



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LOS PROCESOS  
GENERADOS EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE PAMPLONA -  
NORTE DE SANTANDER.

Autor

YEINED BRID MENDOZA CRUZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL, CIVIL Y QUIMICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

2020



**ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL**  
*Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!*



II

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LOS PROCESOS  
GENERADOS EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS DE PAMPLONA -  
NORTE DE SANTANDER.

Autor

YEINED BRID MENDOZA CRUZ

Director

M.S.c HECTOR URIEL RIVERA ALARCON

Codirector

M.S.c FIDEL ANTONIO CARVAJAL SUAREZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL, CIVIL Y QUIMICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

2020



*"Formando líderes para la construcción de un nuevo país"*

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



## AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, ESPECIALMENTE A LA FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA.

A LOS DOCENTES DE LA INSTITUCIÓN POR LA SABIDURÍA Y CONOCIMIENTOS INFUNDIDOS EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL.

A LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS- PAMPLONA POR AVALAR ESTE TRABAJO DE TITULACIÓN Y BRINDAR LAS FACILIDADES PARA ELABORACIÓN DEL MISMO.

A MIS AMIGOS POR EL APOYO BRINDADO DURANTE MI VIDA UNIVERSITARIA.

ESPECIALMENTE A MI FAMILIA POR LA OPORTUNIDAD, CONFIANZA Y COMPRENSIÓN A LO LARGO DE MI CARRERA UNIVERSITARIA “ESTE LOGRO ES DE ELLOS”.



**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>2 RESUMEN .....</b>	<b>5</b>
<b>3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>4 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>8</b>
4.1 MARCO TEÓRICO.....	8
4.2 ANTECEDENTES.....	13
4.2.1 Internacionales.....	13
4.2.2 Nacional.....	15
4.2.3 Local.....	15
4.3 MARCO LEGAL.....	17
4.3.1 Internacional.....	17
4.3.2 Nacional.....	19
4.3.2.1 Leyes.....	22
4.3.2.2 Decretos.....	22
4.4 MARCO CONCEPTUAL .....	24
4.5 MARCO CONTEXTUAL .....	28
<b>5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS.....	30
5.2 HUELLA DE CARBONO.....	31
5.2.1 Definición de los Límites.....	31
5.2.1.1 Límites organizacionales.....	31

5.2.1.2	Limites operacionales .....	32
5.2.1.3	Exclusiones.....	32
5.2.2	<i>Selección del Año Base</i> .....	33
5.2.3	<i>Identificación de Emisiones</i> .....	33
5.2.3.1	Identificación de emisiones y remociones directas de GEIs.....	33
5.2.3.2	Identificación de emisiones indirectas de GEIs por energía.....	35
5.2.3.3	Identificación de otras emisiones indirectas de GEIs.....	35
5.2.4	<i>Cuantificación de las Emisiones</i> .....	37
5.2.4.1	Metodología para la Cuantificación de Remociones.....	40
5.2.4.2	Herramientas de cálculo.....	42
<b>6</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
6.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y PROCESOS.....	44
6.2	HUELLA DE CARBONO.....	44
6.2.1	<i>Definición de los Limites</i> .....	44
6.2.1.1	Limites Organizacionales.....	44
6.2.1.2	Limites Operativos.....	45
6.2.1.3	Exclusiones.....	48
6.2.2	<i>Selección del Año Base</i> .....	48
6.2.3	<i>Identificación de Emisiones</i> .....	48
6.2.4	<i>Cuantificación de Emisiones</i> .....	48
6.2.4.1	Cuantificación de Emisiones Directas de GEIs (Alcance I).....	48
6.2.4.2	Cuantificación de Emisiones Indirectas de GEIs por energía (Alcance II).....	53
6.2.4.3	Cuantificación de Otras Emisiones Indirectas de GEIs (Alcance III).....	53
6.2.4.3.1	Determinar la cantidad (en peso) de residuos.....	58
6.2.4.3.2	Determinar la composición.....	58
6.2.5	<i>Cálculo de Incertidumbre</i> .....	63
<b>7</b>	<b>HUELLA DE CARBONO CON LA RED GLOBAL DE HOSPITALES VERDES Y SALUDABLES. ....</b>	<b>66</b>



