



**CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LAS CLÍNICAS PILOTO Y
DIRECCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA PROFAMILIA (BOGOTÁ),
GENERANDO PROPUESTAS DE REDUCCIÓN POR MEDIO DE
ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Natalia Andrea Almanza Guzmán

Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Ambiental

Bogotá, abril 2018

Cálculo de la huella de carbono en las clínicas Piloto y Dirección General de la empresa Profamilia (Bogotá), generando propuestas de reducción por medio de estrategias de producción más limpia

Natalia Andrea Almanza Guzmán

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniera Ambiental

Director:

Edgar Felipe Cortés León

Línea de Investigación:

Gestión Ambiental

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2018

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios, a mis padres, profesores, mi director y asesor de grado por su orientación, mis compañeros de estudio y a colaboradores de la organización PROFAMILIA por brindarme la información necesaria para el desarrollo de mi investigación.

Tabla de contenido

1. Introducción	1
2. Definición del problema	2
3. Pregunta de investigación	2
4. Justificación.....	3
<i>Relación con el área y línea de investigación</i>	<i>4</i>
5. Objetivos.....	4
General	4
Específicos	4
6. Marco de referencia.....	5
<i>Estado del arte</i>	<i>5</i>
<i>Marco teórico</i>	<i>8</i>
<i>Marco geográfico.....</i>	<i>12</i>
<i>Descripción del territorio.....</i>	<i>12</i>
<i>Descripción Institucional</i>	<i>13</i>
<i>Marco legal y normativo</i>	<i>14</i>
<i>Marco conceptual.....</i>	<i>16</i>
7. Metodología.....	18
Justificación de la elección del método.....	18
Diseño Metodológico	20
8. Resultados	22
<i>Límites organizacionales y operacionales</i>	<i>22</i>
<i>Identificación de las emisiones</i>	<i>22</i>
<i>Exclusiones.....</i>	<i>23</i>
<i>Cuantificación de las emisiones.....</i>	<i>24</i>
<i>Informe de emisiones.....</i>	<i>25</i>
<i>Selección del año base</i>	<i>26</i>
<i>Calculo de la Huella de Carbono</i>	<i>27</i>
<i>Evaluación de estrategias de PML.....</i>	<i>31</i>
9. Análisis y discusión de resultados	34
10. Conclusiones.....	36
11. Recomendaciones.....	37

12. Bibliografía.....	38
13. Anexos.....	44

Listado de Tablas

<i>Tabla 1 . Relación de trabajos que aportan en el desarrollo de la medición de Huella de Carbono</i>	10
<i>Tabla 2. Clasificación de normas aplicables</i>	14
<i>Tabla 3. Explicación metodológica de la figura 6.</i>	20
<i>Tabla 4. Diseño metodológico para el cálculo de la Huella de Carbono</i>	20
<i>Tabla 5. Técnicas e Instrumentos Utilizados</i>	21
<i>Tabla 6. Identificación de fuentes de emisión de GEI.</i>	23
<i>Tabla 7. Identificación de emisiones por tipo de fuente.</i>	23
<i>Tabla 8. Consumo de energía de forma trimestral para las áreas de estudio.....</i>	25
<i>Tabla 9. Consumo de Gas Natural en la organización.....</i>	25
<i>Tabla 10. Informe de emisiones con su respectivo factor de emisión.....</i>	25
<i>Tabla 11. Consumo de Diesel por la planta eléctrica</i>	26
<i>Tabla 12. Potencial de calentamiento.....</i>	26
<i>Tabla 13. Huella de Carbono para el año base.....</i>	27
<i>Tabla 14. Huella de Carbono para el año de comparación</i>	27
<i>Tabla 15. Estimación de tiempo comparativo, para la terminación de vida útil de las bombillas</i>	32
<i>Tabla 16. Costos aproximados de la instalación de luminarias LED</i>	32
<i>Tabla 17. Cálculo del tiempo estimado para la recuperación de la inversión.....</i>	33

Listado de Figuras

<i>Figura 1. Representación del efecto invernadero generado vs el natural.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Mapa de localización del área de estudio</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3. Imagen del lugar objeto de estudio.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Organigrama del área de salud y Seguridad en el Trabajo y Gestión Ambiental</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. Comparativo entre las metodologías aplicables para la medición de la Huella de Carbono en servicios</i>	<i>18</i>
<i>Figura 6. Diagrama de flujo de la metodología de acuerdo a la NTC-ISO 14064:2006.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 7. Fórmula básica general para el cálculo de KgCO₂ eq.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8. Huella de Carbono general por años</i>	<i>28</i>
<i>Figura 9. Huella de Carbono comparada por categorías</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10. Huella de Carbono en porcentaje.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 11. Huella de Carbono en término de árboles equivalentes de compensación</i>	<i>30</i>

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad la realización de un inventario de gases de efecto invernadero para el cálculo de la Huella de Carbono, expresando esos gases en términos de toneladas de Dióxido de Carbono equivalente (Ton CO₂eq) en la organización PROFAMILIA, generando un nuevo indicador de compromiso ambiental en las instalaciones de la clínica Piloto y Dirección General que se encuentran en la ciudad de Bogotá, Colombia. Dicho inventario se desarrolló aplicando la metodología Green House Gas Protocol estandarizada bajo la norma NTC-ISO 14064:2006, enfocada a la medición de la Huella de Carbono en organizaciones.

Una vez hecho el cálculo se concluyó que para 2017 el valor de la Huella de Carbono fue de 51,38 Ton CO₂eq, donde el consumo de energía representa el 92,25% del total de la huella; equivalente a 47,39 Ton CO₂eq, razón por la cual se procede a generar propuestas de producción más limpia que pudieran reducir este indicador y contribuir con la reducción de la problemática del calentamiento global.

Palabras Clave: Huella de carbono, Alcance, PROFAMILIA, Gases de Efecto Invernadero

Abstract

The purpose of this research was to develop an inventory of greenhouse gas emissions required for the calculation of Carbon footprint. These emissions are presented in terms of Tons Carbon Dioxide equivalent (CO₂eq) for the company PROFAMILIA. It produced a new indicator for the environmental commitment of the Piloto clinic and Dirección General which are found in Bogotá, Colombia. Such inventory was developed applying the methodology GHG (Green House Gas) Protocol standardized under the norm NTC-ISO 14064:2006 that focuses on the measurement of Carbon footprint produced by companies and organizations.

Once all the calculations were done, it was concluded that the Carbon footprint had a value of 51.38 Ton CO₂eq in 2017, where the energy consumption represents the 92.25% of the total footprint. This is the reason why we proceed to generate proposals for a cleaner production that could reduce this indicator and contribute with the global warming reduction.

Keywords: Carbon footprint, Scope, PROFAMILIA, Greenhouse gas emissions

1. Introducción

El acelerado calentamiento global generado por causas antrópicas, es uno de los mayores problemas que enfrenta el ambiente y la sociedad actualmente, representa a su vez una de las preocupaciones más altas debido a su bajo control y alto impacto, generando fuertes cambios en los ecosistemas y en los tiempos climáticos; trayendo como consecuencia la pérdida y muerte de muchas especies. Sin embargo, a causa de esa problemática se han tomado cartas en el asunto, generando cumbres y reuniones que forjan un compromiso con el manejo de este problema como lo es por ejemplo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que Colombia adoptó mediante la Ley 164 de 1994 con el esfuerzo de buscar alternativas que le permitieran adelantar acciones para abordar la compleja problemática (Ministerio de Ambiente, 2018).

En ese orden de ideas y como adición a la convención nació el Protocolo de Kyoto, que entra en vigor en nuestro país con la Ley 629 de 2000 (Ministerio de Ambiente, 2018), este documento tiene como objetivo aprobar el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kyoto el 11 de Diciembre de 1997. Donde el objetivo es reducir las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero GEI que son causantes de un aumento en el calentamiento global, teniendo presente la adopción de estas iniciativas, nace la posibilidad de aplicar y calcular por medio de la Huella de Carbono (HC) este tipo de emisiones que se generalizan en términos de $\text{CO}_{2\text{eq}}$, se da así porque del total de los gases invernadero que componen al CO_2 eq, más del 80% corresponde al CO_2 . El resto son metano (un 7%) y óxido nitroso (un 6%), principalmente, seguidos en menor medida por los gases refrigerantes: hidrofluorcarbonos, los hexafluoruros de azufre y perfluorocarbonos. Es justamente que se expresa la masa de los gases es medida por su equivalencia en CO_2 (Cagliani, 2011).

Se puede señalar que, como iniciativa de los compromisos aceptados en Colombia en las reuniones mencionadas, frente a su gestión con el medio ambiente. Muchas empresas han decidido valorar su impacto ambiental por medio de la Huella de Carbono, con el fin de mejorar las condiciones de producción y prestación de servicios con la que aumenten su sostenibilidad y responsabilidad social. PROFAMILIA siendo una de las empresas más reconocidas en el país por la prestación de sus servicios en la protección de los derechos sexuales y reproductivos, ha encaminado su balance a proteger la salud de sus empleados y usuarios, haciéndolos partícipes de motivaciones en el cuidado ambiental, desde donde se han implementado estrategias para la sensibilización y educación ambiental.

Aprovechando la iniciativa de la organización, se quiso realizar la medición de la Huella de Carbono para aproximar el impacto en el ambiente, en ánimos de aumentar los beneficios ambientales y sociales por medio de proyectos de producción más limpia que sugieran a su vez la reducción de la huella. Así que se utilizó la NTC-ISO 14064:2006-1 como base para la medición de los GEI que conllevan al valor de la HC, dando como resultado una elevada emisión indirecta por el consumo de energía eléctrica variando las Ton $\text{CO}_{2\text{eq}}$ de 80,67 en 2014 a 47,39 en 2017, es decir que en 3 años el valor de las emisiones indirectas se ha logrado reducir en un 2,58% correspondiente a 33,28 Ton de $\text{CO}_{2\text{eq}}$.

2. Definición del problema

Actualmente, el consumo de recursos ha generado una serie de impactos ambientales como consecuencia de la explotación masiva y uso inadecuado de los mismos, dando como resultado el incremento en los daños al ambiente y a la salud humana por los factores contaminantes presentes en el medio de vida (OMS, 2018). Impactos asociados por la cantidad total de CO₂ y otros gases de efecto invernadero emitidos. Por ende, se han generado métodos con los que se pueda medir o cuantificar los daños al ambiente de forma numérica, generando alternativas que contribuyan a su reducción. Esta herramienta es la Huella de Carbono, que cumple las veces de indicador de desempeño ambiental, esta cuantifica la cantidad de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (directas e indirectas), medidas en términos de CO₂ equivalente, liberadas a la atmósfera por actividades humanas (MinAmbiente, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, muchos de los sectores económicos tanto de producción como de prestación de servicios, han implementado dicho indicador “Huella de Carbono”, con el fin de mejorar las actividades de la organización, reduciendo los daños ambientales y contribuyendo con la salud. Hoy en día, no se conoce con precisión el impacto del sector salud en el cambio climático, pero se presume que es significativo (OMS, 2003).

En términos generales, dentro de las operaciones de los hospitales, se generan efectos negativos en el medioambiente, que favorecen la contaminación ambiental y al cambio climático (Bambarén C. et al, 2014). En relación con lo anterior la organización PROFAMILIA desarrolla iniciativas de gestión ambiental, en búsqueda de la reducción de los impactos ambientales que pueda generar; con el fin de mitigarlos y/o eliminarlos, comprometiendo social y ambientalmente. Esta organización, está clasificada como una IPS de Nivel II caracterizada por realizar atención ambulatoria especializada; definida como la atención médica, no quirúrgica, no procedimental y no intervencionista bajo la resolución 5261 de 1994 del Ministerio de Salud.

Las clínicas Piloto y Dirección General se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá y generan un promedio aproximado de 2665 Kg/mes de residuos sólidos y consumen un total de 20358 Kw/h/mes de energía y 391 m³/mes de agua; directamente no se generan emisiones y los parámetros medidos de vertimientos a la red pública está dentro de los límites legales, sin embargo, se desconoce el valor de la Huella de Carbono pudiendo estimarse así el daño al medio ambiente.

El problema radica en el desconocimiento de la organización en los impactos ambientales derivados de la generación de residuos clínicos y el consumo de recursos tales como agua y energía, que pueden estimarse por medio del conocimiento de la Huella de Carbono. Al hacerse posible calcular su valor, PROFAMILIA puede aplicar tecnologías, que permitan mejorar su sostenibilidad, además generar beneficios económicos y ambientales a través de la Producción Más Limpia.

3. Pregunta de investigación

¿Cuál es el valor de la Huella de Carbono para las clínicas en Profamilia y las estrategias de producción más limpia que pueden reducirla?

4. Justificación

Los efectos generados ambientalmente como el deterioro de ecosistemas por alteraciones del clima, extinción de fauna, deterioro de la calidad y disponibilidad de recursos como agua, aire y suelo a partir del cambio climático; hacen que sea considerado uno de los principales problemas, sino el más importante de nuestro tiempo, pues afecta en igual medida a todas las regiones y países del mundo. Sin embargo, actualmente se ha implementado un indicador de efectos ambientales que tiene como objetivo cuantificar los impactos generados en el ambiente medidos por la cantidad total del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero asociados con un producto, empresa o individuo (Núñez R., 2012). Uno de los aspectos más importantes que impiden la reducción de los problemas de salud ambiental es el desconocimiento del valor de dicho indicador.

El uso de la Huella de Carbono ha generado un gran impacto en la contribución en cuanto a la eficiencia energética y los impactos en los costos de producción situación que mejora el margen de beneficio de la empresa contribuyendo no solo a la sostenibilidad ambiental sino a la rentabilidad económica. La introducción de Huella de Carbono como un indicador en la cadena de suministro, a pesar de la falta de un marco metodológico, ha incrementado en diferentes empresas y sectores productivos en Latino América (Espíndola & Valderrama, 2012).

En relación con lo anterior, el presente trabajo tiene como finalidad estudiar y calcular la huella de Carbono, en las instalaciones de las sedes Piloto y Dirección General de la organización PROFAMILIA, creando alternativas de uso y aprovechamiento eficiente de los recursos. Actualmente se cuenta con un sistema de gestión ambiental motivado a las prácticas más limpias con el fin de mitigar los impactos producidos que benefician a la sociedad y a la empresa.

