

# ***Estimación De Huella De Carbono Para La E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe De Tuluá***

*Carbon Footprint Estimation for the Tomas Uribe Uribe De Tuluá Departmental  
Hospital E.S.E.*

<sup>1</sup>***Nini Yojana Rentería Angulo***

<sup>2</sup>***María del Rosario Sánchez Herrera***

***Director María José Virviescas Ospina***

***Codirector Mónica Andrea Martínez Martina***

<sup>1</sup> *Ingeniera Industrial, Especialista en Gestión Ambiental, Unidad*

*Central del Valle del Cauca*

<sup>2</sup> *Ingeniera Industrial, Especialista en Gestión Ambiental, Unidad*

*Central del Valle del Cauca*

<sup>1</sup> [nini.renteria01@uceva.edu.co](mailto:nini.renteria01@uceva.edu.co)

<sup>2</sup> [mariadelrosario.sanchez@uceva.edu.co](mailto:mariadelrosario.sanchez@uceva.edu.co)

## **RESUMEN**

A nivel mundial se sufren los efectos directos del calentamiento global debido a las emisiones de gases de efecto invernadero GEI. diversos estudios (Raya, H.A. et., al,2023; Rodríguez et al., 2020; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023), demuestran que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático y la huella de carbono es un indicador para medir el impacto de este en la atmósfera. Según estudios, el sector salud contribuye en un 4.4% en las emisiones globales (Karlner et., al, 2019, p. 38), es por ello que, el presente artículo de investigación estima la huella de carbono de los alcances 1 y 2 que permita formular estrategias para la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub>e en la E.S.E. Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá, aplicando la metodología ISO 14064-1:2020 para identificar las fuentes, definir la metodología de cuantificación, seleccionar y recopilar los datos, desarrollar los factores de emisión y calcular las emisiones; lo anterior permitió que la E.S.E permite con el primer inventario de emisión de Gases de Efecto Invernadero GEI que aporte a determinar su huella de carbono en el Hospital y observar que las emisiones totales calculadas para los alcances 1 y 2 en el año 2021 corresponden a 1.351.47 y en el año 2022 a 886.23 de toneladas de CO<sub>2</sub>e. Concluyendo que el incremento de las actividades del hospital generó un aumento de emisiones del 19,64% de tCO<sub>2</sub>e en fuentes de emisiones directas

móviles en el año 2022 comparado con 2021 y 16,4% de tCO<sub>2</sub>e indirectas por energía eléctrica en el año 2022 con respecto al año 2021; asimismo, los resultados muestran que el cambio de tecnologías surten un impacto importante en la reducción de emisiones de GEI, como el cambio equipos de aires acondicionados que disminuyó en un 53% las emisiones de CO<sub>2</sub>e directas de la fuente de gases refrigerantes. En consecuencia, el hospital debe implementar estrategias para la mitigación, reducción y/o compensación de las emisiones y reducir su huella de carbono tales como, educación ambiental al personal y partes interesadas, generación de proyectos de eficiencia energética, incluir en un corto plazo la medición del alcance 3, entre otras estrategias que aporten al cumplimiento de sus objetivos estratégicos, al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y contribuir a la salud pública de la región.

**Palabras clave:** *Gases de efecto invernadero, Emisiones CO<sub>2</sub>, Huella de carbono, Medio ambiente, Cambio climático.*

## ABSTRACT

Worldwide, the direct effects of global warming are being suffered due to GHG greenhouse gas emissions. various studies (Raya, H.A. et., al, 2023; Rodriguez et al., 2020; Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge, 2023), show that human activities are the main cause of climate change and the carbon footprint is an indicator to measure the impact of this on the atmosphere. According to studies, the health sector contributes 4.4% to global emissions (Karlner et., al, 2019, p. 38), that is why, this research article estimates the carbon footprint of scopes 1 and 2 that allows formulating strategies for the mitigation of CO<sub>2</sub>e emissions at the E.S.E. Tomas Uribe Uribe Departmental Hospital of Tuluá, applying the ISO 14064-1:2020 methodology to identify the sources, define the quantification methodology, select and collect the data, develop the emission factors and calculate the emissions; the above allowed the E.S.E it allows, with the first GHG emission inventory, to contribute to determining your carbon footprint at the Hospital and observe that the total emissions calculated for scopes 1 and 2 in 2021 correspond to 1,351.47 and in 2022 to 886.23 tons of CO<sub>2</sub>e. Concluding that the increase in the hospital's activities generated an increase in emissions of 19.64% tCO<sub>2</sub>e in mobile direct emission sources in 2022 compared to 2021 and 16.4% tCO<sub>2</sub>e indirect by electric energy in 2022 compared to 2021; also, the results show that the change of technologies have an important impact on the reduction of GHG emissions, such as the change of air conditioners that decreased by 53% the CO<sub>2</sub>e emissions directly from the source of refrigerant gases. Consequently, the hospital must implement strategies for the mitigation, reduction and / or compensation of emissions and reduce its carbon footprint such as, environmental education to staff and interested parties, generation of energy efficiency projects, include in a short term the measurement of scope 3, among other strategies that contribute to the fulfillment of its strategic objectives, the fulfillment of the sustainable development goals and contribute to the public health of the region.

**Keywords:** *Greenhouse gases, CO<sub>2</sub> emissions, Carbon footprint, Environment, Climate change.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es un fenómeno que ha incrementado de la mano con el aumento de CO<sub>2</sub> atmosférico, lo cual se debe a la intensificación de los gases de efecto

invernadero (Caballero et al., 2007). Diversos estudios ( IPCC, 2022; OMS, 2016; Raya, H.A. et., al, 2023; Rodriguez et al., 2020; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023), demuestran que la actividad humana está asociada al calentamiento global y este a su vez con el cambio climático, este ha sido catalogado como una amenaza a la salud de las personas y se presenta como un desafío para mitigar, reducir y compensar las emisiones a través de la disminución de la producción de los GEI. Una cantidad de GEI que es liberada a la atmósfera directa o indirectamente como consecuencia de una actividad humana se denomina huella de carbono (Balkenhol et., al, 2018)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016), la contaminación del aire es la principal causa ambiental de muerte prematura en el mundo, cifra significativa debido a que el 92% de la población global vive en sitios donde los niveles de calidad del aire no rigen de acuerdo con las directivas de la OMS. “La Huella de Carbono, es un indicador que busca cuantificar la cantidad de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (directas e indirectas), medidas en emisiones de CO<sub>2</sub>e, que son liberadas a la atmósfera dado a las actividades humanas” (Ministerio de Medio Ambiente, s.f, p.1). La huella de carbono ha presentado un aumento con el tiempo, pues las Naciones Unidas (2020) indican que desde el año 2010, las emisiones de gases que causan el calentamiento global, sin contemplar aquellas producidas por el uso de la tierra, éstas son más inciertas y variables, indicando un crecimiento promedio anual del 1,3%. En 2019, el aumento fue más pronunciado y llegó a un 2,6% debido al gran aumento de incendios forestales, de esta forma en el 2019, y por tercer año consecutivo, las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero se situaron en un máximo histórico, según un nuevo informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (Naciones Unidas, 2020).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) estableció el Protocolo de Kyoto en 1997, el cual establece obligaciones para los países industrializados a reducir sus emisiones de GEI. Además, se han implementado diversas iniciativas para reducir las emisiones de GEI (Álvarez-Espinosa et al., 2015) y frenar el cambio climático (Dormido et al., 2022), entre ellas el Acuerdo de París (2015), dicho acuerdo tiene como objetivo principal limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2 °C (grados Celsius) por encima de los niveles preindustriales, y preferiblemente a 1,5 °C (grados Celsius), para evitar los peores efectos del cambio climático. En este sentido, la medición de la huella de carbono se ha convertido en una herramienta fundamental para el seguimiento y evaluación de los compromisos adquiridos por los países.

Ahora bien, la atmósfera terrestre está compuesta por una variedad de gases, algunos de los cuales son gases de efecto invernadero (GEI), dañinos para el medio ambiente (Coronado-Montecél, 2016; Ministerio de desarrollo sostenible y planificación viceministerio de medio ambiente y recursos naturales, 2003), los GEI son aquellos gases que se acumulan en la atmósfera y contribuyen al calentamiento global de la Tierra (Olivo y Soto-Olivo, 2010). En el mundo existen 19 gases, pero no todos son considerados como gases efecto invernadero, según las Naciones Unidas (1998) se consideran los 6 GEI identificados como: “dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), El metano (CH<sub>4</sub>), El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Los hidrofluorocarbonos (HFC), El perfluorocarbono (PFC), El hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

("Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). A nivel mundial, un 74% corresponde a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mientras que en América Latina su presencia representa el 51%. El metano a nivel mundial tiene una presencia de 16%, mientras que en la región es el doble (31%). El óxido nitroso por su parte representa un 8% a nivel mundial, mientras que en la región su participación es de 18%” (Frohmann, 2013, p.14)

A este programa de las naciones unidas para el medio ambiente, la organización Meteorológica Mundial (OMM, 2019) refiere que en el contexto colombiano, el total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para 2012 fueron de 178,25 MtCO<sub>2e</sub>, correspondiente al 0,4% del total de emisiones mundiales aproximadamente, lo cual, entre los 32 países de Latino América y el Caribe, Colombia se ubica en el puesto número 5 de emisores de GEI, estando en los primeros puestos como principales emisores, Brasil, México y Argentina. Es por ello, que a nivel nacional, Colombia ha implementado diversas políticas y estrategias para la reducción de emisiones de GEI, como el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, que establece la meta de reducir las emisiones en un 51% para 2030.

