazo de la compañía, se establece lo siguiente:

**MISIÓN:** La Bogueña S.A busca ser una empresa líder en el sector industrial en la transformación de productos alimenticios, proyectándose como modelo de responsabilidad social en Colombia.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

### **VISIÓN:**

Queremos: Generar mayor rentabilidad.

Como: A través del crecimiento del recurso humano.

Para: Que se invierta en bienestar para nuestros clientes y para todos.

Todo bajo la dirección de Dios como eje central de nuestra existencia.

### **5.2 ORGANIGRAMA**

A continuación, se visualiza una representación gráfica de la estructura organizativa de la empresa. Mostrando la distribución y relación de autoridad, las áreas funcionales y los niveles jerárquicos dentro de la organización. (VER ANEXO 1).

### **5.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE DESARROLLO DE LA OPCIÓN DE GRADO**

La Bugueña S.A cuenta con diferentes departamentos los cuales desempeñan roles y funciones específicas que son fundamentales para el funcionamiento integral de la organización. El área SISOMA (Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Medio Ambiente) principalmente se encarga de garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para todos los empleados, así como de velar por el cumplimiento de las normativas ambientales.

Esta área promueve la implementación de medidas para prevenir accidentes y lesiones en las diferentes zonas de trabajo, capacitación en seguridad, inspecciones regulares, identificación de riesgos y aplicación de procedimientos de emergencia, velar por la salud física y mental de los trabajadores, proporcionando programas de bienestar,

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

prevención de enfermedades ocupacionales, controles médicos periódicos, entre otros. Adicional promueve prácticas y políticas que minimizan el impacto ambiental de las operaciones de la empresa por medio de oportunidades de mejora e implementación de tecnologías eficientes, fomenta el desarrollo de planes de gestión y uso eficiente de recursos, logrando integrar la sostenibilidad y responsabilidad en el componente ambiental en todas sus facetas de la operación.

El área se rige bajo los lineamientos establecidos en la Resolución 0312 de 2019, expedida por el Ministerio del Trabajo, la cual exige la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) y establece las disposiciones para la implementación de dicho sistema en la compañía, contribuyendo principalmente con la protección a la salud y seguridad de sus trabajadores.

Frente al componente de Seguridad y Salud en el Trabajo –SST lo siguiente, plantea como objetivos:

- Garantizar la identificación, evaluación, control y/o eliminación de los riesgos presentes en todas las actividades desarrolladas en la compañía.
- Desarrollo de medidas de prevención y protección para proteger a nuestros trabajadores, contratistas, subcontratistas y aprendices, que visiten o realicen labores dentro de las instalaciones, mediante la mejora continua del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG.SST.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

- Cumplir la Legislación Vigente de Colombia, requisitos actuales y contractuales, en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Implementar acciones preventivas y correctivas con el fin de evitar al máximo accidentes, incidentes y enfermedades laborales en todas las áreas de la empresa, contribuyendo con un ausentismo de bajo impacto.

Referente al componente ambiental, el área se rige bajo la Ley 99 de 1993 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual regula los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y establece los lineamientos para la gestión ambiental, promoviendo la conservación, protección, restauración, ordenamiento, uso y manejo sostenible de los recursos naturales y del ambiente. Además, la Resolución 601 de 2006 donde establece las directrices para la implementación del Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001 en establecimientos industriales.

Cabe resaltar que a pesar de que estas regulaciones no son de cumplimiento obligatorio para todas las empresas, La Bugueña las adopta como guía para implementar el SGA basado en estándares y directrices que promueven la gestión ambiental responsable y sostenible para mejorar su desempeño y cumplir con buenas prácticas de gestión; comprometiéndose a:

- Mejorar de manera continua el desempeño ambiental de la compañía, previniendo la contaminación, minimizando y compensando los

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

impactos ambientales, con una revisión constante de objetivos y metas ambientales.

- Cumplir la Legislación Vigente de Colombia, requisitos actuales y contractuales, en materia de medio ambiente.
- Velar por la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible en todas sus operaciones por medio de acciones que permitan el uso eficiente de los recursos naturales, realizando una gestión ambiental de manera proactiva con criterios de competitividad empresarial y sostenibilidad ambiental, generando concientización periódica a todos los empleados.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO.**

La metodología hace referencia a la estrategia a seguir, la forma en que se procede para alcanzar el objetivo. En este contexto, la metodología implica la aplicación de los pasos establecidos en la norma ISO 14064-1:2020 para calcular la huella de carbono.

La norma ISO 14064-1:2020 establece una serie de directrices y requisitos para cuantificar y reportar las emisiones de GEI de una organización. Al seguir esta metodología, se busca asegurar transparencia, consistencia y confiabilidad en los resultados obtenidos. Esto implica la aplicación de un enfoque estandarizado que facilite la comparación de datos a lo largo del tiempo en la misma empresa, lo cual es fundamental para una gestión ambiental eficaz y poder cumplir con estándares internacionales y nacionales de aporte de huella de carbono al medio ambiente.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

La implementación de la metodología basada en la norma ISO 14064-1:2020, y el GHG Protocol, proponen como objetivo principal la evaluación cuantitativa de la huella de carbono de la empresa La Bogueña S.A. Es fundamental destacar que ambas metodologías no presentan incompatibilidades entre sí, ya que su distinción se encuentra exclusivamente en la modalidad de presentación de los resultados.

Este enfoque integrado posibilita una evaluación exhaustiva de la huella de carbono de la compañía, facilitando la adopción de decisiones fundamentadas y la formulación de medidas efectivas destinadas a la reducción de emisiones, así como a la mejora continua en el desempeño ambiental. La norma ISO 14064-1:2020 consolida un marco analítico robusto que proporciona a La Bogueña S.A. las herramientas necesarias para gestionar proactivamente su impacto ambiental y avanzar hacia prácticas más sostenibles, su desarrollo se presenta a continuación:

### **6.1 DETERMINAR EL ALCANCE DEL INVENTARIO**

Identificar y clasificar las fuentes de GEI: La organización debe identificar todas las fuentes de emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero y clasificarlas según los tres alcances mencionados: alcance 1, alcance 2 y alcance 3.

Esta etapa constituye el punto de partida fundamental en el proceso de cálculo de la huella de carbono según la norma ISO 14064-1. Su objetivo primordial es delimitar y definir claramente las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que serán consideradas en el inventario. Aquí se presenta un desarrollo y ampliación detallada de esta etapa:

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

### 6.1.1 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE GEI

**Definición de fuentes directas e indirectas:** La organización debe realizar una exhaustiva identificación de las fuentes de emisiones, distinguiendo entre aquellas directamente controladas por la empresa (Alcance 1), las indirectas asociadas con la adquisición de energía (Alcance 2) y otras actividades de la organización (Alcance 3). Ver Tabla 1.

**Evaluación de actividades clave:** Se enfoca en mapear las actividades centrales que podrían contribuir significativamente a las emisiones, tales como procesos de producción, transporte, entre otros.

### 6.1.2 CLASIFICACIÓN SEGÚN ALCANCE

**Alcance 1:** Corresponde a las emisiones directas generadas por la organización, como procesos de combustión y procesos industriales, entre otras.

**Alcance 2:** Corresponde a las emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica comprada a la red pública.

**Alcance 3:** Se contemplan otras emisiones indirectas, considerando actividades asociadas a la organización, como el uso de productos consumidos y desplazamientos de negocios comerciales.