8	ESTRATEGIAS .....	69
9	RECOMENDACIONES.....	73
10	CONCLUSIONES.....	74
11	LISTA DE REFERENCIAS .....	75



S



## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>ILUSTRACIÓN 1.</b> DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	7
<b>ILUSTRACIÓN 2.</b> OBJETIVOS DE LA RED GLOBAL DE HOSPITALES VERDES Y SALUDABLES.....	13
<b>ILUSTRACIÓN 3.</b> LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE PAMPLONA- NORTE DE SANTANDER.....	28
<b>ILUSTRACIÓN 4.</b> UBICACION DE LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS .....	29
<b>ILUSTRACIÓN 5.</b> DIAGRAMA DE METODOLOGÍA .....	30
<b>ILUSTRACIÓN 6.</b> ORGANIGRAMA DE LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.....	45
<b>ILUSTRACIÓN 7.</b> RESUMEN DE LA DEFINICIÓN DE ALCANCES Y LAS EMISIONES ASOCIADAS A LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS. ....	47
<b>ILUSTRACIÓN 8.</b> EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> EQ DEL ALCANCE I SEGÚN LAS ACTIVIDADES DE LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS. ....	52
<b>ILUSTRACIÓN 9.</b> HUELLA DE CARBONO TENIENDO EN CUENTA EL TIPO DE COMBUSTIBLE. ....	53
<b>ILUSTRACIÓN 10.</b> EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> EQ DE CADA ACTIVIDAD EN EL ALCANCE III. ....	62
<b>ILUSTRACIÓN 11.</b> HUELLA DE CARBONO POR ALCANCES EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS. ....	63
<b>ILUSTRACIÓN 12.</b> HUELLA DE CARBONO POR ALCANCES, RED GLOBAL DE HOSPITALES VERDES Y SALUDABLES. ....	67
<b>ILUSTRACIÓN 13.</b> HUELLA DE CARBONO DE LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.....	68



S

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> ETAPAS METODOLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO BAJO LA ISO 14064-2006 .....	31
<b>TABLA 2.</b> DEFINICIONES SEGÚN ISO 14064-1 Y REQUISITOS.....	32
<b>TABLA 3.</b> EMISIONES DERIVADAS DE LAS EMISIONES DIRECTAS.....	34
<b>TABLA 4.</b> CHECKLIST CON LAS FUENTES DE EMISIÓN MÁS COMUNES: EMISIONES DIRECTAS .....	34
<b>TABLA 5.</b> CHECKLIST CON LAS FUENTES DE EMISIÓN MÁS COMUNES: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS.....	36
<b>TABLA 6.</b> DETERMINACIÓN DEL ALCANCE EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.....	46
<b>TABLA 7.</b> IDENTIFICACIÓN DE EMISIONES EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS.....	49
<b>TABLA 8.</b> PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI) Y FACTOR DE EMISIÓN DEL DIESEL - GASOLINA.....	49
<b>TABLA 9.</b> DATO DE ACTIVIDAD DEL ALCANCE I EN (KG CO <sub>2</sub> /KG).....	49
<b>TABLA 10.</b> DATO DE ACTIVIDAD DEL ALCANCE I EN (KG CO <sub>2</sub> /GAL) .....	50
<b>TABLA 11.</b> POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG) .....	50
<b>TABLA 12.</b> EMISIONES DEL DIESEL Y GASOLINA (KG/GAL) EN EL ALCANCE I .....	51
<b>TABLA 13.</b> EMISIONES DEL DIESEL Y GASOLINA (T CO <sub>2</sub> /ANUAL) .....	51
<b>TABLA 14.</b> EMISIÓN TOTAL EN ALCANCE I .....	51
<b>TABLA 15.</b> EMISIONES POR ACTIVIDADES EN EL ALCANCE I .....	52
<b>TABLA 16.</b> EMISIONES DEL ALCANCE II .....	53
<b>TABLA 17.</b> EMISIONES POR EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS EN TON CO <sub>2</sub> EQ .....	54
<b>TABLA 18</b> EMISIONES GENERADAS POR EL CONSUMO DE PAPEL EN LA E.S.E HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS EN TON CO <sub>2</sub> EQ.....	54
<b>TABLA 19.</b> CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIESEL EN EL TRANSPORTE DE RESIDUOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS. ....	55
<b>TABLA 20.</b> PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI) Y FACTOR DE EMISIÓN DEL DIESEL .....	56
<b>TABLA 21.</b> DATO DE ACTIVIDAD (KG CO <sub>2</sub> / KG) POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL ALCANCE III.....	56
<b>TABLA 22.</b> DATO DE ACTIVIDAD (KG CO <sub>2</sub> / GAL) POR CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL ALCANCE III .....	56
<b>TABLA 23.</b> EMISIONES DE DIESEL (KG CO <sub>2</sub> /GAL) EN EL ALCANCE III.....	57
<b>TABLA 24.</b> EMISIONES DE DIESEL (T CO <sub>2</sub> /ANUAL) EN EL ALCANCE III .....	57
<b>TABLA 25.</b> EMISIÓN TOTAL DE TRANSPORTE DE RESIDUOS HOSPITALARIOS (T CO <sub>2</sub> ) EN EL ALCANCE III .....	57