Dentro del marco normativo que rige la gestión de cambio climático, el Gobierno colombiano cuenta con el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), con una Política Nacional de 2016, es emitida por el Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, y la Ley 1931 de 2018, la Ley 1844 de 2017, es emitido por el Congreso de la República de Colombia, donde aprueba el Acuerdo de París y el Plan Nacional de Adaptación, entre otros, que buscan guiar las políticas e iniciativas del país en las cuestiones ambientales que permitan al país llegar a resultados positivos frente a los compromisos adquiridos (Cardona et., al, 2020). De acuerdo con los postulados de Cardona et al. (2020) la Estrategia 2050 de Colombia está comprometida con fomentar el sector agropecuario, generar sistemas de ciudades sostenibles e integradas a sus regiones, contar con infraestructura y sistemas de movilidad eficientes, gestionar la biodiversidad y el recurso hídrico de forma integral, teniendo en general una menor incidencia o severidad de los impactos por cambio climático.

Entrando en el contexto del departamento, “el Valle del Cauca se ha posicionado históricamente entre los departamentos colombianos que más emisiones aportan al inventario nacional de gases efecto invernadero en la cuarta posición con 16,5 millones de toneladas de

CO<sub>2</sub>e en 2012.” (Corporación autónoma regional del Valle del Cauca, CVC, 2020, p. 6). En el ámbito departamental, el Valle del Cauca ha implementado diversas iniciativas para reducir su huella de carbono, incluyendo la promoción del uso de energías renovables y la implementación de políticas de transporte sostenible. En el caso particular de Tuluá, municipio ubicado en el Valle del Cauca, se ha identificado la necesidad de medir su huella de carbono para conocer el impacto ambiental y diseñar estrategias para su reducción (López-Cardona y Orrego-Montañez, 2020). En este sentido, la medición de la huella de carbono en el sector salud de Tuluá se convierte en un tema relevante, ya que este sector es responsable de una parte significativa de las emisiones de GEI en la región.

Esta lucha contra el cambio climático en el departamento, mediante la implementación de medidas para reducir su huella de carbono en diferentes sectores, incluye el sector salud, el cual es crucial para que las autoridades y la sociedad en general tomen conciencia de la importancia de reducir la huella de carbono para proteger el medio ambiente y la salud pública, y trabajen juntos para lograr un futuro más sostenible y saludable. Pues, además, el sector salud en:

Colombia se ha comprometido con la reducción de su huella de carbono a través “de la agenda global para hospitales verdes y saludables, el Ministerio de Salud y Protección Social, en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, desarrollan en el marco del programa Hospitales Verdes y Saludables la línea de Construcción Sostenible para Infraestructura de Salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2021, p.27).

Siendo el cambio climático un asunto de salud pública; la huella de carbono representa una parte esencial de la huella ecológica (Smith-Rodríguez y De Titto, 2018) de cada industria o persona, ya que con esta se puede medir las emisiones de gases de efecto

invernadero que se produce de forma indirecta o directa, en otras palabras, se puede decir que es una herramienta que ayuda a medir y a establecer indicadores del impacto que se tiene sobre el cambio climático. Los países industrializados han desarrollado sus propios factores de emisión, sólo un limitado número de países en desarrollo lo han hecho, por dificultades técnicas y altos costos. Si el sector de la salud fuese un país, sería el quinto emisor más grande del mundo. Eso indica el nuevo reporte Huella climática del sector de la salud. (Karliner et al., 2019).

"El sector de la salud es responsable del 4.4% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero" (Karliner et., al, 2019, p. 38). Es por eso que los hospitales y centros de salud deben implementar estrategias para reducir su huella de carbono, incluyendo la gestión adecuada de residuos, la promoción de la movilidad sostenible y la implementación de prácticas de eficiencia energética. Las acciones por el clima que adopte el sector de la salud son ambiciosas según lo definido en el Acuerdo de París, requerirán que los establecimientos, sistemas y ministerios de salud trabajen con los fabricantes y los proveedores de bienes y servicios del sector a fin de alcanzar emisiones netas cero para el año 2050 o antes; el sector salud debe llevar adelante esta iniciativa y, al mismo tiempo, lograr objetivos globales de salud, como la cobertura universal de salud, y trabajar para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible que se plantea tanto al nivel nacional como internacional.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo explorará la huella de carbono del Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe, ubicado en la ciudad de Tuluá Valle, analizando factores que influyen en ella y se discutirán las posibles soluciones para reducir la emisión de gases de efecto invernadero en el hospital. A través de esta investigación, se busca concientizar al sector sobre la importancia de la huella de carbono y cómo su reducción puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático.

Hoy en día todas las organizaciones de los diferentes sectores económicos incluyen el término de desarrollo sostenible en su direccionamiento estratégico, sin que esto signifique la incorporación de estrategias y buenas prácticas que del alcance al cumplimiento de este concepto. Surgiendo el concepto de desarrollo sostenible, que pretende reconciliar los aspectos económico, social y ambiental de las actividades humanas. Fue descrito por primera vez en el informe de la Comisión Brundtland “Nuestro futuro común”, publicado en 1986. Este documento señala que “desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas propias” (Smith-Rodríguez y De Titto, 2018, p.8), exhortando los conceptos de justicia intra e intergeneracional. En términos de desarrollo sostenible y sus dimensiones social, ambiental y económica, un hospital sostenible es aquel que realiza sus procesos y actividades para el cuidado de la salud de las personas de manera tal que resulte viable económicamente, sensible a las necesidades sociales de la comunidad a la que pertenece y respetuoso del ambiente. (Smith-Rodríguez y De Titto, 2018).

Como entidad de salud que contribuye de manera significativa al cambio climático, se hace necesario establecer de manera cuantitativa la medición de huella de carbono generada por la actividad desarrollada en el hospital, verificando el impacto de los alcances 1 correspondiente a emisiones directas, las cuales son fuentes propias o controlada por la empresa y alcance 2 definidas como emisiones indirectas por consumo y distribución de energía, determinando las estrategias que contribuyan a la mitigación del cambio climático a través de la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>e.

Dado que el objetivo final del sector es preservar la salud de las personas, un hospital sustentable tiene la responsabilidad de prevenir enfermedades, atender, diagnosticar y dar tratamiento a los pacientes mediante el uso eficiente de los recursos naturales con el menor

impacto ambiental, para ello debe implementar estrategias y acciones que limiten su propia huella de carbono. (Smith-Rodríguez y De Titto, 2018).

“En este escenario, cabe pensar en el hospital como una organización donde las dimensiones ambiental, económica y social están presentes” (Smith-Rodríguez y De Titto, 2018, p.8); y dentro del plan de Desarrollo de la E.S.E. Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá contempla objetivos estratégicos que determinan sus propósitos de ser un Hospital sostenible, pretendiendo prestar servicios de mediana y alta complejidad, ambulatorios, de internación, apoyo diagnóstico y terapéutico con el menor impacto al ambiente. Según datos financieros y de producción del informe de rendición de cuentas 2022 (E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uirbe de Tuluá,2022), la venta de servicios de salud se incrementó en un 447%, pasando de \$23.843 millones de pesos en 2016 a \$130.336 millones de pesos en 2022, así también la producción de servicios de salud incrementó en más de 330% y por ende la tecnología industrial, biomédica y de sistemas de información que pasó de contar con 804 equipos en 2018 a 2.996 equipos en el año 2022,

Asimismo, el número de trabajadores pasó de 349 en el año 2016 a 1007 trabajadores a diciembre de 2022, crecimiento en vehículos propios pasando de 1 a 4 ambulancias, 3 de ellas medicalizadas y 1 microbús para uso administrativo. Los datos de crecimiento del hospital conllevan a un aumento de sus emisiones de GEI no cuantificado, ya que no existen estudios o mediciones previas del inventario de emisiones CO<sub>2</sub>e. Correlacionando la actividad humana con las emisiones de CO<sub>2</sub>, el hospital indudablemente también incrementó el consumo de energía eléctrica, generación de residuos peligrosos (infecciosos, biológicos, químicos y radioactivos) y no peligrosos (biodegradables, reciclables y ordinarios), el uso de gas natural, incremento de aires acondicionados, entre otras actividades que generan emisiones de CO<sub>2</sub>.

La E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá se beneficiará de los resultados de esta investigación ya que contará con su primer inventario de gases de efecto invernadero, permitiendo cuantificar y actualizar su huella de carbono y obtener datos confiables para definir estrategias de mitigación, reducción y compensación de sus emisiones de CO<sub>2</sub>e en los próximos años, además, apoyar al país en los compromisos adquiridos y mejorar la salud pública. Hasta la fecha el hospital no ha estimado los impactos ambientales relacionados con la emisión de gases de efecto invernadero y tampoco se ha identificado las principales fuentes de emisiones directas e indirectas para tomar acciones frente a ello. Lo anterior motiva a establecer claramente el impacto particular del hospital en el cambio climático, y específicamente la huella de carbono generada por la emisión de sus fuentes directas e indirectas, que permitan diseñar estrategias para la reducción o mitigación, apuntando no solo a los propósitos institucionales, sino también a contribuir con el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el medio ambiente, definidos por las Naciones Unidas (2015). Asimismo, generar mayor competitividad en el sector y, como institución de referencia del centro y norte del Valle del Cauca, incentivar a otras instituciones a replicar estas buenas prácticas, siendo referentes en la implementación de estrategias que aporten al cumplimiento de los propósitos internacionales, nacionales y departamentales para la mitigación del cambio climático a través de la disminución de las cantidades de CO<sub>2</sub>e generadas por las actividades del sector salud.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Medir la huella de carbono de los alcances 1 y 2 que permita formular estrategias para la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub>e en la E.S.E. Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá.

