



**Estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para la empresa
LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022**

Kriss Dayanne Méndez Castellanos

Informe de práctica presentado para optar el título de Ingeniera Ambiental

Asesor

Michael Ezequiel Gómez Rodríguez, Ingeniero Ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Pregrado
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Mendez Castellanos, 2023)
Referencia	Mendez Castellanos, K. (2023). <i>Estimación del Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022</i> . [Semestre de Industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: Lina María Berrouet Cadavid.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo de práctica, que es el resultado de varios años de estudio, llenos de aprendizajes, logros, alegrías y dificultades, está dedicado primeramente a mi familia, en especial a mi madre Miryan Castellanos, que desde el momento en que tomé la decisión de dejar mi pueblo para formarme en una ciudad, me ha brindado su apoyo incondicional a través de sus palabras alentadoras, amor y educación; a mi padre, abuelas, hermanito, y hermana, por ser un soporte y enorgullecerse por cada uno de mis logros. También está dedicado a mi novio, porque siempre resaltó mis habilidades y comprendió aquellos momentos donde mi tiempo estaba enfocado en mi estudio, y por último y no menos importante, está dedicado para mí, por no haber desistido en mi camino, por mi compromiso y mi adaptación.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido finalizar con éxito mi carrera profesional, agradecer a la Universidad de Antioquia porque me dio la oportunidad de formarme como profesional y como persona, y por haber estado rodeada de docentes y compañeros con una gran calidad humana. Agradezco a mi familia, y a cada una de las personas que hicieron posible este logro. Por último, agradecer a la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S por haberme brindado la oportunidad de haber empezado a desempeñarme como Ingeniera Ambiental.

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2 Marco teórico	13
3 Metodología	21
4 Resultados y análisis	26
5 Conclusiones	46
Referencias	47
Anexos.....	50

Lista de tablas

Tabla 1 Límites organizacionales de la empresa que reporta las emisiones de GEI.....	27
Tabla 2 Enfoque de consolidación de emisiones de GEI.....	28
Tabla 3 Especificaciones técnicas de las calderas.....	30
Tabla 4 Consumo del combustible de gas natural en unidades de m ³ /mes	30
Tabla 5 Número de extintores de CO ₂ en el año 2022	32
Tabla 6 Consumo de energía eléctrica en el año 2022.....	34
Tabla 7 Cantidad de residuos sólidos generados en el año 2022	36
Tabla 8 Caracterización del vertimiento de las Aguas Residuales No Domésticas de LABORATORIOS LAPROFF S.A.S en el año 2022.....	37
Tabla 9 Emisiones generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología uno	39
Tabla 10 Emisiones generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología dos.....	40

Lista de figuras

Figura 1 Instalaciones de la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S.....	22
Figura 2 Emisiones de GEI en tonCO ₂ eq generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología uno.....	41
Figura 3 Emisiones de GEI en tonCO ₂ eq generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología dos	42
Figura 4 Emisiones directas anuales en tonCO ₂ eq provenientes de la caldera de 50BHP de Laboratorios Laproff S.A.S durante el año 2022, con cada una de las metodologías.....	43
Figura 5 Emisiones directas anuales en tonCO ₂ eq provenientes de la caldera de 100BHP de Laboratorios Laproff S.A.S durante el año 2022, con cada una de las metodologías.....	44
Figura 6 Emisiones indirectas anuales de GEI en tonCO ₂ eq generadas por la electricidad importada en Laboratorios Laproff durante el año 2022, mediante las dos metodologías	45

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AMVA	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de Carbono
CO₂eq	Dióxido de Carbono equivalente
EMVARIAS	Empresas Varias de Medellín
EPM	Empresas Públicas de Medellín
FE	Factor de Emisión
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NO_x	Óxidos de Nitrógeno
PAO	Potencial de Agotamiento de Ozono
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PMIRS	Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos
ROE	Reporte Obligatorio de Emisiones
SAC	Sistemas de Apoyo Crítico
ton	Toneladas
UMA	Unidad Manejadora de Aire
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética

Resumen

LABORATORIOS LAPROFF S.A.S es una empresa que fabrica y comercializa medicamentos para el consumo humano. Desde el área de Gestión Ambiental empresarial, han ido implementado procedimientos y medidas para reducir la contaminación que como organización genera, y para dar cumplimiento a la normatividad ambiental colombiana. Con el fin de contribuir con la disminución de los gases de efecto invernadero, la empresa realizó un inventario de gases de efecto invernadero para el año 2021. Por ello, el objetivo del trabajo fue realizar el inventario de gases de efecto invernadero para la empresa para el año 2022. La metodología se llevó a cabo por medio de tres etapas; en la primera, se realizó una recolección de la información; luego se hizo el procesamiento de la información, el cual, consistió en definir los límites organizacionales y operacionales y las categorías de emisión; finalmente, se hizo una revisión y análisis de los resultados obtenidos. Mediante la herramienta de cálculo uno, la empresa generó 792tonCO₂eq, mientras que, con la segunda herramienta de cálculo, la empresa generó 876tonCO₂eq. Adicionalmente, se encontró que, para ambas herramientas, el consumo de energía eléctrica es un factor que aporta significativamente a las emisiones totales de la empresa. Con estos resultados se pretende que la empresa opte por implementar programas para compensar las emisiones de GEI generadas.

Palabras clave: cambio climático, gases de efecto invernadero, industria farmacéutica, gestión ambiental.

Abstract

LABORATORIOS LAPROFF S.A.S is a company that manufactures and commercializes medicine for human consumption. From the area of corporate environmental management, the company has been implemented procedures and measures to reduce the contamination that as an organization generate, and to comply the Colombian environmental regulation. With the objective of contribute with greenhouse gases' reduce, the company performed an inventory of greenhouse gases for the year 2021. Therefore so, the objective of this work was to create the company's inventory of greenhouse gases for the year 2022. The methodology was carried out by means of three stages; in the first, a collection of the information was made; then the processing of the information was made, which consisted in defining the organizational and operational limits and the categories of emission; finally, a review and analysis of the results obtained. With calculus tool one, the company generated 792tonCO₂eq, whereas with calculus tool two the company generated 876tonCO₂eq. In addition, it was found that with both calculus tool the consumption of electric energy is a factor that significantly contributes to the company's total emissions. With these results, it is intended the company opts for implementing programs to balance or compensate the greenhouse gases' emissions generated.

Keywords: climate change, greenhouse gases, pharmaceutical industry, environmental management

Introducción

Se ha hablado sobre el Cambio Climático desde hace varios años, sus posibles causas y efectos en el medio ambiente. Todo comenzó aproximadamente a principios del siglo XIX cuando se descubrieron cambios en el paleoclima y por primera vez se identificó el efecto invernadero natural, el cual consiste en que determinados gases que se encuentran en la atmósfera absorben parte de la radiación térmica emitida por la superficie de la tierra (Fernanda & Rodríguez, n.d).

Sin embargo, desde la revolución industrial, las actividades humanas han aumentado el efecto invernadero de manera exponencial debido al significativo incremento de la generación de GEI, especialmente del dióxido de carbono y del metano. Por ende, se desnaturalizó el efecto positivo que tenía y lo transformó en un problema que perturba la composición de la atmósfera de manera mundial, intensificando el calentamiento superficial y generando cambios en la variabilidad natural del clima (Alarcón & Sarria, 2021).

El cambio climático ha ganado popularidad en los últimos años debido a las consecuencias que podría traer, entre ellas se encuentran: el deshielo de los polos, aumento del nivel del mar y afectación al bienestar y sobrevivencia de todos los seres vivos en general, incluyendo el mismo ser humano (IDEAM, 2023).

En el año 2007 China logró superar a Estados Unidos y se convirtió en el mayor emisor de dióxido de carbono del planeta, una posición que mantiene hasta el día de hoy, debido al fuerte crecimiento económico e industrialización impulsado principalmente por la quema de combustibles fósiles como el carbón. Países como Brasil y México, las dos mayores economías de América Latina fueron los principales responsables de las emisiones de dióxido de carbono en América del Sur. Mientras que Colombia, siendo el sexto país de Latinoamérica que más emite CO₂, para el año 2014 emitió cerca del 0,4% del total de emisiones a nivel mundial, y para el año 2018, el incremento de emisiones fue del 17% (BBC News Mundo, 2019).

Uno de los sectores que contribuye al aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero en Colombia es el sector industrial y manufacturero, el cual, emite aproximadamente el 11% de las emisiones totales nacionales debido principalmente a la quema de combustibles y los resultados de los procesos industriales (INGEI, n.d).

Por ejemplo, la industria farmacéutica hace parte del sector manufacturero y en Colombia existen cerca de 90 laboratorios farmacéuticos, entre nacionales y extranjeros. Las ventas de la industria farmacéutica en Colombia se dividen en dos grupos: las institucionales (los medicamentos que compra el sistema de salud y que luego las EPS le entregan a cada ciudadano) y las comerciales (lo que pagamos de nuestro bolsillo cuando vamos a una farmacia, sin importar si el medicamento fue prescrito o no por un especialista). Se calcula que anualmente este tipo de industria mueve unos 9,5 billones de pesos en Colombia, de los cuales casi el 70% son ventas institucionales y el 30% son comerciales (Shihab, 2018).

Este tipo de industria se caracteriza por la utilización de materias primas energía, capital y trabajo humano para generar bienes socialmente deseables, pero también, sus procesos productivos arrojan al ambiente subproductos indeseables para los cuales, generalmente, no hay precios positivos ni mercados. Entre ellos están las emisiones de contaminantes a la atmósfera (Moreno et al., 2013).

Una de las empresas que hacen parte de la industria farmacéutica es LABORATORIOS LAPROFF S.A.S, el cual, nació con la inquietud de varios profesionales químicos farmacéuticos interesados en desarrollar un producto colombiano para la anemia. En el año 1968 se consolidó la producción a nivel industrial de la materia prima sulfato ferroso, convirtiéndose a finales de los años 70's en el primer y único proveedor del país hasta 1999 de sulfato ferroso USP. Actualmente, LABORATORIOS LAPROFF S.A.S es una empresa farmacéutica con 63 años en el mercado colombiano, es productor y comercializador de medicamentos para consumo humano (Laboratorios Laproff, 2023).