**Tabla 1. Alcances**

FUENTES DE EMISIÓN DE GEI		
		Consumo de combustible
<b>DIRECTAS</b>	<b>ALCANCE 1</b>	Extintor
		Refrigerante
<b>INDIRECTAS</b>	<b>ALCANCE 2</b>	Energía adquirida
	<b>ALCANCE 3</b>	Productos consumidos
		Movilidad

Fuente: Elaboración propia

### 6.1.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

**Establecimiento de límites claros:** Se definen criterios específicos para incluir o excluir fuentes de emisiones. Esto garantiza la coherencia y comparabilidad del inventario a lo largo del tiempo. Datos que no tienen información oficial sobre su consumo o el subconsumo, la omisión en la cuantificación de la generación de residuos sólidos se atribuye a la ausencia de mediciones específicas sobre estos datos, debido a la falta de consideración de su relevancia por parte de la entidad empresarial.

### 6.1.4 DOCUMENTACIÓN Y REGISTRO

**Registro de fuentes identificadas:** Todas las fuentes de emisiones, que se incluyeron fueron registradas y documentadas de manera completa. Esto proporcionó una base sólida para la transparencia y la verificación del inventario.

**Documentación de procedimientos:** Se documentan los procedimientos y criterios utilizados en la identificación y clasificación de fuentes, brindando una guía clara para futuras actualizaciones y revisiones del inventario.

La etapa de "Determinar el Alcance del Inventario" establece así el marco inicial para el cálculo de la huella de carbono, asegurando una base sólida y coherente que respalde el análisis posterior de las emisiones de gases de efecto invernadero. Este proceso es crucial para garantizar que el inventario sea representativo y abarque todas las fuentes relevantes para la empresa de Bugueña.

## 6.2 CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES

Para cada fuente identificada, se deben recopilar datos sobre las emisiones de GEI asociadas. En la tabla 2 se observa un resumen de esta determinación.

**Tabla 2. Fuentes de emisión de GEI**

FUENTE DE EMISION DE GEI		DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL			
<b>DIRECTAS</b>	<b>ALCANCE 1</b>	COMBUSTIÓN	Gas natural genérico	m <sup>3</sup>	136873		
		COMBUSTIÓN MOVIL	Consumo combustible	Gasolina E10 (comercial)	gal	1544	
		PROCESOS INDUSTRIALES	Extintores	Solkaflam (10 lb)	2 Un	kg	7
				CO <sub>2</sub> (10 lb)	1 Un	kg	5
		FUGAS	Refrigerantes	HCFC-22 / R-22		kg	13.6
				Propano Alta Calidad / R-290		kg	0.12
		Isobutano / R-600A		kg	0.48		
<b>INDIRECTAS</b>	<b>ALCANCE 2</b>	ENERGÍA ADQUIRIDA	Energía eléctrica comprada a red pública	kW-h	170880		
		USO DE PRODUCTOS CONSUMIDOS		Papel bond	kg	389	
				Papel ecológico	kg	264	
	VIAJES	Vuelos	BOG-MED-BOG (3 personas)	kg CO <sub>2</sub> pasajero / viaje	213.6		

Fuente: Elaboración propia

## 6.2.1 CALCULO DE EMISIONES DIRECTAS

Se estiman las emisiones bajo la siguiente ecuación:

### Ecuación 1. Emisiones de GEI

$$\text{Emisión de GEI} = \text{Actividad} * \text{Factor de Emisión}$$

### 6.2.1.1 Emisiones por combustibles

#### GASOLINA E10

La Gasolina E10 comercial incorpora en su factor de emisión la proporción entre gasolina y bioetanol. En este sentido, para realizar el cálculo de las emisiones asociadas a la gasolina se adoptó un enfoque directo, la utilización de este fortalece la exactitud y la coherencia en el cálculo de la huella de carbono asociada al uso de Gasolina E10, contribuyendo así a una evaluación más integral y fundamentada desde el punto de vista ambiental. Esta elección se basa en la disponibilidad de datos recopilados de La Bugueña, específicamente la cantidad anual de gasolina utilizada por los vehículos repartidores.

#### Factor de emisión CO<sub>2</sub> gasolina:

De acuerdo con los Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), se establece que el factor de emisión correspondiente al año 2016 para la gasolina comercial E10 se cifra en 7.62 kilogramos de dióxido de carbono por galón. (UPME, 2016)

### Ecuación 2. Emisión de CO<sub>2</sub> para gasolina E10

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gasolina} = (1544 \text{ gal}) * (7.62 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{gal}})$$

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gasolina} = 11,765.28 \text{ kg CO}_2$$

**Factor de emisión CH<sub>4</sub> gasolina:**

De acuerdo con los factores de emisión de los combustibles colombianos (FECOC), se estipula que el factor de emisión correspondiente al año 2016 es de 3 kilogramos por Terajulio (kg/TJ). Esta cifra representa la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la combustión de diversos combustibles en el contexto colombiano durante dicho periodo. (UPME, 2016). En la tabla 3 se observan datos adicionales a tener en cuenta.

**Tabla 3. Datos gasolina E10 (Comercial)**

Datos de gasolina E10 (Comercial)	Valores
Factor Emisión UPME:	3 kg CH <sub>4</sub> /TJ
Poder Calorífico FECOC LHV:	40.66 MJ/kg = 0.000040 TJ/kg
Potencial de calentamiento global CH <sub>4</sub> Fósil :	29.8
Densidad Gasolina:	2.81 kg/gal

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 3.** Factor de emisión CH<sub>4</sub> gasolina E10

$$FE = 3 \frac{\text{kgCH}_4}{\text{TJ}} * 0.000040 \frac{\text{TJ}}{\text{kg}}$$

$$FE = 0.00012 \frac{\text{kgCH}_4}{\text{kg}}$$

Utilizando la densidad de la gasolina se obtiene:

**Ecuación 4.** Factor de emisión CH<sub>4</sub> gasolina E10

$$0.00012 \frac{\text{kgCH}_4}{\text{kg}} * 2.81 \frac{\text{kg}}{\text{gal}} = 0.00034 \frac{\text{kgCH}_4}{\text{gal}}$$

Remplazando por el potencial de calentamiento global:

$$0.00034 \frac{\text{kgCH}_4}{\text{gal}} * 29.8 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgCH}_4} = 0.01 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{gal}}$$

Emisión de CH<sub>4</sub> por gasolina

**Ecuación 5.** Emisiones de CO<sub>2</sub> por CH<sub>4</sub> de gasolina E10

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gasolina} = (1544 \text{ gal}) * (0.01 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{gal}})$$

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gasolina} = 15.44 \text{ kgCO}_2$$

**Factor de emisión N<sub>2</sub>O gasolina:**

De acuerdo con los datos proporcionados por los Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), se establece que el factor de emisión correspondiente al año 2016 para el óxido nitroso en fuentes móviles es de 3.2 kilogramos por Terajulio (kg/TJ). (UPME, 2016). En la tabla 4 se observan datos adicionales a tener en cuenta.