## **Objetivos específicos**

- Identificar e inventariar las fuentes generadoras de CO<sub>2</sub>e en las actividades de la E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá.
- Cuantificar las emisiones GEI que son liberadas de forma directa e indirecta a la atmósfera, como resultado de las actividades de la E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá y analizar los resultados.
- Formular estrategias para mitigar o reducir la huella de carbono generada por las actividades de la E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

El proyecto de investigación de GEI (o huella de carbono) se realizó bajo la metodología NTC ISO 14064-1:2020 que es un referente metodológico que “ofrece claridad y coherencia en la cuantificación, el seguimiento, la elaboración del informe y la validación o verificación de emisiones y remociones de GEI, también permitió identificar las principales fuentes de GEI, que permitan formular soluciones reales y objetivas entorno a la disminución de sus emisiones” (CO<sub>2</sub>CERO, 2022, p.5).

Permitirá a la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá, comprender su contribución a las emisiones de GEI y generar información relevante para la toma de decisiones en materia de mitigación y sostenibilidad. La NTC ISO 14064-1:2020

Es una norma desarrollada por el Comité Técnico ISO/TC 207 de Gestión Ambiental de la Organización Internacional de Normalización y está constituida por tres partes que en conjunto permiten cuantificar, seguir, informar y verificar las emisiones y remociones de GEI de una organización. (Ardila-Meléndez y Tovar-Londoño, 2022, p.18).

## **Selección del periodo año base**

El período del presente inventario de GEI está comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2021 y, del 1 de enero al 31 de diciembre de 2022. El año 2021 fue el primer ejercicio de contabilización de la huella de carbono para la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá.

## **Definición de los límites del sistema**

### ***Límites organizacionales***

Para la elaboración del inventario, se tuvo en cuenta las emisiones generadas en la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá ubicada dentro del Valle del Cauca, en la Calle 27 #38 – 02 Esquina, Tuluá. En estas locaciones se llevó a cabo la recolección de datos de actividad requeridos como parte de los alcances 1 y 2 indicadas por la norma NTC ISO 14064-1:2020.

### ***Límites Operacionales***

Para el desarrollo del inventario, los límites operativos incluyen los alcances 1 y 2, correspondientes a Categorías 1 y 2 de la ISO 14064-1:2020, relacionados con identificación de emisiones directas (alcance 1) y las emisiones indirectas por el consumo de energía eléctrica (alcance 2), Sin embargo, debido al tiempo determinado para la investigación, se excluye el alcance 3 correspondientes al transporte tercerizado, bienes, servicios e insumos. Los límites del informe tienen como fin separar y definir las emisiones producidas por las operaciones de la organización.

## **Identificación de Fuentes por tipo**

### ***Alcance 1: emisiones y remociones directas***

Son las emisiones que ocurren en fuentes que son propiedad de la empresa o están controladas por ella. En esta investigación específicamente las emisiones que se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Fuentes de Emisión Directas de la E.S.E Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá

Tipo	Fuente
Fuentes fijas	Caldera, Estufas, Plantas eléctricas, Guadaña, Sopladora
Fuente móvil	Flota vehicular
Extintores	Extintores de CO <sub>2</sub>
Equipos de refrigeración	Aires acondicionados

*Fuente: Elaboración propia*

**Alcance 2: emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada**

Estas emisiones incluyen las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por el Hospital. Las fuentes determinadas se describen a continuación en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Fuentes de Emisión Indirectas causadas por energía importada por la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá

Tipo	Fuente
Energía eléctrica	Iluminación y equipos eléctricos

*Fuente: Elaboración propia*

**Recopilación de los Datos de Actividad y Muestra**

Para la adecuada recolección retrospectiva de la información para el desarrollo de la investigación se utilizaron herramientas de recolección y consolidación de los datos, con las variables identificadas.

### ***Emisiones directas***

Las emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI) son aquellas que se generan dentro de la organización y que son propiedad o están bajo el control directo de la misma. Estas emisiones incluyen:

- Extintores: Para el inventario de emisiones GEI, se utilizaron únicamente los gases en extintores de CO<sub>2</sub>, ya que “estos gases son los que tienen potencial de calentamiento global” (Gaia, 2017, p.13)

Para la recolección de información de fugas:

Se realizó un inventario de la cantidad de extintores que hay en el Hospital, para un total de 43 para 2021 y 2022, se clasifican por tipo de gas, seleccionando los dos que aplican para el inventario GEI; dentro de este inventario también se registra la capacidad de cada uno de los extintores, con el fin de determinar la cantidad de libras o kilogramos de cada tipo de estos gases, finalmente este dato permite convertir la totalidad de gases en kilogramos o toneladas de CO<sub>2</sub>e utilizando los factores de conversión de cada uno (Gaia, 2017, p.13).

Consumos de combustibles: Los combustibles fósiles a utilizar en las variables identificadas en el Hospital son:

- Gas natural para caldera 1 y 5 estufas industriales.
- Diésel para las 2 plantas de electricidad (1 con capacidad de 200 galones de ACPM  
Gasolina para la 1 guadañadora y 1 sopladora.

- Diésel y gasolina para la flota vehicular (3 en el año 2021 y 5 vehículos en el año 2022).

Para el caso de la gasolina y el diésel, el consumo se estimó a partir de información obtenida por registros contables internos recolectados en el Hospital. Por parte del consumo de gas natural, con las facturas de consumo.

- Fugas de gases refrigerantes: La institución tiene equipos de frío en sus instalaciones a las cuales les realiza mantenimiento con un proveedor que indica la cantidad de gas y el tipo de gas recargado en los equipos que fueron susceptibles de mantenimientos correctivos.

### ***Emisiones indirectas***

Consumo de energía eléctrica: Los valores de los consumos de energía eléctrica total por parte del hospital fueron recolectados a partir de las facturas de consumo entregadas por la entidad prestadora de este servicio.

### **Selección de los Factores de Emisión y Potenciales de Calentamiento Global**

Una vez identificadas las fuentes de emisión, se seleccionaron los factores de emisión (FE) y potenciales de calentamiento global (PCG) requeridos para la consolidación del inventario.

#### ***Selección de factores de emisión***

La selección de factor de emisión (FE), se llevó a cabo de acuerdo con el siguiente orden de prioridad: Factores de emisión nacionales (Nivel 2): Se utilizaron los FE (factores de emisión) oficiales del país para la elaboración del inventario. Estos fueron aplicados a los combustibles fósiles (año de actualización: 2016) y la energía eléctrica (año de actualización: 2022). Y factores de emisiones internacionales (Nivel 1): Cuando no hubo FE nacionales o

propios, se utilizaron aquellos disponibles, generados por una metodología avalada y en lo posible por una organización reconocida.

Todos los factores de emisión empleados corresponden a fuentes confiables y apropiadas para el fin del inventario, adicionalmente, se emplearon aquellos que se encontraron más actualizados. A continuación, en la Tabla 3, se hace un resumen de los factores de emisión utilizados.

**Tabla 3.** Factores de Emisión utilizados

Carga ambiental	Factor de emisión	Unidad	Fuente bibliográfica
Gas Natural Genérico  (fuente fija)	1,98	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	UPME, 2016
	0,0000357	kg CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>	UPME, 2016
	0,0000036	kg N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup>	UPME, 2016
Diesel (fuente fija)	10,18	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000010	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016
	0,0000060	kg N <sub>2</sub> O/ gal	UPME, 2016
Biodiesel (fuente fija)	6,88	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000026	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016

	0,0000050	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Gasolina Motor (fuente fija)	8,81	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000027	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000005	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Etanol anhidro (fuente fija)	5,92	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000015	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000003	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Gasolina Motor (fuente móvil)	8,81	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000293	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000028	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Etanol Anhidro (fuente móvil)	5,92	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000088	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000200	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Diesel (fuente móvil)	10,18	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000037	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016

	0,000037	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Biodiesel (fuente móvil)	6,88	kg CO <sub>2</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000034	kg CH <sub>4</sub> /gal	UPME, 2016
	0,000034	kg N <sub>2</sub> O/gal	UPME, 2016
Energía eléctrica	0,126	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	UPME, 2022

*Fuente: elaboración propia*

#### **Potenciales de calentamiento global**

Se utilizaron los potenciales de calentamiento provenientes del informe de reevaluación AR6 del Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (IPCC, 2022). Los PCG utilizados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Potenciales de calentamiento global

Carga ambiental	Potencial de calentamiento Global	Unidad	Fuente bibliográfica
CO <sub>2</sub>	1,0	kg CO <sub>2</sub> e/kg CO <sub>2</sub>	IPCC-Sixth Assessment report, 2021 (AR6)]

CH <sub>4</sub> Bio	27,9	kg CO <sub>2</sub> e/kg CH <sub>4</sub>	IPCC-Sixth Assessment report, 2021 (AR6)
CH <sub>4</sub> fósil	29,8	kg CO <sub>2</sub> e/kg CH <sub>4</sub>	IPCC-Sixth Assessment report, 2021 (AR6)
N <sub>2</sub> O	273,0	kg CO <sub>2</sub> e/kg N <sub>2</sub> O	IPCC-Sixth Assessment report, 2021 (AR6)
R22	1960,0	kg CO <sub>2</sub> e/kg R22	IPCC-Sixth Assessment report, 2021 (AR6)
R410A	2.255,5	kg CO <sub>2</sub> e/kg R410A	Calculado a partir de la composición porcentual indicada con los valores del AR6

**Fuente:** elaboración propia

**Muestra**

Para el proyecto de investigación cuantitativo se requiere recolectar el universo de los datos del alcance 1 y 2 del periodo evaluado, con el fin de obtener mayor precisión y confiabilidad en el inventario de GEI.

### **Selección del modelo de cuantificación**

Se puede medir la cantidad de emisiones utilizando métodos directos de medición, balances de masa y relaciones estequiométricas. No obstante, la metodología más comúnmente utilizada para este fin consiste en el uso de factores de emisión.