Dado lo anteriormente mencionado y dado a que Colombia hizo participe del Acuerdo de París en el año 2015, comprometiéndose en reducir las emisiones de gases efecto invernadero hasta en un 51% para el año 2030 (compromiso enmarcado en el proceso de actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020), LABORATORIOS LAPROFF S.A.S también se ha comprometido con el medio ambiente y la sociedad a partir del cumplimiento de la normatividad colombiana vigente, creando el departamento de gestión ambiental, e implementando planes de manejo ambiental y social. La empresa inició el proceso de gestión ambiental a través del convenio de Producción Mas Limpia con el AMVA, mediante la transformación del retal del blíster, residuos generados a partir

del material de empaque primario utilizado en las tabletas y capsulas de los medicamentos (Laboratorios Laproff, 2023).

Adicionalmente, la empresa realizó el primer Inventario de GEI para el año 2021 y piensa convertirla como un indicador de seguimiento. Razón por la cual este trabajo tuvo como objetivo principal realizar el Inventario de GEI para el año 2022, mediante: una recolección de la información, que implicaba búsqueda bibliográfica y un contexto de la empresa; procesamiento de la información que implicaba organizar, y digitalizar la información para obtener los resultados, y finalmente el análisis de la información. Este inventario permite dar cumplimiento a la normatividad colombiana, identificar los procesos que más emiten CO₂ en la empresa y permite pensar en programas y/o actividades que ayuden a compensar las emisiones generadas.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Estimar el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, de acuerdo a la categorización de las emisiones establecidas.

1.2 Objetivos específicos

- Compilar la información de las diferentes áreas de la empresa, como de la búsqueda bibliográfica, para posteriormente ser revisada, analizada y tener un contexto general de la empresa como del tema a desarrollar.
- Determinar las categorías y subcategorías de emisiones, de acuerdo con la información analizada.
- Cuantificar las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para la empresa en el año 2022 mediante una herramienta de Huella de Carbono Corporativa y el Excel.

2 Marco teórico

2.1 Huella de Carbono y/o Inventario de GEI

Alarcón y Sarria (2021), determinaron la Huella de Carbono a la producción farmacéutica en la empresa Laboratorios AC FARMA S.A, durante el año 2020, en Lima, Perú, mediante la metodología del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y empleando los factores de emisión del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2006) y los propuestos por el Ministerio del Ambiente del Perú (ISO 14064). En el inventario consideraron las actividades que involucraron la quema de combustibles fósiles, consumo de papel, suministros (agua y electricidad) y generación de residuos sólidos durante la fabricación, acondicionamiento y almacenamiento de productos farmacéuticos en el periodo 2020, realizando una recolección de datos mediante análisis documental vinculatorio y observación directa, dando como resultado que la empresa generó 2460 tonCO₂eq en el año 2020 siendo el mayor porcentaje de generación en el alcance 2: Emisiones indirectas por el consumo de energía, dando como resultado una participación del 55,8% seguido del alcance 1: Emisiones directas con una participación de 41,9% y por último el alcance 3: emisiones indirectas(consumo de papel, consumo de agua, generación de residuos) con una participación general de 2,4%. Con este reporte la empresa AC FARMA S.A. se convirtió en la primera industria farmacéutica en el país en realizar dicha cuantificación (Alarcón & Sarria, 2021).

Según Esteban (2015), en Costa Rica se han implementado medidas y compromisos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo, los centros educativos a nivel público no han contado con iniciativas para el cálculo de las emisiones y remociones de estos gases. Para el cálculo de las emisiones, aplicaron la norma nacional INTE/ISO 12-01-06:2011 para estimar las emisiones de gases en tres centros educativos del cantón de Belén, Heredia, Costa Rica, siendo: La Escuela España, La Escuela Fidel Chaves y la Escuela Manuel del Pilar Zumbado González. Las estimaciones se realizaron para cada centro educativo utilizando los factores de emisión del Instituto Meteorológico Nacional para el 2013. La principal fuente de emisión de gases fue la generación de CH₄, causada por la producción de residuos sólidos, siendo del 69% en la Escuela España, 70% en la Escuela Chávez y del 67% en la Escuela Zumbado). En segundo lugar, se encuentra la generación de CO₂eq por el consumo eléctrico, siendo del 1,97% en la Escuela España, 1,83% en la Escuela Chaves y 3,1% en la Escuela Zumbado. Las tres escuelas mostraron

un comportamiento similar en las fuentes y magnitudes de emisión. Y dado los resultados recomendaron dar mayor importancia al manejo de los residuos sólidos (Salazar, 2015).

Villamil (2021) en su informe: Diagnostico de Cambio Climático y Comportamiento de los Gases de Efecto Invernadero en Colombia, mencionó que, aunque el país no hace parte de los grandes emisores CO₂ y solo emite el 0.6% de las emisiones totales a nivel mundial, si es un país altamente vulnerable a las afectaciones que genera el Cambio Climático. En el año 2009 el IDEAM realizó un informe en el cual comparó los inventarios de emisiones de GEI (1990-1994 y ,2000-2004) en Colombia, con América latina y el mundo. Estos inventarios realizados identificaron 5 sectores que más generan GEI los cuales son: Energía, procesos industriales, agricultura, uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura y tratamiento de residuos. Los mayores aportes de GEI lo generan el sector de Energía, agricultura y cambio en el uso de la tierra y silvicultura, con 930 Gg/año, 938 Gg/año y 996 Gg/año respectivamente y en menor proporción el sector de residuos y procesos industriales con 432 Gg/año y 312 Gg/año. Adicionalmente hacen mención que en las proyecciones estimadas para el periodo 2011-2040 se encuentran: incremento de la temperatura mínima de 1,1°C, en la temperatura máxima de 1,5°C y en la temperatura media principalmente en las regiones del Caribe, Andina departamento de Sucre, Norte de Santander, Risaralda, Huila y Tolima; aumento de precipitaciones especialmente en Vaupés, Chocó, Guainía, Amazonas, San Andrés y Vichada y para Bogotá el cual tiene la mayor cantidad de emisiones de GEI muestran reducciones de lluvia de un -11,6% (Villamil, 2021.)

En el artículo de investigación: Emisión de Gases de Efecto Invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima, tuvo como objetivo de estudio estimar las emisiones de GEI de acuerdo con la venta de combustibles fósiles en Ibagué y plantear opciones de mitigación con sistemas de producción en el Tolima. Mediante revisión de literatura, determinaron el número de estaciones de servicio en el casco urbano de Ibagué, mediante encuestas a empleados que atienden al público. Estimaron la venta de cada combustible estudiado (gasolina, diésel y gas natural vehicular-gnv) y, con base en la totalidad de estaciones y en los factores de emisión, calcularon la emisión total de GEI para cada uno de estos combustibles en la ciudad. Se plantearon opciones de mitigación como cafetales, cacaotales o plantaciones de teca, y obtuvieron como resultados una emisión de 368 Gg CO₂e/año (1 Gg = 10⁹ g) por ventas de combustibles fósiles equivalente a 718 kg CO₂e/persona/año (Andrade-Castañeda et al., 2017).

Según Guerra (2014) en su artículo: Inventario de Gases de Efecto Invernadero generados por actividades agrícolas en el Valle de Aburrá, las emisiones de GEI derivadas de la producción agrícola en el Valle de Aburrá para los años 2009 y 2011, correspondieron a 63,1 y 66,0 Gg CO₂eq., respectivamente. Estas emisiones correspondieron aproximadamente al 1,3% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero del Valle de Aburrá para el año 2009 y 2011. Por otro lado, el cambio en el uso de suelos forestales y pastizales a cultivos también fue una de las principales fuentes de aportes de CO₂ a la atmósfera, con un aporte del 6% del total de emisiones, y aunque este porcentaje no sea tan alto, sí significa que hubo una tala de bosque natural y plantado, pérdida de rastrojos altos y bajos, el cual, implica la reducción en la captura de CO₂ proveniente no solo de la producción agrícola por perturbación del suelo, empleo de cal y urea, sino por los demás sectores como las fuentes móviles y la industria (Guerra, 2014).

2.2 Cambio Climático

El Cambio Climático se define como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IDEAM, 2023). El cambio climático sigue siendo sobre todo un problema de los combustibles fósiles, ya que la gran mayoría de las emisiones de CO₂ se derivan de la quema de carbón, petróleo y gas (CLIMATE SCIENCE 2030, 2023).

Se les denomina combustibles fósiles porque proceden de los restos de antiguas plantas y animales en la corteza terrestre. Básicamente, son la energía del sol recogida por las plantas mediante la fotosíntesis y conservada en compuestos de carbono. Desde que los primeros humanos descubrieron el carbón, los combustibles fósiles sirvieron de fuente de luz, calor y, finalmente, electricidad (CLIMATE SCIENCE 2030, 2023).

2.3 Gases de Efecto Invernadero

Los gases de efecto invernadero (GEI) son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero (IDEAM, 2023).

En la atmósfera terrestre, los principales GEI son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo regulados por el Protocolo de Montreal, como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IDEAM, 2023). A continuación, se definen algunos GEI:

2.3.1 Dióxido de Carbono

El dióxido de carbono ingresa a la atmósfera a través de la quema de combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo), residuos sólidos, árboles y otros materiales biológicos; y también como resultado de ciertas reacciones químicas (p. ej.: fabricación de cemento)(Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2017).

2.3.2 Metano

El metano se emite durante la producción y el transporte de carbón, gas natural y petróleo. También se generan emisiones de metano en prácticas ganaderas y otras prácticas agrícolas y a raíz de la descomposición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios municipales para residuos sólidos (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2017).

2.3.3 Óxidos Nitroso

El óxido nitroso se emite durante actividades agrícolas e industriales, en la combustión de combustibles fósiles y residuos sólidos y también durante el tratamiento de aguas residuales (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2017).

2.3.4 Gases fluorados

Los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos, el hexafluoruro de azufre y el trifluoruro de nitrógeno son gases de efecto invernadero sintéticos y potentes que se emiten en diversos procesos industriales. En ocasiones, los gases fluorados se utilizan como sustitutos de sustancias que destruyen el ozono de la estratósfera (p. ej.: clorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos y halones). Estos gases habitualmente se emiten en pequeñas cantidades, pero, como son gases de

efecto invernadero potentes, en ocasiones se les conoce como gases de Alto Potencial de Calentamiento Global (o Gases de GWP, por sus siglas Global Warming Potential) (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2017).

Cada uno de estos gases puede permanecer en la atmósfera durante diferentes períodos de tiempo, desde unos pocos años hasta miles de años. Por ejemplo, El CO₂ es el que más contribuye al calentamiento global y el que más tiempo permanece en la atmósfera: hasta 200 años. Por eso, al principio, los científicos se centraron en reducir las emisiones de CO₂, pero en los informes IE6 del GTI y III del IPCC, se descubrió que es preciso ocuparse urgentemente de otro gas de efecto invernadero: el Metano, este gas, dura unos 12 años, sin embargo, se trata de un gas de efecto invernadero muy potente, ya que es unas 80 veces más potente que el CO₂ en un horizonte temporal de 20 años (CLIMATE SCIENCE 2030, 2023).