**Tabla 4. Datos gasolina E10 (Comercial)**

Datos de gasolina E10 (Comercial)	Valores
<b>Factor Emisión UPME:</b>	3.2 kgN <sub>2</sub> O/TJ
<b>Poder Calorífico FECOC LHV:</b>	40.66 MJ/kg = 0.000040 TJ/kg
<b>Potencial de calentamiento global N<sub>2</sub>O:</b>	273
<b>Densidad Gasolina:</b>	2.81 kg/gal

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 6.** Factor de emisión N<sub>2</sub>O gasolina

$$FE = 3.2 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{TJ}} * 0.000040 \frac{\text{TJ}}{\text{kg}}$$

$$FE = 0.00013 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{Kg}}$$

Utilizando la densidad de la gasolina se obtiene:

**Ecuación 7.** Factor de emisión N<sub>2</sub>O gasolina

$$0.00013 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{Kg}} * 2,81 \frac{\text{kg}}{\text{gal}} = 0.00036 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{gal}}$$

Remplazando por el potencial de calentamiento global:

$$0.00036 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{gal}} * 273 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgN}_2\text{O}} = 0.098 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{gal}}$$

Emisión de N<sub>2</sub>O por gasolina

**Ecuación 8.** Emisiones de CO<sub>2</sub> por N<sub>2</sub>O de gasolina

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gasolina} = (1544 \text{ gal}) * (0.098 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{gal}})$$

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gasolina} = 151.31 \text{ kgCO}_2$$

**Tabla 5. kg CO<sub>2eq</sub> gasolina**

Composición	Unidades - kg CO <sub>2eq</sub>		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>Gasolina E10</b>	11,765.280	15.44	151.31

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 9.** CO<sub>2eq</sub> por gasolina E10 (Comercial)

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ Gasolina} = (11,765.28 \text{ kgCO}_{2eq} + 15.44 \text{ kgCO}_{2eq} + 151.31 \text{ kgCO}_{2eq}) / \frac{1 \text{ Ton CO}_{2eq}}{1,000 \text{ kg CO}_{2eq}}$$

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ Gasolina} = 11,93 \text{ Ton CO}_{2eq}$$

## GAS NATURAL

El consumo de gas natural en la empresa La Bugueña predomina en el proceso de combustión que se da en dos calderas de vapor marca HURST y Colmaquinas de 40 BHP. La empresa ha guardado los registros que son emitidos por la empresa VANTI,

proveedora del servicio de suministro de gas natural; con el fin de evaluar el consumo, se contabilizaron las facturas correspondientes a los meses del año 2022. Este proceso permitió determinar la cantidad total de metros cúbicos de gas consumidos, como se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6. Consumo de gas natural genérico**

<b>Clase de uso</b>		Industrial
<b>Unidad de referencia</b>		m <sup>3</sup>
<b>Origen de datos</b>		Facturas
<b>Reporte de consumos</b>	Enero	9919
	Febrero	8610
	Marzo	10121
	Abril	11506
	Mayo	13802
	Junio	5771
	Julio	13688
	Agosto	12914
	Septiembre	17000
	Octubre	261
	Noviembre	32021
	Diciembre	1260
<b>Total</b>	<b>136873</b>	

Fuente: Elaboración propia

### **Factor de emisión CO<sub>2</sub> gas natural:**

De acuerdo con los Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), se estipula que el factor de emisión correspondiente al gas natural en el año 2016 asciende a 1.98 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. (UPME, 2016).

**Ecuación 10.** Emisiones de CO<sub>2</sub> gas natural genérico

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ gas natural} = 136873 \text{ m}^3 * 1.98 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^3}$$

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ gas natural} = 271,090.66 \text{ kgCO}_2$$

**Factor de emisión CH<sub>4</sub> gas natural:**

De acuerdo con los Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), se establece que el factor de emisión correspondiente al gas natural en el año 2016 se cifra en 0.3557 g/m<sup>3</sup>. Esta medida representa la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la combustión del gas natural y constituye un indicador relevante para evaluar el impacto ambiental de esta fuente de energía en el año especificado. (UPME, 2016).

**Ecuación 11.** Emisiones de CH<sub>4</sub> gas natural genérico

$$0.36 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{ kg}}{1000\text{g}} = 0.00036 \frac{\text{kgCH}_4}{\text{m}^3}$$

Remplazando por el potencial de calentamiento global:

$$0.00036 \text{ kgCH}_4 * 29.8 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgCH}_4} = 0.011 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^3}$$

Emisión de CH<sub>4</sub> por gas natural

**Ecuación 12.** Emisiones de CO<sub>2</sub> por CH<sub>4</sub> gas natural genérico

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gas Natural} = 136873 * 0.011 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^3}$$

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ Gas Natural} = 1,468.38 \text{ kgCO}_2$$

**Factor de emisión N<sub>2</sub>O gas natural:**

De acuerdo con los Factores de Emisión de los Combustibles Colombianos (FECOC), se estipula que el factor de emisión asociado al gas natural de óxido nitroso para procesos de combustión estacionaria en el año 2016 es de 0.1 kg/TJ. Esta cifra

representa la cantidad de óxido nitroso liberada por cada Terajulio (TJ) de energía producida a través de la combustión estacionaria de gas natural durante el mencionado periodo. (UPME, 2016). En la tabla 7 se observan datos adicionales a tener en cuenta.

**Tabla 7. Datos de gas natural genérico**

Datos de gas natural comercial	Valores
<b>Factor Emisión UPME:</b>	0.1 kgN <sub>2</sub> O/TJ
<b>Poder Calorífico FECOC LHV:</b>	35.65 MJ/m <sup>3</sup>
<b>Potencial de calentamiento global N<sub>2</sub>O:</b>	273

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 13.** Factor de emisión CH<sub>4</sub> gas natural genérico

$$35.65 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} * \frac{1\text{TJ}}{1,000.000\text{MJ}} = 0.000036 \frac{\text{TJ}}{\text{m}^3}$$

$$0.1 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{TJ}} * 0.000036 \frac{\text{TJ}}{\text{m}^3} = 0.0000036 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{m}^3}$$

Para obtener las emisiones de CO<sub>2eq</sub>, se utiliza el potencial de calentamiento global del N<sub>2</sub>O:

$$0.0000036 \frac{\text{kgN}_2\text{O}}{\text{m}^3} * 273 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{kgN}_2\text{O}} = 0.00097 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^3}$$

Emisión de N<sub>2</sub>O por gas natural

**Ecuación 14.** Emisiones de CO<sub>2</sub> por N<sub>2</sub>O gas natural genérico

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ gas natural} = 136873 * 0.00097 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{m}^3}$$

$$\text{Emisión CO}_2 \text{ gas natural} = 133.21 \text{ kgCO}_2$$

**Tabla 8. kg CO<sub>2eq</sub> por consumo de gas natural genérico**

Composición	Unidades - kg CO <sub>2eq</sub>		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>Gas Natural</b>	271090.66	1468.38	133.21

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 15.** Ton CO<sub>2eq</sub> para gas natural

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq gas natural}} =$$

$$(271090.66 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} + 1468.38 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} + 133.21 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}) / \frac{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}{1,000 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}}$$

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq gas natural}} = 272.69 \text{ TonCO}_{2\text{eq}}$$

### 6.2.1.2 Emisiones por extintores

En el contexto colombiano, se emplean predominantemente distintos tipos de extintores, tales como los de Agua, ABC, CO<sub>2</sub> y aquellos que contienen compuestos del tipo R-123 / HCFC-123. No obstante, al aplicar la metodología establecida por la ISO 14064-1:2020 para la empresa La Bugueña, únicamente se considerarán como emisiones de relevancia aquellas asociadas a los extintores de CO<sub>2</sub> y los extintores R-123 / HCFC-123. Esto se debe a que los extintores de Agua y los extintores ABC, al ser agentes limpios, no generan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Específicamente, los extintores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se destacan por utilizar dicho compuesto como agente extintor. Su función principal radica en sofocar incendios de clases B y C, aprovechando la propiedad del CO<sub>2</sub> de actuar como aislante eléctrico. Este

enfoque selectivo para considerar únicamente las emisiones relacionadas con los extintores de CO<sub>2</sub> y R-123 / HCFC-123 asegura un análisis preciso y focalizado en aquellas fuentes que efectivamente contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero en el ámbito de la empresa La Bugueña.