<b>TABLA 26.</b> CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS INGRESADOS AL RELLENO "LA CORTADA" Y SUS CANTIDADES DE CARBÓN ORGÁNICO (CCO) .....	59
<b>TABLA 27.</b> EMISIONES POR RESIDUOS ENVIADOS A RELLENOS SANITARIOS "LA CORTADA" "EN TON CO <sub>2</sub> EQ .....	61
<b>TABLA 28.</b> EMISIONES DE CO <sub>2</sub> EQ DEPENDIENDO DEL ALCANCE .....	62
<b>TABLA 29.</b> EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA INCERTIDUMBRE DE LOS PARÁMETROS .....	64
<b>TABLA 30.</b> NIVELES DE COBERTURA DE FUENTES. ....	66
<b>TABLA 31.</b> ESTRATEGIAS PARA EDUCIR LA HUELLA DE CARBONO. ....	69



S

## Introducción

La globalización expande las fronteras y modifica su alcance, de tal modo que la distancia entre la extracción del recurso y el lugar donde los residuos son dispuestos altera significativamente el metabolismo de reciclaje, también se ha dado un salto en la obtención de energía a partir de combustibles fósiles como gas, petróleo y carbón cuya combustión produce la emisión de gases con efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en cantidades superiores a la capacidad de absorción natural. El aumento de estos gases en la atmósfera es de origen antrópico por la utilización de combustibles fósiles, así como por los cambios en el uso de la cobertura de los suelos, la quema de biomasa, la cría de ganado y los depósitos de residuos urbanos, provoca un aumento gradual de la temperatura en la superficie terrestre y marina, conocido como calentamiento global, con un cambio a largo plazo en el clima de la Tierra. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1998) define este fenómeno como: “Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada en períodos comparativos”. Otros gases emitidos a la atmósfera como producto de las actividades del hombre y con potencial de calentamiento global son: metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

El enfoque de desarrollo sostenible empresarial pone la atención en la utilización eficiente de los recursos; el ecologista-ambientalista destaca la preservación de las especies, los recursos naturales, la contaminación y la sostenibilidad ambiental; el social resalta los objetivos del desarrollo de la sociedad, la mejora en la calidad de vida y el acceso a la educación y la salud; es

así como desde una perspectiva integral, el desarrollo sostenible debe ser económicamente viable, socialmente equitativo y ambientalmente sano.

En este escenario, cabe destacar que los hospitales como una organización de carácter ambiental, económica y social están presentes debido a su importante rol social, casi exclusivo, ya que proporciona asistencia médico-sanitaria completa a la población (especialmente a la más vulnerable) y sus servicios externos se irradian hasta el ámbito familiar. Desde la perspectiva económica, se comporta como una megaempresa que ofrece productos y servicios, posee capital físico y humano, consume y transforma materiales, utiliza insumos y equipamiento, e incorpora tecnología de creciente complejidad. Desde el enfoque ambiental, los hospitales interactúan con el entorno a partir del flujo de energía, materiales, la generación de residuos y emisiones.