Finalmente, se puede rescatar que la implementación de mejores prácticas de consumo, orientadas desde la ingeniería ambiental aplicando la producción más limpia puede reducir las inversiones económicas realizadas en la empresa mientras se apoya la conservación de los recursos naturales, disminuyendo las cantidades de CO₂ emitidas por los gastos energéticos, el crecimiento en la sensibilización y educación ambiental, menores gastos de agua potable y la reducción en la contaminación de la misma que puede aumentar el bienestar social y ambiental del país (El-Haggar, 2007). En pro del cumplimiento de los objetivos 3 “Salud y Bienestar”, 7 “Energía asequible y no contaminante” y 13 “Acción por el clima” de desarrollo sostenible para alcanzar dicha finalidad.

La producción más limpia está reglamentada en Colombia desde el año 2010 a través de la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible, por lo que el objetivo de este trabajo está orientado hacia la búsqueda de estrategias donde se apliquen sistemas de consumo con prácticas más limpias; que puedan subsanar los impactos en el ambiente, por medio de la disminución de la Huella de Carbono, incrementando la sostenibilidad de la organización PROFAMILIA, extendiendo a su vez las condiciones de bienestar y calidad de vida tanto para los empleados como para los usuarios, al aportar con el principio de minimización. Dichas estrategias serán aplicadas manteniendo el nivel de calidad en

la prestación de servicios de salud, al tiempo que se vela por la protección y preservación del medio ambiente.

Relación con el área y línea de investigación

- **Área:**
Gestión y productividad sustentable: Abarca proyectos para mejorar, desde el enfoque sistémico, situaciones problemáticas de los sistemas organizacionales y procesos del sistema de operaciones donde se analizan y diseñan propuestas holísticas con fundamento bio psicosocial y cultural, que mejoran la capacidad de respuesta de las organizaciones en pro del servicio logístico, la calidad.
- **Línea:**
Gestión Ambiental

5. Objetivos

General

Calcular la huella de carbono en las instalaciones de las clínicas Piloto y Dirección General de la organización PROFAMILIA en Bogotá, con el fin de generar propuestas de producción más limpia que permitan su reducción.

Específicos

- Estimar la Huella de Carbono en las clínicas Piloto y Dirección General de la empresa PROFAMILIA por medio de la metodología GHG (Green House Gas) Protocol, estandarizada bajo la norma NTC – ISO 14064:2006 sobre Gases de Efecto Invernadero.
- Realizar un inventario de GEI de acuerdo a las fuentes que sean identificadas, permitiendo realizar el cálculo posterior de la Huella de Carbono.
- Evaluar estrategias de producción más limpia que contribuyan a la reducción de la Huella de Carbono de las clínicas objeto de estudio, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social empresarial.

6. Marco de referencia

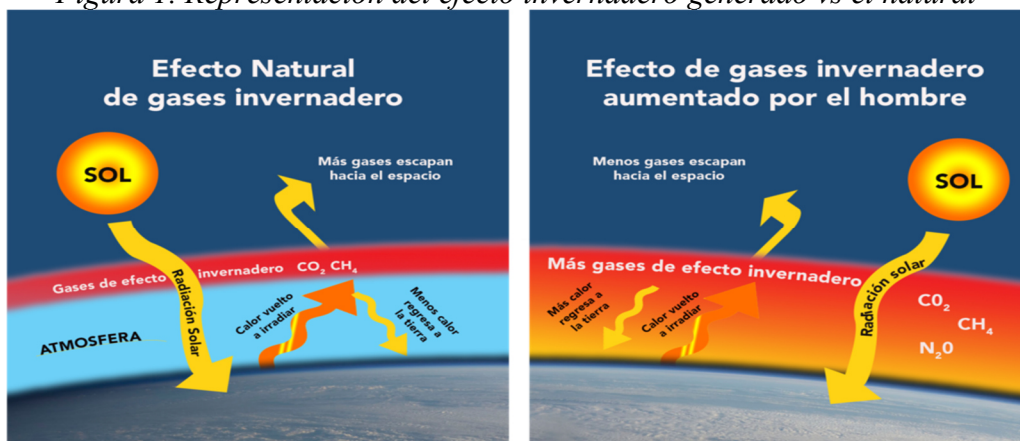
Estado del arte

En primera medida es importante conocer información referente a la importancia que se ha impuesto en el cálculo de la Huella de Carbono a nivel mundial y nacional, principalmente para las empresas en diferentes áreas de trabajo. Por ello, al iniciar el trabajo se realizó una búsqueda en bases de datos de la universidad, así como artículos científicos que dieran un acercamiento a la información concerniente al cambio de composición de gases en la atmósfera, especialmente los Gases de Efecto Invernadero (GEI), que son la base primordial para querer realizar el cálculo de dicha huella.

Teniendo en cuenta la fuente de información obtenida, se encontró en el trabajo llamado “Huella de Carbono: más allá de un instrumento de medición. Necesidad de conocer su impacto verdadero”. En donde se define la Huella de Carbono, como una medida de la cantidad total de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) que es directa o indirectamente causados por una actividad o es acumulado a lo largo de las etapas de vida de un producto” (Núñez R., 2012), la cual es necesaria ya que con esta medición; un proceso, empresa o producto puede mejorarse contribuyendo con la reducción de emisiones de GEI para mitigar los impactos generados por el cambio climático influenciados por dichos gases.

En relación con lo anterior, aunque los GEI pueden formarse en el ambiente de manera natural. En el trabajo, "Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático". Se menciona que en la actualidad, la humanidad está alterando la concentración de dichos gases por diferentes actividades, influyendo en el clima y a la vez, reduciendo la pérdida neta de radiación infrarroja hacia el espacio y tienen poco impacto en la absorción de la radiación solar, lo que hace que la temperatura de la superficie sea más cálida y produce el denominado “efecto invernadero” (Benavides & León, 2007). Algunos de los principales GEI son el Vapor de Agua, Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Ozono (O_3), Clorofluocarbonos (CFC) (ConexiónCOP, 2014).

Figura 1. Representación del efecto invernadero generado vs el natural



Fuente: (Mundo Verde, 2015)

En un estudio de medición de "Gases de Efecto Invernadero para el cálculo de la Huella de Carbono en la Universidad de Antofagasta", tienen como supuesto que el alza de la temperatura registrada desde mediados del Siglo XX es atribuible al aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera originados por actividades humanas, tales como la quema de combustible fósiles, la deforestación, la agricultura, etc. Específicamente, el consumo energético de las actividades productivas y, por tanto, su medición precisa es el primer paso para establecer los mejores mecanismos de mitigación de estos gases que retienen calor en la atmósfera (Universidad de Antofagasta, 2016). Es a partir de esta hipótesis que se requiere conocer el impacto en el ambiente para disminuir los daños generados en los procesos de prestación de servicios y/o productivos.

En Colombia como casos de éxito de buena gestión ambiental y medición de impactos por medio de la Huella de Carbono; teniendo en cuenta el inventario de gases de efecto invernadero que debe llevarse a cabo, se encuentran: la fundación Valle de Lili en Cali que se certifica ambientalmente de manera internacional en GHG Protocol, con el fin de llevar a cabo el programa de carbono cero que sugiere compensar las emisiones de GEI emitidas a través de prácticas más amigables con el ambiente. La clínica de occidente en Bogotá que realiza la medición de GEI con el uso de la Huella de Carbono desde 2014 con el fin de compensar las emisiones contribuyendo al ambiente natural y Sanitas S.A de Hospitales que certifican el inventario de gases de efecto invernadero con AENOR¹ midiendo su impacto ambiental por medio del control de los gases atmosféricos emitidos en su proceso de prestación de servicios.

Las iniciativas para limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se basaban en la búsqueda de herramientas que facilitaran la cuantificación, el seguimiento, el informe y la verificación de estas emisiones. Y como respuesta a esta búsqueda surgió la Norma ISO 14064, Gases de Efecto Invernadero (SBQ Consultores, 2014). Esta iniciativa es una de muchas tantas que pueden medir los gases ya mencionados, sin embargo, aquí se hace constar que el proceso realizado garantiza la buena medición para una organización de los GEI emitidos.

Siguiendo este orden de ideas, el artículo "Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas" menciona el deber de tener presente que el efecto invernadero se genera por que la energía que llega a la Tierra se devuelve más lentamente, siendo mantenida más tiempo junto a la superficie elevando la temperatura (Espíndola & Valderrama, 2012). Es así que la medición de la Huella de Carbono se hace más necesaria en este momento de crisis ambiental del país, donde se reporta que el 80% de la contaminación del país, proviene de las micro partículas que producen las fuentes móviles y un 20% de contaminación proviene de las fuentes fijas (FENALCO, 2018).

En el "informe de gestión entregado por la Corporación Fenalco Solidario Colombia", se evidencia que el 76% de las mediciones de la Huella de Carbono realizadas en 2015 pertenecen al sector servicios, y su mayor impacto es por el consumo de combustibles fósiles para el desarrollo de su objeto

¹ AENOR es la Asociación Española de Normalización y Certificación que realiza inspecciones y practica sus labores en Colombia y en otros países a nivel global.

social, el 31% grande empresas, el 38% pequeñas empresas, 22% medianas empresas y el 9% microempresas (FENALCO, 2018).

Independiente del tamaño de las organizaciones, viviendas, productos o cantidad de personas; todas nuestras acciones, desde trasladarnos en un vehículo público o privado, comprar un producto, encender la televisión o un bombillo, tienen una Huella de Carbono. Es decir, emiten una serie de Gases de Efecto Invernadero, entre los que figura el dióxido de carbono (CO_2) o el metano (CH_4). La herramienta aplicada ahora en Colombia se ha bautizado como Calculadora de Carbono 2050 y ha sido desarrollada por el Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido, con el apoyo de la Oficina de la ONU para el Desarrollo (Pnud) (Twenergy, 2011).

La medición de la Huella de Carbono tiene distintos alcances de medición teniendo en cuenta la minuciosidad de la tarea o cuan específico se quiere llegar a ser (Visión Sostenible S.A.S, 2015). A pesar de ello, su objetivo principal siempre será tener una unidad de medida del impacto generado en el ambiente, así como también el consumo de recursos que puede divisarse por medio de la generación de los GEI, principalmente por el consumo energético para la prestación de sus servicios.

Finalmente teniendo como base la información primaria presentada con anterioridad, la medición de Huella de Carbono tiene como prospectiva el desarrollo de estrategias de reducción de las organizaciones y empresas motivo por el cual se aumenta la responsabilidad social y ambiental, generando a su vez estrategias empresariales frente al cambio climático que permita reducir dicha medición a la par que genera una reducción de costos haciendo uso eficiente de energía y demás (SicaSoft, 2017). La Huella de Carbono según lo enunciado en el trabajo "Huella de Carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático" no debe ser vista como amenaza, sino que puede manifestarse como una oportunidad competitiva frente a las demás empresas, visto de esta manera representa el compromiso que adquiere una organización con la población a quien vende sus productos o servicios, generando un valor agregado de los mismos, dependiente de la comunicación externa que se haga frente al cliente (Olmos, 2013).

Ante la situación planteada previamente, se han tomado como fuente de información base los trabajos mencionados, al igual que muchos otros que muestran la importancia de la aplicación de dicha estrategia para el desarrollo social y ambiental en una organización y/o comunidad.

Marco teórico

Si bien uno de los grandes problemas medioambientales a los que nos enfrentamos en la actualidad es el calentamiento global, el cual es caracterizado por el incremento de la temperatura en la superficie de la tierra, derivado de la emisión de gases de efecto invernadero, que puede generar altos impactos especialmente en la zona tropical del mundo, aumentando la vulnerabilidad de los ecosistemas (P.V.V. Prasad et al, 2017) esos problemas son causados principalmente en los sitios de alta concentración natural, sin embargo, los más afectados son las zonas industriales y/o ciudades, generalmente aquellas que son muy grandes y concentran dichos gases que alteran el contenido natural en la atmósfera formados por el consumo de combustibles fósiles, interfiriendo con la salud y bienestar humano (Satterthwaite D., 2008).

La importancia de medir las emisiones de los GEI consiste en la estimación en cuanto a contribución de los mismos en el calentamiento global acelerado, causante del derretimiento de los glaciares, la escasez de agua o la extinción de especies con daños irreparables a la biodiversidad. Toda actividad económica, ya sea realizada por un solo individuo o por un país entero, tiene un impacto en la Tierra debido al consumo de productos y servicios de la naturaleza, por lo que el impacto ecológico corresponde a la cantidad de riqueza natural destruida, consumida, alterada u ocupada (Bastianoni S. et al, 2004).

Dodman en su trabajo menciona, que constantemente se culpa a las ciudades de los altos niveles de emisiones de GEI. Donde muestra en un análisis de inventarios de emisiones que la mayoría de los casos, las emisiones per cápita de las ciudades son inferiores a la media de los países en los que se encuentran. El documento evalúa estos patrones de emisiones por ciudad y sector (Dodman D., 2018). Sin embargo, no se estima en el documento que en algunas ciudades industrializadas foco de contaminación de emisiones, tienen como ventaja las corrientes de vientos, las cuales disipan y trasladan las concentraciones de dichos gases hacia otras zonas donde quizás la generación no sea tan alta.

Resulta oportuno entonces que este impacto sea medido, y aquí es donde se incorpora la Huella de Carbono, la cual pretende medir las emisiones a la atmósfera, que contribuyen al efecto invernadero (GEI) (ISOTools, 2012). Este es el primer paso valioso para hacer una reducción de emisiones cuantificable porque denota cómo reaccionan los humanos sobre el calentamiento global como persona, organización, país y mundo (C.M.Navaratne, 2018). Además, es el primer paso para poder realizar estrategias en pro del cumplimiento directo de los objetivos 3 “Salud y Bienestar”, 7 “Energía asequible y no contaminante” y 13 “Acción por el clima” de desarrollo sostenible a priori para alcanzar dicha finalidad.

La Huella de Carbono Corporativa, se puede establecer usando varias metodologías. Sin embargo, para Colombia se cuenta con la Calculadora colombiana de Carbono 2050 la cual es una herramienta sencilla y transparente que sirve para demostrar a diferentes actores posibles opciones que el país podría optar para reducir las emisiones y ahorrar energía en una línea de tiempo que va hasta el año 2050 (IDEAM, 2018).

En cuanto a una metodología de medición favorable para el cálculo de la Huella de Carbono, la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), propone que las entidades del Distrito Capital empleen la definida en el Protocolo GHG, lo que a su vez permitirá implementar un método de unificación de cálculo en las entidades distritales (SDA, 2015). Sin embargo, también se cuenta con la Norma ISO 14064, de Gases de Efecto Invernadero.