2.4 Industria Farmacéutica

La industria farmacéutica es un importante elemento de los sistemas de asistencia sanitaria de todo el mundo. Está constituida por numerosas organizaciones públicas y privadas dedicadas al descubrimiento, desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos para la salud humana y animal. Su fundamento es la investigación y desarrollo (I+D) de medicamentos para prevenir o tratar las diversas enfermedades y alteraciones (Tait, 2019).

Se entiende por medicamento a toda sustancia o mezcla de sustancias producida, vendida, puesta a la venta o recomendada para el tratamiento, el alivio, la prevención o el diagnóstico de una enfermedad, de un estado físico anormal o de los síntomas de una u otra, o al restablecimiento, la corrección o la modificación de los síntomas de una u otra, o al restablecimiento, la corrección o la modificación de funciones orgánicas en el humano o los animales (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

El proceso de manufactura de medicamentos inicia con el manejo de materias primas y demás insumos e involucra actividades específicas como: adquisición, recepción, almacenamiento, preparación y dosificación. Antes de iniciar la elaboración de medicamentos, las materias primas son dispensadas. Esta actividad involucra el pesaje, medición de volúmenes y dosificación, que son muy rigurosos por las exigencias de elaboración de medicamentos (Olaya E. et al., 2018).

Posteriormente, el proceso de elaboración de medicamentos está caracterizado por una serie de operaciones que pueden ser acciones mecánicas en las que sólo se modifica su aspecto exterior conservando su estado químico, u operaciones químicas que producen cambios en la naturaleza de la sustancia. Finalmente se procede con el envasado y empaquetado, el cual, debe ser permanentemente supervisado (Olaya E. et al., 2018).

En general, se debe contar con áreas y equipos que den cumplimiento los objetivos claros de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que son evitar la contaminación cruzada y evitar errores y/o confusiones apoyadas en el estricto cumplimiento de normas y procedimientos internos (Olaya E. et al., 2018).

Es de aclarar que la industria farmacéutica es vigilada y controlada en Colombia por el INVIMA. Es este organismo asignado por el Ministerio de Salud quien autoriza la fabricación y comercialización de los medicamentos en Colombia y valida con rigurosidad el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura en las empresas fabricantes. Las BPM son la parte del sistema de garantía de calidad que garantiza que los productos son producidos consistentemente y controlados con los estándares de calidad apropiados para su uso y requeridos por la autorización de comercialización (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Un ejemplo del cumplimiento a la norma es contar con equipos que permitan unas condiciones seguras para la fabricación de los medicamentos. Algunos de los equipos requeridos son:

2.4.1 Sistema HVAC

Un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, del inglés para Heating, Ventilation and Air Conditioning) permite controlar el movimiento, la calidad y temperatura del aire en un recinto cerrado. Una de las funciones fundamentales que cumplen los sistemas HVAC en la industria farmacéutica es mantener presurizadas las áreas que deben permanecer más limpias que aquellas que les rodean (Pérez et al., 2017).

2.4.2 Unidad Manejadora de Aire

Las UMAs son el componente fundamental de los sistemas HVAC, ya que permiten controlar variables como: la temperatura, la humedad y la velocidad del aire, y pueden ser de volumen de aire constante o variable (García & González, 2022).

2.4.3 Sistema de Aire Comprimido

Es un equipo que está conformado por un compresor, un secador de aire, filtros eliminadores de partículas, aceite, tanque de almacenamiento, reguladores de presión y purgas automáticas, con el fin de poder suministrar una calidad de aire óptima para el proceso de la industria farmacéutica (Reichenbach et al., 2019).

2.4.4 Caldera

Son los dispositivos o unidades que tienen una parte conocida como: hogar o cámara de combustión, diseñada para la transformación del combustible en energía térmica o calórica en forma de llama y en productos calientes de combustión. La energía térmica normalmente es transferida, en otra parte de la unidad, mediante un intercambiador de calor para calentar fluidos térmicos como: el aire, el agua, el vapor de agua y aceites térmicos (RESOLUCIÓN METROPOLITANA 1371 DE 2022, 2022).

Algunos de estos equipos además de consumir energía, consumen combustible gaseoso, generando diferentes tipos de emisiones contaminantes al aire. Las emisiones hacia la atmósfera características del sector farmacéutico de base son las siguientes: polvo y partículas, resultantes del manejo de materias primas en los procesos de producción de principios activos (molienda, mezclado y envasado), toma de muestras y transferencia de productos intermedios. También están las originadas en los procesos de generación de calor y vapor a partir de combustibles fósiles (Alvariño, 2006).

2.5 Normatividad Ambiental Colombiana

2.5.1 Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1

La NTC-ISO 14064-1 es un documento que detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI para las organizaciones. También incluye los requisitos para determinar los límites de la emisión y remoción de GEI, cuantificar las emisiones, identificar las actividades específicas de la empresa con el objeto de mejorar la gestión de los GEI (NTC - ISO 14064-1, 2020). A continuación, se definen algunos términos de la norma:

2.5.1.1 Factor de emisión de gas de efecto invernadero

Coefficiente que relaciona los datos de la actividad de GEI con la emisión de GEI.

2.5.1.2 Equivalente de dióxido de carbono

CO₂eq. Unidad para comparar el forzamiento radiativo de un GEI con el dióxido de carbono.

2.5.1.3 Usuario previsto

Individuo u organización identificado por quienes informan de lo relacionado con los GEI como aquel que utiliza dicha información para la toma de decisiones.

2.5.1.4 Límites de la organización

Conjunto de actividades o instalaciones en las cuales la organización realiza el control operativo o financiero o tiene una participación en el capital correspondiente.

2.5.2 Ley 2169 del 22 de diciembre de 2021

Esta ley impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. El artículo 16 de la presente ley, hace mención del reporte obligatorio de emisiones de GEI (ROE). Las personas jurídicas, públicas, privadas o mixtas, teniendo en cuenta los criterios que defina el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, considerando, entre otros, el nivel

de emisiones de GEI y el tamaño de las empresas, deberán reportar de forma obligatoria sus emisiones directas e indirectas de GEI y la información y documentación para la elaboración de inventarios de GEI (Ley 2169 de 2021. “Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática”).

2.5.3 Ley 2173 del 30 de diciembre de 2021

Esta ley promueve la restauración ecológica a través de la siembra de árboles y creación de bosques en el territorio nacional, estimulando conciencia ambiental al ciudadano, responsabilidad civil ambiental a las empresas y compromiso ambiental a los entes territoriales; se crean las áreas de vida y se establecen otras disposiciones. En el artículo 6 de la presente ley se informa que todas las medianas y, grandes empresas debidamente registradas en Colombia deberán desarrollar un programa de siembra de árboles en las zonas establecidas en el artículo 30 de la presente ley a nivel nacional, el cual se incorporará dentro de las medidas de gestión ambiental empresarial adoptadas. Deberán sembrar mínimo dos (2) árboles por cada uno de sus empleados (ley 2173 de 2021. “Por medio de la cual se promueve la restauración ecológica a través de la siembra de árboles y creación de bosques en el territorio nacional, estimulando conciencia ambiental al ciudadano, responsabilidad civil ambiental a las empresas y compromiso ambiental a los entes territoriales; se crean las áreas de vida y se establecen otras disposiciones”).

3 Metodología

Para haber desarrollado el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero se estableció una metodología basada en tres etapas generales que constan de: (i) recolección de la información, (ii) procesamiento de la información, y (iii) análisis de la información. Se tomó como guía la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1 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 (NTC - ISO 14064-1, 2020).

3.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia, en la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S, ubicada en el municipio de Sabaneta en la dirección Carrera 43A No 61 Sur-84, con las coordenadas geográficas 6°09'17,0"N 75°36'32,6"W (Laboratorios Laproff, 2023).

Figura 1

Instalaciones de la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S



Nota. Fuente Google Maps

3.2 Descripción de la empresa

LABORATORIOS LAPROFF S.A.S es una empresa farmacéutica con 63 años en el mercado colombiano. La empresa nació con la inquietud de varios profesionales químicos farmacéuticos interesados en desarrollar un producto colombiano para uno de los problemas en salud, la anemia. Actualmente, Laboratorios Laproff es productor de medicamentos para consumo humano, el cual, cuenta con una línea de productos para mercado genérico institucional y genérico para línea comercial, así como también medicamentos con marca propia. La empresa se caracteriza por estar certificada en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) por el INVIMA. Hoy en día cuenta con 800 empleados aproximadamente, de los cuales el 90% labora en la sede y el 10 % corresponde

a fuerza de ventas, ubicados en otras ciudades del país. La planta de producción labora los 7 días de la semana y los 365 días del año, sin embargo, en ciertos sábados o domingos previamente programados se pueden realizar paros en la planta de producción para mantenimientos preventivos y locativos (Laboratorios Laproff, 2023).

En cuanto al área ambiental, la empresa inició el proceso de gestión ambiental a través del convenio de Producción Mas Limpia con el Área metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), mediante la transformación del retal del blíster, residuos generados a partir del material de empaque primario utilizado en las tabletas y capsulas de los medicamentos. Adicionalmente, desde el año 2007 la empresa se certificó por primera vez con la Corporación Fenalco Solidario en Responsabilidad Social Empresarial, el cual, se renueva cada año. La empresa también se destaca por haber realizado el primer inventario de gases de efecto invernadero en el año 2021 (Laboratorios Laproff, 2023).

3.3 Recolección de la información

3.3.1 Revisión bibliográfica

Esta primera etapa se inició con la revisión de la norma NTC-ISO 14064-1:2006, la cual, se obtuvo en físico al comprarse por la página web del Icontec. Esta norma orienta los pasos a seguir para la cuantificación y el informe de las emisiones de GEI. Adicionalmente se revisó la Guía para la Elaboración de Inventarios de Emisiones Atmosféricas y demás artículos relacionados con el tema para entender mejor ciertas definiciones y procesos a seguir. Por parte del área de Gestión Ambiental de la empresa, facilitaron unas diapositivas, informes de un curso del Icontec, y algunos procedimientos propios de la empresa para tener un mejor contexto de la organización. La búsqueda de información se complementó consultando con algunos profesores conocedores en el tema, y tomando un curso adicional virtual llamado Huella de Carbono y Gestión del Cambio Climático. Este proceso de revisión de la literatura se realizó durante toda la investigación.