Las diversas actividades cotidianas de un establecimiento de salud incorporan distintos tipos de productos, materiales e insumos para llevarlas a cabo, tanto los necesarios para los procesos de prestación de servicios y cuidado de la salud de los pacientes como los de soporte y apoyo: insumos propios de la atención sanitaria (medicamentos, productos médicos, sustancias químicas para esterilización y desinfección, reactivos de diagnóstico, equipamiento médico, suministros de oficina y mobiliario, equipamiento tecnológico, material textil. Los residuos generados a partir de la actividad asistencial están en directa relación con la variabilidad y cantidad de los materiales y bienes consumidos, por lo que son diversos y cuantiosos. Incluyen residuos patogénicos, especiales o peligrosos (químicos y radioactivos) y comunes o asimilables a los urbanos, compuestos por los que se derivan de las actividades administrativas en todos los

servicios, residuos limpios, residuos húmedos de cocina, productos de poda y cuidado de áreas verdes, entre otros.

Un Hospital en términos de desarrollo sostenible y sus dimensiones social, ambiental y económica, es aquel que realiza sus procesos y actividades para el cuidado de la salud de las personas de manera tal que resulte viable económicamente, sensible a las necesidades sociales de la comunidad a la que pertenece y respetuoso del ambiente. Dado que el objetivo final de la institución es preservar la salud de las personas, atende con responsabilidad, diagnosticar y dar tratamiento a los pacientes mediante el uso eficiente de los recursos naturales, energéticos y materiales con el menor impacto ambiental. Para ello debe implementar medidas y acciones que limiten su propia huella de carbono.

## 1 Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Determinar la huella de carbono en los procesos generados en la E.S.E Hospital San Juan de Dios de Pamplona-Norte de Santander.

### 1.2 Objetivos Específicos

Caracterizar las actividades y procesos que son llevados a cabo en las instalaciones de la E.S.E Hospital San Juan de Dios de Pamplona.

Calcular la Huella de Carbono que se genera por los procesos desarrollados en las diferentes dependencias de la entidad.

Elaborar estrategias de mitigación para la disminución de Gases de Efecto Invernadero que se están produciendo.

## 2 Resumen

La huella de carbono constituye parte esencial de la huella ecológica de una entidad, que mide la superficie biológica necesaria para producir los bienes y servicios consumidos por la misma, así como la capacidad para asimilar los residuos que genera, por lo que es importante su estimación como indicador del impacto ambiental que generan las actividades en la institución. Este proyecto determino la huella del carbono de la E.S.E Hospital San Juan de Dios, el cual sirva de base pertenecer a la Red Global de Hospitales Verdes. Se realizo un estudio cuantitativo descriptivo de tipo transversal, que incluyó las fuentes emisoras de GEI involucradas en el funcionamiento de la E.S.E Hospital San Juan de Dios durante el año calendario 2019.

Esta metodología se aplicará bajo la Norma ISO 14064-1 la cual establece un conjunto de requisitos a cumplir para obtener la cuantificación de la huella de carbono y se compara con la calculadora de la Red Global de Hospitales Verde y Saludables. La huella de carbono en toneladas de dióxido de carbono equivalente fue de 254,72. El 71% fueron generadas por emisiones directas, 13% por emisiones indirectas por consumo de energía y el 16% restante por otras emisiones indirectas. Los resultados muestran el impacto ambiental generado por el funcionamiento del hospital y su contribución al calentamiento global; los aportes de cada actividad permiten identificar las fuentes de emisión de mayor peso como áreas de oportunidad para la implementación de estrategias de reducción y/o mitigación. El indicador de desempeño permitirá medir avances en términos de reducción programada de emisiones que son 161KgCO<sub>2eq</sub>/cama ocupada, 5821 Kg CO<sub>2eq</sub>/empleado y 8 Kg CO<sub>2eq</sub>/paciente.