Los factores de emisión se establecen como proporciones que permiten calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en relación con una unidad funcional o una actividad específica. Por lo general, el uso de estos factores requiere considerar el potencial de calentamiento global para expresar la cantidad de GEI emitida en la unidad estándar CO<sub>2</sub>e, según corresponda. La fórmula general usada para el cálculo de las emisiones GEI en el presente inventario es:

$$\begin{aligned} &= \textit{Emisiones CO}_2 \\ &= \textit{carga ambiental} \times \textit{Factor de emisión} \\ &\quad \times \textit{Potencial de calentamiento global} \end{aligned}$$

Los potenciales de calentamiento global empleados son los más recientes, los cuales fueron publicados por el IPCC en su sexto informe de evaluación, conocido como AR6.

### **Cálculo de las emisiones de GEI**

De acuerdo con el modelo de cuantificación seleccionado, se realiza el cálculo de las emisiones de GEI en el Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe, teniendo en cuenta los alcances 1 y 2, y el año base seleccionado 2021 y comparado con las emisiones del año 2022. La herramienta utilizada para la cuantificación de las emisiones fue elaborada por la empresa

CO2 Cero, la cual fue creada para el proyecto de valle carbono neutro, liderado por la Gobernación del Valle del Cauca en articulación con la CVC e ICONTEC .

### **Inventario de GEI del año base**

En el proceso de evaluación y seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Hospital, es sumamente importante presentar los resultados de manera transparente y comprensible. Esto no solo es esencial para informar a todas las partes interesadas, sino también sirve como base para futuras estrategias y acciones de reducción de GEI.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El presente artículo describe los principales resultados obtenidos del inventario de gases de efecto invernadero para el año 2021 y 2022 de la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá de acuerdo con los lineamientos metodológicos de la NTC ISO 14064-1:2020, considerando los alcances 1 y 2 correspondientes a las categorías 1 y 2 descritos en la norma técnica en mención.

La presente investigación permitió la identificar las principales fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> de la institución las cuales fueron validadas con personal idóneo del hospital y descritas el en presente documento en las tablas N°1 y N°2, como se muestra a continuación:

#### **Identificación GEI por Fuente y Actividad**

Para la investigación se identifica y documentan todas las fuentes importantes del hospital Departamental Tomas Uribe Uribe, teniendo en cuenta los límites de organizacionales y operacionales

#### ***Fuentes de emisiones directas***

La Tabla 5 contiene las fuentes de emisión directas identificadas y consideradas en el presente inventario.

**Tabla 5.** Fuentes de Emisión Directas identificadas

<b>Tipo</b>	<b>Dato de actividad</b>	<b>Gas de efecto invernadero</b>
Caldera y Estufas	Consumo de Gas Natural	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Plantas eléctricas	Consumo de Diesel	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Guadaña y Sopladora	Consumo de Gasolina	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Flota vehicular	Consumo de Gasolina y Diesel	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O
Extintores	Recarga de extintores de CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Aires acondicionados	Recargas de equipos	R410A, R422D

**Fuente:** Elaboración propia

### **Fuentes de emisiones indirectas por energía importada**

Corresponden al consumo de energía eléctrica requerido para el funcionamiento de equipos industriales, iluminación interna y perimetral, equipos de comunicación, equipos de cómputo, electrodomésticos, entre otros. En la Tabla N 4. Fuentes de Emisión Indirecta por Energía Importada identificadas se mencionan las fuentes de emisión indirectas.

**Tabla 6.** Fuentes de Emisión Indirecta por Energía Importada identificadas

Tipo	Dato de actividad	Gas de efecto invernadero
Energía eléctrica	Energía eléctrica adquirida	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O

**Fuente:** Elaboración propia

Asimismo, cuenta con el primer inventario de huella de carbono del Hospital con una incertidumbre de los datos de +- 35.48% en el año 2021 y 19.21% en el año 2022. Lo anterior nos llevó a contar con información suficiente para proponer estrategias o medidas de mitigación a corto, mediano y largo plazo.

Los resultados de las emisiones correspondientes al año base 2021, ofrecen una línea de base sólida para realizar comparación con el año 2022, ya que esto permite evaluar con precisión el impacto de cualquier cambio operativo o medida de mitigación que se hayan implementado de un año a otro.

En la tabla 7 se relaciona el resultado final de las emisiones directas e indirectas de las principales fuentes de emisión de GEI de los alcances 1 y 2 del Hospital Departamental

Tomas Uribe Uribe de Tuluá, descritos en las tablas 1 y tabla 2. Para el año 2021 se observa como resultado de inventario de Huella de Carbono un total de 1.351.47 tCO<sub>2</sub>e, con una incertidumbre de +/- 35,48%. La fuente más representativa en aporte de GEI al interior de la organización, son las emisiones directas por gases refrigerantes, cuyo resultado es de 954,46 tCO<sub>2</sub>e.

**Tabla 7.** Inventario de emisiones de GEI año 2021

Fuentes de Emisión	tCO <sub>2</sub>	tCH <sub>4</sub>	tN <sub>2</sub> O	tHCF-C-HFC	tSF <sub>6</sub>	tCO <sub>2</sub> e	% Categoría	% Inventario GEI	Incertidumbre
Fuentes fijas	135,49	0,00	0,00	0,00	0,00	135,63	11,57%	10,04%	+/- 8,4%
Fuentes móviles	82,36	0,00	0,00	0,00	0,00	82,50	7,04%	6,10%	+/- 0,2%
Extintores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	+/- 0,0%
Gases refrigerantes	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	954,46	81,40%	70,62%	+/- 47,1%

Total	217,8	0,00	0,00	0,48	0,00	1.172,	100,00	86,76%	+/- 38,4%
Emisiones	5					60	%		
Directas									
Total	217,8	0,11	0,17	954,4	0,00	1.172,			
Emisiones	5			6		59			
Directas									
en tCO <sub>2</sub> e									
Consumo	178,8	0,00	0,00	0,00	0,00	178,87	100,00	13,24%	+/- 10,9%
energía	7						%		
eléctrica									
Total	178,8	0,00	0,00	0,00	0,00	178,87	100,00	13,24%	+/- 10,9%
Emisiones	7						%		
Indirectas									
Total	396,7	0,00	0,00	0,48	0,00	1.351,	100,00	100,00	+/-
Emisiones	2					47	%	%	33,33%
GEI									
2021									

**Fuente:** Elaboración propia

Es importante destacar que el año base 2021 refleja el periodo en el que el hospital retomó sus actividades regulares, siendo esto significativo ya que brinda datos representativos

de un año de operación normal, lo que resulta fundamental para las comparaciones y evaluaciones futuras.

El proceso de revisión de los resultados de 2022 se llevó bajo la misma metodología de año base, realizando verificación, evaluación y priorización de los datos de las diferentes fuentes de emisión identificadas, dando como resultado los datos descritos en la tabla N° 8. Se observa como resultado de inventario de Huella de Carbono un total de 886.23 tCO<sub>2e</sub>, con una incertidumbre de +/- 19.21% el año 2022. La fuente más representativa en aporte de GEI al interior de la organización, al igual que en el año base, son emisiones directas por gases refrigerantes, cuyo resultado es de 441.45 tCO<sub>2e</sub>.

**Tabla 8.** Inventario de emisiones de GEI año 2022

Fuentes de Emisión	tCO <sub>2</sub>	tCH <sub>4</sub>	tN <sub>2</sub> O	tHCF C-HFC	tSF <sub>6</sub>	tCO <sub>2e</sub>	% Categoría	% Inventario GEI	Incertidumbre
Fuentes fijas	127,94	0,00	0,00	0,00	0,00	128,07	19,05%	14,45%	+/- 7,4%
Fuentes móviles	102,49	0,00	0,00	0,00	0,00	102,66	15,27%	11,58%	+/- 0,2%
Extintores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	0,00%	+/- 0,0%
Gases refrigerantes	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	441,45	65,67%	49,81%	+/- 38,1%
Total Emisiones Directas	230,43	0,00	0,00	0,20	0,00	672,18	100,00%	75,85%	+/- 25,1%
Total Emisiones	230,43	0,11	0,19	441,45	0,00	672,18			

s Directas en tCO <sub>2</sub> e										
Consumo energía eléctrica	214,0 4	0,00	0,00	0,00	0,00	214,0 4	100,00 %	24,15%	+/- 10,9%	
Total Emisione s Indirectas	214,0 4	0,00	0,00	0,00	0,00	214,0 4	100,00 %	24,15%	+/- 10,9%	
Total Emisione s GEI  2022	444,4 7	0,00	0,00	0,20	0,00	886,2 3	100,00 %	100,00 %	+/- 19,21%	

**Fuente:** Elaboración propia

Se describe el análisis de los resultados del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) correspondiente con los datos de la tabla 7. Inventario de emisiones de GEI año 2021 y su comparación con los datos de la tabla 8 . Inventario de emisiones de GEI año 2022.

### **Emisiones Directas**

Las emisiones directas reflejan disminución del año 2021 al 2022 de las toneladas de CO<sub>2</sub>e, siendo esto positivo para el propósito de la organización y para la contribución a los ejercicios de mitigación, lo anterior obedece a las acciones realizadas por el hospital frente al cambio de gases refrigerantes en aires acondicionados, pasando del año 2021 al 2022 de 954,46 tCO<sub>2</sub>e a 441,45tCO<sub>2</sub>e representando una disminución del 53,74%. Por otra parte, las fuentes móviles reflejan incremento del 19,64% de emisiones, pasando del año 2021 al 2022 de 82,5 tCO<sub>2</sub>e a 102,66 tCO<sub>2</sub>e debido a un mayor número de servicio de remisión de

pacientes con 2.594 en el año 2022 y 1.834 de pacientes remitidos en el año 2021, mostrando un aumento de 41.4% para la vigencia 2022; también, influye en este resultado el número de ambulancias en funcionamiento en el año 2022 en cual incrementó a cuatro a diferencia del 2021 donde la institución cuenta con 3 ambulancias.