Existen protocolos que ayudan a analizar las huellas a cada una de las organizaciones. A pesar de ello, el alcance de estos protocolos varía, pero generalmente sugiere estimar solo las emisiones de energía comprada y emisiones directas, con menos enfoque en las emisiones de la cadena de suministro. El cálculo de la Huella de Carbono de una empresa a menudo explica las emisiones directas de las operaciones de la empresa y de la energía consumida. Pero estos no son los únicos factores en la huella de carbono total (Scott M. et al, 2008). Un ejemplo relevante para los sectores productivos es el uso de biocombustibles, para los cuales una huella baja de carbono podría dar la impresión de ser un producto ecológico, a pesar de sus impactos negativos en el uso del suelo. Por lo que se deben tomar medidas que realmente aseguren una mejora ambiental, sin generar daños más graves en otro recurso

De los anteriores planteamientos, podemos destacar que en pro de esta temática tan importante, han salido documentos como la Guía Sectorial para la producción más limpia en Hospitales, Clínicas y Centros de Salud (CNPML, 2002) y el Manual de producción más limpia para el sector salud (DAMA, 2006) que contribuyen con ideas de reducción de la Huella de Carbono a partir de estrategias de aplicación de Producción Más Limpia con la que se pueden mejorar los servicios prestados por las entidades involucradas. Donde se aplica la Gestión Hospitalaria con el propósito de reducir el impacto ambiental (Carballo S, 2014). Algunas de las opciones hablan de generar diseños de hospitales amigables con el ambiente en pro del sentido social, que reduzca el consumo de recursos, aprovechando los bienes y servicios naturales para el funcionamiento de los mismos (Levin, 2006).

Algunos proyectos semejantes al planteado en este documento, aplicados en Colombia y que se tomarán como ejemplo son la Propuesta de estrategias de mitigación a partir del cálculo de la huella de carbono de los campus norte y sur de la universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A en los años 2014 – 2015 (Aponte H., 2017) como ejemplo de entidad que presta servicios a la comunidad y la Evaluación de la Huella de Carbono en la producción de bloque de arcilla en la ladrillera "Los Cristales" (Wilches F & Suárez C, 2016) como información base en la producción de productos que pueda ayudar a distinguir ambos sectores.

Igualmente se ha desarrollado el Informe del cuarto Seminario internacional sobre la huella de carbono “Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales” (CEPAL, 2012) y los Programas para sistemas de salud que contribuirán a reducir sus propias emisiones de gases de efecto invernadero (WHO&HCH, 2009) mediante estrategias exitosas utilizadas en la industria para la integración de sistemas de energía. Donde se muestra que se pueden integrar energías renovables en la combinación de fuentes de energía y, en consecuencia, reducir la huella de carbono de estos sectores energéticos (Perry S. et al, 2008).

Por otro lado, las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte están aumentando, con una rápida proyección de crecimiento en países de bajos y medianos ingresos (Woodcock J et al., 2008) causa no muy fácil de sujetar por cuestiones de distancia y seguridad social. Los procesos que causan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) benefician a los seres humanos al proporcionar bienes y servicios de consumo. Este beneficio, y por lo tanto la responsabilidad de las emisiones, varía según el propósito o la categoría de consumo y está distribuido de manera desigual entre los países y dentro de ellos (Hertwich E & Peters G, 2009)

Hechas las consideraciones anteriores es que se ha presentado la posibilidad de hacer parte de las organizaciones que miden su impacto con el fin de reducirlo. A continuación, se mencionan algunos de los trabajos que ayudarán en el desarrollo del trabajo y su importancia para el entendimiento y buena aplicación de esta herramienta de medición de GEI para llevarla a cabo en la empresa PROFAMILIA.

Tabla 1 . Relación de trabajos que aportan en el desarrollo de la medición de Huella de Carbono

Autor	Título	Aporte
International Organization for Standardization, 2006	<i>NTC-ISO 14064:2006</i>	Metodologías y justificaciones de los impactos generados por los GEI donde se incluye el cálculo de la Huella de Carbono para su mitigación o minimización.
Secretaría Distrital de Ambiente, 2015	<i>Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas Del Distrito Capital.</i>	Propuesta de metodología para el cálculo de la huella de Carbono en las entidades del Distrito Capital definida en el Protocolo GHG, lo que a su vez permitirá implementar un método de unificación de cálculo en las entidades distritales
DAMA, 2006	<i>Manual de producción más limpia para el sector salud</i>	Estrategias de aplicación de la producción más limpia en el sector de la salud, buscando una mejora continua que reduzca la huella de carbono calculada
Aponte H., 2017	<i>Propuesta De Estrategias De Mitigación A Partir Del Cálculo De La Huella De Carbono De Los Campus Norte Y Sur De La Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales U.D.C.A En Los Años 2014 – 2015</i>	Estrategias de evaluación e implementación de producción más limpia al calcular por elección de alternativa conveniente la metodología para la medición de la Huella de Carbono.
Wilches F & Suárez C, 2016	<i>Evaluación de la Huella de Carbono en la producción de bloque de arcilla en la ladrillera "Los Cristales"</i>	Técnicas de discriminación para la evaluación apropiada de elección de metodología para el cálculo de la Huella de Carbono, dependiente del sector productivo

Carballo S, 2014	<i>Gestión Hospitalaria Como Estrategias Que Permitan Reducir La Huella De Carbono.</i>	Estrategias de gestión en las diferentes áreas del sector hospitalario con el fin de reducir la Huella de Carbono existente en la misma
Levin, 2006	<i>Designing a 21st Century Hospital: Environmental Leadership for Healthy Patients and Families</i>	Diseños de hospitales amigables con el ambiente en pro del sentido social, ayudando a reducir los impactos generados por la prestación del servicio e instalaciones
WHO&HCWH, 2009	<i>Healthy hospitals, healthy planet, healthy people: Addressing climate change in healthcare settings</i>	Programas de sistemas de salud que puedan contribuir en la reducción de la emisión de GEI
Espíndola & Valderrama	<i>Huella del Carbono. Parte I: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas</i>	Metodologías y complejidades presentadas, aplicables a la medición de carbono equivalente para la estimación de la Huella de Carbono

Fuente: Autor, 2018.

Marco geográfico

Descripción del territorio

Profamilia es una organización privada sin ánimo de lucro que promueve el respeto y el ejercicio de los derechos sexuales y derechos reproductivos de toda la población colombiana.

Actualmente, cuenta con alrededor de 28 clínicas en 23 Ciudades diferentes. No obstante, las clínicas Piloto y Dirección General se encuentran ubicadas en la ciudad de Bogotá D.C en la Cl 34 #14 - 52 y Calle 34 # 14 - 10 en la localidad número 13 Teusaquillo en la zona centro-occidente de la ciudad y al noroccidente del centro histórico.

Figura 2. Mapa de localización del área de estudio



Fuente: Adaptado de (CNN, 2001) & Google Maps.
Elaborado por: Autor, 2018.

Figura 3. Imagen del lugar objeto de estudio

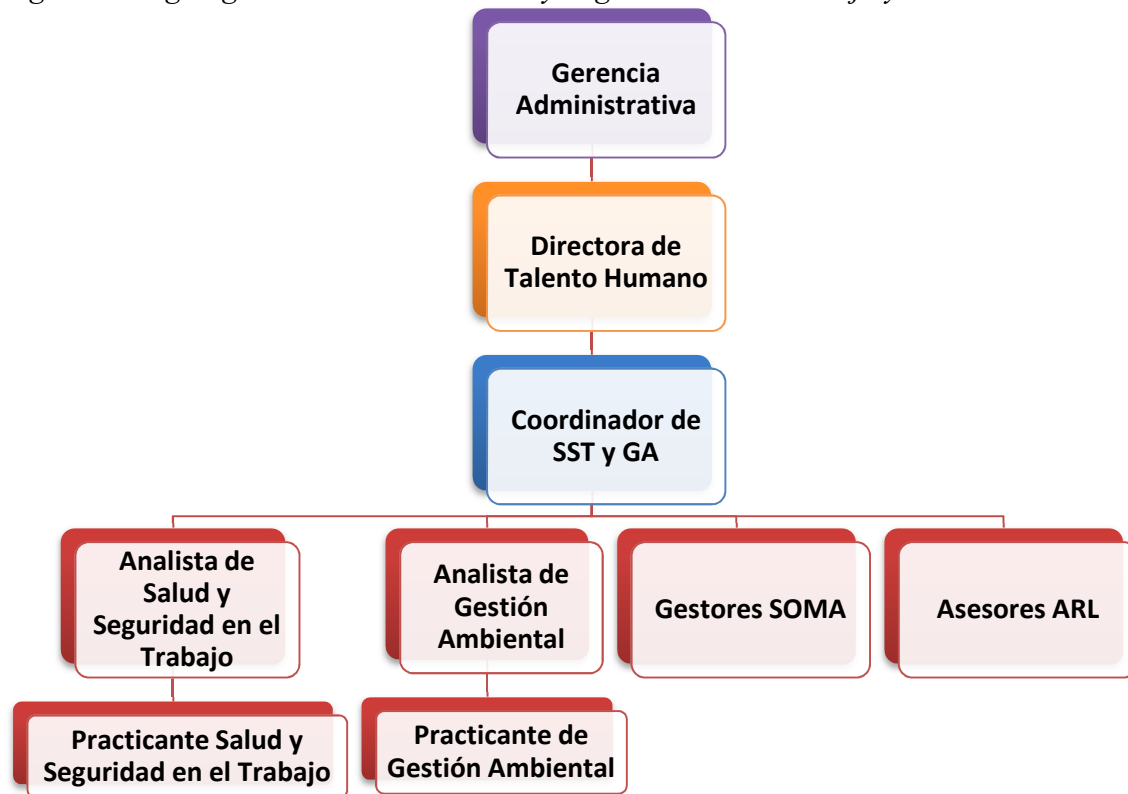


Fuente: Autor, 2018

Descripción Institucional

El área de Gestión Ambiental en la empresa PROFAMILIA se encuentra articulada con el área de Salud y Seguridad en el Trabajo, trabajando en conjunto con los gestores SOMA para el cumplimiento de su labor de la Sede Dirección General en la ciudad de Bogotá, desde donde se realiza acompañamiento a las demás clínicas de la periferia y a nivel nacional en los temas respectivos a cada área, dando cumplimiento a los requisitos legales e institucionales planteados.

Figura 4. Organigrama del área de salud y Seguridad en el Trabajo y Gestión Ambiental



Fuente: Autor, 2018.

La Gerencia Administrativa es el punto estratégico de la organización, pues desde allí se replica la información a toda la organización sobre temas tratados en las diferentes áreas de trabajo.

El gestor SOMA es una persona encargada de la clínica, que puede tener un cargo externo. El cual tiene el papel de colaborador en cada una de las clínicas con temas relacionados con la Gestión Ambiental y la Salud y Seguridad en el Trabajo.

Los analistas son quienes se encargan de gestionar los temas respectivos a las áreas y realizar campañas de prevención, control y regulación de los requerimientos legales y sociales que se imparten en la organización.

Las asesoras de la ARL son personas que manejan y controlan los temas relacionados con prevención y manejo de los riesgos laborales en los empleados de Profamilia.

Los practicantes de cada área respectiva son un apoyo para los analistas del área desde donde se manejan temas de mejoramiento en el área.

Marco legal y normativo

A continuación, se relacionan en una tabla la cantidad de normas aplicables en el proyecto con relación a la producción más limpia y el consumo responsable de agua y energía para Colombia.

Tabla 2. Clasificación de normas aplicables

Normatividad Nacional			
Tipo	Número	Año	Concepto
Constitución Política		1991	Art 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Art 80. Se establece como deber del Estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación restauración o sustitución
Decreto-Ley	2811	1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En el artículo 1 de este decreto, se establece que el ambiente es patrimonio común y el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social.
Ley de Recursos Naturales	99	1993	Creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el Ministerio del Medio Ambiente. Establece los lineamientos para prevenir el deterioro grave a los recursos naturales renovables.
Ley	1715	2015	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
Política Nacional de Producción Más Limpia		1997 Ministerio de Ambiente	Surge como una respuesta para solucionar la problemática ambiental de los diferentes sectores. Busca principalmente “prevenir minimizar” la contaminación desde su origen
Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible		2011 Ministerio de Ambiente	Surge como medida de cambio por parte de los diferentes actores de la sociedad, contribuyendo a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de la competitividad empresarial y de la calidad de vida
Política Nacional de Cambio Climático		2014 Ministerio de Ambiente	Articular todos los esfuerzos que el país viene desarrollando, a través de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono –ECDBC-, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático –PNACC-, y la Estrategia Nacional REDD+, entre otras iniciativas, y orientar esfuerzos hacia el cumplimiento del compromiso adquirido en el marco del Acuerdo de París.
Decreto	2331	2007 Presidencia	Por el cual se establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica.

		de la república	
Decreto	456	2008	Mediante el cual se reformó el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital y se dictaron otras disposiciones. Esto obligó a las entidades públicas distritales a elaborar un PIGA, donde debe contemplarse el Programa de uso eficiente de energía en miras de alcanzar los objetivos de eco-eficiencia del Distrito Capital
Decreto	113	2016 Alcaldía Mayor de Bogotá	Por medio del cual se establecen medidas transitorias y lineamientos ambientales para promover el ahorro de energía eléctrica en la ciudad de Bogotá, D.C.
NTC-ISO	14064	2006	Norma correspondiente a Gases de Efecto Invernadero (GEI).
Norma Técnica Colombiana	6000	ICONTEC	Sistemas De Gestión Ambiental. Huella De Carbono. Requisitos
Norma Técnica Colombiana	5947	ICONTEC	Especificación para el Análisis de Emisiones Y Remociones de Gases de Efecto Invernadero Durante El Ciclo de Vida de Bienes Y Servicios
Acuerdo 20-30	Colombia, en el marco del Día de la Tierra, se comprometió a reducir en un 20 % sus emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a las proyecciones hasta 2030, o un 30 % si cuenta con la cooperación internacional para hacerlo. A estas reducciones se les denomina “contribuciones determinadas a nivel nacional”. Actualmente, Colombia emite alrededor del 0.46 % de las emisiones globales (Rubiano, 2016).		
Normatividad Internacional			
Cumbre de la Tierra Río de Janeiro 1992		Dio lugar al primer reconocimiento internacional del problema del cambio climático y de la necesidad de actuar	
Protocolo de Kyoto 1997		Este obliga jurídicamente a los países desarrollados que son Parte a cumplir unas metas de reducción de las emisiones	
Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático COP 21 de 2015		Acuerdo universal y vinculante para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), promoviendo la reconfiguración de los modelos de desarrollo hacia economías bajas en carbono.	