La Bugueña tiene un total de (1) extintor tipo CO<sub>2</sub> y (2) extintores tipo HCFC/123, presentando sus características en la tabla 9.

**Tabla 9. Resumen de extintores**

Cantidad	Tipo	Características C/U	
1	CO <sub>2</sub>	10 lb	4.53 kg
2	HCFC/123	10 lb	3.7 kg

Fuente: Elaboración propia

**Fe:** El factor de emisión para los extintores de CO<sub>2</sub> es 1 kg CO<sub>2eq</sub>/kg (UPME, 2016), puesto que el balance de masas se realiza directamente sobre el dióxido de carbono. (ISAGEN, 2018).

**Extintor CO<sub>2</sub> de 10 lb**

**Ecuación 16.** Emisión de CO<sub>2eq</sub> por extintor de CO<sub>2</sub>

Emisión por extintor de CO<sub>2</sub> = kg del agente \* # de extintores \* Factor de emisión

$$\text{Emisión por extintor de CO}_2 = 4.53 \text{ kg} * 1 * 1 \text{ kg CO}_{2eq}$$

$$\text{Emisión por extintores de CO}_2 = 4.53 \text{ kg CO}_{2eq}$$

**Ecuación 17.** Ton CO<sub>2eq</sub> por extintores CO<sub>2</sub>

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ Extintor CO}_2 = 4.53 \text{ KgCO}_{2eq} / \frac{1 \text{ Ton CO}_{2eq}}{1,000 \text{ Kg CO}_{2eq}}$$

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ Extintores CO}_2 = 0.0045 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}$$

### **Extintor solkaflam de 10 lb**

**Ecuación 18.** Emisión de CO<sub>2eq</sub> por extintor solkaflam

Emisión por extintor de solkaflam = kg del agente \* # de extintores \* Factor de emisión

$$\text{Emisión por extintor de solkaflam} = 3.7 \text{ kg} * 2 * 77 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}$$

$$\text{Emisión por extintores de solkaflam} = 569.80 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}$$

**Ecuación 19.** Ton CO<sub>2eq</sub> por extintor solkaflam

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ Extintor solkaflam} = 569.80 \text{ kgCO}_{2\text{eq}} / \frac{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}{1,000 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}}$$

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ Extintor solkaflam} = 0.57 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}$$

**Toneladas Totales Emitidas por extintores en La Bugueña**

$$0.57 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}} + 0.0045 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}} = 0.57 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}$$

### **6.2.1.3 Emisiones por refrigerantes**

Los refrigerantes desempeñan un papel crucial en el ámbito industrial al proporcionar un medio eficiente para el control de la temperatura en diversos sistemas de refrigeración. Entre los refrigerantes más utilizados, destacan el HCFC-22 / R-22, el Propano de Alta Calidad / R-290 y el Isobutano / R-600A, cada uno con características y aplicaciones específicas en el panorama industrial.

**Fe:** El factor de emisión aplicado para los diferentes refrigerantes usados en el cálculo se presenta en la tabla 10.

**Tabla 10. Factores de emisión directos para refrigerantes**

Refrigerante	Unidad Consumo	Factor Emisión CO <sub>2eq</sub> (kg CO <sub>2eq</sub> /kg)	Unidad FE
HCFC-22 / R-22	kg	1760	kg CO <sub>2eq</sub> /kg
Propano Alta Calidad / R-290	kg	3	kg CO <sub>2eq</sub> /kg
Isobutano/ R-600A	kg	3	kg CO <sub>2eq</sub> /kg

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 20.** Emisión de CO<sub>2eq</sub> por refrigerante HCC-22/R-22

Emisión por refrigerante HCFC – 22/R – 22 =

kg del agente \* Factor de emisión

Emisión por refrigerante HCFC – 22/R – 22 = 13.6 kg \* 1760 kg CO<sub>2eq</sub>

**Emisión por refrigerante HCFC – 22/R – 22 = 23, 936 kg CO<sub>2eq</sub>**

**Ecuación 21.** Emisión de CO<sub>2eq</sub> por refrigerante R-290

**Emisión por refrigerante R – 290 =**

kg del agente \* Factor de emisión

Emisión por refrigerante R – 290 = 0.12 kg \* 3 kg CO<sub>2eq</sub>

**Emisión por refrigerante R – 290 = 0.36 kg CO<sub>2eq</sub>**

**Ecuación 22.** Emisión de CO<sub>2eq</sub> por refrigerante R-600A

**Emisión por refrigerante R – 600A =**

kg del agente \* Factor de emisión

Emisión por refrigerante R – 600A = 0.48 kg \* 3 kg CO<sub>2eq</sub>

**Emisión por refrigerante R – 600A = 1.44 kg CO<sub>2eq</sub>**

**Tabla 11. kg CO<sub>2eq</sub> por refrigerantes**

Compuesto	Unidades - kg CO <sub>2eq</sub>		
	HCFC-22 / R-22	Propano Alta Calidad / R-290	Isobutano / R-600A
<b>Emisión por Refrigerantes</b>	23.94	0.36	1.44

Fuente: Elaboración propia

**Ecuación 23. Ton CO<sub>2eq</sub> por refrigerantes**

Ton CO<sub>2eq</sub> refrigerantes =

$$(23.94 \text{ kg CO}_{2eq} + 0.36 \text{ kg CO}_{2eq} + 1.44 \text{ kg CO}_{2eq}) / \frac{1 \text{ Ton CO}_{2eq}}{1,000 \text{ kg CO}_{2eq}}$$

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ refrigerantes} = \mathbf{23.94 \text{ TonCO}_{2eq}}$$

## 6.2.2 CALCULO DE EMISIONES INDIRECTAS

### 6.2.2.1 Emisiones por consumo de energía

En la organización La Bugueña, la electricidad se configura como un recurso esencial en su proceso productivo, no obstante, su utilización conlleva a una emisión considerable de gases de efecto invernadero (GEI).

En el contexto colombiano, la responsabilidad de suministrar el factor de emisión de CO<sub>2</sub> por el consumo de energía eléctrica recae en la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), según lo establecido en el informe de 2007. Este enfoque se justifica por la variabilidad anual del factor de emisión de CO<sub>2</sub>, el cual está intrínsecamente

vinculado al país y al año de referencia. Para el año 2022 en Colombia, se estimó un factor de emisión específico de 0,112 (kgCO<sub>2eq</sub>/kWh), según los datos proporcionados por (XM, 2023). Esta cifra es crucial en el cálculo de la huella de carbono, ya que refleja el impacto ambiental directo asociado al consumo de electricidad en el país durante ese periodo específico.

Se recopilaron los datos de los estados de cuenta correspondientes al consumo de energía eléctrica de cada mes del año 2022, siendo almacenados con el objetivo específico de utilizarlos en el cálculo de la huella de carbono, estos datos de consumo eléctrico serán presentados en la tabla 12.