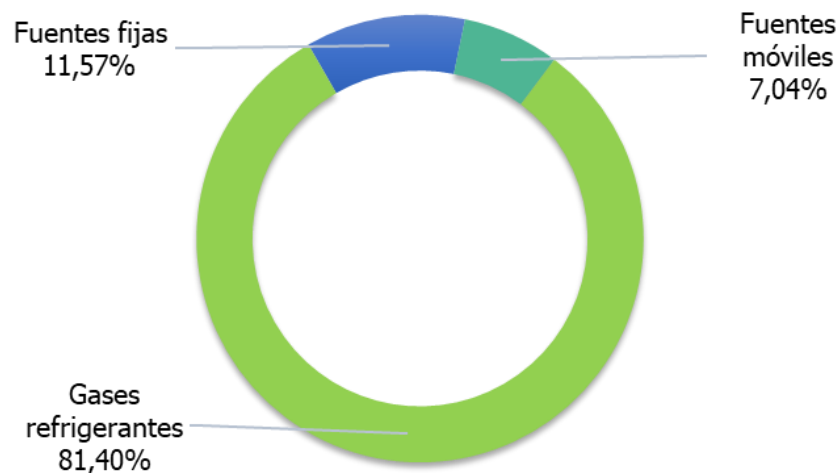
### **Emisiones Indirectas de GEI**

Frente al alcance 2, emisiones indirectas por energía eléctrica, observamos un incremento en el año 2022 del 16,4% con respecto al año 2021, El consumo del recurso energético para vigencia 2022 tiene una tendencia al aumento tomando en cuenta que en estos años incrementó considerablemente la capacidad instalada a la par que se crearon nuevos espacios para la atención de los pacientes, y se dio la apertura de nuevos servicios hospitalarios como unidad de cuidados intermedios pediátricos con 8 camas, puesta en marcha de 2 quirófanos en sala de cirugía, adicionalmente, servicio de nefrología lo que consecuentemente requiere un mayor uso energético en equipos biomédicos, equipos industriales y de sistemas de información; en consecuencia, el número de pacientes atendidos incrementó del año 2021 al 2022 en servicio de urgencias de 41.796 a 73.499 respectivamente, atenciones en consulta externa 3.751 a 7.893, atenciones en cirugía y partos incremento de 5.279 a 8.215 entre otras atenciones.

Sin embargo, el hospital realizó acciones para uso eficiente de la energía eléctrica en el año 2022, realizando cambio del 100% de las luminarias convencionales por tipo led, al igual que campañas esporádicas de sensibilización al personal y teniendo en cuenta que, la huella de carbono es directamente proporcional a la actividad humana y en el caso específico del hospital, a la producción o número de atenciones. El comportamiento observado de incremento resulta coherente con las actividades del hospital y los esfuerzos por disminuir el impacto ambiental.

Las emisiones directas representan para el año 2021 el 86.76% de la huella de carbono total del E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe en Tuluá, llegando a un total de 1.172.59 toneladas de CO<sub>2</sub>e (tCO<sub>2</sub>e). Las emisiones más importantes se originaron por la fuga de gases refrigerantes. Estas emisiones son particularmente significativas en términos de la operación del hospital, ya que se derivan directamente de las actividades realizadas. En la Gráfica N° 1, se proporciona información sobre la distribución de las emisiones directas de gases de efecto invernadero del año 2021.

**Gráfica 1.** Distribución de Emisiones Directas de GEI 2021



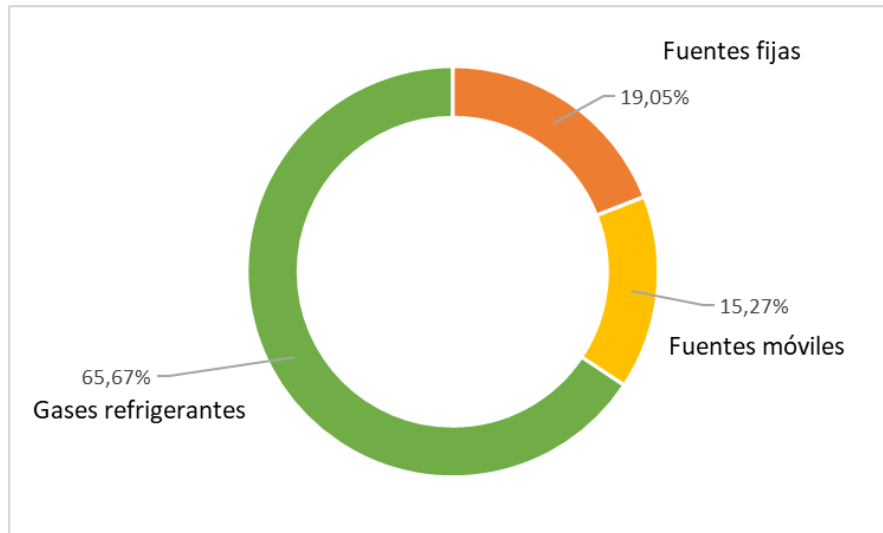
**Fuente:** Elaboración propia

El uso de combustibles fósiles en las operaciones de las fuentes fijas y móviles del E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá contribuye con el 18,61% de las emisiones de gases de efecto invernadero del alcance de emisiones directas. Estas actividades son esenciales para brindar los servicios asistenciales de la institución.

En el año 2022, las emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI) representaron el 75.58% de la huella de carbono del Hospital, equivalente a 672.18 toneladas de CO<sub>2</sub>e (tCO<sub>2</sub>e). Dentro de estas emisiones, se destaca la significativa contribución de las

fugas de gases refrigerantes. Estas emisiones son de suma importancia dado su origen directo en la operación hospitalaria. La Gráfica N° 2 ofrece información de distribución de las emisiones directas de GEI 2022, proporcionando una perspectiva de su impacto.

**Gráfica 2.** Distribución de Emisiones Directas de GEI 2022

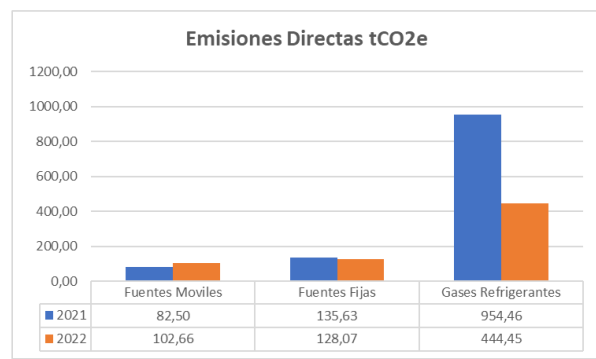
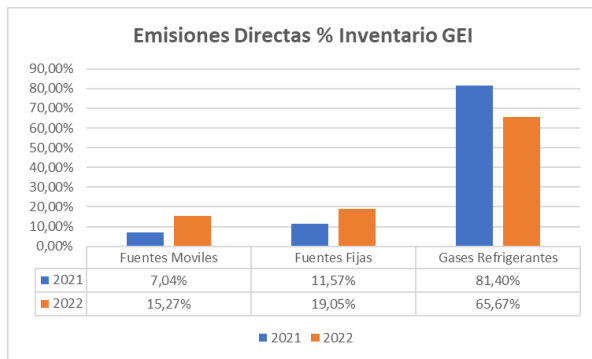


**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto a las emisiones directas, el alcance 1 se ve dominada por las fugas de gases refrigerantes en las fuentes fijas, representando un considerable 65.67% de las emisiones totales. A pesar de representar un porcentaje menor en comparación con los gases refrigerantes, las emisiones provenientes del consumo de combustibles en fuentes móviles, con un 15.27%, también tienen un impacto significativo en el total de emisiones directas.

La suma de las emisiones de gases provenientes de las fuentes fijas y móviles, es decir, de las actividades asociadas al uso de combustibles fósiles, contribuye con un 34.32% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, subrayando su relevancia en el contexto de las operaciones de la institución para brindar servicios esenciales.

**Gráfica 3.** Comparación de Emisiones Directas de GEI 2021 VS 2022



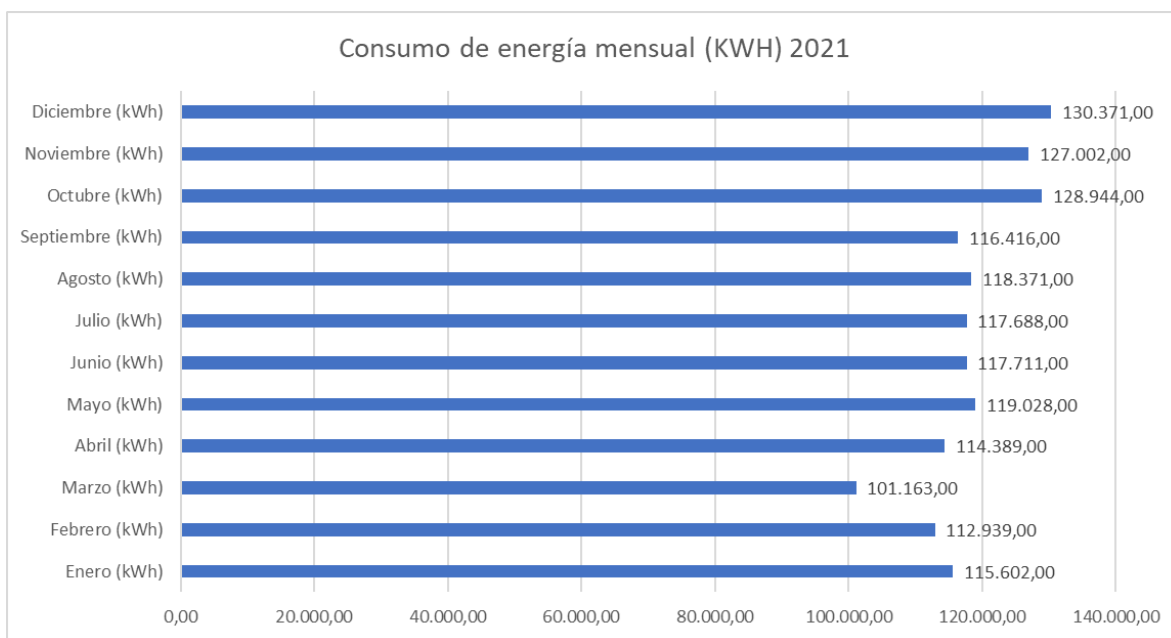
**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto a las emisiones directas, clasificadas en el alcance 1, se destaca que la principal fuente de estas emisiones proviene de fugas de gases refrigerantes en fuentes fijas, seguida por el consumo de combustibles en fuentes móviles. Aunque la cantidad de gases refrigerantes utilizados es menor en comparación con otras fuentes de emisiones directas, su Potencial de Calentamiento Global es significativamente más alto que otros gases, lo que resalta la importancia de abordar estas emisiones.