Normatividad Colombiana. Fuente: Autor, 2018.

Marco conceptual

La **producción más limpia** es considerada técnicamente por el PNUMA como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Duflou J., 2016). Sumado a ello se debe agregar que se ha ido avanzando en la integración de los recursos, desde 1987 cuando en el informe Brundtland se incorporó por primera vez al lenguaje la definición de **desarrollo sostenible** como el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1995).

El término de desarrollo sostenible se ha ido aplicando en las distintas áreas productivas y de servicios tanto a nivel mundial como a nivel nacional, con el fin de promover la protección y conservación de los recursos naturales. Los recursos naturales son hoy en día indispensables para nuestra vida, incluso mucho más que hace 100 años, pues dependemos en un 100% de los servicios y bienes ambientales que nos proveen, **bienes ambientales** que son considerados como los recursos tangibles directamente generados por la naturaleza aprovechados por el hombre y que son susceptibles de acabarse cuando son usados como el agua; mientras que los **servicios ambientales** son considerados como las funciones ecosistémicas aprovechadas por el ser humano para su bienestar y no se transforman o consumen cuando son empleadas como la regulación climática, al igual que existen los **servicios generados** por el hombre dentro de los cuales se aprovechan los bienes ambientales para su generación como es el caso de la energía eléctrica (Palma, 2012).

Actualmente, se prestan **servicios básicos de consumo** tales como gas, agua, telefonía y energía eléctrica, los cuales son aprovechados tanto en las viviendas como en las compañías a nivel general, las cuales incrementan dependiendo de la necesidad de la comunidad. Aunque, se ha generado una preocupación por la intermitencia en la prestación de los servicios de consumo tales como agua y energía, pues en muchas zonas del país se han tenido que llevar a cabo temporadas de razonamiento, frente a las cuales se genera una pérdida económica y daños sociales como causa de las mismas. Por ello, es importante mantener en las instituciones y los diferentes sectores económicos el interés por la preservación de bienes y servicios ambientales con los que se prestan los demás servicios.

En las áreas de servicios como las IPS, recientemente se han involucrado en el tema de la preservación de los recursos ambientales, generando distintas iniciativas y programas para dar una motivación e incentivar a la conservación de los recursos. Dicha garantía se lleva a cabo aplicando prácticas como la implementación de **tecnologías ambientalmente sanas** que se derivan de la producción más limpia en donde no se tiene por objeto la elaboración de productos, sino satisfacer las necesidades del usuario o generar una buena prestación del servicio (Secretaría Distrital de Ambiente, 2006).

Al implementar las tecnologías ambientalmente sanas, se tiene como principal objetivo aumentar la **salud ambiental** siendo esta una interacción entre los grupos humanos y los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que se encuentran en el medio que habita y que a su vez se encuentra modulado por la estructura social (Ministerio de Salud, 2017), considerados los principales influyentes hoy día, en

la **salud humana**; alterando el completo bienestar físico, mental y social previniendo afecciones o enfermedades (OMS, 2018).

Al equilibrar los niveles de consumo tanto de recursos como de servicios, las IPS contribuyen a la disminución de la **huella de carbono**, caracterizada por ser una de las formas más simples existentes con la que se puede medir el impacto o la marca que deja una persona sobre el planeta por las actividades realizadas en su vida cotidiana o por la fabricación de un producto. Por tanto, es un recuento de las emisiones de (CO₂); este análisis abarca todas las actividades del ciclo de vida de un producto (desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo) (Lizano, V., 2009). Al reducir la huella de Carbono también se contribuye a la reducción de los **gases de efecto invernadero**, que son compuestos químicos en estado gaseoso que se acumulan en la atmósfera de la Tierra siendo capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera que (MinAmbiente, 2018)

Al disminuir los consumos de recursos naturales se pueden restringir sus **impactos ambientales** reduciendo o mitigando el daño o deterioro hacia el ambiente por medio de una buena y adecuada **gestión ambiental**, teniendo presente que esta se considera como el conjunto de actuaciones y disposiciones encaminadas a lograr el mantenimiento de un capital ambiental suficiente para que la calidad de vida de las personas y el capital natural sean los más elevados posibles. Se traduce en actividades, medios, técnicas e investigaciones que permiten conservar los elementos de los ecosistemas y sus relaciones (Vásquez P. & Vargas, 2013).

Teniendo presente toda la información recopilada, la empresa **PROFAMILIA**(Asociación Probienestar de la Familia Colombiana)quien presta servicios clínicos especializados en el área de la salud sexual y reproductiva, realiza desde hace 6 años aproximadamente la iniciativa de llevar a cabo el control del consumo de servicios públicos como agua y energía y la generación de residuos peligrosos, por medio de la aplicación del programa **PROCURE** (Programa de Consumo y Uso Inteligente de los Recursos), en el cual se recopila la información para desarrollar un compilado y posterior análisis estadístico del mismo con el fin de implementar acciones correctivas o de mejora según sea el caso, a la medición tanto del consumo de los servicios públicos (agua y energía) como de los residuos se les conoce como **indicadores** entendiéndose por ello al dato que pretende expresar el "estado de una situación, o de algún aspecto particular, en un momento y un espacio determinados. Habitualmente se trata de un dato estadístico (porcentajes, tasas, razones) que pretende sintetizar la información que proporcionan los diversos parámetros o variables que afectan a la situación que se quiere analizar" (INSSBT, 2018).

7. Metodología

Justificación de la elección del método

Para la selección del método de cálculo de la Huella de Carbono, se consultaron diferentes fuentes bibliográficas en las que se identificaron distintas metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono. Sin embargo, muchas de ellas eran aplicadas para el ciclo de vida de producción para la obtención de productos; pero no eran aplicables para servicios, que es la prestación principal en la organización objetivo PROFAMILIA. Es entonces que se indagaron métodos para el cálculo de Huella de Carbono corporativas donde el servicio fuera la principal causa de estudio, razón por la cual se consideró la norma NTC-ISO 14064:2006-1.

Figura 5. Comparativo entre las metodologías aplicables para la medición de la Huella de Carbono en servicios

ISO 14064	GHG Protocol
• Incluye los requisitos para determinar los límites de la emisión de GEI, cuantificar las emisiones de la organización e identificar las actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de estos gases. • Incluye requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario de GEI, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación. • Compromiso de las partes interesadas • Credibilidad y confianza • Seguimiento robusto del progreso	• El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol); herramienta internacional para el cálculo y comunicación del inventario de emisiones. Ha sido desarrollado entre el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). • Tiene una metodología extensa y complicada, pero eficaz para la obtención de las emisiones de los GEI directos e indirectos. Utiliza una visión intersectorial y contabiliza las emisiones, de cualquier sector.

Fuente: (Ihobe S.A, 2012) Elaboración: Autor, 2018.

Por ello y teniendo en cuenta que la finalidad del cálculo es la presentación sinérgica entre la responsabilidad ambiental con la Responsabilidad Social Corporativa. Se identificó que la metodología más utilizada para el cálculo de la huella de carbono corporativa es la definida por el GHG Protocol en su documento “Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte” y que basada en esta metodología surgió en 2006 la norma internacional ISO 14064, recopilando una metodología estándar para el cálculo de dicho indicador, que además consta de tres partes que se explicarán a continuación y por ello fue dicho método el elegido para el desarrollo de este trabajo.

- Norma NTC-ISO 14064-1:2006 “Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones”.
- Norma NTC-ISO 14064-2:2006 “Especificación con orientación, a nivel de proyecto”.
- Norma NTC-ISO 14064-3:2006 “Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero”.

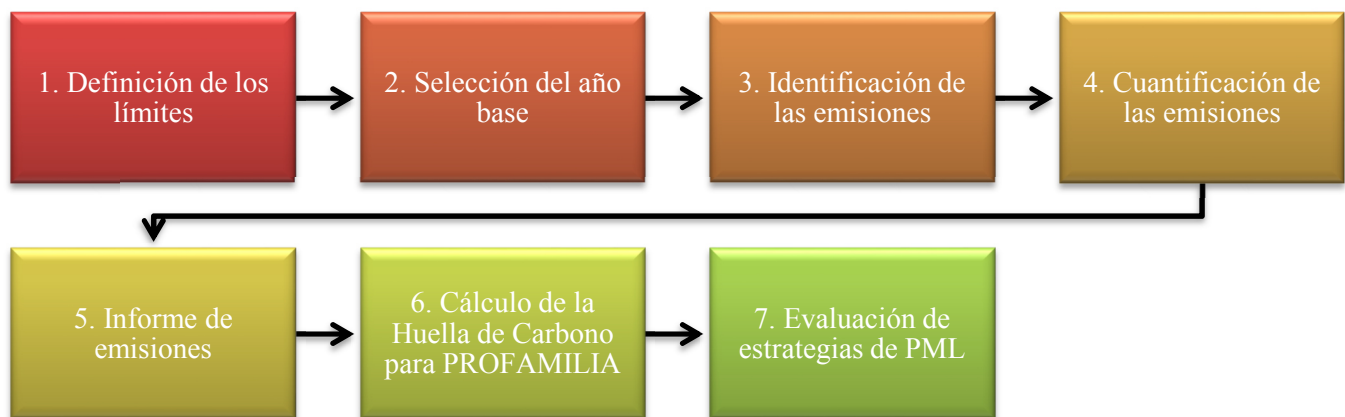
La metodología para el cálculo de la Huella de Carbono consta de 3 alcances siendo el tercero opcional, tal como se menciona en la guía para la aplicación de la norma (Ihobe S.A, 2012). Los alcances son:

Alcance 1. Emisiones directas: Donde se realiza un cálculo de emisiones directas en primer lugar de los combustibles que la organización utiliza en sus procesos o en el transporte.

Alcance 2. Emisiones indirectas por energía: Conocido también como la Huella de la electricidad donde se introduce el consumo eléctrico total en Kwh, de la compañía o compañías suministradoras.

Alcance 3. Emisiones indirectas: Donde se estiman las emisiones generadas por factores externos a la clínica que no pueden ser controladas por la misma.

Figura 6. Diagrama de flujo de la metodología de acuerdo a la NTC-ISO 14064:2006



Fuente: (Ihobe S.A, 2012) Elaboración: Autor, 2018

Siguiendo la metodología se obtendrán los siguientes beneficios para la organización:

1. Que la organización identifique y gestione sus responsabilidades medioambientales relacionadas con los GEI. Además, al realizar el inventario por medio de un sistema de gestión internacional, facilita su interpretación global.
2. También facilita el desarrollo e implementación de estrategias de gestión de los GEI, permitiendo a las organizaciones conocer su situación actual e identificar oportunidades de mejora.
3. A nivel externo, la verificación ayuda a los inversores y clientes a tomar decisiones, dado que las organizaciones verificadas muestran un mayor compromiso tanto interno como hacia la sociedad en general (Ihobe S.A, 2012).

Tabla 3. Explicación metodológica de la figura 6.

Etapas	Actividad	Objetivo	Actores
Definición de los límites	Elegir las instalaciones de la organización cuyas emisiones se contabilizarán	Delimitar las fuentes de emisiones que se reflejarán en la HC	Desarrolladora del proyecto de medición (Autor)
Selección del año base	Comparar y analizar la evolución de las emisiones a lo largo de una serie temporal	Definir un periodo de tiempo que sirva de comparación	Desarrolladora del proyecto de medición (Autor)
Identificación de las emisiones	Identificar las fuentes de emisión de GEI de manera directa e indirecta según el método seleccionado	Contar las emisiones de GEI de las distintas fuentes de emisión	Analista de Gestión Ambiental Desarrolladora del proyecto (Autor)
Cuantificación de las emisiones	Obtención de la emisión de GEI (en toneladas) a partir de datos de la actividad que produce la emisión	Tener presente el valor de GEI por actividad y factor de emisión	Desarrolladora del proyecto de medición (Autor)
Informe de emisiones	Identificar y validar finalmente las fuentes puntuales de emisión de los GEI	Facilitar la verificación del inventario de GEI.	Desarrolladora del proyecto de medición (Autor)
Cálculo de la Huella de Carbono	Estimar la cantidad de GEI arrojados por la empresa, de acuerdo a sus actividades	Tener un indicador de impactos de la empresa	Desarrolladora del proyecto de medición (Autor)
Evaluación de estrategias de PML que reduzcan la Huella de Carbono	Indagar estrategias y/o proyectos de aplicación de la producción más limpia que pueda aplicarse en PROFAMILIA y reduzcan la Huella de Carbono	Generar al menos un proyecto aplicable que reduzca las emisiones de GEI disminuyendo la Huella de Carbono	Analista de Gestión Ambiental Personal de mantenimiento Desarrolladora del proyecto (Autor)

Fuente: Autor, 2018.

Diseño Metodológico

En la siguiente tabla se explican las generalidades metodológicas del proyecto, explicando el alcance, enfoque, técnicas y metodologías aplicadas para su desarrollo.

Tabla 4. Diseño metodológico para el cálculo de la Huella de Carbono

Enfoque	Alcance	Método
<u>Mixto:</u> Recolección y análisis de los datos; combinación de métodos estandarizados e interpretativos.	<u>Estudio exploratorio:</u> Examinar información general respecto a un fenómeno o problema poco conocido. <u>Estudio explicativo:</u> Dirigido a responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno.	<u>Síntesis:</u> Método que procede de lo simple a lo compuesto, donde se explican las causas y efectos de determinadas actividades.
(Hernández Sampieri et al., 2010)	(Hernández Sampieri et al., 2010)	(Gonzalez, 2014)

Fuente: Autor, 2018.

Para el desarrollo del proyecto, se requiere la aplicación de distintas técnicas e instrumentos que faciliten la recopilación de la información y ayuden en la implementación, estudio, análisis y búsqueda de respuestas referentes al desarrollo del proyecto.