**Tabla 12. Consumo de energía eléctrica**

	<b>Clase de uso</b>	Industrial
	<b>Unidad de referencia</b>	kW-h
	<b>Origen de datos</b>	Facturas
<b>Reporte de consumos</b>	<b>Enero</b>	12410
	<b>Febrero</b>	14539
	<b>Marzo</b>	14027
	<b>Abril</b>	17812
	<b>Mayo</b>	14274
	<b>Junio</b>	12379
	<b>Julio</b>	17367
	<b>Agosto</b>	14475
	<b>Septiembre</b>	15250
	<b>Octubre</b>	13960
	<b>Noviembre</b>	8780
	<b>Diciembre</b>	15607
	<b>Total</b>	170880

Fuente: Elaboración propia

### Emisiones de CO<sub>2eq</sub> por consumo energético

**Ecuación 24.** Ton CO<sub>2eq</sub> para energía eléctrica

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ por consumo de energía} = 170880 \text{ kW} - \text{h} * 0.112 \text{ kg CO}_{2eq} / \text{kWh}$$

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ por consumo de energía} = 19138.56 \text{ kg CO}_{2eq} * \frac{1 \text{ Ton CO}_{2eq}}{1,000 \text{ kg CO}_{2eq}}$$

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ por consumo de energía} = \mathbf{19.14 \text{ Ton CO}_{2eq}}$$

#### 6.2.2.2 Emisiones por consumo de papel

Con el propósito de evaluar las emisiones relevantes derivadas del consumo de papel, se ha llevado a cabo una recopilación integral de la cantidad utilizada a lo largo del periodo 2022. La estimación se fundamenta en el cálculo de la cantidad de kilogramos de papel multiplicando el factor de emisión, así obtenemos los kg de CO<sub>2eq</sub> proporcionados a la atmosfera. Para realizar esta estimación de manera precisa, se aplican las dimensiones estándar del papel. En la tabla 13 se observan datos adicionales a tener en cuenta.

**Tabla 13. Relación del papel consumido**

Material	Peso (kg)
Papel bond	389
Papel ecológico	264

Fuente: Elaboración propia

#### Emisiones de CO<sub>2eq</sub> papel bond

**Ecuación 25.** Ton CO<sub>2eq</sub> por consumo de papel bond

$$\text{Ton CO}_{2eq} \text{ papel} = (389 \text{ kg}) * 1.05 \text{ kgCO}_{2eq}$$

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ papel} = 408.24 \text{ kgCO}_{2\text{eq}} * \frac{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}{1,000 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}}$$

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ Papel} = 0.41 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}$$

### **Emisiones de Co<sub>2eq</sub> papel ecológico**

**Ecuación 26.** Ton CO<sub>2eq</sub> por consumo de papel ecológico

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ papel} = (264 \text{ kg}) * 0.81 \text{ kgCO}_{2\text{eq}}$$

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ Papel} = 213.84 \text{ kgCO}_{2\text{eq}} * \frac{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}{1,000 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}}$$

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} \text{ Papel} = 0.21 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}$$

#### **6.2.2.3 Emisiones por viajes corporativos**

Dentro del análisis de emisiones indirectas se incorporaron las emisiones derivadas de los desplazamientos corporativos por vía aérea. Para llevar a cabo esta evaluación exhaustiva, se empleó la plataforma de cálculo de la ICAO (Organización de Aviación Civil Internacional). Durante este procedimiento, se recopilaban datos detallados, como la frecuencia de viajes, los puntos de origen y destino, el número de pasajeros y las especificidades de los viajes, teniendo en cuenta opciones de "one way" y "round trip". Este proceso permitió la obtención precisa de las emisiones expresadas en kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente, reflejadas de manera detallada en la tabla adjunta. Este enfoque metodológico garantiza una evaluación completa y precisa de las emisiones asociadas a los viajes corporativos aéreos, respaldando así la transparencia y consistencia en la gestión de la huella de carbono.

**Ecuación 27.** Ton CO<sub>2eq</sub> por vuelos

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq}} = (213.60 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}) / \frac{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}{1,000 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}}$$

$$\text{Ton CO}_{2\text{eq Diésel}} = 0.21 \text{ TonCO}_{2\text{eq}}$$

### 6.3 CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO

Se estiman las emisiones de cada alcance para obtener la huella de carbono total corporativa. La suma incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente de todas las fuentes identificadas y se puede observar en la tabla 14.

**Tabla 14. Emisiones totales generadas por La Bugueña**

FUENTE DE EMISION DE GEI		DESCRIPCIÓN		RESULTADO		
				kg CO <sub>2eq</sub>	Ton CO <sub>2eq</sub>	
DIRECTAS	ALCANCE 1	COMBUSTIÓN	Gas natural genérico	272692,26	272,6923	
		COMBUSTIÓN MOVIL	Consumo combustible Gasolina E10 (comercial)	11935,13	11,9351	
		PROCESOS INDUSTRIALES	Extintores	Solkaflam (10 lb) 2 Un	569,80	0,5698
				CO <sub>2</sub> (10 lb) 1 Un	4,53	0,0045
		FUGAS	Refrigerantes	HCFC-22 / R-22	23936,00	23,9360
				Propano Alta Calidad / R-290	0,36	0,0004
				Isobutano / R-600A	1,44	0,0014
INDIRECTAS	ALCANCE 2	ENERGÍA ADQUIRIDA	Energía eléctrica comprada a red pública	19138,56	19,1386	
		USO DE PRODUCTOS CONSUMIDOS	Papel bond	408,24	0,4082	
			Papel ecológico	213,84	0,2138	
ALCANCE 3	VIAJES	Vuelos	BOG-MED-BOG (3 personas)	213,60	0,2136	
		<b>TOTAL HCC</b>		<b>329114</b>	<b>329</b>	

Fuente: Elaboración propia

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

#### **6.4 VALIDAR Y VERIFICAR EL INVENTARIO**

Revisión independiente: Un tercero independiente de la organización, realiza una revisión para verificar la integridad y la precisión del inventario.

Documentar métodos y datos: Se documentan los métodos utilizados para la medición o estimación de emisiones, así como los datos recopilados.

#### **6.5 PREPARAR UN INFORME**

Se incluyen detalles sobre los límites del inventario, los métodos utilizados para recopilar datos y lograr calcular las emisiones, así como cualquier suposición clave o limitación del inventario.

Emisiones totales: Se presentan las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la organización.

### **7. RESULTADOS.**

Se pretende ofrecer una perspectiva integral que permita a los lectores comprender el perfil de emisiones de La Bugueña S.A. y, por ende, identificar áreas de oportunidad para la implementación de estrategias específicas de reducción y mejora del desempeño ambiental.

Los resultados del informe de cálculo de la Huella de Carbono de La Bugueña S.A. constituyen un componente esencial para comprender y evaluar el impacto ambiental derivado de las actividades de la empresa.