### 3 Planteamiento del Problema y Justificación

La huella de carbono es un indicador ambiental que intenta irradiar la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por un individuo, organización, evento o producto; los constantes cambios producidos por el aumento de las concentraciones de los GEI han generado alteraciones debido a que estos gases retienen una parte de la energía emitida por la radiación solar y el suelo, originando lo que se denomina cambio climático. Los principales gases implicados son el vapor de agua, dióxido de carbono, Metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos y ozono troposférico, estos son producidos de manera natural por todos los seres vivos.

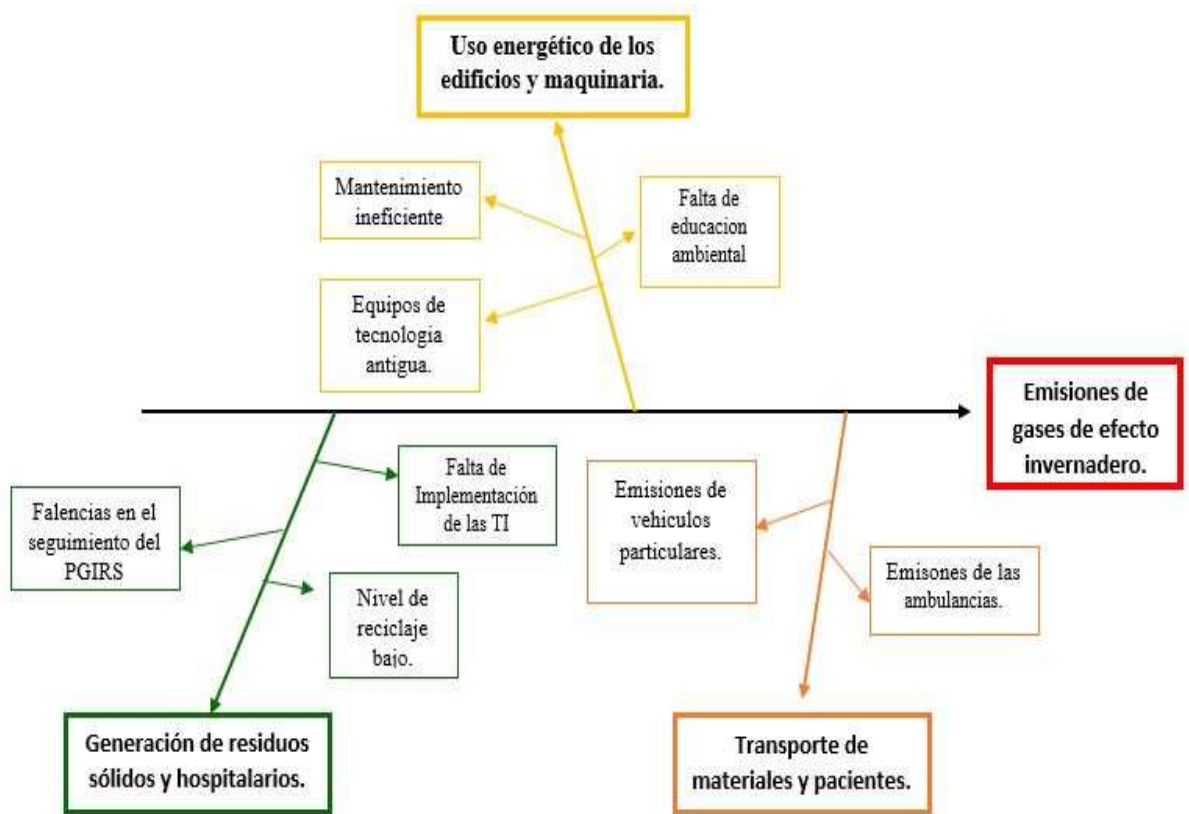
El programa de hospital verde es una metodología que permite medir el desempeño ambiental; sin embargo, la herramienta más importante es la medición de la huella de carbono ya que con ella es posible determinar con exactitud cuál es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generados en la institución a partir de actividades las cuales son: el uso energético de los edificios y maquinaria, la generación de materiales y de residuos hospitalarios, transporte de materiales y pacientes, por ello surge la necesidad de que las instituciones además de brindar un excelente servicio de salud a la comunidad adopte estrategias para que mitiguen los impactos negativos causados al medio ambiente.