3.3.2 Definición del objetivo y alcance del trabajo

Una vez entendido el tema a trabajar, y haber tenido un contexto más detallado de la empresa, se establecieron los límites de la organización, los límites operacionales, el periodo que cubre el inventario de emisiones, la categorización y subcategorización de las emisiones de GEI y se buscaron los factores de emisión acordes a cada una de las categorías de emisiones establecidas. Para que se pudiera haber establecido lo anterior, fue necesario ir a cada una de las diferentes áreas de la empresa que de una u otra forma aportaban con la entrega de la información necesaria para el inventario, entre esas áreas están: Seguridad y Salud en el Trabajo, Mantenimiento, Asuntos Administrativos, y Gestión Ambiental. Esta información permitió definir el objetivo del trabajo, siendo la cuantificación de las emisiones para la empresa durante el año 2022.

3.4 Procesamiento de la información

Esta segunda etapa consistió en haber tenido toda la información necesaria, para que luego fuera organizada y filtrada. Una vez organizada la información, se digitalizó en una base de datos, tanto en una Herramienta de Huella de Carbono Corporativa (metodología uno) como en un Excel (metodología dos). Mediante estas herramientas se cuantificaron las emisiones de dióxido de carbono equivalentes para cada una de las categorías establecidas para la empresa.

3.4.1 Metodología uno o Herramienta de Huella de Carbono Corporativa

Esta herramienta es una calculadora en formato de Microsoft Excel, y se obtuvo por medio del curso virtual Huella de Carbono y Gestión del Cambio Climático. Esta herramienta se caracteriza porque ya tiene una plantilla establecida, en el que se encuentra categorizada por el tipo de alcance. En cada alcance esta la opción de seleccionar la fuente de emisión de GEI, los doce datos de esa actividad, ya que son datos ingresados mensualmente, y la unidad correspondiente. La calculadora genera los resultados una vez ingresados los datos de actividad, y le da como resultado el promedio, la incertidumbre y las emisiones generadas en tonCO₂eq por cada fuente. Los factores de emisión ya están asociados dentro de la herramienta y corresponde a datos del IPCC 2006, sin embargo, se pueden actualizar en caso de que lo requiera.

3.4.2 Metodología dos o Excel

Al igual que la metodología uno, esta herramienta es un formato de Microsoft Excel que la persona encargada de realizar el inventario crea de cero, es decir, monta la información necesaria, ingresa los datos de actividad, realiza las conversiones de unidades correspondientes. Ingresa las ecuaciones necesarias para obtener los resultados y poder obtener las gráficas. Los factores de emisión corresponden a los que se buscó por revisión bibliográfica. Puede que exista un margen de error mayor que a la de la metodología uno, sin embargo, es indicado para las personas que inician en este proceso de desarrollar un inventario de GEI porque hay mayor compromiso y cuidado por parte de la persona que lo esté desarrollando.

3.5 Análisis de la información

Esta tercera y última etapa se caracterizó por el análisis de los datos calculados por cada una de las metodologías. Primeramente, se revisó que los resultados arrojados fueran coherentes, se verificó que las unidades de los datos fueran las correctas, y se comparó los resultados obtenidos por la metodología uno con los datos obtenidos por la metodología dos, es decir, se observaba que los datos fueran iguales o al menos no difirieran tanto el uno del otro. Finalmente se revisó las gráficas obtenidas y se corrigió los detalles que fueran necesarios, entre ellos la ortografía, la citación y referencias.

4 Resultados y análisis

4.1 Recolección de la información

4.1.1 Revisión bibliográfica

En la industria farmacéutica, las emisiones hacia la atmósfera se caracterizan por ser Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), sobre todo, de disolventes, generadas principalmente durante el secado de productos y en los depósitos de almacenamiento de disolventes. También se generan polvos y partículas, resultantes del manejo de materias primas en los procesos de producción de principios activos (molienda, mezclado y envasado), toma de muestras y transferencia de productos intermedios. Por lo general, las partículas desprendidas suelen ser materias primas y productos terminados (Alvariño, 2006).

En las condiciones habituales de trabajo no se producen grandes emisiones de partículas a la atmósfera, ya que generalmente existen dispositivos de captación. En este tipo de industria, no suelen reutilizarse ningún tipo de partículas de materias primas en el proceso, pues las normas de producción y las Buenas Prácticas de Producción, son muy estrictas y no lo permiten (Alvariño, 2006).

La industria farmacéutica también genera emisiones originadas en los procesos de generación de calor y vapor a partir de combustibles fósiles como fuel-oil y/o carbón (Alvariño, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior y la preocupación por el cambio climático, tanto el sector público como el privado han venido desarrollando e implementando iniciativas para mitigar las concentraciones de GEI en la atmósfera. En respuesta a ello, la familia ISO 14064 ofrece unos lineamientos para la cuantificación, seguimiento, el informe y verificación de emisiones para organizaciones y proyectos interesadas en el tema (NTC - ISO 14064-1, 2020). El Protocolo de Gases Efecto Invernadero, es otra herramienta que tiene como misión desarrollar estándares de contabilidad y reporte de GEI para empresas, aceptados internacionalmente y promover su amplia adopción (Ranganathan et al., n.d.).

4.1.2 Definición del objetivo y alcance del trabajo

De acuerdo a la NTC-ISO 14064-1, se estableció el usuario previsto, el periodo que cubre el inventario, los límites de la organización, y los límites operacionales.

4.1.2.1 Usuario previsto

El usuario previsto corresponde a LABORATORIOS LAPROFF S.A.S, ya que es la organización identificada que informa las emisiones de GEI y puede tomar esta información para la toma de decisiones.

4.1.2.2 Periodo del inventario

El periodo que cubre el inventario de emisiones de GEI para LABORATORIOS LAPROFF S.A.S es: 01/01/2022 hasta el 31/12/2022.

4.1.2.3 Límites de la organización

Tabla 1

Límites organizacionales de la empresa que reporta las emisiones de GEI

LÍMITES ORGANIZACIONALES			
Lista de todas las entidades legales o instalaciones en las cuales la empresa que reporta tiene participación accionaria, control financiero o control operacional	Porcentaje de participación accionaria en la entidad legal	de	¿La empresa que reporta tiene control financiero? (si/no)
LABORATORIOS LAPROFF S.A.S	100%	la	Sí
			¿La empresa que reporta tiene control operacional? (si/no)
			Sí

Nota. Adaptado del primer informe de emisiones de GEI de Laboratorios Laproff (2021).

La organización está compuesta por una instalación, allí tiene su planta de producción de líquidos, sólidos y semisólidos, el centro de distribución, los laboratorios y las oficinas administrativas, razón por la cual, el límite organizacional comprende la instalación de LABORATORIOS LAPROFF ubicada en el municipio de Sabaneta, Antioquia, Colombia, en la dirección Carrera 43A No 61 Sur-84.

4.1.2.4 Enfoque de consolidación a nivel de instalación

Tabla 2

Enfoque de consolidación de emisiones de GEI

LÍMITES ORGANIZACIONALES		
¿Cuál enfoque se escogió para la consolidación de las emisiones?		
Participación accionaria	Control financiero	Control operacional
	×	

Nota. Adaptado del primer informe de emisiones de GEI de Laboratorios Laproff (2021).

Como se pudo observar en la Tabla 1 y la Tabla 2, LABORATORIOS LAPROFF S.A.S tiene el 100% de participación accionaria, y posee el control financiero y operacional.

El control financiero se ejerce cuando se tiene a disposición recursos que permitan implementar mejores tecnologías, es decir, hay dinero de por medio, y es operacional cuando la inversión no es significativa, es decir, se trata de dar capacitaciones a los operarios para que manejen adecuadamente las máquinas y poder así reducir las emisiones contaminantes.

Aunque la empresa es propietaria absoluta de todas sus operaciones, y su límite organizacional será el mismo independientemente del enfoque que se utilice, LABORATORIOS LAPROFF S.A.S tiene tanto control financiero como operacional, ya que además de invertir en mejores tecnologías que permiten una mayor eficiencia de los recursos, brinda capacitaciones a todo el personal que hace parte de la empresa. Dado lo anterior, la empresa consolida las emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo con el enfoque de control financiero. Este enfoque se consolidó de acuerdo al propósito de la empresa.

4.1.2.5 Límites operacionales

Una vez establecido el límite organizacional, se establecieron los límites operacionales, es decir, se identificaron las emisiones asociadas a las operaciones, clasificándolas como emisiones directas o indirectas y seleccionando las categorías, subcategorías y/o alcances.

Según la Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1, existen seis tipos de categorías, sin embargo, según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, existen tres alcances. Para el presente trabajo los límites operacionales de LABORATORIOS LAPROFF corresponden a las categorías uno, dos, y cuatro y/o los alcances uno, dos y tres, respectivamente, sin embargo, se especificarán en subcategorías para limitar el inventario.

4.1.2.5.1 Categoría uno o Alcance uno: Emisiones y remociones directas de GEI

Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa.

- **Subcategoría: Emisiones directas a partir de combustión estacionaria: Combustión Fija**

LABORATORIOS LAPROFF S.A.S cuenta con dos calderas pirotubulares, una de potencia de 50 BHP y otra de 100 BHP. Ambas calderas consumen como combustible el gas natural cusiana, y sus emisiones salen por un mismo ducto de descarga mediante una chimenea. Las calderas son las encargadas de suministrar aire caliente a los procesos de: cremas y suspensiones, granulación y secado, recubrimiento, y sistemas de agua purificada. Las calderas generan vapor, el cual, luego entra a unos serpentines y estos por medio de la convección, calienta el aire. Este aire pasa primero por unos filtros para posteriormente transportar el aire caliente tratado a los diferentes procesos. A continuación, la Tabla 3 menciona las especificaciones técnicas de las calderas anteriormente mencionadas, y la Tabla 4 muestra los datos de consumo en m³/mes de gas natural cusiana para cada una de las calderas.

Tabla 3

Especificaciones técnicas de las calderas

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Equipo	Caldera 100 BHP	Caldera 50 BHP
Marca	JCT	JCT
Potencia (BHP)	100	50
Combustible	Gas natural	Gas natural
Procedencia	EPM	EPM
Tasa de consumo promedio de gas natural en los últimos doce meses	3,68 m ³ /h	3,41 m ³ /h
Sistema de control	No posee	No posee

Nota. Adaptado del procedimiento MT-P248 del área de mantenimiento de LABORATORIOS LAPROFF S.A.S (2022).