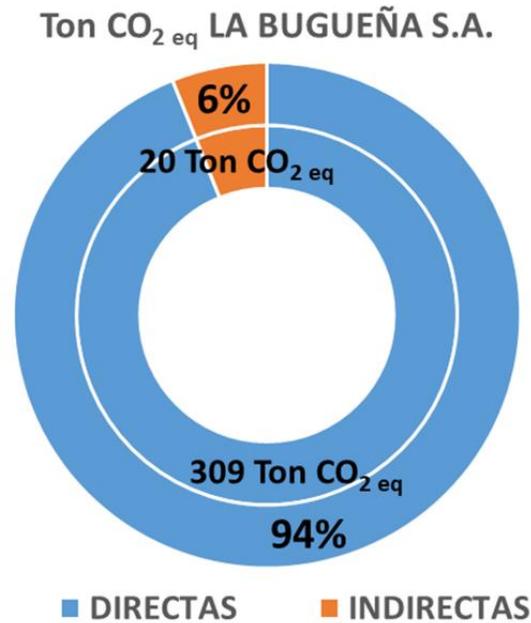
Tras haber llevado a cabo un proceso de cálculo basado en la metodología de la norma ISO 14064-1:2020, se presentan a continuación los hallazgos de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las operaciones de la organización. Se determinó una huella total de 329 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, este valor incluye emisiones directas como indirectas. En la tabla 15 se presenta la discriminación de estas emisiones:

**Tabla 15. Resumen de Ton CO<sub>2</sub>eq por fuentes de emisión**

	<b>FUENTE DE EMISION DE GEI</b>	<b>Ton CO<sub>2</sub>eq</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>DIRECTAS</b>	Combustion fija	273	83%
	Combustion movil	12	3,63%
	Extintores	1	0,17%
	Fugas	24	7,27%
<b>INDIRECTAS</b>	Energia adquirida	19	6%
	Papel consumido	1	0,19%
	Vuelos	0,21	0,06%
	<b>TOTAL</b>	<b>329</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se observa el análisis de la huella de carbono de la empresa La Bugueña S.A. evidenciando que las emisiones directas contribuyen con un 94% del inventario total, mientras que las emisiones indirectas representan el 6% restante. El uso de la metodología ISO 14064-1:2020 ha permitido obtener un informe más completo y detallado, brindando una visión más amplia y precisa del impacto ambiental de la organización.



**Figura 2.** Porcentaje de emisiones directas e indirectas

Fuente: Elaboración propia

El resultado obtenido se establece como un instrumento clave para la toma de decisiones informada, contribuyendo así a la materialización de un compromiso efectivo con la responsabilidad ambiental de La Bugueña.

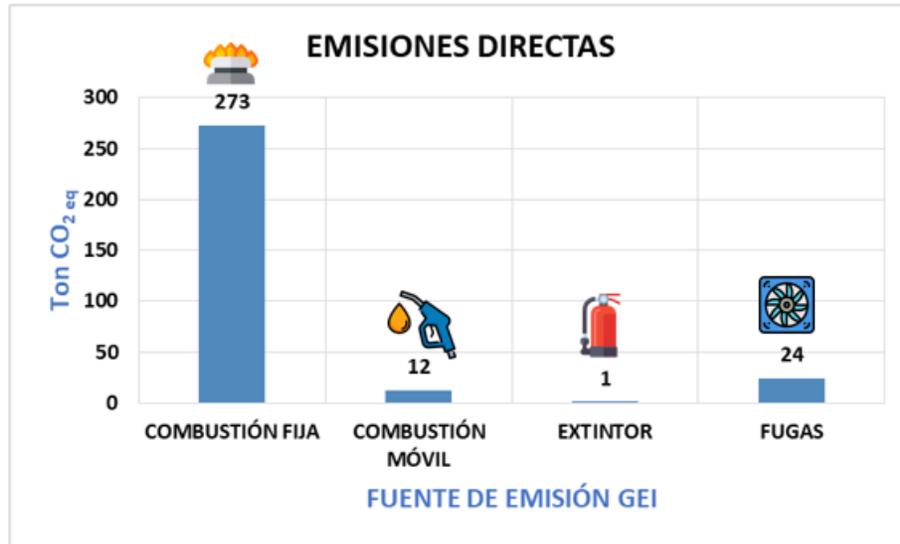
## ANALISIS

En los resultados de la evaluación de la huella de carbono de la empresa "La Bugueña", que representa la emisión total de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, se destaca la contribución significativa de la fuente de emisión de GEI relacionada con la combustión fija con un aporte del 83%. En particular, el gas natural comercial, utilizado para la alimentación de las calderas, emerge como el principal elemento emisor que aporta una considerable cantidad de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al entorno atmosférico.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

Sin embargo, la magnitud del consumo de gas natural por parte de la empresa "La Bugueña" supera significativamente a otros elementos analizados en este informe, como se observa en la figura 3. En consecuencia, se plantea la necesidad de concentrar esfuerzos, en primera instancia, en la mitigación o, al menos, la reducción de esta fuente de emisión dentro del proceso productivo de la empresa para disminuir la contribución total de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Este enfoque estratégico se alinea con la urgencia de implementar medidas efectivas que promuevan la sostenibilidad ambiental y reduzcan el impacto negativo de las actividades industriales en el cambio climático.

En cuanto a las "Fugas", se identifica que el refrigerante preponderante en términos de emisiones anuales, proporcionalmente a los demás, es el HCFC-22 / R-22. Este refrigerante de tipo industrial desempeña un papel crucial en la refrigeración de un tanque de leche con una capacidad de 3700 litros, siendo un proceso esencial en la producción de productos lácteos. Aunque su contribución a las emisiones de CO<sub>2</sub> sea de aproximadamente 24 toneladas al año, es imperativo realizar una investigación exhaustiva y un análisis detallado antes de considerar un cambio estructural en esta faceta del proceso.



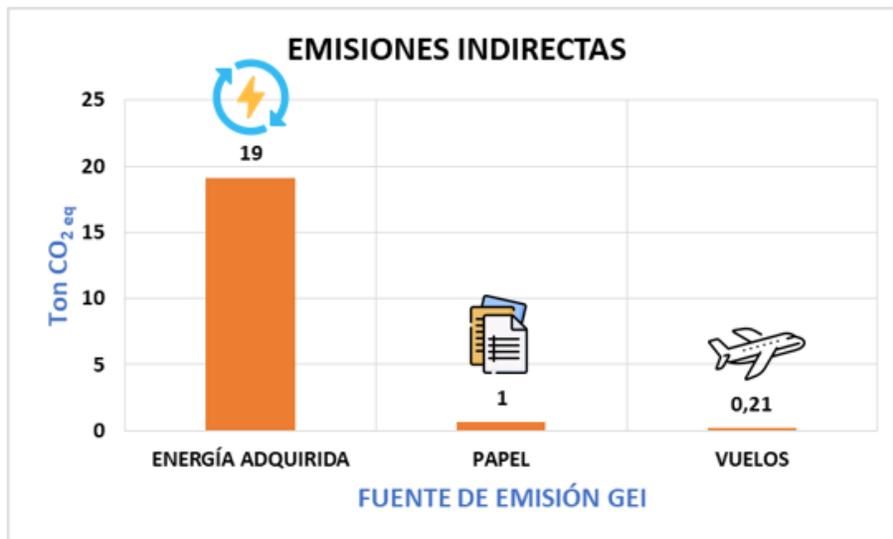
**Figura 3.** Análisis de emisiones por fuentes directas

Fuente: Elaboración propia

Es relevante destacar que otra fuente predominante de emisión de gas de efecto invernadero (GEI) en toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, es la "Energía adquirida". Esta abarca la electricidad consumida por la empresa, se constata que, si bien su aporte no es tan significativo como el del gas natural comercial, se equipara al del refrigerante en términos de toneladas de CO<sub>2</sub>, contribuyendo con 19 toneladas al año. En este contexto, se plantea la oportunidad de diseñar estrategias específicas de reducción para la energía eléctrica, las cuales serán detalladamente analizadas en la siguiente sección. Este enfoque busca abordar de manera proactiva y estructurada las emisiones asociadas con la adquisición de energía eléctrica, con el objetivo de mitigar el impacto ambiental de dicha actividad dentro de la operación de La Bugueña.