Tabla 5. Técnicas e Instrumentos Utilizados

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividad	Técnica	Instrumento
Calcular la huella de carbono en las instalaciones de las clínicas Piloto y Dirección General de la organización PROFAMILIA en Bogotá, con el fin de generar propuestas de producción más limpia que permitan reducirla.	Establecer una metodología de cálculo de la Huella de Carbono para las clínicas Piloto y Dirección General de la empresa PROFAMILIA tomando como referencia la NTC-ISO 14064:2006 sobre Gases de Efecto Invernadero (GEI).	Desarrollar una investigación en diferentes fuentes bibliográficas que tengan relación con la medición de la Huella de Carbono para entidades prestadoras de servicios y elegir la metodología más apropiada.	• Recopilación y/o investigación documental • Observación sistemática	1. Libreta de campo, ficha de registro, fotografía, (equipos mecánicos) 2. Bases de datos, libros, artículos, medios virtuales
	Realizar un inventario de GEI de acuerdo a las fuentes identificadas que permita realizar el cálculo posterior de la Huella de Carbono.	Realizar una visita de campo donde se reconozcan las diferentes fuentes generadoras de GEI en las instalaciones objetivo.	• Observación sistemática • Investigación documental • Encuestas • Consulta con el área de manejo de la información	1. Bases de datos, libros, carpetas, artículos, medios físicos y virtuales 2. Formato de preguntas semi-estructuradas. 3. Formatos de consolidación de información
	Evaluar estrategias de producción más limpia que ayuden a reducir la Huella de Carbono obtenida en las clínicas objeto de estudio, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social empresarial.	Plasmar proyectos de producción más limpia que puedan aplicarse en el área de estudio e identificar la viabilidad de las mismas en la organización.	• Recopilación y/o investigación documental • Técnicas proyectivas	1. Libreta de campo 2. Bases de datos, libros, artículos, medios físicos y virtuales 3. Medios visuales videos, fotografías.

Fuente: Autor, 2018.

8. Resultados

El inventario de GEI para el cálculo de la Huella de Carbono que se presenta a continuación, ha tenido en cuenta únicamente los Gases de Efecto Invernadero recogidos en la norma ISO 14064-1:2006 que son el Dióxido de Carbono CO₂, Metano CH₄, Óxido Nitroso N₂O, Hidrofluorocarbonos HFCs y Perfluorocarbonos PFCs. Teniendo como base de desarrollo el diagrama de flujo propuesto en la metodología (Figura 6), basado en los requerimientos propuestos en el Green House Gas Protocol (GHG Protocol) estandarizados y considerando las especificaciones propuestas en la NTC-ISO 14064-1:2006 se lleva a cabo el cálculo de la siguiente manera:

Límites organizacionales y operacionales

Según la ISO 14064:2006. Inicialmente se debe determinar el escenario en el cual se realizará el cálculo de las emisiones para la determinación de la Huella de Carbono en la organización, definiendo el alcance del inventario y la delimitación del área de estudio.

Límite organizacional: La medición se llevará a cabo en las clínicas Piloto y Dirección General de la organización PROFAMILIA que se encuentran en la ciudad de Bogotá, como se describe en el marco geográfico en la descripción del territorio. Donde se definió un enfoque de tipo control operacional, ya que la organización tiene control sobre las instalaciones en las que se ubica, cuenta con autonomía, no se buscan beneficios económicos como resultado y se puede implementar estrategias que mejoren su funcionalidad.

Límite operacional: Aquí se tienen en cuenta las emisiones que se generan en las clínicas definidas en el límite organizacional. Determinando los alcances de las mediciones de tipo directas e indirectas por electricidad, asociadas a las operaciones de la organización.

Teniendo presente lo expuesto con anterioridad se calculará la Huella de Carbono con un alcance 1 y 2. No se tomarán en cuenta las emisiones que se encuentran dentro del alcance 3 “Otras emisiones indirectas”, pues no se cuenta con la información suficiente para identificar cantidades de materiales no considerados en alcances 1 y 2. Tales como viajes de empleados, recorrido en Km de vehículos de gestores externos, entre otros.

Identificación de las emisiones²

Con ayuda de formatos para la consolidación de información, se solicitó a las áreas de Mantenimiento, Cirugía y Consulta externa, junto con los datos existentes en el área de Gestión ambiental de las clínicas Piloto y Dirección General, datos de las fuentes de emisión de GEI, tales como equipos electrónicos consumidores de energía, equipos que emitan gases, plantas eléctricas y demás fuentes directas e indirectas necesarias para el cálculo de la Huella de Carbono tanto para el área asistencial como para el área administrativa de la clínica. Las cuales se consolidan a continuación:

² En PROFAMILIA no se realiza cálculo de remociones que deban ser calculadas o reportadas, de acuerdo con el principio de pertinencia; el cual implica que la información debe ser relevante y de interés para el público objetivo, incluyendo usuarios internos y usuarios externos.

Tabla 6. Identificación de fuentes de emisión de GEI.

Alcance	Concepto	Definición	Fuentes
1	Emisiones y remociones directas de GEI	Provenientes de fuentes dentro de los límites de la organización	• Fuentes fijas • Fuentes móviles • Fuentes de emisiones fugitivas • Procesos asistenciales
2	Emisiones indirectas de GEI por energía	Provenientes de la electricidad, calor o vapor de origen externo que es consumido dentro de las instalaciones de la organización	Consumo de electricidad, suministrado por la empresa Codensa. • Equipos tecnológicos • Luminarias • Equipos asistenciales médicos • Máquinas dispensadoras

Adaptado de: (Hospital Clínico San Carlos, 2013)

* En el anexo 1 se encuentra el formato de consolidación de la información antes mencionada.

Tabla 7. Identificación de emisiones por tipo de fuente.

Alcance	Tipo de Fuente	Fuente	Descripción
1	Fuentes fijas	Estufas y Hornos Planta eléctrica	Equipos de uso diario y esporádico en caso de ausencia en el servicio
	Fuentes de emisiones fugitivas	Equipos aire acondicionado	Equipos fijos en las instalaciones
	Procesos asistenciales	Anestésico (Isoflurano) Gases O ₂ , CO ₂ y Aire	Equipos que liberan gases o gases anestésicos usados en los procesos médicos o asistenciales.
2	Consumo de electricidad en las instalaciones.	Equipos tecnológicos Luminarias Equipos médicos asistenciales (Electro bisturí, Autoclaves H ₂ O _(g) , Sterrad H ₂ O _{2(g)} , Compresor de aire) Motobombas Máquinas dispensadoras Calefacción	Equipos, materiales y elementos que consumen electricidad y que de manera indirecta contribuyen en la generación de GEI
	* Compra del servicio a una empresa privada para el funcionamiento de las instalaciones		

Elaboración: Autor, 2018.

Exclusiones

No se tendrá en cuenta para el cálculo de la Huella de Carbono en alcance 2 las fuentes móviles, pues PROFAMILIA no cuenta con vehículos motorizados propios. Además, no serán consideradas las actividades sugeridas para un alcance 3 como los viajes del personal de la clínica, los viajes de recolección de residuos peligrosos o sólidos por la carencia de datos y por la complejidad en cuanto a su cuantificación.

Cuantificación de las emisiones

Las fuentes de emisión expuestas anteriormente (Tabla 7), se transformarán en datos numéricos para manejar una sola unidad de medida y así facilitar su manejo para el desarrollo de cálculos; dichas fuentes se multiplicarán por su respectivo factor de emisión con el fin de obtener las emisiones en términos de CO₂ equivalente. Los factores de emisión son característicos de cada fuente o lugar de emisión y de cada GEI generado. Por ello, se deben establecer los factores de emisión y de conversión a nivel nacional (Campos & Gutiérrez, 2015).

Como fórmula general básica, de donde se derivan las demás se usará la siguiente:

Figura 7. Fórmula básica general para el cálculo de KgCO₂ eq.

kgCO ₂ e	=	Dato fuente o Carga Ambiental	X	Factor Emisión	de	X	Poder de Calentamiento Global
		(Unidad)		(kgGEI/Unidad)			(kgCO ₂ e/kg GEI)

Fuente: (Alava D., 2015)

- Consumo de Gas según sea Natural o Medicinal

$$Ton\ de\ CO_{2eq.} = CG * FEg * FCg$$

CG: Consumo anual del gas natural o medicinal (m³/año)

FE g: Factor de emisión del gas natural o del gas medicinal

FC g: Factor de conversión del gas a Toneladas

- Consumo de Diesel o Gasóleo

$$Ton\ de\ CO_{2eq.} = CD * FE\ d * FC\ d$$

CD: Consumo de Diesel en Galones

FE d: Factor de Emisión del Diesel o gasóleo

FC d: Factor de Conversión a Toneladas

- Consumo de gases refrigerantes

$$Emisión\ en\ CO_{2eq} = (P * GWP * (CF))$$

P: Suma de todo el refrigerante adquirido durante el año.

GWP: Potencial de calentamiento global del refrigerante

CF: 1 kg/1000 g. Para realizar la conversión de gramos a kilogramos.

- Consumo de Energía

$$Emisión\ en\ CO_{2eq.} = Datos\ de\ actividad\ (Kwh) * FE$$

FE: Factor de emisión de la energía

*Las fórmulas fueron extraídas y algunas modificadas de (Campos & Gutiérrez, 2015)

Informe de emisiones

Teniendo en cuenta el factor de emisiones³ se estima la equivalencia de las mismas en términos de CO₂ para las fuentes directas e indirectas, por otro lado, el consumo de energía y gas natural, para las clínicas Piloto y Dirección General se relacionan a continuación de manera trimestral tanto para el año base (2014) como para el año en comparación (2017).

Tabla 8. Consumo de energía de forma trimestral para las áreas de estudio.

1 ^{er} Trimestre (Kwh)	2 ^{do} Trimestre (Kwh)	3 ^{er} Trimestre (Kwh)	4 ^{to} Trimestre (Kwh)	Total	Año
102.960	112.160	99.754	100.960	415.834	2014
61.160	58.600	62.160	62.381	244.301	2017

Fuente: Autor, 2018

Tabla 9. Consumo de Gas Natural en la organización.

1 ^{er} Trimestre m ³	2 ^{do} Trimestre m ³	3 ^{er} Trimestre m ³	4 ^{to} Trimestre m ³	Total m ³	Año
568	566	567	567	2268	2014
445	502	452	479	1878	2017

Fuente: Autor, 2018.

El consumo de gas medicinal CO₂ no se controla en la organización, por lo que se manejara con un valor estándar de 39 m³/año según consumo promedio otorgado. A continuación, se desarrollará el inventario de GEI generados por cada fuente y se le relacionará su respectivo factor de emisión.

Tabla 10. Informe de emisiones con su respectivo factor de emisión

Fuente	Combustible	Emisión	Factor de emisión (FE)	Unidad del FE
1. Planta eléctrica	Combustión de Gasóleo o Diesel	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	10,45	Kg CO _{2eq} /Gal
2. Estufas y Hornos	Gas Natural	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	1,86	Kg CO _{2eq} /Nm ³ ⁴
3. Equipos aire acondicionado	Gases refrigerantes (R410A ⁵)	HFC	2088	kg CO _{2eq} /kg
4. Gases medicinales	CO ₂	CO ₂	1	kg CO _{2eq} /kg
5. Consumo de energía eléctrica	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	0,194	KgCO _{2eq} /Kwh

Fuente: Autor, 2018.

*Las fuentes de los factores de emisión se pueden ver en el anexo 2.

³ Factor de Emisión: herramientas que permiten estimar la cantidad de emisiones de un determinado contaminante, generada por la fuente en estudio (Carrasco J., 2014).

⁴ Nm³: Normal metro cúbico, es la medida de volumen de un gas no condensable a 0°C y nivel del mar. Al no disponer de agua, su humedad relativa es 0% (Industrial, 2018).

⁵ El R410A está caracterizada por ser una Mezcla refrigerante compuesta por al menos un HFC (Centro Español de Metrología, 2014).

El consumo de combustibles fósiles Diesel o Gasóleo en la planta eléctrica tanto para el año base como para el año en comparación es la siguiente:

Tabla 11. Consumo de Diesel por la planta eléctrica

Consumo de Diesel	2014	2017
Galones	10	40

Fuente: Autor, 2018

El potencial de calentamiento del gas usado en el aire acondicionado se relaciona en la siguiente tabla:

Tabla 12. Potencial de calentamiento⁶

HFC "R410A7"
2088 kg CO _{2eq} /kg

Fuente: (Centro Español de Metrología, 2014)

La incertidumbre en la estimación de las emisiones de GEI calculadas debida a los modelos o los parámetros empleados para el cálculo (Hermosilla A, 2014). En todos los casos, se han utilizado factores de emisión que proceden de fuentes fiables como la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), que han estimado el nivel de incertidumbre asociado. Los datos de actividad utilizados proceden cuando es posible de fuentes contables (facturas). En otros casos, proceden de registros internos de seguimiento (gestión de servicios, informes de revisiones e inspecciones de mantenimiento, entre otros).

Los factores de emisión y poderes caloríficos a utilizar para realizar los cálculos indicados, son propuestos por instituciones competentes, las cuales estandarizan dichos valores. Por ello no se ve la necesidad de realizar un cálculo de incertidumbre de estimación calificándola sin embargo de manera cualitativa con incertidumbre baja al tener en cuenta la precisión de los datos

Selección del año base

Se estableció el año 2014 como base para la medición en las clínicas Piloto y Dirección general sedes objeto de investigación. La selección del año se fundamenta en el cumplimiento de los principios de selección, además de que la organización en este año cuenta con información suficiente y confiable, de las fuentes estimadas para el cálculo de la Huella de Carbono. Puesto que nunca se había implementado la medición de la HC, se obliga a realizar un cálculo de las emisiones del año base.

El primer inventario de emisiones correspondiente al año 2014, sirve de punto de partida para el cálculo de emisiones GEI, y para identificar las áreas de mejora en relación a la disponibilidad y trazabilidad de todos los datos, comparando la posible variación con las estrategias actuales implementadas que pueden influir en el año de comparación 2017.

⁶ El Potencial de Calentamiento Global: es usado para medir la capacidad que tiene un gas de efecto invernadero para la retención del calor en la atmósfera.

⁷ La nomenclatura "R" suele utilizarse para designar compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que se utilizan como refrigerantes.

Calculo de la Huella de Carbono

Las cargas ambientales producidas por las fuentes identificadas generadoras de GEI, se multiplicaron de manera directa por los factores de emisión seleccionados, expuestos en la Tabla 10. Los factores de emisión permiten estimar la cantidad de emisiones según el tipo de gas generado por fuente, varían de acuerdo al tipo de combustible y actividad en la que se usa el proceso de combustión, por ejemplo; generación de energía, procesos industriales y tecnología como calderas, hornos, estufas, etc. En este sentido, existen factores de emisión más exactos. Generalmente se expresan como el peso de contaminante emitido por unidad de peso, volumen, energía o actividad, dependiendo del nivel escogido. Así, un factor de emisión de monóxido de carbono para el gas natural igual a 1,86, corresponderá a 1,86 kg de CO₂ generados por m³ (o sus unidades correspondientes) de gas natural alimentado en el proceso de combustión (UPME, 2003).