### **Emisiones Indirectas por Consumo de Energía Eléctrica**

En el año 2021, la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá consumió un total de 1.419.624,00 kWh de electricidad de la red. Este consumo de energía está representado en emisiones de 178,87 tCO<sub>2e</sub>, lo que corresponde al 11,07% del inventario total de emisiones. Estas cifras se calcularon utilizando el factor de emisión para la energía eléctrica establecido por el Sistema Interconectado Nacional (SIN). La Gráfica N° 4 muestra el consumo mensual de energía en kWh durante el año 2021 y las emisiones generadas en cada mes.

**Gráfica 4.** Consumo de energía mensual y Emisiones relacionadas 2021

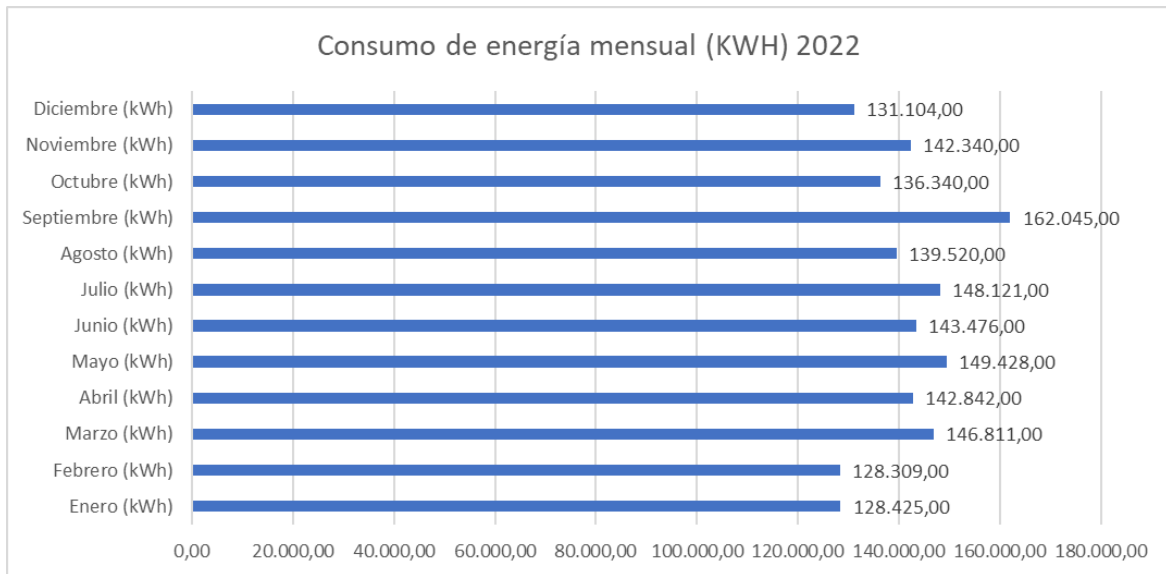


**Fuente:** Elaboración propia

Cabe señalar que este consumo eléctrico está relacionado principalmente con las actividades de iluminación y el funcionamiento de equipos eléctricos. En otras palabras, la electricidad es un recurso fundamental para el funcionamiento de la E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá, y su consumo es más elevado en los meses de octubre y diciembre.

La E.S.E. Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe de Tuluá, para el año 2022, consumió un total de 1,698,167.00 kWh de electricidad de la red. Este consumo de energía está representado en emisiones de 214,04 tCO<sub>2e</sub>, lo que corresponde al 19.05% del inventario total de emisiones. La Gráfica 5 muestra el consumo mensual de energía en kWh durante el año 2021 y las emisiones generadas en cada mes.

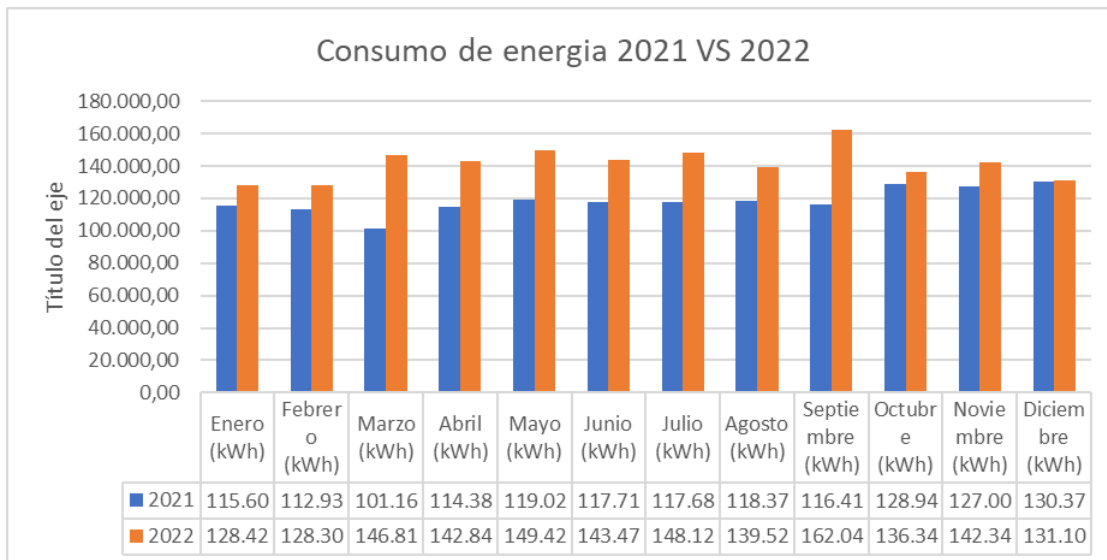
**Gráfica 5.** Consumo de energía mensual y Emisiones relacionadas 2022



**Fuente:** Elaboración propia

Este consumo está relacionado debido a expansión de la capacidad instalada, la creación de nuevos espacios para la atención de pacientes y la apertura de servicios hospitalarios, camas en UCIN, quirófanos en sala de cirugía y la incorporación del servicio de nefrología. Estos cambios han generado una demanda mayor de energía, debido a la utilización de equipos biomédicos, industriales y sistemas de información, para hacer frente al incremento significativo en el número de pacientes atendidos en las diferentes áreas del hospital

**Gráfica 6.** Consumo de energía 2021 VS 2022



**Fuente:** Elaboración propia

Debido a la demanda de aumento de energía y la apertura de los diferentes servicios que actualmente ofrece el hospital, se implementó estrategias para la mitigación y concientización de los usuarios y colaboradores para mejorar la eficiencia en el uso de la energía eléctrica, dando como resultado en el último mes del año 2022 una diferencia de 733 Kwh del año 2021.

Los resultados obtenidos en la estimación de la huella de carbono para los alcances 1 y 2 en el Hospital Tomas Uribe Uribe son de 1.351.47tCO<sub>2e</sub>, en las emisiones directas (alcance 1) representaron un 86.76% del total con 1.172.59tCO<sub>2e</sub>, las emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica (alcance 2) representaron un 13,24% con 178,87tCO<sub>2e</sub>. Con respecto al año 2022 las emisiones totales correspondientes al alcance 1 y 2 corresponden a 886,23 tCO<sub>2e</sub>, donde las emisiones directas representan 75,85% con 672,18tCO<sub>2e</sub> y las emisiones indirectas representan el 24.15% con 214.04 tCO<sub>2e</sub>.