Tabla 4

Consumo del combustible de gas natural en unidades de m³/mes para cada una de las calderas

Mes/Año	CONSUMO COMBUSTIBLE GAS NATURAL	
	Consumo de combustible Caldera 50 BHP (m³/mes)	Consumo de combustible Caldera 100 BHP (m³/mes)
Enero/2022	654	3.575
Febrero/2022	1.416	6.665
Marzo/2022	1.355	4.764
Abril/2022	2.356	4.531
Mayo/2022	2.449	6.227
Junio/2022	1.316	5.969
Julio/2022	1.492	7.540
Agosto/2022	5.202	2.687
Septiembre/2022	2.239	5.221
Octubre/2022	462	6.509
Noviembre/2022	5.441	2.776
Diciembre/2022	1.177	6.771
Total año 2022	25.559	63.235

Nota. Adaptado de las bitácoras de operación del área de mantenimiento de Laboratorios Laproff S.A.S (2022).

- **Subcategoría: Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos**

LABORATORIOS LAPROFF para el año 2022 contó con 58 extintores multipropósito y 23 extintores de CO₂ para las diferentes áreas de la empresa. Los extintores multipropósito contienen un polvo químico seco diseñado para extinguir fuegos de clase A, B y C. Estos polvos son sales químicas, en donde el ingrediente activo es el fosfato monoamónico (NH₄H₂PO₄) mezclado con el sulfato de amonio. Estas sales no tienen un Potencial de Agotamiento de Ozono (PAO) ni un Potencial de Calentamiento Global (PCG), el cual, permite excluirlos del inventario de gases de invernadero. Teniendo en cuenta lo anterior, se tuvieron en cuenta únicamente los 23 extintores de CO₂, porque las emisiones fugitivas hacen referencia a la masa que contiene cada uno de los extintores de CO₂ en las diferentes áreas de la empresa, y la masa recargada de CO₂ se tiene en cuenta como una masa fugada a la atmosfera.

La Tabla 5 muestra el número de extintores de CO₂ que estuvieron presentes en cada una de las diferentes áreas la empresa durante el año 2022, su capacidad en kg, y el mes de vencimiento, que corresponde al mes que cada uno de los extintores fueron recargados con la masa de CO₂.

Tabla 5

Número de extintores de CO₂ en el año 2022

ÁREA	NÚMERO DE EXTINTORES DE CO₂	CAPACIDAD (kg)	MES DE VENCIMIENTO
Control Calidad (Ducha)	1	6,8	Mayo
Control Calidad	1	6,8	Mayo
Segundo piso empaque	1	4,5	Noviembre
Pasillo Mezcladores	2	6,8	Diciembre
Producción (Rotocube)	1	6,8	Diciembre
Pasillo tableteado	1	6,8	Diciembre
Producción (Control proceso)	1	6,8	Diciembre
Manufactura líquidos	1	6,8	Noviembre
Manufactura líquidos (OGA)	1	4,5	Diciembre
Dispensación	1	6,8	Noviembre
Subestación #1	1	6,8	Marzo
Telemedida	1	6,8	Mayo
Gabinete ML	1	4,5	Noviembre
Cuarto transformadores	1	6,8	Noviembre
Subestación 1000 KVA	1	4,5	Noviembre
Cuartos seccionadores	1	6,8	Octubre
Caldera	1	6,8	Marzo
Cuarto de máquinas #17	1	6,8	Octubre
Cuarto de máquinas #16	1	6,8	Diciembre
Investigación y desarrollo	1	6,8	Abril
Laboratorio externo			
Corredor cuarto inflamable	1	6,8	Diciembre
Corredor oficina Almacén de Materiales	1	6,8	Diciembre

Nota. Adaptado de las bases de datos del área de Seguridad y Salud en el Trabajo de Laboratorios Laproff S.A.S (2022).

4.1.2.5.2 Categoría dos o Alcance dos: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada

Esta categoría incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y/o consumida por la empresa. Electricidad adquirida se define como la electricidad que es traída dentro del límite organizacional de la empresa.

- **Subcategoría: Emisiones indirectas causadas por la electricidad importada**

Este tipo de emisiones hace referencia al consumo de energía eléctrica que requieren los diferentes equipos y áreas de la empresa (lavandería, restaurante, planta de producción, empaque, control calidad, gestión calidad, microbiología, CENDIS, oficinas de gestión humana, metrología, gestión ambiental, innovación, TICS, gerencia, dirección general, seguridad y salud en el trabajo y servicios administrativos) para llevar a cabo las actividades. Adicionalmente los equipos que hacen parte del Sistema de Apoyo Crítico, como los son las Unidades Manejadoras de Aire, la Unidades Extractoras de Aire, los compresores, las calderas, los chiller y los colectores de polvo requieren de un gran consumo de energía eléctrica. Estos equipos, junto a los de planta para la elaboración de los medicamentos, consumen cerca del 90% de la energía eléctrica, mientras que el 10% restante corresponde al consumo de energía por parte de las operaciones administrativas.

La Tabla 6 muestra los datos de consumo de energía eléctrica en la empresa para cada uno de los meses durante el año 2022.

Tabla 6

Consumo de energía eléctrica en el año 2022.

AÑO 2022	ENERGÍA (kWh/mes)
Enero	320.477
Febrero	399.779
Marzo	427.210
Abril	361.804
Mayo	416.538
Junio	386.609
Julio	417.040
Agosto	393.489
Septiembre	413.942
Octubre	376.656
Noviembre	388.062
Diciembre	388.062
Total año 2022	4.689.668

Nota. Adaptado de los indicadores del área de gestión ambiental de Laboratorios Laproff S.A.S (2022).

4.1.2.5.3 Categoría cuatro o Alcance tres: Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización

Esta categoría son consecuencia de las actividades de la empresa.

- **Subcategoría: Emisiones provenientes por la disposición de residuos sólidos:**

Este tipo de emisiones hace referencia a la disposición final de los residuos sólidos no aprovechables en su fracción orgánica, generados por la empresa.

Para mencionar: en LABORATORIOS LAPROFF S.A.S se generan cuatro tipos de residuos: aprovechables, no aprovechables, peligrosos y especiales. Dentro de los residuos no aprovechables están los siguientes:

1. Los residuos orgánicos (restos de comida, poda del césped)
2. Los diferentes residuos generados por las diferentes áreas de la empresa que por sus características no permiten un aprovechamiento o reincorporación en nuevas materias primas, entre ellas están: servilletas, barrido de las áreas, cinta, papel adhesivo o rotulo, elementos de protección personal no contaminados, toallas desechables, papel

higiénico, residuos de la trampa de grasa, cabuya, papel con cinta o silicona, papel mojado.

Estos tipos de residuos son almacenados en un contenedor, con un aforo de 35,91m³ mensuales y son entregados a la empresa Interaseo los días lunes, miércoles y viernes. La densidad de este tipo de residuos es de 250kg/m³ aproximadamente, este dato fue suministrado por la empresa Interaseo. Adicionalmente, según Interaseo, todos los residuos entregados, son catalogados como ordinarios, independientemente de que en estos se encuentren orgánicos, reciclables y no aprovechables, y su destinación final es el relleno sanitario La Pradera, ubicada en el municipio de Don Matías. Sin embargo, Empresas Varias de Medellín (EMVARIAS), quien tiene la licencia del relleno sanitario, afirma que aproximadamente el 60% de los residuos no aprovechables entregados son orgánicos.

Para la metodología uno se tuvo en cuenta únicamente los residuos orgánicos porque la herramienta de Huella de Carbono Corporativa tiene en cuenta la fracción orgánica de los residuos que van al relleno sanitario anaeróbico, es decir, se tuvo en cuenta el 60% de los residuos no aprovechables. Mientras que para la metodología dos si se tuvo en cuenta el 100% de los residuos no aprovechables, ya que el factor de emisión considera tanto la fracción orgánica como lo ordinario.

En esta categoría se excluyen los residuos aprovechables, especiales y peligrosos porque las empresas gestoras externas les dan un aprovechamiento o gestión especial, evitando que la disposición final sea el relleno sanitario.

La Tabla 7 indica la cantidad de residuos no aprovechables generados en la empresa durante el año 2022. Dado que el aforo del contenedor no cambió durante todo el año y la densidad de los residuos tampoco, porque fue un dato suministrado por la empresa Interaseo, la masa de los residuos mes a mes fue la misma.

Tabla 7

Cantidad de residuos sólidos ordinarios generados en el año 2022

RESIDUOS NO APROVECHABLES -FRACCIÓN ORGÁNICA				
RELLENO SANITARIO				
INTERASEO				
AÑO	MES	AFORO DEL CONTENEDOR (m³/mes)	DENSIDAD DE LOS RESIDUOS ORDINARIOS (kg/m³)	MASA DE LOS RESIDUOS POR AFORO (kg)
2022	Enero	35,91	250	8.978
	Febrero	35,91		8.978
	Marzo	35,91		8.978
	Abril	35,91		8.978
	Mayo	35,91		8.978
	Junio	35,91		8.978
	Julio	35,91		8.978
	Agosto	35,91		8.978
	Septiembre	35,91		8.978
	Octubre	35,91		8.978
	Noviembre	35,91		8.978
	Diciembre	35,91		8.978
TOTAL		430,92		107.736

Nota. Adaptado de los indicadores de gestión ambiental de Laboratorios Laproff S.A.S (2022).

- **Subcategoría: Emisiones provenientes por la disposición de residuos líquidos:**

En cuanto a las emisiones provenientes de los residuos líquidos, estos corresponden a los vertimientos puntuales de aguas residuales no domesticas (ARnD) al alcantarillado, el cual, EPM es el encargado de darle tratamiento a este tipo de vertimiento.

En este caso, se tiene en cuenta el único valor de la DQO, obtenido de la caracterización del vertimiento por parte de la empresa en el año 2022. Se tiene en cuenta solo ese valor de la DQO, porque a lo largo de los años, la empresa no ha tenido el mismo sistema de ingeniería, es decir, el vertimiento no ha sido igual, por ejemplo, en el primer trimestre del 2019, se hizo la separación de las aguas residuales industriales de las aguas residuales domésticas, posteriormente, en julio del año 2021 se instaló y empezó a operar el Sistema de neutralización y control de pH de las aguas

residuales no domésticas. A continuación, la Tabla 8 muestra algunos datos de la caracterización del vertimiento puntual de la empresa.

Tabla 8

Caracterización del vertimiento de las Aguas Residuales No domésticas de LABORATORIOS LAPROFF S.A.S en el año 2022.

PARÁMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	VERTIMIENTO PUNTUAL		
		DE AGUAS RESIDUALES NO DOMESTICAS (ARnD)AL ALCANTARILLADO	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,53 – 8,79	Cumple
DQO	mg/L O₂	400,00	1858 +/- 138	No cumple
DBO5	mg/L O ₂	150,00	1210+/-229	No cumple
Temperatura	°C	Menor o igual a 40	19,1 – 22,8	Cumple

Nota. Adaptado de los indicadores del área de gestión ambiental de Laboratorios Laproff S.A.S (2022).

4.2 Procesamiento y análisis de la información

Las emisiones generadas por la empresa LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, de acuerdo con las categorías establecidas fueron de 792,06 tonCO₂eq mediante la metodología uno, y de 876,06 tonCO₂eq mediante la metodología dos. La diferencia de 84 tonCO₂eq entre ambas metodologías se debe a que se usó algunos factores de emisión diferentes en ciertas subcategorías. Sin embargo, se puede ver que la diferencia no es exageradamente grande. De acuerdo a la Tabla 9 y la Tabla 10, se pudo observar que en la categoría uno las emisiones generadas por el consumo de combustible de gas natural fueron de 195tonCO₂eq aproximadamente para ambas metodologías. Las emisiones generadas por los extintores fueron de 0,15 tonCO₂eq para cada una de las metodologías.

Las tablas 9 y 10, indican que las emisiones indirectas generadas por la electricidad importada fueron de 498tonCO₂eq con la metodología uno y de 591tonCO₂eq con la metodología dos. Esta diferencia se debe al factor de emisión utilizado en cada una de las metodologías. Adicionalmente, esta categoría se caracteriza por tener iniciativas de reducción a partir de la implementación de paneles solares en la empresa.

En la categoría cuatro, las emisiones provenientes por la disposición de residuos sólidos fueron de 100tonCO₂eq con la metodología uno y de 91tonCO₂eq con la metodología dos. Al igual que la categoría dos, la diferencia entre los resultados se debe al factor de emisión usado para cada una de las metodologías. Para esta categoría, la empresa ha empezado a contar con iniciativas de reducción, mediante el aprovechamiento y/o tratamiento de los residuos peligrosos y no peligrosos. Para la misma categoría cuatro, las emisiones generadas en la empresa por la disposición de residuos líquidos fueron de 0,0000104tonCO₂eq para ambas metodologías, debido a que el factor de emisión fue el mismo. Es importante volver a mencionar que para este cálculo, se usó un único dato (DQO), ya que la empresa solo hizo una caracterización del vertimiento durante el año 2022.

Tabla 9

Emisiones generadas en LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología uno

EMISIONES DE GEI GENERADAS EN LABORATORIOS LAPROFF S.A.S DURANTE EL AÑO 2022 MEDIANTE LA HERRAMIENTA DE HUELLA DE CARBONO O METODOLOGÍA UNO					
CATEGORÍA Y/O ALCANCE	SUBCATEGORÍA	FUENTE/ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	EMISION EN tonCO₂eq
Categoría 1: Emisiones directas	Combustión Fija	Fuentes Fijas (Calderas de 50BHP y 100BHP), consumo de gas natural	m ³ /año	88.794	194.72
	Emisiones Fugitivas	Extintores de CO ₂	kg/año	147,2	0,15
Total, Emisiones directas (tonCO₂eq)			194,87		
Categoría 2: Emisiones indirectas por electricidad	Electricidad importada	Consumo de energía eléctrica dentro de la organización	kWh/año	4.689.668	497,68
Total, Emisiones por energía (tonCO₂eq)			497,68		
Categoría 4: Emisiones indirectas por productos que usa la organización	Disposición de residuos sólidos	Fracción orgánica de los residuos no aprovechables generados por la empresa	kghúmedo/año	64.644	99,51
	Disposición de residuos líquidos	Vertimiento industrial tratado	mg/LañoO ₂	1858	0,0000104
Total, Emisiones por productos (tonCO₂eq)			99,51		
TOTAL, EMISIONES (tonCO₂eq)			792.06		

Tabla 10

Emisiones generadas en LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología dos

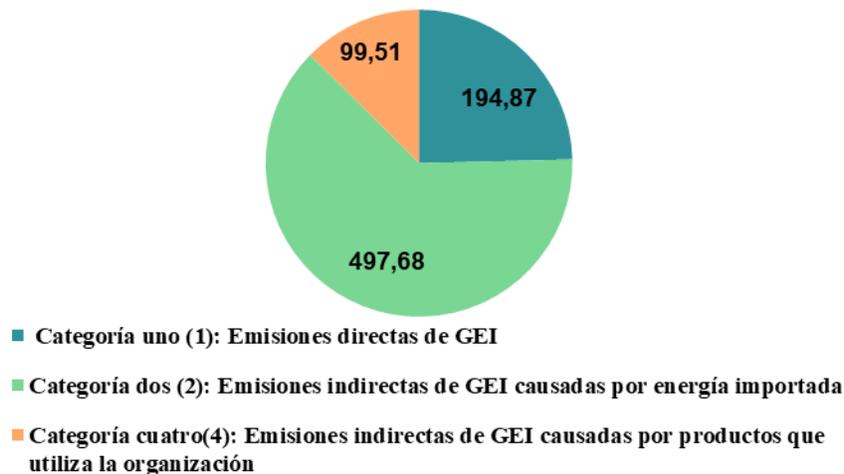
EMISIONES DE GEI GENERADAS EN LABORATORIOS LAPROFF S.A.S DURANTE EL AÑO 2022					
MEDIANTE EXCEL O METODOLOGÍA DOS					
CATEGORÍA Y/O ALCANCE	SUBCATEGORÍA	FUENTE/ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	EMISION EN tonCO₂eq
Categoría 1: Emisiones directas	Combustión Fija	Fuentes Fijas (Calderas de 50BHP y 100BHP), consumo de gas natural	m ³ /año	88.794	194,52
	Emisiones Fugitivas	Extintores de CO ₂	kg/año	147,2	0,15
Total, Emisiones directas (tonCO₂eq)				194,67	
Categoría 2: Emisiones indirectas por electricidad	Electricidad importada	Consumo de energía eléctrica dentro de la organización	kWh/año	4.689.668	590,90
Total, Emisiones por energía (tonCO₂eq)				590,90	
Categoría 4: Emisiones indirectas por productos que usa la organización	Disposición de residuos sólidos	Residuos no aprovechables generados por la empresa	kg/año	107.730	90,49
	Disposición de residuos líquidos	Vertimiento industrial tratado	mg/LañoO ₂	1858	0,0000104
Total, Emisiones por productos (tonCO₂eq)				90,49	
TOTAL, EMISIONES (tonCO₂eq)				876,06	

En las figuras 2 y 3 se puede observar que la categoría dos: Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada es la que más aporta a las emisiones totales en Laboratorios Laproff, siguiéndole la categoría uno. La categoría cuatro, es la que menos aporta a la generación de emisiones en la empresa.

Figura 2

Emisiones de GEI en tonCO₂eq generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología uno.

Emisiones de GEI (tonCO₂eq/año) mediante la herramienta de Huella de Carbono Corporativa

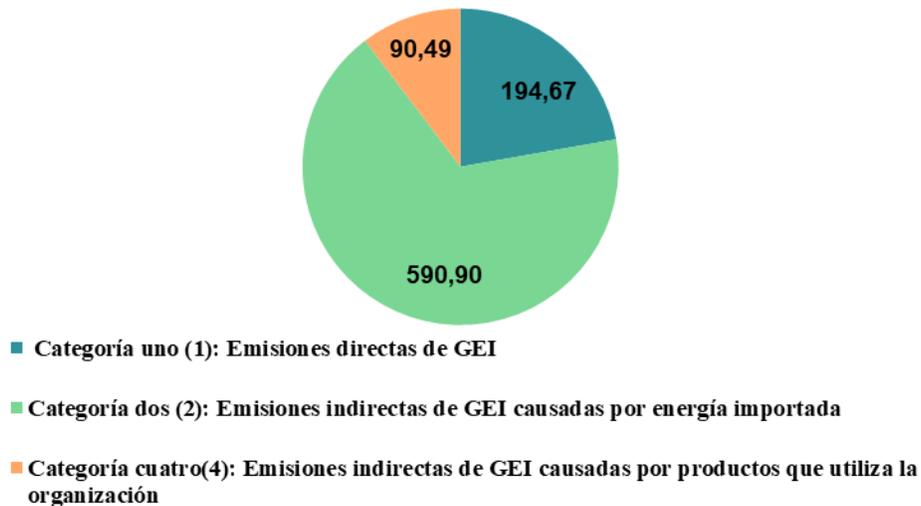


De acuerdo a la Figura 2, la categoría que más genera emisiones corresponde a las causadas por energía importada, el cual, tuvo un valor de 498tonCO₂eq aproximadamente, que equivale al 62,834% de las emisiones totales, la categoría que sigue en cuanto a cantidad, son las emisiones generadas por la combustión, con un aporte del 24,603%, finalmente las emisiones indirectas causadas por productos que utilizan la organización tuvo un porcentaje del 12,563%.

Figura 3

Emisiones de GEI en tonCO₂eq generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S durante el año 2022, mediante la metodología dos.

Emisiones de GEI (tonCO₂eq/año) mediante excel



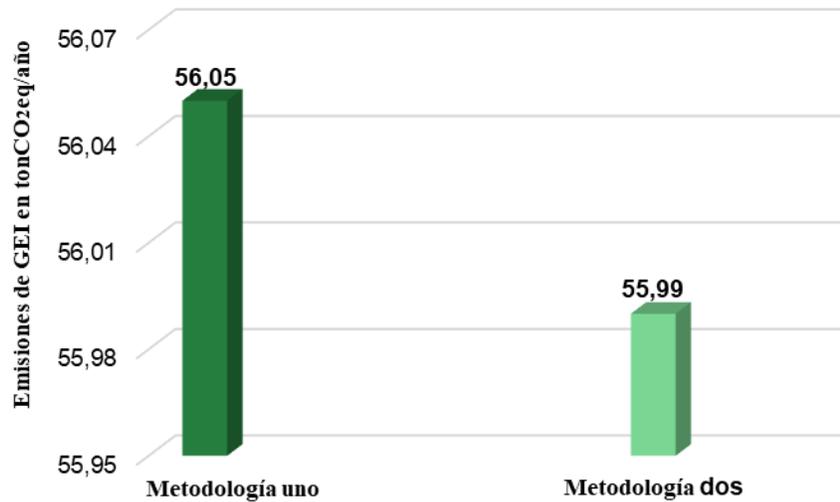
Al igual que la Figura 2, la Figura 3 muestra que la categoría que más genera emisiones corresponde a las causadas por energía importada, el cual, tuvo un valor de 591tonCO₂eq aproximadamente, que equivale al 67,448% de las emisiones totales, la categoría que sigue en cuanto a cantidad, son las emisiones generadas por la combustión, con un aporte del 22,221%, finalmente las emisiones indirectas causadas por productos que utilizan la organización tuvo un porcentaje del 10,329%, mediante la metodología dos.