Es de suma importancia que el Hospital implemente la huella de carbono como herramienta de gestión ambiental para poder mejorar de manera gradual los procesos que están generando aportes significativos de dióxido de carbono y reducir los costes, también contribuirá a la identificación de puntos críticos, a proponer programas de control y mitigación de las

emisiones. En la Ilustración 1 se presentan las principales actividades que contribuyen a las emisiones atmosféricas dependiendo del área.

Es por ello que es necesario realizar la presente investigación dando respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuánto carbono “C” en kilogramos equivalentes por m<sup>3</sup> se emiten en los procesos que se llevan a cabo en el Hospital San Juan de Dios del municipio de Pamplona - Norte de Santander?



*Ilustración 1. Diagrama de Ishikawa.*

**Fuente.** Propia



## 4 Marco Teórico y Estado del Arte

### 4.1 Marco teórico

Un hospital saludable es una organización asentada en una edificación que promueve la salud pública, porque reduce continuamente su impacto ambiental y contribuye a disminuir la carga de enfermedad. Un hospital saludable reconoce la relación que existe entre la salud humana y el medio ambiente, y lo demuestra a través del modelo gerencial que adopta, sus estrategias y la forma como opera. A pesar de que no existen en la actualidad “hospitales saludables”, si se encuentran sistemas de salud (y, en particular, hospitales) que están tomando medidas para disminuir el daño que han causado al medio ambiente. Por ejemplo: han surgido iniciativas sobre la forma de hacer más verde el sector hospitalario en países como Argentina, Brasil, Colombia, China, Tailandia, México, Sudáfrica y Suecia, entre otros (Diaz & Boada, 2016).

De acuerdo con Online Browsing Platform (OBP) (2018):

Se necesita una respuesta eficaz y progresiva a la amenaza urgente del cambio climático sobre la base del mejor conocimiento científico disponible. ISO elabora documentos que apoyan la transformación del conocimiento científico en herramientas que ayudarán a abordar el cambio climático. Las iniciativas de GEI sobre mitigación se basan en la cuantificación, seguimiento, informe y verificación de emisiones y/o remociones de GEI.

La familia de la Norma NTC ISO 14060 proporciona claridad y coherencia para cuantificar, realizar seguimiento, informar y validar o verificar las emisiones y remociones de GEI para apoyar el desarrollo sostenible a través de una economía baja en carbono. También beneficia a las organizaciones, los proponentes de proyectos y las partes interesadas de todo el mundo al proporcionar claridad y coherencia en la cuantificación, el seguimiento, la generación de informes y la validación o verificación de las emisiones y remociones de GEI. Específicamente, el uso de la familia de la Norma NTC ISO 14060:

1. mejora la integridad ambiental de la cuantificación de GEI;
2. mejora la credibilidad, la coherencia y la transparencia de la cuantificación, el seguimiento, la presentación de informes, la validación y la verificación de GEI;
3. facilita el desarrollo y la implementación de estrategias y planes de gestión de GEI;
4. facilita el desarrollo y la implementación de acciones de mitigación a través de reducciones de emisiones o aumento de remociones;
5. facilita la capacidad de trazar el desempeño y el progreso en la reducción de las emisiones de GEI y/o el aumento de las remociones de GEI.

Las aplicaciones de la familia de la Norma NTC ISO 14060 incluyen:

Decisiones corporativas, como la identificación de oportunidades de reducción de emisiones de GEI y el aumento de la rentabilidad mediante la reducción del consumo de energía; gestión del riesgo de carbono, como la identificación y gestión de riesgos y

oportunidades; iniciativas voluntarias, como la participación en registros voluntarios de GEI o iniciativas de informes de sostenibilidad; mercados de GEI, como la compra y venta de derechos de emisión o créditos de GEI; programas de GEI reglamentarios/gubernamentales, como crédito para acciones tempranas, acuerdos o iniciativas de informes nacionales y locales.