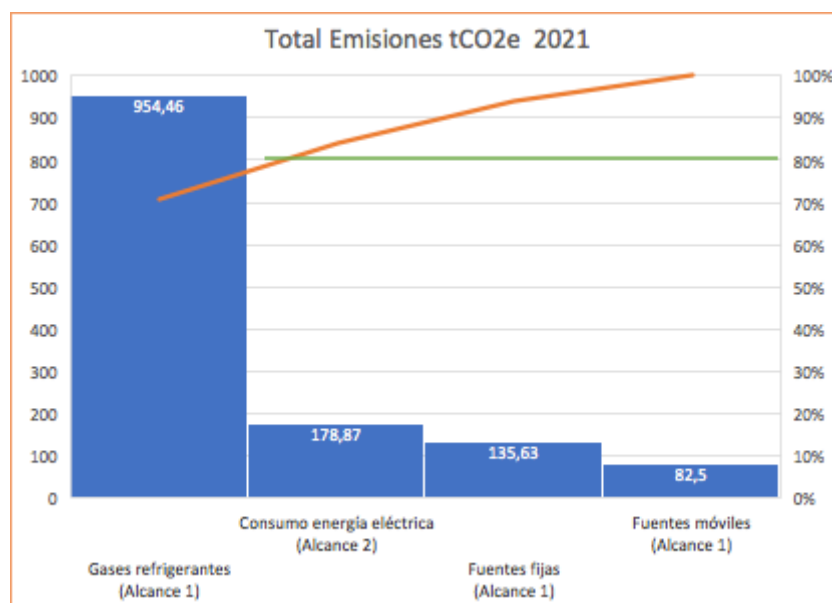
**Tabla 9.** Resultados de inventario de emisiones de GEI año 2021

Fuentes de emisión 2021	Total Emisiones tCO <sub>2e</sub>	% Frecuencia	Frecuencia Acumulada

Gases refrigerantes (Alcance 1)	954,46	70,62%	70,62%
Consumo energía eléctrica (Alcance 2)	178,87	13,24%	83,86%
Fuentes fijas (Alcance 1)	135,63	10,04%	93,90%
Fuentes móviles (Alcance 1)	82,5	6,10%	100,00%
Total Emisiones GEI	1351,46	100,00%	

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfica 7.** Gráfico Pareto: total emisiones de CO<sub>2</sub>e año 2021



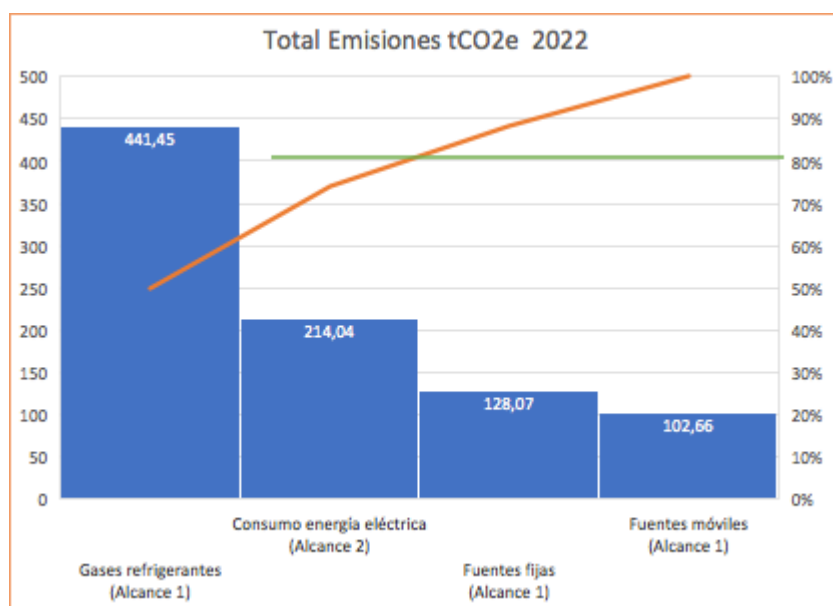
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 10.** Resultados de inventario de emisiones de GEI año 2022

Fuentes de emisión 2022	Total Emisiones tCO <sub>2</sub> e	% Frecuencia	Frecuencia Acumulada
Gases refrigerantes (Alcance 1)	441,45	49,81%	49,81%
Consumo energía eléctrica (Alcance 2)	214,04	24,15%	73,96%
Fuentes fijas (Alcance 1)	128,07	14,45%	88,42%
Fuentes móviles (Alcance 1)	102,66	11,58%	100,00%
Total Emisiones GEI	886,22	100,00%	

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico 8.** Pareto Total emisiones de CO<sub>2</sub>e año 2021



**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en el gráfico, las fuentes más significativas de los alcances 1 y 2 en el Hospital Tomas Uribe, son en primer lugar los gases refrigerantes, seguido del consumo de energía eléctrica que para el año 2021 representó el 83.86% del total de las emisiones y para el año 2022, además de las ya mencionadas se incluye el consumo de energía eléctrica representando el 88,42%. de acuerdo con la ley de pareto, intervenir estas tres principales fuentes disminuye el 80% de las causas de emisión de CO<sub>2e</sub>.

### **Estrategias de Mitigación y/o reducción de Huella de Carbono**

De acuerdo con los resultados se proponen estrategias que permitan que el Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe genere proyectos e implemente programas de reducción y/o mitigación de GEI generadas por el desarrollo de sus actividades y, a partir de ello, pueda percibir el impacto en su huella de carbono y medir su contribución en las metas de desarrollo sostenible adquiridas por el país y el departamento del Valle del Cauca.

En coherencia con la política pública ambiental del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, incluir dentro del plan de desarrollo institucional programas para operativizar los objetivos de desarrollo sostenible, especialmente el ODS número 13 Acción por el Clima, asegurando la implementación, evaluación y seguimiento

- Incluir el alcance 3 en el inventario de emisiones de GEI en los próximos ejercicios, que permita obtener la huella de carbono total del Hospital y generar estrategia de mitigación de forma integral.
- Evaluar las tecnologías actuales del hospital que son fuente de emisión de GEI que permita analizar la conveniencia de ser sustituidas, mejoradas o retiradas.
- Fortalecer el programa de uso eficiente del recurso energético desde su estructura, medición y seguimiento, que aporte a la toma de decisiones.

- Promover programas de sensibilización, educación y entrenamiento en prácticas sostenibles para los grupos de interés del hospital (Usuarios, colaboradores, proveedores, entre otros), fomentando el uso eficiente de los recursos, tales como, energía y aires acondicionados.
- Fortalecer y ampliar las estrategias de eficiencia energética, que incluya la adquisición de equipos más eficientes, el uso de energías renovables o la revisión de prácticas de conservación energética.
- Participar en los programas que ofrecen las entidades gubernamentales que puedan brindar apoyo técnico o financiero para iniciativas de reducción de emisiones.

Ahora bien, a partir de los resultados se plantea la siguiente discusión: de acuerdo con los autores consultados como marco teórico para esta investigación (Karliner et., al, 2019) el presente artículo demuestra que, la implementación de estrategias de eficiencia energética surte un impacto representativo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir la huella de carbono de las instituciones de salud.

En consecuencia con (Smith-Rodríguez y De Titto, 2018), el objetivo final del sector es preservar la salud de las personas donde sus actividades generen el menor impacto ambiental, para ello debe implementar estrategias que limiten su propia huella de carbono; los resultados del presente artículo no contempla el alcance 3 que abarcan emisiones indirectas para cuantificar las emisiones tCO<sub>2</sub>e, la institución se ve limitada para la formulación de estrategias generales de reducción, mitigación y/o compensación de huella de carbono así como, generar comparación de los resultados entre instituciones y el sector salud.

#### **4. CONCLUSIONES**

Con lo anteriormente expuesto podemos concluir que: Identificar las fuentes de emisiones de CO<sub>2</sub> del hospital permite implementar cambios que conduzcan a una reducción en el consumo de energía y otros recursos, lo que se traduce en ahorros financieros a largo plazo.

Frente a los resultados de inventario de GEI se concluye que es necesario estimar el alcance 3 para determinar la huella de carbono total del Hospital y tomar acciones integrales de mitigación y/o reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e.

El inventario de las emisiones permitió identificar fuentes específicas de mayor contribución de emisiones de CO<sub>2</sub>, lo que facilita la implementación de medidas específicas para reducir estas emisiones y mejorar la eficiencia operativa.

Las estrategias de mitigación y/o reducción de emisiones deben estar determinadas en el plan de desarrollo de la E.S.E dado que cada una de ellas requiere recursos financieros, tecnológicos y humanos para su implementación.

La presente investigación puede ser objeto de réplica metodológica para otras instituciones del sector salud con características similares que proyecten estimar su huella de carbono para realizar acciones de mitigación y/o reducción.

No considerar los 3 alcances para la medición de las emisiones de GEI, puede llevar a interpretaciones incompletas sobre el impacto ambiental real del hospital. Los alcances 1 y 2 pueden representar solo una fracción del impacto total, ya que las emisiones indirectas (alcance 3) están asociadas con la cadena de suministros, transporte de medicamentos, bienes o servicios y pueden ser significativas para la medición de la huella de carbono.

## **RECOMENDACIONES**

Considerando las comparaciones entre los inventarios de emisiones de CO<sub>2</sub> del año 2021 y 2022 del Hospital Departamental Tomás Uribe Uribe, se pueden sugerir varias recomendaciones para mejorar la gestión ambiental y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero:

Se recomienda que el Hospital priorice la implementación de estrategias de acuerdo con sus recursos tecnológicos, financieros y humanos que le permita avanzar progresivamente hacia una institución carbono neutro.

Una contribución al ambiente y a las estrategias de mitigación del hospital podría considerar compensar las emisiones del año base o las del año 2022 una vez se incluya en el cálculo el alcance 3.

Continuar con el ejercicio anual de medición y cálculo de gases de efecto invernadero en el hospital que les permita cuantificar el impacto de las estrategias implementadas, así como medir su huella de carbono de acuerdo con las actividades del Hospital.

El cálculo de la huella de carbono se realizará anualmente, y los cálculos se llevarán a cabo de acuerdo con la política descrita.

Se considerarán cambios en los límites operativos, propiedad y control de fuentes de GEI, cambios en metodologías de cuantificación, mejoras en la calidad de los datos, cambios en factores de emisión, entre otros.

Realizar la cuantificación de las emisiones de GEI ocasionados por la generación y transportes de residuos sólidos, el cual debe ser contemplado en el alcance 3.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros más sinceros agradecimientos a la ESE Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe de Tuluá, y especialmente a su gerente Felipe Jose Tinoco Zapata quien, bajo la filosofía de fortalecimiento de las competencias de las personas para innovar, mejorar y crear para el sector salud nos brindó la oportunidad de adquirir conocimientos a través de la especialización e investigación en ese campo gestión ambiental para el cuidado de nuestra casa común. A nuestras familias por apoyarnos en este proceso de formación y finalmente, a cada uno de los docentes que con su transferencia de conocimiento lograron motivar a la construcción de pensamientos críticos frente a la sostenibilidad.