El resultado del proceso anterior, genera la Huella de Carbono en unidades de Kg CO_{2eq}, las cuales posteriormente fueron convertidas a Ton CO_{2eq} dado que así se reporta la Huella actualmente. Además, se comparan en la gráfica seguida las Huellas de Carbono correspondientes al año base y el año de comparación. Los cálculos y demás datos se encontrarán anexos en la hoja de cálculo (Anexo 4).

- Año base 2014

Tabla 13. Huella de Carbono para el año base

Alcance	Fuente	Cantidad (Ton CO ₂ eq)	% del Total
1	Planta eléctrica	0,10	0,12
	Estufas y Hornos	4,22	4,96
	Aire acondicionado	No Aplica	0,00
	Gases medicinales	0,072	0,08
	Subtotal	4,40	5,17
2	Energía consumida	80,67	94,83
	Subtotal	80,67	94,83
	Total	85,07	100

Fuente: Autor, 2018.

- Año de comparación actual 2017

Tabla 14. Huella de Carbono para el año de comparación

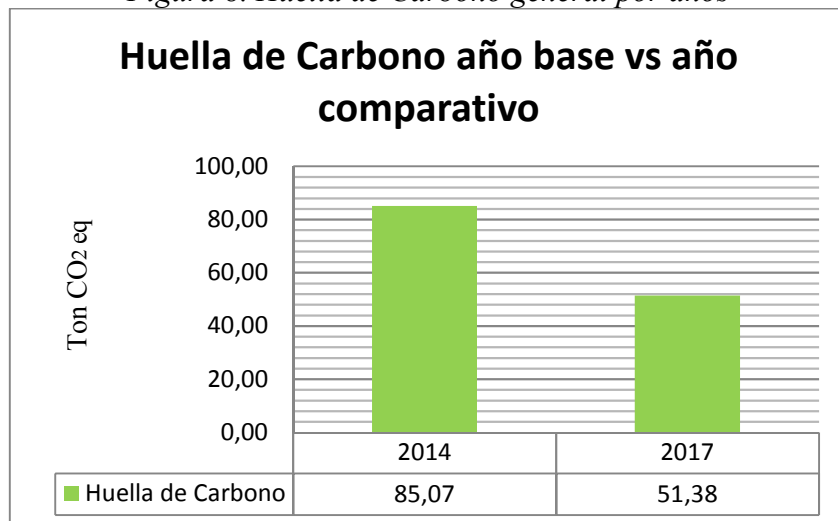
Alcance	Fuente	Cantidad (Ton CO ₂ eq)	% del Total
1	Planta eléctrica	0,42	0,81
	Estufas y Hornos	3,49	6,80
	Aire acondicionado	No Aplica	0,00
	Gases medicinales	0,072	0,14
	Subtotal	3,99	7,75
2	Energía consumida	47,39	92,25
	Subtotal	47,39	92,25
	Total	51,38	100

Fuente: Autor, 2018.

Como se puede apreciar en las tablas 14 y 15 no se tienen en cuenta las emisiones por gases refrigerantes que pueden emanar de los aires acondicionados, esto debido a que hasta el año 2017, fueron instalados y hasta el momento no se les ha realizado un mantenimiento en el cual se requiera de

la recarga de los mismos. Por ello no se han registrado datos al respecto, sin embargo, se dejan incluidos pues son importantes de adicionar en cuanto se tenga el dato por su alta contribución al cambio climático, por tener un potencial de calentamiento estimable.

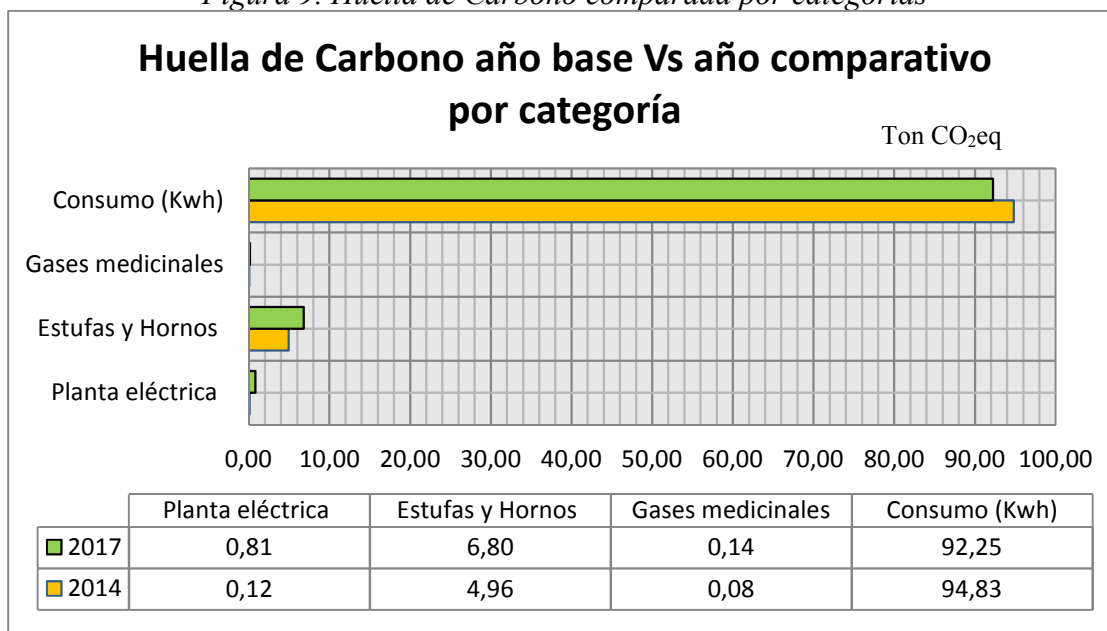
Figura 8. Huella de Carbono general por años



Fuente: Autor, 2018.

En seguida se muestran las variaciones de las mediciones por categorías según las fuentes de emisión de GEI tanto para alcance 1 como para alcance 2.

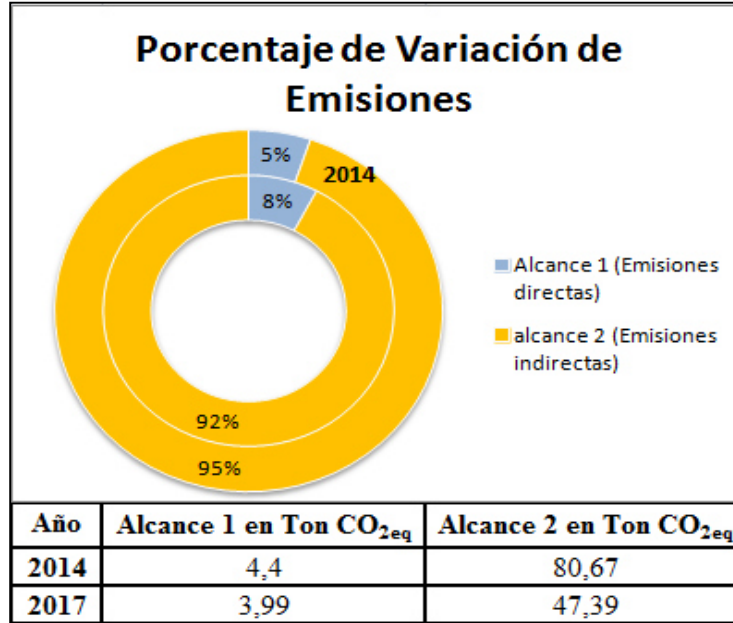
Figura 9. Huella de Carbono comparada por categorías



Fuente: Autor, 2018.

En la siguiente figura se puede apreciar la comparación en porcentaje de variación en la asignación de las fuentes de GEI, junto con la comparación en toneladas pues en realidad existe una reducción de las emisiones como se puede apreciar en la figura 9.

Figura 10. Huella de Carbono en porcentaje



Fuente: Autor, 2018.

La idea de la implementación de un nuevo indicador tal como lo es la Huella de Carbono, reemplazando los indicadores actuales del programa de la organización llamado PROCURE; que consiste en la variación de consumos de agua y energía en las unidades de medida m³ y Kwh. Radica en que la organización tenga un punto de referencia con mayor amplitud del impacto ambiental generado a nivel mundial, como lo es el calentamiento global. Con este indicador se medirá; tanto la reducción del nivel de emisiones generadas de GEI como el consumo de recursos. Además, se puede implementar como un indicador gráfico, aproximando el valor de la Huella de Carbono en un estimado de la deuda ambiental en término de árboles. Con el fin de tener un valor aproximado de la compensación de la empresa para conseguir un carbono 0.

Por lo cual se elabora la siguiente transformación:

- El consumo promedio de CO₂ de un árbol es de 21,77 Kg CO₂/anual (Riaño, 2017).
- La Huella de Carbono en las instalaciones de la clínica Piloto y Dirección General de PROFAMILA corresponden a un total de 85,06 Ton CO_{2eq} para el 2014 y de 51,38 Ton CO_{2eq} para 2017.

Teniendo los datos anteriores se hacen los siguientes cálculos para conocer qué cantidad aproximada de árboles se necesitarían para hacer la compensación de GEI en CO₂eq.

En el año 2014 elegido como año base de comparación para el año actual de medición, se obtuvo una cantidad considerable de árboles que pueden servir de compensación dando como resultado 3908 árboles. No obstante, al realizar la comparación del año comparativo 2017 se observó una disminución de 1548 árboles dando un resultado de 2360 árboles para este año. Dicha disminución se dio a raíz de las motivaciones a los empleados con buenas prácticas y responsabilidad ambiental, razón por la que se deben seguir realizando estas actividades, mejorando la sostenibilidad de la organización. Los cálculos para la obtención de árboles se relacionan a continuación:

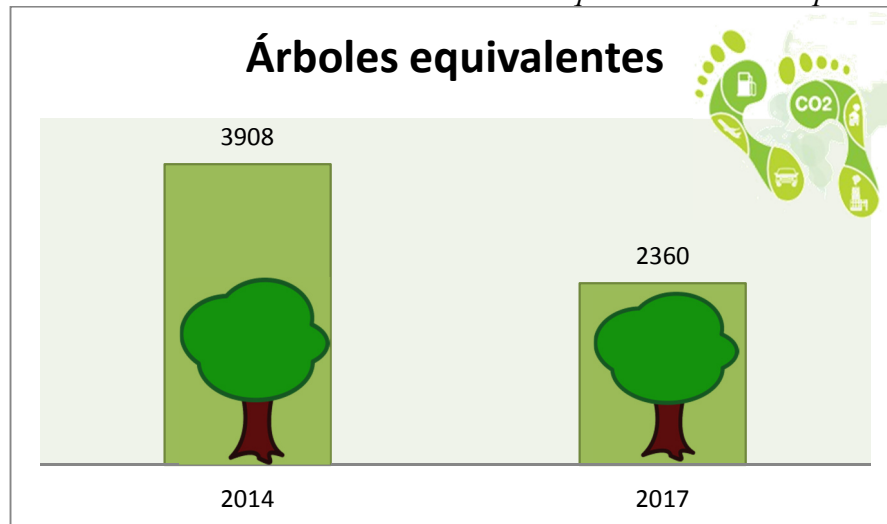
- 2014

$$\text{Árboles de compensación} = \frac{\left(85,06 \text{ T}\ddot{\text{u}}\text{n CO}_{2\text{e}} * \frac{1000 \text{ Kg CO}_{2\text{eq}}}{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}\right)}{21,77 \text{ Kg } \frac{\text{CO}_{2\text{eq}}}{\text{a}\ddot{\text{u}}\text{o}}} = 3908 / \text{a}\ddot{\text{u}}\text{o}$$

- 2017

$$\text{Árboles de compensación} = \frac{\left(51,38 \text{ T}\ddot{\text{u}}\text{n CO}_{2\text{eq}} * \frac{1000 \text{ Kg CO}_{2\text{eq}}}{1 \text{ Ton CO}_{2\text{eq}}}\right)}{21,77 \text{ Kg } \frac{\text{CO}_{2\text{eq}}}{\text{a}\ddot{\text{u}}\text{o}}} = 2360 / \text{a}\ddot{\text{u}}\text{o}$$

Figura 11. Huella de Carbono en término de árboles equivalentes de compensación



Fuente: Autor, 2018.

Evaluación de estrategias de PML

Por medio de la estimación de la Huella de carbono y con ayuda de la medición y participación en estrategias de la organización, se generaron las siguientes estrategias de intervención que pueden ayudar a reducir el valor del impacto ambiental por medio de la reducción del indicador de emisiones de gases de efecto invernadero.

La cuantificación de la Huella de Carbono (HC) de la organización PROFAMILIA indica que en 2014 se generó un total de 85,07 toneladas de CO₂ equivalente para el año en análisis que se consideró como año base y compensó un total de 33,69 toneladas de CO₂ equivalente al año 2017 donde se obtuvo un cálculo de HC de 51,38 toneladas de CO₂ equivalente, por esto puede inferirse en que las acciones llevadas a cabo en la organización como aplicación de programas y proyectos de motivación para la reducción de consumos y responsabilidad ambiental han surgido un efecto positivo en la misma y a nivel global.

Los retos que tiene ahora la organización, van encaminados a controlar, compensar y minimizar las fuentes que incrementan la HC como lo demuestra la medición de los alcances 1 y 2 (Figura 9) directas e indirectas, teniendo en cuenta que las indirectas por consumo energético, provocan las emisiones de CO_{2eq} más altas.

Una de las opciones que pueden aplicarse como programas para la reducción de la Huella de Carbono empresarial es la siembra de árboles y el aseguramiento de la conservación de los mismos, a modo de compensación y asimilación de los gases de efecto invernadero; con lo cual se asegure la reducción del impacto generado por la empresa. Habiendo calculado la compensación en término de árboles para ser carbono 0 a nivel empresarial (Figura 11), y contando con un valor aproximado para la siembra de los mismos donde se involucra el sitio dispuesto y las plántulas germinadas para la siembra, se acudieron a evaluar cotizaciones, que saldrían al efectuar un convenio con la empresa DHL que se adjuntan en el anexo 6. Aquí se obtiene como valor económico, un costo de \$ 6.250 COP por árbol.

$$\$ 6250 \frac{COP}{\text{árbol}} * 2360 \text{ Árboles} = 14'750.000 \text{ COPs}$$

Es decir, que si la idea fuera compensar con esta medida los GEI emitidos al año 2017. Se tendría un costo total de \$14'750.000. Reduciendo en un 100% la cantidad de GEI emitidos por la empresa. Sin embargo, esta inversión variaría dependiendo de las emisiones generadas de manera anual, razón por la cual se pueden generar alternativas que reduzcan las emisiones y opciones para la compensación de dichas emisiones. Esta sería una de las iniciativas más favorables no solo para la reducción de gases de efecto invernadero, sino para la conservación de ecosistemas y preservación de especies endémicas de flora y fauna, en favor de la protección del medio ambiente.