El empleo de productos de consumo, específicamente en términos de papel utilizado en actividades administrativas y los desplazamientos aéreos no constituye una

contribución sustancial a la emisión de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, como se observa en la figura 4. Aunque existe la posibilidad de reducir eventualmente estas emisiones, dicha disminución no tendría un impacto significativo en la acumulación total de gases de efecto invernadero (GEI). Este análisis sugiere que realizar modificaciones en estos sectores no generaría beneficios considerables al invertir en ellos.



**Figura 4.** Análisis de emisiones por fuentes indirectas

Fuente: Elaboración propia

Por último, dentro del análisis comparativo entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de la norma estándar de gestión ISO 14064-1:2020 y el informe generado conforme al Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), se destaca que el alcance 3 exhibe una ausencia de participación con un 0.3%, como se observa en la tabla 16.

**Tabla 16. Resumen de Ton CO<sub>2eq</sub> por alcance.**

FUENTE DE EMISIÓN DE GEI	Ton CO <sub>2 eq</sub>	PORCENTAJE
<b>ALCANCE 1</b>	Consumo de combustible Uso de extintor Refrigerantes	309 94%
<b>ALCANCE 2</b>	Energía adquirida	19 6%
<b>ALCANCE 3</b>	Productos consumidos Movilidad	0,84 0,3%
<b>TOTAL</b>		329 100%

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, resulta más pertinente optar por el reporte a través de la norma estándar de gestión ISO 14064-1:2020. Esta elección se fundamenta en la capacidad de dicha normativa para facilitar una evaluación más rigurosa de las diversas fuentes de emisiones puntuales presentes en la empresa La Bugueña.

## **8. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS.**

Durante el desarrollo de la opción de grado, se realizaron actividades claves para calcular la huella de carbono de la organización, siguiendo la metodología establecida por la norma ISO 14064-1:2020. Estas actividades se planificaron y ejecutaron según el cronograma de trabajo establecido. (VER ANEXO 2).

**Actividad 1:** Identificación y Clasificación de Fuentes de GEI (Alcance 1, 2 y 3)

Fecha de Ejecución: 04/07/2023

Descripción: Se realizó una revisión exhaustiva de las instalaciones y operaciones de la organización para identificar y clasificar las fuentes de emisiones directas (Alcance

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

1), emisiones indirectas asociadas con la energía adquirida (Alcance 2) y otras emisiones indirectas (Alcance 3).

Resultado: Lista detallada de fuentes de GEI clasificadas según alcance.

**Actividad 2:** Medición y Estimación de Emisiones

Fecha de Ejecución: 28/09/2023

Descripción: Se recopilaron datos específicos de emisiones para cada fuente identificada, adicional se utilizaron métodos de medición directa cuando fue posible y se aplicaron factores de emisión estandarizados para estimaciones.

Resultado: Datos detallados de emisiones para cada fuente, expresados en equivalentes de CO<sub>2</sub>.

**Actividad 3:** Cálculo de la Huella de Carbono Total

Fecha de Ejecución: 07/11/2023

Descripción: Se sumaron las emisiones de los tres alcances para calcular la huella de carbono total de la organización.

Resultado Huella de carbono total expresada en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

**Actividad 4:** Preparación del Informe

Fecha de Ejecución: 18/12/2023

Descripción: Se elaboró un informe completo que incluye detalles sobre los límites del inventario, métodos utilizados, emisiones totales y otras consideraciones clave.

Resultado: Informe final listo para su presentación.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

**Actividad 5:** Validación y Verificación del Inventario

Fecha de Ejecución: 31/01/2024

Descripción: Un tercero independiente llevó a cabo una revisión para verificar la integridad y precisión del inventario. Se documentaron los métodos y datos utilizados.

Resultado: Informe de validación y verificación respaldado por registros detallados.

**Actividad 6:** Declaraciones adicionales

Fecha de Ejecución: 31/01/2024

Descripción: Se evaluó la posibilidad de realizar declaraciones adicionales sobre el desempeño ambiental y las acciones tomadas para reducir las emisiones.

Resultado: Decisión documentada y, si aplicable, declaraciones públicas.

**Actividad 7:** Gestión de Datos y Documentación Continua

Fecha de Ejecución: 31/01/2024

Descripción: Se implementaron sistemas para la gestión continua de datos relacionados con emisiones. Se establecieron registros para respaldar la verificación y permitir la mejora continua.

Resultado: Sistemas implementados y registros mantenidos.

El proceso anteriormente mencionado garantiza una evaluación integral de las emisiones de gases de efecto invernadero, asegurando la transparencia y la coherencia en el cálculo de la huella de carbono de la organización.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## 8.1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se presenta el cronograma de actividades desarrolladas, donde se establecen tiempos de ejecución, los recursos empleados, responsables y productos obtenidos de cada actividad.

## 8.2 ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Para alcanzar los objetivos propuestos en el cálculo de la huella de carbono según la norma ISO 14064-1:2020, se implementó una estructura organizativa que abarcó las siguientes dimensiones:

### **Recolección de datos y/o literatura:**

Metodología aplicada: Se realizó un proceso específico para la recolección de datos, detallando las fuentes a consultar, los métodos de medición y estimación de emisiones, y los criterios de selección de datos.

Ejecución de la actividad: Se llevó a cabo la recolección de datos mediante revisión de informes internos, registros de procesos, y literatura especializada en emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Soporte técnico o práctico de las actividades realizadas:**

Metodología aplicada: Se establecieron protocolos de soporte técnico para abordar desafíos técnicos específicos, incluyendo la interpretación de datos complejos y la aplicación de factores de emisión.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

Ejecución de la actividad: Se contó con la asesoría de un experto en sostenibilidad y cambio climático para garantizar la exactitud y la interpretación adecuada de los resultados.

**Recursos utilizados:**

Metodología aplicada: Se elaboró un análisis detallado de los recursos necesarios para la ejecución de cada actividad, incluyendo costos financieros, asignación de personal, tecnologías requeridas y operaciones logísticas.

Ejecución de la actividad: Se asignaron recursos financieros para la adquisición de datos, se utilizaron herramientas tecnológicas para el análisis de datos, y se coordinaron operaciones logísticas para garantizar la eficiencia del proceso.

**Propuesta técnica del estudiante:**

Metodología aplicada: Se elaboró una propuesta técnica detallada que delineó el enfoque metodológico, la planificación del trabajo, la asignación de responsabilidades y los entregables esperados.

Ejecución de la actividad: Se llevaron a cabo las labores según la propuesta técnica, implementando las estrategias delineadas para cada etapa del proceso, desde la identificación de fuentes hasta la preparación del informe final.

Esta organización de actividades aseguró un enfoque sistemático y eficiente para el cálculo de la huella de carbono, garantizando la maximización de recursos y la consecución exitosa de los objetivos propuestos.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## 9. RECOMENDACIONES.

### Implementación de energía renovable

La Bugueña ha emprendido recientemente una transición hacia el empleo de fuentes de energía renovable. En este contexto, se pretende sustituir la energía eléctrica obtenida a través de las redes públicas por la generada mediante paneles solares. Este cambio estratégico tiene previsto reducir de 15 a 47 Ton CO<sub>2</sub> eq al año, asumiendo que el sistema genere mensualmente 8,000 kW-h, el cual representaría el 59% del consumo eléctrico en el proceso productivo de la empresa. Este valor pudo ser calculado por medio de los factores de emisión (0.145 Ton CO<sub>2</sub> eq y 0.493 Ton CO<sub>2</sub> eq) establecidos por el SIN aplicables a proyectos MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) en la resolución 000762 del año 2023.