Las figuras 4, 5, y 6 muestran las emisiones generadas por la empresa Laboratorios Laproff S.A.S durante el año 2022, de acuerdo a las subcategorías más relevantes en el inventario. Las barras de color verde oscuro corresponden a las emisiones calculadas mediante la metodología uno, mientras que las barras de color verde claro corresponden a las emisiones calculadas por la metodología dos.

Figura 4

Emisiones directas anuales en tonCO₂eq provenientes de la caldera de 50BHP de Laboratorios Laproff S.A.S durante el año 2022, con cada una de las metodologías.

Emisión de GEI directa anual proveniente de la combustión estacionaria: caldera de 50 BHP

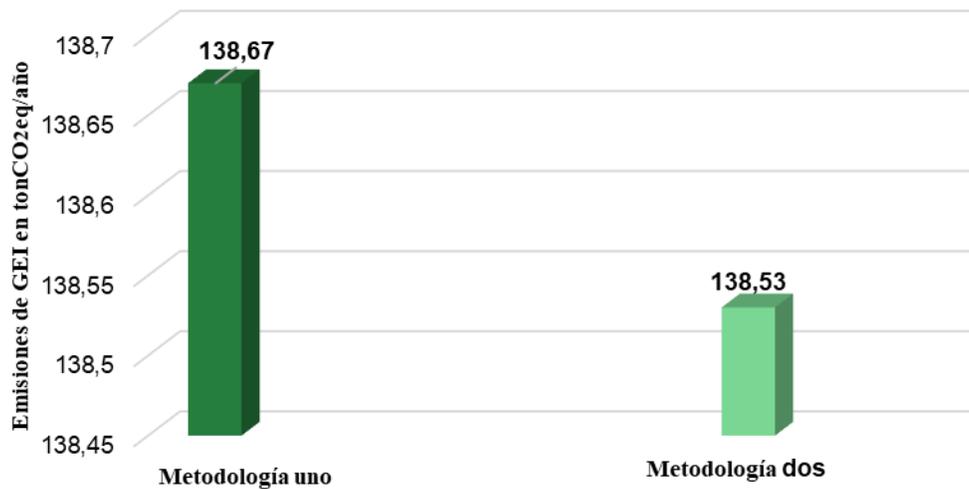


En la Figura 4 se pudo observar que con la metodología uno se tuvo una emisión anual de 56,05 tonCO₂eq provenientes de la combustión de la caldera de 50BHP, mientras que con la metodología dos se tuvo un valor de 55,99 tonCO₂eq. En realidad, la diferencia entre los dos datos es mínima, ya que, al aproximarse los datos para ambas metodologías, se obtiene un valor de 56 tonCO₂eq.

Figura 5

Emisiones directas anuales en tonCO₂eq provenientes de la caldera de 100BHP de Laboratorios Laproff S.A.S durante el año 2022, con cada una de las metodologías

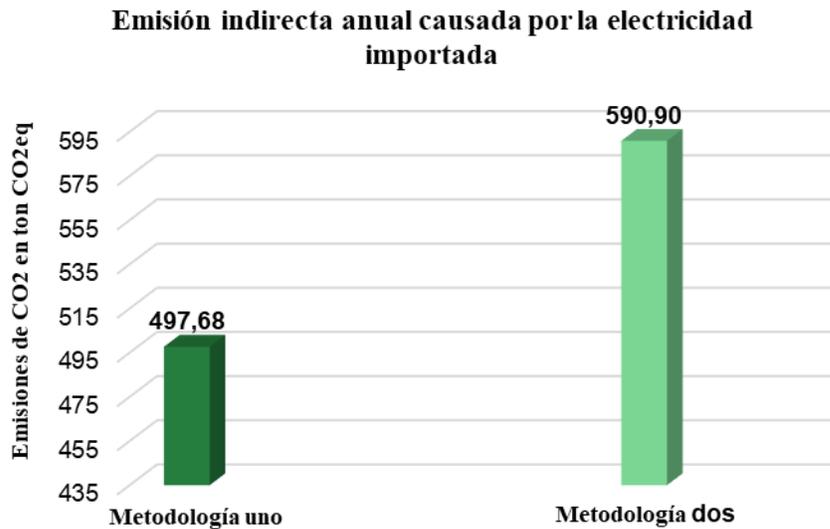
Emisión de GEI directa anual proveniente de la combustión estacionaria: caldera de 100 BHP



En la Figura 5 se pudo observar que con la metodología uno se tuvo una emisión anual de 138,67 tonCO₂eq provenientes de la combustión de la caldera de 100BHP, mientras que con la metodología dos se tuvo un valor de 138,53 tonCO₂eq. La diferencia entre los datos es menor al 0,2 tonCO₂eq, por lo que, al aproximarse los datos para ambas metodologías, se obtiene un valor de 139tonCO₂eq. Se hubiera esperado que al ser una caldera con una potencia dos veces mayor a la de 50BHP, las emisiones también serian el doble a las mostradas en la Figura 4, sin embargo, se pudo ver que las emisiones generadas dependen de la cantidad de combustible consumido durante cada mes.

Figura 6

Emisiones indirectas anuales de GEI en tonCO₂eq generadas por la electricidad importada en Laboratorios Laproff durante el año 2022, mediante las dos metodologías



Esta subcategoría fue la que más aportó en el valor total de emisiones en la empresa durante el año 2022. Mediante la metodología uno, la emisión fue de 498tonCO₂eq aproximadamente, mientras que con la metodología dos, la emisión anual fue alrededor de 591tonCO₂eq. La diferencia entre ambos resultados fue de 93 tonCO₂eq, ya que el factor de emisión utilizado en la Herramienta de Huella de Carbono fue menor, siendo de 0,1062 kgCO₂/KWh, mientras que el factor de emisión usado para Excel fue de 0,126 tonCO₂/MWh, que equivale también a 0,126 kgCO₂/KWh, al hacer la conversión.

5 Conclusiones

Hoy en día es importante que toda organización tenga un compromiso con el medio ambiente a través del Sistema de Gestión Ambiental que tengan implementado, ya que permite dar cumplimiento a la normatividad colombiana vigente, entre ellas, la nueva Ley que exige el Reporte Obligatorio de Emisiones.

En aras de seguir fortaleciendo en LABORATORIOS LAPROFF S.A.S la conciencia del Cambio Climático, se realizó el segundo Inventario de Gases de Efecto Invernadero para el año 2022. Para ello se llevaron a cabo actividades que van desde leer procedimientos propios de la empresa para tener un contexto general, hasta ir a cada una de las diferentes áreas de la empresa solicitando información y explicación de la misma. Por otro lado, es importante mencionar que la socialización de los resultados obtenidos con el diferente personal de la empresa permite que se pueda mejorar la comunicación entre el área de Gestión Ambiental con las demás áreas que de una u otra manera tienen información que es necesario considerarla en los inventarios.

En cuanto a la metodología implementada para este trabajo, se pudo observar que ambas herramientas de cálculo se complementaron, sirvió para poder comparar resultados, ver la diferencia entre los datos obtenidos al usar diferentes factores de emisión, sin embargo, la persona que vaya a realizar el inventario puede usar cualquier herramienta de cálculo, siempre y cuando los factores de emisión sean los apropiados y se revise con cuidado las emisiones obtenidas.

Dentro de los resultados obtenidos, se encontró que el consumo de energía eléctrica es la categoría que más aportó a las emisiones totales generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S, sin embargo, la empresa ha comenzado por ser un pequeño auto generador de energía a través de la instalación e implementación de paneles solares desde septiembre del año 2022 para una de las áreas de la empresa. Adicionalmente se encontró que el consumo de gas natural fue la segunda categoría que más aportó a las emisiones totales de GEI, mientras que la disposición de residuos sólidos y líquidos fue la categoría que menos aportó, esto se debe a que la empresa ha venido trabajando fuertemente en el adecuado manejo de los residuos por medio de las constantes capacitaciones a todas las personas que laboran en la organización, incluido contratistas, además que por ser una empresa farmacéutica, el manejo de los residuos es indispensable para poder seguir laborando en esa área.

Referencias

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2017). *Descripción general de los gases de efecto invernadero*. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- Alarcon, P., & Sarria, A. (2021). *Estimación de la Huella de Carbono de la Producción Farmacéutica en la Empresa Laboratorios AC FARMA S.A., Periodo 2020* [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/74173/Alarc%c3%b3n_TPA-Sarria_LAD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y]. Universidad Cesar Vallejo.
- Alvariño, C. R. (2006). *Ramos Alvariño, 2007*.
- Alvariño, R. (2006). Los residuos en la industria farmacéutica. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 37.
- Andrade-Castañeda, H. J., Arteaga-Céspedes, C. C., & Segura-Madrigal, M. A. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(1), 103–112. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num1_art:561
- BBC News Mundo. (2019). *Cambio climático: los gráficos animados que muestran los 15 países que más CO2 emitieron en los últimos 20 años*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50811389>
- Catalina Guerra García, D. (2014). *Inventario de gases de efecto invernadero generados por actividades agrícolas en el Valle de Aburrá*.
- CLIMATE SCIENCE 2030. (2023). *CLIMATE SCIENCE 2030*. <https://www.scribbr.es/citar/generador/folders/3tX4jnPBrBrsi7UfUs8mrV/lists/2e31VAI6OpHjYPeRVkp9bI/>
- RESOLUCIÓN METROPOLITANA 1371 DE 2022, (2022).
- Fernanda, D., & Rodriguez, V. (n.d.). *DIAGNOSTICO DE CAMBIO CLIMÁTICO Y COMPORTAMIENTO DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN COLOMBIA. DIAGNOSIS OF CLIMATE CHANGE AND BEHAVIOR OF GREENHOUSE GASES IN COLOMBIA*.