Teniendo presente que las emisiones indirectas por energía representan más del 90% de la Huella de Carbono. Se considera mejorar el rendimiento energético en la empresa, al mismo tiempo que se reducen los residuos especiales como lo son las luminarias fluorescentes con mercurio, con ello los

posibles impactos ambientales a las que conlleva su disposición final, se podría plantear la continuidad del programa de sustitución de bombillos fluorescentes convencionales de tubo por aquellos con tecnología LED, como una práctica eficiente y alcanzable en poco tiempo. Adicionando la implementación de sensores de movimiento que generen un eficiente ahorro en pasillos o lugares que son oscuros y requieren luz constante en los cuales a menudo se dejan encendidas las luces, pero no hay personal presente.

Las luces en la organización, permanecen encendidas de 12 a 14 horas diarias por 6 días a la semana. Con lo que se está consumiendo rápidamente la vida útil de las bombillas fluorescentes de mercurio, generando una mayor cantidad de residuos peligrosos. Las bombillas fluorescentes y con tecnología LED tienen vidas útiles diferentes las cuales se relacionan a continuación, calculando de igual forma el tiempo estimado de servicio de las bombillas, es decir el tiempo en el que dejan de funcionar y se convierten en un residuo peligroso.

Tabla 15. Estimación de tiempo comparativo, para la terminación de vida útil de las bombillas

Tipo de Bombillo	Tubos LED	Tubos Fluorescentes	Horas promedio de uso diario	Cantidad mensual de uso (Horas)	Alcance de su vida útil (meses)		Alcance de su vida útil (años)	
					LED	Fluorescente	LED	Fluorescente
T8 (Horas)	50000	20000	13	312	160	64	13	5
T6 (Horas)	30000	15000	13	312	96	48	8	4

Fuente: Autor, 2018.

La información extraída en la Tabla 15 se adquirió por medio de la consulta de catálogos de características de los bombillos de tubo de la empresa Phillips. Entonces, podemos asegurar que se aprovecharían las luminarias con tecnología LED el doble y quizás más de ello del tiempo que el destinado para las luces fluorescentes, ahorrando también en la compra de las luminarias y el pago por su disposición final. Siguiendo el estudio de luminarias y teniendo en cuenta costos generales tanto del consumo como del costo de los bombillos, se tiene el siguiente resultado:

Tabla 16. Costos aproximados de la instalación de luminarias LED

Tipo de Iluminación	Cantidad total de bombillos	Gasto actual		Gasto futuro		Costo bombillas LED	Costo total LED
		\$	Kw/mes	\$	Kw/mes		
T8	136	1814642	4011	1028761	2274	95000	12920000
T6	568					9500	5396000
Total						18'316.000	

Fuente: Autor, 2018.

En la tabla 16 se da una aproximación del costo de cambio de la iluminación LED para las instalaciones, con ello se procede a realizar una estimación del tiempo de recuperación de la inversión tomando como referencia el ahorro mensual que se obtiene en el momento de reducir el consumo de

energía a casi la mitad, pasando del gasto de 4011 Kw/mes a 2274 Kw/mes donde se reduce el consumo energético en un 43,31%.

Discriminando el ahorro obtenido mensual y calculándolo de manera anual un ahorro, se obtiene un tiempo de 1,9 años es decir que si la inversión se realiza en el transcurrir de un año se recupera en 21 meses aproximadamente.

Tabla 17. Cálculo del tiempo estimado para la recuperación de la inversión

Ahorro mensual (pesos)	Ahorro Anual (pesos)	Tiempo de recuperación de la inversión (años)
785.882	9'430.584	1,9

Fuente: Autor, 2018.

Aunque la medida para el cambio de las luminarias se haga en lúmenes, los tipos de bombillas tipo LED, cumplen con las condiciones establecidas por el área de mantenimiento para la proyección de luz en espacios cerrados, evitando las molestias por la proyección de materiales que cansen visual o estéticamente a los usuarios o personal de la empresa.

Como se mencionó antes, la alternativa en el remplazo de la iluminación, puede representar un total de reducción en la Huella de Carbono aproximada de un 43,31% que implicaría un total de reducción en término de emisiones de 22,25 Ton CO₂ eq. Todos los cálculos concernientes a esta propuesta se desarrollan en el Anexo 4.

La aplicación de prácticas amigables con el ambiente podría significar para la organización un ahorro económico en montos destinados al pago de servicios públicos, como electricidad sustituyendo y aplicando alternativas que ayuden a reducir las fuentes convencionales de recursos por sistemas modernos y eficientes. Los recursos ahorrados pueden ser destinados en actividades de incremento en la calidad de la prestación del servicio de salud.

Otra posibilidad que puede plantear a corto plazo, para la reducción de la Huella de Carbono es la apropiada segregación de los residuos, pues actualmente la segregación en las instalaciones de la empresa no se realiza de manera ordenada, perdiendo mucho material reciclable en los residuos ordinarios; a estos residuos aprovechables, se les puede dar un segundo uso. Es así que se ha planteado que la empresa puede crear una alianza con otra institución o fundación; creando ecología industrial y dando una buena disposición final a los residuos no peligrosos generados en las instalaciones.

Teniendo en cuenta la NTC-ISO 14064-1, la finalidad del conocimiento de la HC debe ser que la organización genere oportunidades y aplique acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Es así que se deben crear ejercicios orientados y encaminados a subsanar, mitigar y/o evitar las emisiones de GEI.

9. Análisis y discusión de resultados

Basado en la metodología propuesta en la NTC-ISO 14064:2006-1, se pudo desarrollar exitosamente la medición de la Huella de Carbono para la organización, pues estima las fuentes de emisión, las fuentes generadoras a considerar y la aplicación de la misma, que se puede implementar de forma, que se facilita el cálculo y las fuentes en su totalidad son incluidas.

Aprovechando que la organización PROFAMILIA, cuenta con un programa de educación y sensibilización ambiental desde donde se trabaja en la reducción de consumo y control de gasto de servicios públicos (agua y electricidad) y generación de residuos principalmente el de papel, nombrado PROCURE "Programa de Consumo y Uso Inteligente de los Recursos". En donde se han desarrollado campañas de cultura para la comunidad empleada, relacionadas con la responsabilidad y compromiso ambiental. Se han logrado disminuir la Huella de Carbono a partir de la reducción del consumo de energía principalmente.

Por otro lado, los indicadores de seguimiento del programa como son el consumo de agua y energía en sus unidades de medida correspondiente, medidos por medio de los periodos de facturación, funcionarían como soporte a la medición de la Huella de Carbono justificando la reducción de impactos ambientales. Dando claridad de la importancia de estar comprometidos con el cuidado de la naturaleza y los recursos que nos provee, a través de la medición en término de emisiones de CO_{2eq}.

Al calcular la HC para la organización, se puede asegurar que las emisiones indirectas correspondientes al alcance 2 son las responsables de la mayor parte en la medida de la huella, en términos de Ton CO_{2eq} se tiene un valor de 47,39 para el 2017 representado en un valor porcentual de 92,25. Sin embargo, esta medición ha disminuido con respecto al año base 2014, pues en términos de CO_{2eq} se tenía un valor de 80,67 correspondiente a un 94,83%, es decir que en 3 años el valor de las emisiones indirectas se han logrado reducir en un 2,58% acorde a un 33,28 Ton de CO_{2eq}. Mientras que las emisiones que se encuentran implícitas en el alcance 1 concernientes a emisiones directas, aunque representan un bajo valor porcentual no hay que dejarlas de lado para el 2014 se tenía un estimado de 4,4 Ton de CO_{2eq} y para el 2017 un valor de 3,99 Ton de CO_{2eq} lo que se asemeja al 5% y 8% respectivamente del total de emisiones generadas para cada año.

Se propone presentar para el control del impacto ambiental, poco perceptible o identificable, como lo es el generado por el consumo de la energía eléctrica, con la que se ha contribuido al calentamiento global, pero que está bajo la autonomía de la empresa. Ahora bien, la idea es que se tomen medidas de minimización de las fuentes más relevantes llegando a tener una ventaja mediante la cual se contribuya al medio ambiente mientras se beneficia económica y socialmente la empresa. Por ello es aconsejable generar proyectos de producción más limpia como los ejemplos propuestos con anterioridad, atacando finalmente el consumo de energía ya que es en estos momentos la fuente primaria en la medición de gases de efecto invernadero.

Actualmente, la continuidad de los cambios en las luminarias de tubería de mercurio por iluminaciones con tecnología LED; es una estrategia viable que puede presentarse a corto plazo, con lo

que se mejoran las condiciones infraestructurales de la organización. A su vez se disminuyen los impactos ambientales, pues por un lado se reducen los consumos del servicio mientras que se reducen las emisiones indirectas de GEI a la atmósfera y se disminuye la disposición final de residuos peligrosos como lo son los balastos de vidrio o bombillos de tubo. Como se observa en la reducción de consumos Tabla 16, se puede inferir en una reducción de la Huella de Carbono de 43% aproximadamente.

Otra alternativa viable aplicable en estos momentos en las instalaciones de la organización consiste en el establecimiento de sensores de movimiento, con lo cual se controle la cantidad innecesaria de horas que los bombillos se encuentran encendidos que actualmente son 13 horas en promedio consumiendo grandes cantidades de energía. La idea del conocimiento de este indicador es la mejora continua en la empresa, donde puede darse a consideración la posibilidad de instalar energías renovables o limpias, eliminando la dependencia de energías convencionales actuales.

La cantidad de GEI obtenida con la que se obtuvo la medición de la Huella de Carbono no debe considerarse alta pues la posibilidad de compensar los impactos es viable y puede desarrollarse en poco tiempo. A pesar de que no se tuvieron en cuenta fuentes de emisión que se encuentran dentro de un alcance 3 de las cuales es necesario empezar a tener una medición o estimación para mejorar la lectura de la Huella de Carbono empresarial.

PROFAMILIA puede ser partidaria de la medición anual de su huella con el fin de demostrar contribuciones nacionales que fueron establecidas en el acuerdo de París, en las que se propuso como meta reducir un 20% a un 30% para Colombia, las emisiones de gases efecto invernadero con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030 (anexo 5), obteniendo un valor agregado a sus servicios, al ser una empresa interesada en la contribución de la reparación de daños ambientales generados de manera indirecta generalmente. Contribuir con el mundo natural es simple, basta con tener la iniciativa, crear conciencia y mantener como meta la reducción de emisiones con tecnologías bajas en Carbono hasta proyectos de compensación. Cumplir esta meta genera impactos positivos en lo social y desarrollo sostenible para Colombia (Ecologic S.A.S., 2016)

Para finalizar, autores como Pon, sugieren que la Huella de Carbono es un indicador sintético que puede evaluar el impacto directo e indirecto asociado a un determinado consumo (Pon, 2009). Estas deducciones, son consecuentes con los resultados del estudio realizado del uso de energía eléctrica y las demás fuentes de GEI, lo cual hace significativo su aporte a la HC. Al ponerse al tanto de la medición la organización podrá anticiparse a posibles impactos futuros, con ello buscar crear estrategias que ayuden al crecimiento de la empresa y mejoramiento de los procesos haciéndola más eficientes. Por ello y en pro de que la organización incremente su interés en contribuciones ambientales, es importante dar a conocer estos resultados, procurando el seguimiento y continuidad para que se puedan obtener reconocimientos a la organización por su compromiso ambiental. Siendo meritorio que empresas independientes, con recursos propios y limitados emprendan acciones que controlen, mitiguen e incluso eliminen los impactos climáticos de manera voluntaria, con ello se da una declaración de responsabilidad social y ambiental.

10. Conclusiones

Teniendo en cuenta que PROFAMILIA es una organización prestadora de servicios de salud, se identificó como metodología práctica para el cálculo de la Huella de Carbono empresarial, la que se encuentra estandarizada bajo la norma NTC-ISO 14064:2006-1 “*Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones*”, Green House Gas Protocol (GHG Protocol). Obteniendo como resultado una Huella de Carbono de 51,38 Ton de CO₂eq durante el año 2017. Cuya fuente primaria fue el consumo de energía eléctrica; que represento el 92,25% del total de la huella, equivalente a 47,39 Ton de emisiones indirectas de CO₂.

Para la identificación de las fuentes de emisión encontradas en las instalaciones de PROFAMILIA, se realizó un inventario de equipos, materiales e instrumentos, que pudieran ser emisores directos e indirectos, alcanzando como resultado un valor de 51,38 Ton CO₂ en 2017 y de 85,07 Ton de CO₂ en 2014, resultante de fuentes directas tales como estufas y hornos, gases medicinales, combustibles fósiles (Diesel) proveniente del uso de la planta eléctrica y emisiones indirectas por el consumo de energía eléctrica.

Finalmente, al conocer el valor de la Huella de Carbono se plantearon estrategias de Producción más Limpia que pudieran mitigar las emisiones de gases efecto invernadero o compensarlas. Al valorar alternativas que propicien la reducción de la HC, son consideradas como viables y aplicables; la sustitución de luminarias con metales pesados como mercurio por otras con tecnología LED como medida de mitigación, lo que reduciría el valor de la Huella en un 43,31% equivalente a 22,25 Ton CO₂ eq. Por otro lado, como medida de compensación se evaluó un plan de reforestación de 2360 árboles nativos, que tienen como fin la disminución de la Huella de Carbono y quizás la posibilidad de generar una compensación cercana al 100% aportando ambiental y socialmente a la comunidad incrementando la responsabilidad social y ambiental de Profamilia, por medio del compromiso adquirido con la optimización de recursos, la participación de los empleados en actividades de carácter socio-ambiental, que aumentan el bienestar a la par del adecuado manejo de actividades en pro de la protección de los ecosistemas.