En este sentido, la adopción de energías renovables se vislumbra como un cambio positivo en los aportes de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera.

El impacto de esta transición energética se someterá a un análisis a mediano plazo, permitiendo evaluar de manera precisa y cuantitativa el impacto ambiental de la adopción de energías renovables por parte de La Bugueña. El objetivo central será verificar los beneficios derivados de esta medida, tanto en términos de reducción de emisiones como en la contribución positiva al cambio hacia un modelo más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

### **Sistema de conducción de vapor**

Las calderas actualmente implementan un proceso de combustión óptimo, caracterizado por la ausencia de pérdidas durante la generación del mismo. Sin embargo, existe margen de mejora en la eficiencia del vapor, aspecto clave en el rendimiento global del sistema. Se ha identificado que a lo largo del trayecto desde la caldera hasta el cocinador, se presentan fugas de vapor, lo que ocasiona que el equipo demande un mayor suministro de vapor para compensar dicha pérdida. Este fenómeno se ve agravado por la distancia considerable entre la caldera y el cocinador, generando pérdida adicional de calor, presión y vapor en este recorrido.

Para mejorar este proceso, se sugiere reducir la distancia entre estos dos componentes y abordar de manera integral todas las fugas presentes en el tubo de conducción de vapor. Estas acciones no solo implicarían un menor consumo de gas natural, ya que se requeriría una menor cantidad de combustión para satisfacer la demanda constante de calentamiento del cocinador, sino que también se traducirían en una reducción significativa de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.

Es imperativo realizar las modificaciones mencionadas para llevar a cabo un análisis exhaustivo del consumo de gas en el próximo año. Este estudio permitirá evaluar la efectividad de las mejoras implementadas y su impacto positivo esperado en la reducción de gases de efecto invernadero. Este informe anticipa resultados positivos derivados de las intervenciones propuestas, contribuyendo así a la mitigación de los impactos ambientales asociados al uso de la caldera y el cocinador.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

### **Recomendaciones pendientes:**

Continuar el desarrollo e implementación del proyecto de paneles solares para evaluar su impacto real en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Este análisis permitirá cuantificar de manera precisa la contribución positiva de las energías renovables al compromiso ambiental de La Bugueña.

La implementación de modificaciones en el sistema de calderas requiere un seguimiento continuo para evaluar la efectividad de las mejoras propuestas. Se sugiere realizar un análisis exhaustivo del consumo de gas en el próximo año, comparando los resultados con el periodo anterior para medir el impacto real en la reducción de gases de efecto invernadero.

Se recomienda que la empresa implemente los formatos para recolección de datos, permitiendo el recalcu de la Huella de Carbono y dar cumplimiento a cualquier metodología.

A partir de ahora se requiere llevar la información respecto a los residuos sólidos generados, para lograr contemplar esta fuente dentro del cálculo de la Huella de Carbono en los próximos años.

Para cálculos futuros es necesario revisar si se contempla el refrigerante HCFC-22 / R-22 debido a que, según el proveedor el cambio no se realiza anual.

Explorar la posibilidad de contabilizar remociones de GEI.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## **10. CONCLUSIONES.**

El análisis de la huella de carbono de la empresa "La Bugueña" revela información valiosa sobre las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En particular, la contribución del gas natural genérico destacando como la principal fuente generadora de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. Este informe se propone examinar detenidamente estos resultados y las recomendaciones presentadas para orientar las acciones futuras de la empresa hacia la mitigación de su impacto ambiental.

La Bugueña, al calcular su huella de carbono por primera vez, puede proporcionar una guía valiosa para otras pequeñas y medianas empresas del sector alimentario, permitiéndoles estimar y reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> de manera efectiva.

### **Proceso de combustión**

El análisis detallado de la huella de carbono resalta la necesidad imperativa de focalizar esfuerzos en la optimización del uso del gas natural comercial. Dada su alta contribución de toneladas de CO<sub>2</sub>, se recomienda implementar estrategias específicas, como la reingeniería en el sistema de vapor y la reducción de distancias entre caldera y cocinador industrial. Estas medidas no solo conducirían a una menor emisión de gases, sino que también se reflejarían en un considerable ahorro de costos asociados al consumo de gas natural.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

### **Enfoque en refrigerantes y energía eléctrica:**

Las fuentes de emisión de GEI asociadas a refrigerantes y energía adquirida, aunque son menos significativas que el gas natural, no deben pasar desapercibidas. La identificación del refrigerante HCFC-22 / R-22 como la principal fuente entre los refrigerantes demanda una investigación más profunda. Por otro lado, la estrategia de transición hacia energías renovables, como lo indica el cambio a paneles solares, se presenta como una vía efectiva para reducir las emisiones asociadas a la energía eléctrica consumida en las operaciones de La Bugueña.

### **Enfoque metodológico:**

El análisis comparativo entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de la norma estándar de gestión ISO 14064-1:2020 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) destaca la idoneidad de la norma estándar para evaluar las emisiones específicas de La Bugueña. La ausencia de porcentaje en el alcance 3 sugiere que las emisiones indirectas no representan una fracción significativa del total, respaldando la elección de la norma estándar para una evaluación más precisa. Este enfoque metodológico proporciona un marco sólido para la toma de decisiones estratégicas y la implementación efectiva de medidas de reducción de emisiones.

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPAL. (2010). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Obtenido de [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf)
- Greenhouse Gas Protocol. (2023). *GHG Protocol Standards and Guidance Update Process*. Obtenido de <https://ghgprotocol.org/ghg-protocol-standards-and-guidance-update-process-0>
- ICAO. (2023). *Carbon Emissions Calculator*. Obtenido de <https://applications.icao.int/icec>
- IDEAM. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- IPCC. (2014). *Mitigación del Cambio Climático, resumen para responsables de políticas y resumen técnico*. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIIAR5\\_SPM\\_TS\\_Volume\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIIAR5_SPM_TS_Volume_es-1.pdf)
- IPCC. (2018). *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter2-1.pdf#table-2-14>

	<b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b>	Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental
---	---	---

IPCC AR6. (2022). *Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6)*.

Obtenido de [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf)

ISAGEN. (2018). *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del año 2017*.

ISO 14064-1. (2018). *Gases de efecto invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>

Lopes Silva, D., Raymundo Pavan, A., de Olivera, J., & Ometto, A. (2015). *Life cycle assessment of offset paper production in Brazil: hotspots and cleaner production alternatives*.

Naciones Unidas. (2023). *¿Qué es el cambio climático?* Obtenido de <https://www.un.org/es/climatechange>

NASA. (2022). *Global Climate Change*. Obtenido de <https://climate.nasa.gov/en-espanol/datos/causas/>

(2003). *The Engineering ToolBox (2003). Refrigerants - Environmental Properties*. [en línea].

UPME. (2016). *Cálculo para Combustibles en Colombia*. Obtenido de [http://www.upme.gov.co/Calculadora\\_Emisiones/aplicacion/calculadora.html](http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html)

 <p>UNIVERSIDAD ECCI</p>	<p><b>DOCUMENTO FINAL DE OPCIÓN DE GRADO</b></p>	<p>Documento interno de la Dirección de Ingeniería Ambiental</p>
---	--	--

XM. (2023). *Resultado de cálculo de Factor de Emisión del Sistema Interconectado Nacional, para inventario de Gases de Efecto Invernadero*. Obtenido de <https://www.xm.com.co/>

## 12. ANEXOS

- I. ORGANIGRAMA
- II. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
- III. BASE DE DATOS HCC BUGUEÑA