#### **REFERENCIAS**

Álvarez-Espinosa, A. C., Ordoñez, D. A., Nieto, A., Wills, W., Romero, G., Calderón, S. L., & Delgado, R. (2015). Compromiso de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: Consecuencias económicas. Departamento Nacional de Planeación DNP. *Documento*, 440.

<http://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/440.pdf>

Ardila-Meléndez, M. F., y Tovar-Londoño, A. I. (2022). Formulación de estrategias para la reducción y mitigación de la Huella de Carbono de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [Trabajo de grado bajo la modalidad de Investigación]. Repositorio udistrital.

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/26092/ArdilaMelendezMariaTovarLondo%C3%B1oAura2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Balkenhol, M., Castillo, A., Soto, M., Feijoo, M., & Merino, W. (2018). Huella de carbono en el Hospital Base de Puerto Montt. *Revista médica de Chile*, 146

(12), 1384-1389. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872018001201384&script=sci\\_arttext&tIng=pt](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872018001201384&script=sci_arttext&tIng=pt)

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista digital universitaria*, 8(10), 1-12.

[http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct\\_art78.pdf](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf)

Cardona, O.D., Bernal, G., Pabón, J.D., M. A., Marulanda, M. C., Carreño, M. L., (2020). Estudio de Riesgo por Efectos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación para la Estrategia a Largo Plazo E2050 de Colombia – Fase 1. Entregable 1: Plan de trabajo y enfoque metodológico. *Expertise France*. *INGENIAR Risk Intelligence Ltda. Bogotá*.

[https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/E2050/Plan\\_t\\_rabajo\\_Metodologia\\_Ingeniar.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/E2050/Plan_t_rabajo_Metodologia_Ingeniar.pdf)

CO<sub>2</sub>CERO. (2022). Informe de inventario de emisiones de gases de efecto invernadero-año 2021.

[https://www.tgi.com.co/content/download/35098/file/2.3.1\\_2%20Informe%20Final%20GEI%20TGI%202021.pdf](https://www.tgi.com.co/content/download/35098/file/2.3.1_2%20Informe%20Final%20GEI%20TGI%202021.pdf)

Coronado-Montecél, F. A. (2016). Cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero por las actividades de una empresa metalmecánica con propuesta de reducción y establecimiento de un sumidero. *Bachelor's thesis. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química*.

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18027>

Corporación autónoma regional del Valle del Cauca, CVC (2020). Informe programa valle carbononeutro.

<https://www.cali.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=48069>

Congreso de la Republica de Colombia (2017). Ley no. 1844 del 14 julio del 2014

“por medio de la cual se aprueba el «acuerdo de parís», adoptado el 12 de diciembre de 2015, en parís francia”. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1844-2017.pdf>

Congreso de la Republica de Colombia (2018). Ley no. 1931 del 27 julio del 2018

“por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático”. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1931-2018.pdf>

Dormido, L., Garrido, I., L’Hotellerie-Fallois, P., & Santillán, J. (2022). El cambio climático y la sostenibilidad del crecimiento: iniciativas internacionales y políticas europeas (No. 2213). *Banco de España*.

<https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSeriadadas/DocumentosOcasionales/22/Fich/do2213.pdf>

E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uirbe de Tuluá (2022). Rendicion de cuentas vigencia 2022. [https://www.hospitaltomasuribe.gov.co/web/wp-content/uploads/2023/08/Presentaci%C3%B3n-Rendicion-de-Cuentas-](https://www.hospitaltomasuribe.gov.co/web/wp-content/uploads/2023/08/Presentaci%C3%B3n-Rendicion-de-Cuentas-2022.pdf)

[2022.pdf](https://www.hospitaltomasuribe.gov.co/web/wp-content/uploads/2023/08/Presentaci%C3%B3n-Rendicion-de-Cuentas-2022.pdf)

Frohmann, A., & Olmos, X. (2013). Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. *CEPAL*.

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/4101-huella-carbono-exportaciones-estrategiasempresariales-frente-al-cambio-climatico>

GAIA. (2017). Inventario de gases efecto invernadero año. *Pintuco*.

<https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/08/cuantificacion-inventario-2017.pdf>

IPCC-Sixth Assessment report, 2021 (AR6). The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Chapter07.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07.pdf)

Karliner, J., Slotterback, S., Boyd, R., Ashby, B., & Steele, K. (2019). Huella climática del sector de la salud. Cómo contribuye el sector de la salud a la crisis climática global: oportunidades para la acción. *Arud*.

[https://saludsindanio.org/sites/default/files/documentsfiles/5953/1%29%20Huella%20clim%C3%A1tica%20del%20sector%20salud%20%20Reporte%20en%20espa%C3%B1ol\\_0.p](https://saludsindanio.org/sites/default/files/documentsfiles/5953/1%29%20Huella%20clim%C3%A1tica%20del%20sector%20salud%20%20Reporte%20en%20espa%C3%B1ol_0.p)

López-Cardona, J. A., y Orrego-Montañez, J. S. (2020). Análisis a la huella de carbono en las pymes financieras de Tuluá bajo el desarrollo sostenible. *Repositorio institucional*.

<https://repositorio.uceva.edu.co/handle/20.500.12993/2560>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible ( 2016). Política nacional de cambio climático. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2022). Definición huella de carbono.

<https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/mitigaci/huella-decarbono#:~:text=Seg%C3%BAn%20La%20Plataforma%20de%20Financiamiento,debido%20a%20las%20actividades%20humanas.>

Ministerio de desarrollo sostenible y planificación viceministerio de medio ambiente y recursos naturales. (2003). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Bolivia para la Década 1990–2000 y su Análisis Tendencial. *La paz-Bolivia*.

<https://cebem.org/cmsfiles/publicaciones/InventarioGEIBolivia.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). Informe de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/inventario-gases-efecto-invernadero.html>

Ministerio de Salud y Protección Social (2021). Guía de Mitigación de Cambio Climático para el Sector Salud.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/S/A/guia-mitigacioncambio-climatico-sector-salud-msps.pdf>

Naciones Unidas (2015). Acuerdo de París.

<https://www.refworld.org/es/docid/602021b64.html>

Naciones Unidas (2020). Las emisiones de CO<sub>2</sub> rompen otro récord: un calentamiento global catastrófico amenaza el planeta.

<https://news.un.org/es/story/2020/12/1485312>

Naciones Unidas (1998). PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN  
MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO  
CLIMÁTICO. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Olivo, M. D. L., y Soto-Olivo, A. (2010). Comportamiento de los gases de efecto  
invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento  
potencial. *Universidad, Ciencia y tecnología*, 14(57), 221-230.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-  
48212010000400002&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-48212010000400002&script=sci_arttext)

Organización Meteorológica Mundial (OMM) (2019) La concentración de gases de  
efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord.  
[https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-  
concentraci%C3%B3n-de-gases-deefecto-invernadero-en-la-  
atm%C3%B3sfera-alcanza](https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-concentraci%C3%B3n-de-gases-deefecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanza)

Organización Mundial de la Salud. (2016). La OMS publica estimaciones nacionales  
sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la  
salud. <https://www.who.int/es>

Raya, H. A., García, P. E. E., Chavira, M. E. E., Soto, F. P., & López, K. E. M.  
(2023). La composta como reductor de gases de efecto invernadero en el  
sector agrícola: una revisión integral. *ITEA, información técnica económica  
agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario  
(AIDA)*, 119(1), 2-18. [https://www.aida-itea.org/aida-  
itea/files/itea/revistas/2023/119-1/ITEA%20119-1%20\(02-18\).pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2023/119-1/ITEA%20119-1%20(02-18).pdf)

Rodríguez, JP, RUIZ-OCHOA, MA, & MENESES, A. (2020). Revisión de los factores de emisión en las metodologías de huella de carbono en Colombia. *Espacios*, 41 (47), 74- 84. [https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Ruiz-Ochoa/publication/347384983\\_Review\\_of\\_emission\\_factors\\_in\\_carbon\\_footprint\\_methodologies\\_in\\_Colombia/links/6089fb16a6fdccaebdf4df31/Review-of-emission-factors-in-carbonfootprint-methodologies-in-Colombia.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-Ruiz-Ochoa/publication/347384983_Review_of_emission_factors_in_carbon_footprint_methodologies_in_Colombia/links/6089fb16a6fdccaebdf4df31/Review-of-emission-factors-in-carbonfootprint-methodologies-in-Colombia.pdf)

Smith-Rodríguez, M. R., y De Titto, E. (2018). Hospitales sostenibles frente al cambio climático: huella de carbono de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires. *Revista Argentina de Salud Pública*, 9(36), 7-13. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-810X2018000300002&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-810X2018000300002&script=sci_abstract&tlng=en)

UPME (2016) Investigación e innovación en combustión avanzada de uso industrial [http://www.upme.gov.co/calculadora\\_emisiones/aplicacion/Informe\\_Final\\_FE\\_COC.pdf](http://www.upme.gov.co/calculadora_emisiones/aplicacion/Informe_Final_FE_COC.pdf)

UPME (2022) RESOLUCIÓN No. 000320 de 2022 [https://www1.upme.gov.co/Normatividad/320\\_2022.pdf](https://www1.upme.gov.co/Normatividad/320_2022.pdf)

## **ANEXOS**

Anexo 1. Certificación galonaje

Anexo 2. Informe de reparación y carga de gas refrigerante

Anexo 3. Hoja de vida planta eléctrica

Anexo 4. Inspección a extintores

Anexo 5. Herramienta GEI ISO 14064-1 2020 Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe 2021-2022. Hoja de Cálculo Microsoft Excel.