- García Vázquez, C. A., & González Santos, A. I. (2022). Obtención y Validación de Modelos de Presión Diferencial en la Sección de Impulsión de una Unidad Manejadora de Aire. *Revista Politécnica*, 50(2), 39–54. <https://doi.org/10.33333/rp.vol50n2.05>
- Norma Técnica Colombiana NTC - ISO 14064-1. 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, (2020).
- IDEAM. (2023). *CAMBIO CLIMÁTICO*. <http://sgi.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
- INGEI. (n.d.). <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/inventario-nacional-de-emisiones-y-absorciones-de-gases-de-efecto-invernadero-ingei/>
- Laboratorios Laproff. (2023, September 19). *Historia*. <https://www.laproff.com/sobre-nosotros>
- Laila Abu Shihab. (2018, April 25). *Así funciona la industria farmacéutica en Colombia*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020, November 26). *Colombia reducirá en un 51% sus emisiones de gases efecto invernadero para el año 2030*. <https://www.minambiente.gov.co/Colombia-Reducira-En-Un-51-Sus-Emisiones-de-Gases-Efecto-Invernadero-Para-El-Año-2030/>.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Resolución Numero 1160 de 2016. *Ministerio de Salud y Protección Social*. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolución_3803_de_2016.pdf
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Fabricación De Productos Farmacéuticos, Sustancias Químicas Medicinales Y Productos Botánicos. “*Estudio Para Conocer Los Potenciales Impactos Ambientales y Vulnerabilidad Relacionada Con Las Sustancias Químicas y Tratamiento de Desechos Peligrosos En El Sector Productivo Del Ecuador*”, 249–259. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/PART3.pdf>
- Moreno, V., Martínez, J., Kravzov, J., Pérez, L., Moreno, C., & Altagracia, M. (2013). Los medicamentos de receta de origen sintético y su impacto en el medio ambiente. *Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas*.
- Olaya E., E., García C., R., Torres P., N., Ferro V., D., & Torres V., S. (2018). Caracterización del proceso productivo, logístico y regulatorio de los medicamentos. *Vitae*, 13(2), 69–82.

Pérez, H., Ramirez, E., Díaz, L., López, S., & Miranda, C. (2017). Control automático del set-point de un sistema de HVAC con Arduino, para un consumo energético eficiente y racional. *Espacios*, 38(61), 5.

“POR MEDIO DE LA CUAL SE IMPULSA EL DESARROLLO BAJO EN CARBONO DEL PAÍS MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE METAS Y MEDIDAS MÍNIMAS EN MATERIA DE CARBONO NEUTRALIDAD y RESILIENCIA CLIMÁTICA y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES” EL CONGRESO DE COLOMBIA DECRETA: TÍTULO I Disposiciones Generales. (n.d.).

POR MEDIO DE LA CUAL SE PROMUEVE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A TRAVÉS DE LA SIEMBRA DE ÁRBOLES Y CREACIÓN DE BOSQUES EN EL TERRITORIO NACIONAL, ESTIMULANDO CONCIENCIA AMBIENTAL AL CIUDADANO, RESPONSABILIDAD CIVIL AMBIENTAL A LAS EMPRESAS Y COMPROMISO AMBIENTAL A LOS ENTES TERRITORIALES; SE CREAN LAS ÁREAS DE VIDA Y SE ESTABLECEN OTRAS DISPOSICIONES. (n.d.).

Ranganathan, J., Smith, B., Aksel, H., Norsk, H., Vicki, H., Cochran, A., Murphy, A. J., Gupta, S., Eaton, R., McMahon, M., Don, B. P., Dow, H., Canada, C., Vanderborght, B., Melanie, H., Kjell, E. K., Norsk, O., Laurent, H., Pricewaterhousecoopers, S., ... Camobreco, V. (n.d.). *DIRECTORES DEL PROYECTO EQUIPO DE GESTIÓN DEL PROYECTO ASESORES ESTRATÉGICOS*.

Reichenbach, A., Bringmann, A., Reader, E. E., Pournaras, C. J., Rungger-Brändle, E., Riva, C. E., Hardarson, S. H., Stefansson, E., Yard, W. N., Newman, E. A., & Holmes, D. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. *Progress in Retinal and Eye Research*, 56(3), S2–S3.

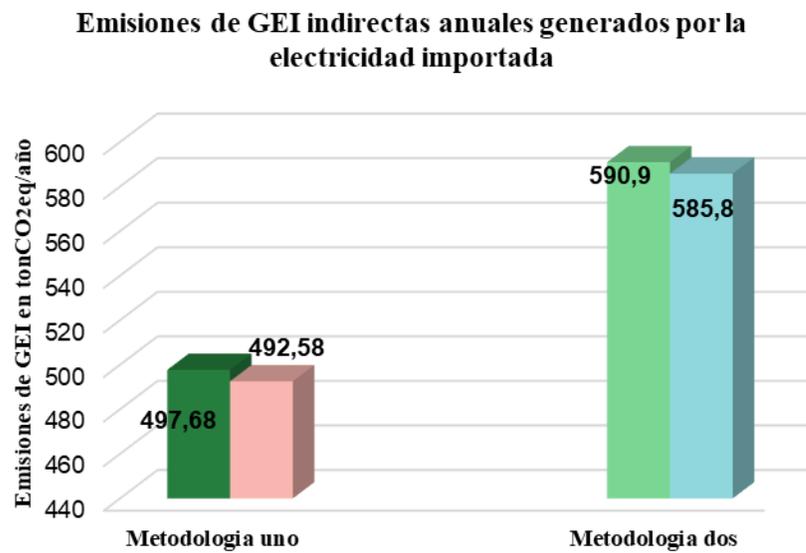
Salazar, E. (2015). *Inventarios de Gases de efecto invernadero de las escuelas primarias de Belén, Heredia, Costa Rica* [https://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v7n2/1659-4266-cinn-7-02-00193.pdf]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tait, K. (2019). Industria Farmaceutica. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo*, 20. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo3/79.pdf>

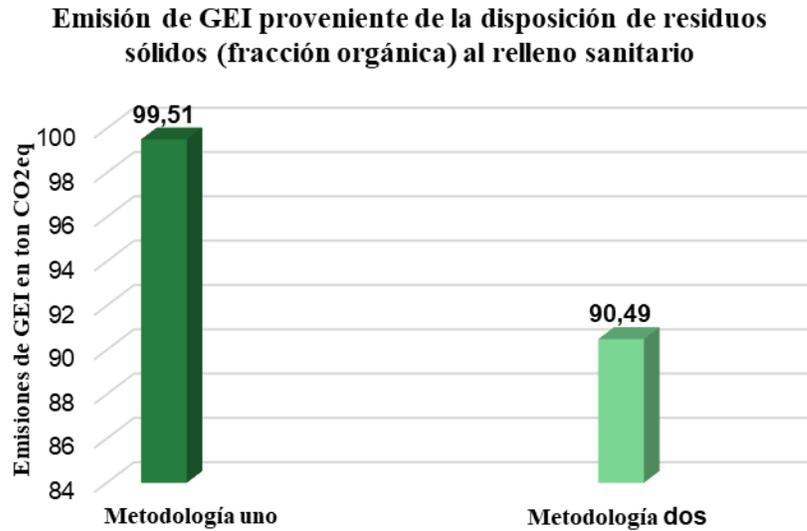
Anexos

Los siguientes anexos contienen imágenes que muestran otros resultados obtenidos en el proceso de trabajo.

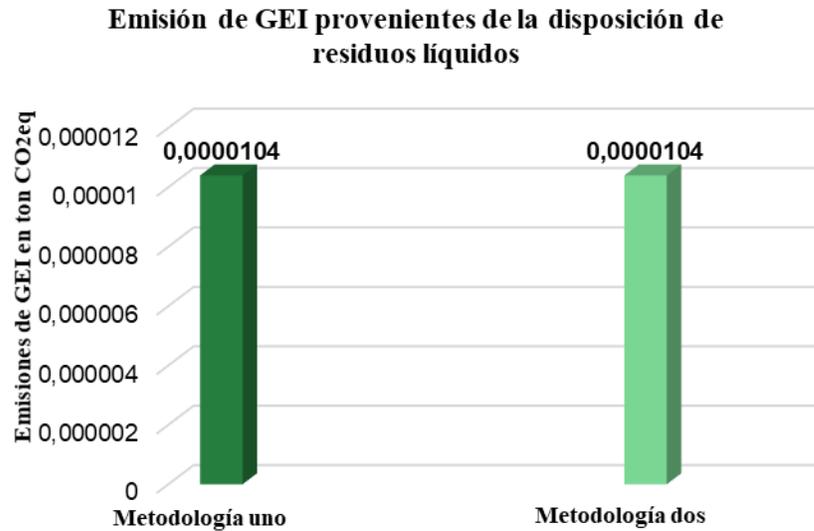
Anexo 1. Emisiones de GEI indirectas anuales generadas por la electricidad importada en LABORATORIOS LAPROFF S.A.S para ambas metodologías, y considerando las iniciativas de reducción.



Anexo 2. Emisiones indirectas de GEI generadas por la disposición de residuos sólidos, (considerando solo la fracción orgánica) al relleno sanitario.



Anexo 3. Emisiones indirectas de GEI generadas por la disposición de residuos líquidos (vertimiento puntual de las aguas residuales industriales) al reactor anaeróbico.



Anexo 4. Emisiones generadas por LABORATORIOS LAPROFF S.A.S, mediante las dos herramientas de cálculo y considerando algunas iniciativas de reducción.

Categoría	Subcategoría	Emisiones en tonCO ₂ eq/año mediante la herramienta de huella de carbono (Metodología uno)	Emisiones en tonCO ₂ eq/año mediante la base de datos, Excel (Metodología dos)	Metodología uno, teniendo en cuenta las iniciativas de reducción	Metodología dos, teniendo en cuenta las iniciativas de reducción
Categoría uno (1): Emisiones directas de GEI	Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria: caldera de 50 BHP	56,05	55,99	No hay iniciativas de reducción	
	Emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria: caldera de 100 BHP	138,67	138,53	No hay iniciativas de reducción	
	Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos: extintores	0,15	0,15	Para el año 2023, se han empezado a cambiar extintores de CO ₂ por extintores multipropósito. Sin embargo, el cambio de los extintores debe ser discutida con las necesidades de Seguridad y Salud en el Trabajo	
Categoría dos (2): Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Emisiones indirectas causadas por la electricidad importada	497,68	590,90	492,58	585,80
Categoría cuatro (4): Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización	Emisiones provenientes por la disposición de residuos sólidos	99,51	90,49	-17,44	-26,46
	Emisiones provenientes por la disposición de residuos líquidos	0,0000104	0,0000104	El sistema de control de pH no es en realidad una iniciativa para disminuir la DBO o DQO, que son los parámetros que mayormente exceden en la norma ambiental y las que hacen peso en las emisiones de GEI	