11. Recomendaciones

Para mejorar los resultados obtenidos en la Huella de Carbono, se recomienda hacer el control de los gases refrigerantes que son usados para la recarga en los procesos de mantenimiento, tener control del tipo de RAEES por tipo, pues algunos de los residuos generados en los procesos de disposición final al ser inservibles pueden ser generadores de GEI.

Teniendo en cuenta el alcance con el que se realizó la medición de la Huella de Carbono es recomendable ampliar la medición de la Huella dentro de un alcance 3, dándole continuidad al cálculo del valor de este indicador de desempeño ambiental, donde se añada el consumo de agua y papel junto con las emisiones generadas que son propuestas en la metodología GHG protocol incluida en la ISO 14064:2006, incluyendo las fuentes móviles usadas en los viajes de los empleados y gestores externos, entre otros.

Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda dar continuidad a la integración como parte del trabajo de reducción de la Huella de Carbono, a los colaboradores de la entidad en los programas y proyectos adelantados por el área de Gestión Ambiental como se ha venido haciendo, como parte del proyecto "Reto Ambiental" propio de la organización PROFAMILIA, permitiendo generar empoderamiento sensibilización y educación ambiental relacionados con el cambio climático y la reducción de la Huella de Carbono con ayuda de tips que se relacionan en el Anexo 7.

Además, se recomienda revisar el estado actual de las instalaciones y equipos, así como la ejecución de mantenimiento periódico que permitan optimizar el funcionamiento de los dispositivos y reducir el consumo de energía, fuente primaria actual del valor estimado en la Huella calculada. Incluyendo la posibilidad de realizar estudios de viabilidad para instaurar dispositivos de generación propia de energía amigable con el ambiente como la solar que es una energía renovable y que puede alimentar gran parte del consumo en las instalaciones, cambiando la dependencia energética; dirigida a la instalación de prácticas más limpias, reduciendo a su vez los costos por la energía suministrada por la empresa de servicio de energía Codensa.

12. Bibliografía

- Alava D. (2015). *Calculo de la huella de carbono bajo la metodología de GreenHouse Gas Protocol*. Bogotá D.C: Universidad Militar Nueva Granada.
- Aponte H. (2017). *Propuesta De Estrategias De Mitigación A Partir Del Cálculo De La Huella De Carbono De Los Campus Norte Y Sur De La Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales U.D.C.A En Los Años 2014 – 2015*. Bogotá, Colombia: UDCA Facultad de Ciencias Aplicadas.
- Bambarén C. et al. (2014). Impacto ambiental de un hospital público en la ciudad de Lima, Perú. *Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* , 712-715.
- Bastianoni S. et al. (2004). The problem of assigning responsibility for greenhouse gas emissions. *Ecological Economics* , 253-257.
- Benavides & León. (2007). *Información Técnica Sobre Gases de Efecto Invernadero y El Cambio Climático*. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- Bo P. Weidema et a. (2008). Carbon Footprint. A Catalyst for Life Cycle Assessment? *Industrial Ecology* , 3-6.
- C.M.Navaratne, M. &. (2018). Carbon Footprint of an Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming. *Procedia Engineering* , 729-735.
- Cagliani, M. (15 de 12 de 2011). *¿Qué es el CO2 equivalente?* Recuperado el 03 de 04 de 2018, de Energías Renovables: <http://www.sustentator.com/blog-es/2011/12/que-es-el-co2-equivalente/>
- Campos & Gutiérrez. (2015). *Estimación de la huella de carbono del destino turístico de Leticia - Amazonas, Colombia y diseño de una propuesta de manejo de las principales emisiones de gases efecto invernadero*. Universidad de Talca, Chile: Revista Interamericana de Ambiente y Turismo.
- Carballo S. (23 de 04 de 2014). *Huella de carbono en hospitales*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de EOI, Escuela de Organización Industrial: <http://www.eoi.es/blogs/serafincarballo/huella-de-carbono-en-hospitales/>
- Carrasco J. (2014). *Mecanismo Para La Mitigación Voluntaria De Emisiones De Gases*. Bogotá, Colombia: Fundación Natura, CAEM & Cámara de comercio de Bogotá.
- Centro Español de Metrología. (2014). *Informe de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 2013*. Recuperado el 27 de 03 de 2018, de http://www.cem.es/sites/default/files/huella_de_carbono_en_el_cem_2013.pdf
- CEPAL, C. E. (2012). *Informe del cuarto Seminario internacional sobre la huella de carbono “Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y*

prácticas empresariales” CEPAL, 11 y 12 de octubre de 2012. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Climático, C. I. (03 de 2011). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>

CNN. (2001, 03 09). *U.S. expanding Plan Colombia into regional Andean plan*. Retrieved from CNN State Department Producer Elise Labott: <http://edition.cnn.com/2001/WORLD/americas/03/09/us.colombia/>

CNPML. (05 de 2002). *Guía Sectorial para la producción más limpia en Hospitales, Clínicas y Centros de Salud*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales: <http://www.cnpml.org/templates/panalVerde/images/publicaciones/GuiaSectorialDePMLEnHospitalesClinicasyCentrosDeSalud.pdf>

ConexiónCOP. (29 de 10 de 2014). *¿Qué es la huella de carbono y por qué es importante conocerla?* Recuperado el 12 de 03 de 2018, de <http://conexioncop22.com/que-es-la-huella-de-carbono-y-porque-es-importante-conocerla/>

DAMA, D. T. (05 de 2006). *Manual de Producción Más Limpia para el Sector Salud*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <http://ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988209/Manual+de+Producci%C3%B3n+M%C3%A1s+Limpia+para+el+Sector+Salud.pdf>

Dodman D. (2018). Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. *Environment & Urbanization IIED*, 185-201.

Duflou J., K. K. (2016). *Cleaner Production In: The International Academy for Production Engineering, Laperrière L., Reinhart G.* Springer, Berlin, Heidelberg: Encyclopedia of Production Engineering.

Ecologic S.A.S. (2016). *Mercado de carbono en Colombia*. Bogotá, Colombia: CO2CERO.

El-Haggar, S. M. (2007). *Chapter 2 – Cleaner Production*. Cairo, Egypt: Energy and Environment Department of Mechanical Engineering The American University.

Espíndola & Valderrama. (02 de 12 de 2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información tecnológica*, 163-176.

Espíndola & Valderrama. (2012). Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro. *Información tecnológica*, 177-192.

- FENALCO. (2018). *Medición de la huella de carbono*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de Fenalco Realiza La Medición De La Huella De Carbono De Evento De La Convención Nacional Y Simposio Internacional De Supermercados, Autoservicios Y Proveedores Del Sector Góndola Realizada En Cartagena Del 26 Al 28 De Octubre: <http://www.fenalcosolidario.com/noticias/medicion-de-la-huella-de-carbono>
- Gonzalez, G. (Dirección). (2014). *Métodos de Investigación* [Película].
- Gutierrez & Montoya. (2014). *La huella de carbono como herramienta para lograr una producción sostenible en un cultivo de flores ubicado en la Sabana de Bogotá - Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad El Bosque, Grupo de Investigación choc ize.
- Hermosilla A. (2014). *Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia*. Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Hernández Sampieri et al. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F: Mc Graw-Hill/ Interamericana editores S.A.
- Herrera H. (2014). *Factores De Emisión Del S.I.N. Sistema Interconectado Nacional Colombia 2014*. Bogotá, Colombia: UPME.
- Hertwich E & Peters G. (2009). Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis. *American Chemical Society*, 6414–6420.
- Hospital Clínico San Carlos. (2013). *Informe de Gases de Efecto Invernadero*. Madrid, España: Hospital Clínico San Carlos.
- IDEAM. (02 de 2018). *Calculadora Colombiana de Carbono 2050*. Recuperado el 25 de 02 de 2018, de <http://www.cambioclimatico.gov.co/calculadora-de-carbono>
- Ihobe S.A. (2012). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones*. Vizcaya, España: Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Industrial, P. (2018). *Normal Metro Cúbico*. Recuperado el 27 de 03 de 2018, de <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/normal-metro-cubico>
- INSSBT. (2018). *Definición de Indicador*. Recuperado el 21 de 02 de 2018, de Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar en el Trabajo: <http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/menuitem.1a9b11e0bf717527e0f945100bd061ca/%3Fvgnextoid%3Db80b5052be683110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel%3De68f6a5f01d63110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>

- ISOTools. (04 de 12 de 2012). *ISO 14067. Huella de Carbono de los Productos*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <https://www.isotools.org/2012/12/04/iso-14067-huella-de-carbono-de-los-productos/>
- Levin, D. (2006). Designing a 21st Century Hospital. *Environmental Leadership for Healthy Patients and Families* (pp. 20-22). California, USA: The Center for Health Design & Health Care Without Harm.
- Lizano, V. (2009). *Huella de Carbono*. Recuperado el 21 de 02 de 2018, de Bosques Procarbono UACH: https://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html
- MinAmbiente. (2018). *Gases de Efecto Invernadero*. Recuperado el 27 de 02 de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=462:plantilla-cambio-climatico-18>
- MinAmbiente. (2018). *Huella de Carbono*. Recuperado el 27 de 02 de 2018, de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=465:plantilla-cambio-climatico-21>
- Ministerio de Ambiente. (2018). *Historia de Colombia Frente al Cambio Climático*. Recuperado el 03 de 04 de 2018, de Acciones del Gobierno de Colombia Frente al Cambio Climático: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/460-plantilla-cambio-climatico-16>
- Ministerio de Salud. (03 de 2017). *salud Ambiental*. Recuperado el 21 de 02 de 2018, de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/Salud-ambiental.aspx>
- Mundo Verde. (09 de 10 de 2015). *Los gases de efecto invernadero vuelven a batir un récord*. Recuperado el 13 de 03 de 2018, de [imagen]: <https://www.voanoticias.com/a/cambio-climatico-gases-efecto-invernadero-baten-recordf/3049879.html>
- Núñez R. (2012). Huella de Carbono: más allá de un instrumento de medición. Necesidad de conocer su impacto verdadero. *IV Congreso Internacional Latina* (págs. 1-17). Tenerife, España: Revista Latina de Comunicación Social.
- Olmos, F. &. (2013). *Huella de Carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. Santiago de Chile: Naciones Unidas - CEPAL.
- OMS. (2018). *¿Cómo define la OMS la salud?* Recuperado el 21 de 02 de 2018, de <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- OMS. (2003). *Cambio climático y salud humana - riesgos y respuestas*. Recuperado el 27 de 02 de 2018, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1072921&pid=S1726-4634201400040001500001&lng=es

- ONU. (1995). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Retrieved 02 26, 2018, from <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- P.V.V. Prasad et al. (2017). Global Warming Effects. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)* , 289–299.
- Palma, H. Z. (2012). *Los bienes y servicios ambientales primarios, secundarios y recursos naturales*. Recuperado el 21 de 02 de 2018, de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/09/los_bienes_y_servicios_ambientales_primarios_una_propuesta_de_su_interpretacion_y_aplicacion_practical.pdf
- Perry S. et al. (2008). Integrating waste and renewable energy to reduce the carbon footprint of locally integrated energy sectors. *Energy* , 1489-1497.
- Pon, D. (2009). *Evaluando el impacto en el cambio climático de consumo: Huella de Carbono*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Riaño, N. C. (31 de 05 de 2017). Conozca cuál es la huella de CO2 que genera al transportarse. *La República* , pág. Versión Online.
- Rubiano, D. (16 de 12 de 2016). *Integrante del semillero de investigación del programa Congreso Visible*. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de Equipo Congreso Visible : <http://congresovisible.org/agora/post/balance2016-colombia-y-la-lucha-contra-el-cambio-climatico-en-que-vamos/9642/>
- Satterthwaite D. (2008). Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emission. *Environment & Urbanization IIED* , 541-545.
- SBQ Consultores. (19 de 02 de 2014). *Norma ISO 14064, Gases de Efecto Invernadero (GEI)*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de Consultora de Sistemas de Gestión y Normas ISO: <https://www.s bqconsultores.es/la-norma-iso-14064/>
- Scott M. et al. (2008). The Importance of Carbon Footprint. *Environmental Science Technology* , 5839-5842.
- SDA, S. D. (08 de 2015). *Guía para la elaboración del informe de la huella de Carbono Corporativa en entidades Públicas del Distrito Capital*. Recuperado el 27 de 02 de 2018, de Plan Institucional de Gestión Ambiental PIGA: http://www.ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=f64a7ccd-8a76-4d0d-b6de-33a3f08576fc&groupId=586236
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2006). *Manual de Producción Más Limpia para el Sector Salud*. Recuperado el 16 de 02 de 2018, de Importancia de la PML en IPS: <http://ambientebogota.gov.co/documents/24732/3988209/Manual+de+Producci%C3%B3n+M%C3%A1s+Limpia+para+el+Sector+Salud.pdf>

- SicaSoft. (05 de 05 de 2017). *¿Porqué medir la Huella de Carbono?* Recuperado el 13 de 03 de 2018, de <http://sicasoft.com/es/por-que-medir-la-huella-de-carbono/>
- Twenergy, C. (30 de 11 de 2011). *Cómo calcular la huella de carbono*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de <https://twenergy.com/co/a/colombia-ya-tiene-una-herramienta-para-calculas-su-huella-de-carbono-1801>
- Universidad de Antofagasta. (2016). *Huella de Carbono Campus Coloso*. Antofagasta Chile: Campus Sustentable Universidad de Antofagasta.
- UPME. (2003). *Factores de emisión de los combustibles colombianos*. Bogotá D.C: Universidad Distrital .
- Vásquez P. & Vargas, J. (2013). *State of the art of environmental management systems and cleaner production processes in companies of the productive sector from pereira and dosquebradas*. Pereira: Universidad Católica.
- Visión Sostenible S.A.S. (14 de 07 de 2015). *Cálculo de Huella de Carbono Organizacional Superintendencia de Sociedades*. Recuperado el 28 de 02 de 2018, de https://www.supersociedades.gov.co/nuestra_entidad/Documentos%20compartidos/INFORME%20CALCULO%20HUELLA%20DE%20CARBONO-2015.pdf
- WHO&HCH, W. H. (2009). *Healthy hospitals, healthy planet, healthy people: Addressing climate change in healthcare settings*. Retrieved 02 28, 2018, from http://www.who.int/globalchange/publications/climatefootprint_report.pdf?ua=1
- Wilches F & Suárez C. (2016). *Evaluación de la Huella de Carbono en la producción de bloque de arcilla en la ladrillera "Los Cristales"*. Bogotá D.C: Universidad Libre.
- Woodcock J et al. (2008). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. *The lancet* , 1930-1943.