La Norma NTC ISO 14064-1 detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo, gestión e informe de los inventarios de GEI a nivel de la organización. Incluye requisitos para determinar los límites de emisión y remoción de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de una organización e identificar acciones o actividades específicas de la empresa destinadas a mejorar la gestión de GEI. También incluye requisitos y orientación sobre gestión de calidad de inventario, informes, auditoría interna y las responsabilidades de la organización en actividades de verificación.

La Norma NTC ISO 14064-2 detalla los principios y requisitos para determinar la línea base y para el seguimiento, cuantificación e informe de las emisiones del proyecto. Se enfoca en proyectos de GEI o actividades basadas en proyectos específicamente diseñadas para reducir las emisiones de GEI y/o aumentar las remociones de GEI. Proporciona la base para que los proyectos de GEI se validen y verifiquen.

La Norma NTC ISO 14064-3 detalla los requisitos para verificar las declaraciones de GEI relacionadas con los inventarios de GEI, los proyectos de GEI y la huella de

carbono de productos. Describe el proceso de validación o verificación, incluida la planificación de validación o verificación, los procedimientos de evaluación y la evaluación de las declaraciones de GEI organizacionales, de proyectos y de productos. La Norma NTC ISO 14065 define los requisitos para los organismos que validan y verifican las declaraciones de GEI. Sus requisitos cubren los procesos de imparcialidad, competencia, comunicación, validación y verificación, apelaciones, quejas y el sistema de gestión de los organismos de validación y verificación. Se puede utilizar como base para la acreditación y otras formas de reconocimiento en relación con la imparcialidad, competencia y coherencia de los organismos de validación y verificación.

La Norma NTC ISO 14066 especifica los requisitos de competencia para los equipos de validación y verificación. Incluye principios y especifica los requisitos de competencia en función de las tareas que los equipos de validación o de verificación deben poder realizar.

Este documento define los principios, requisitos y directrices para la cuantificación de la huella de carbono de productos. El objetivo de este documento es cuantificar las emisiones de GEI asociadas con las etapas del ciclo de vida de un producto, comenzando con la extracción de recursos y el abastecimiento de materia prima y extendiéndose a través de las etapas de producción, uso y finalización de la vida del producto.

El Informe Técnico ISO/TR 14069 ayuda a los usuarios en la aplicación de la Norma NTC ISO 14064-1, proporcionando directrices y ejemplos para mejorar la transparencia en la cuantificación de las emisiones y la presentación de informes. No proporciona una guía adicional a Norma NTC ISO 14064-1.

Según Red Global de Hospitales Verdes y Saludables (2012):

La Red Global y sus miembros se dedican a reducir su huella ambiental y promover la salud pública y ambiental. Esta comunidad, creada en 2011, sigue creciendo con rapidez. A principios de 2018, la Red Global logró una meta importante al alcanzar su miembro institucional número 1.000. Actualmente, los miembros pertenecen a 51 países y representan los intereses de más de 32.000 hospitales y centros de salud de todos los continentes habitados. La Red Global desarrolla herramientas y recursos para ayudar a sus miembros a reducir su impacto ambiental y evaluar su progreso, además de promover la colaboración entre ellos para promover un cambio a gran escala en el sector salud, además, es un proyecto de Salud sin Daño.

La continua expansión de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables alrededor del mundo hacia nuevas regiones, países y tipos de establecimientos de salud evidencia la tendencia general hacia un cuidado de la salud sostenible. Entre los hospitales y centros de salud miembros de la Red Global, hay miles de personas dedicadas a reducir la huella ambiental del sector salud y proteger la salud pública. La Red Global proporciona un conjunto de recursos para apoyar este trabajo, a la vez que crea una gran comunidad donde pueden compartirse los proyectos y las estrategias eficaces, más allá

de las fronteras. El éxito de uno de los miembros contribuye al éxito de la Red y, con ello, al desarrollo del cuidado de la salud sostenible en el mundo.



*Ilustración 2. Objetivos de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.*

**Fuente.** Adaptación de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables

## 4.2 Antecedentes

### 4.2.1 Internacionales.

Según Smith (2018) en la investigación “Hospitales sostenibles frente al cambio climático: huella de carbono de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires” determinaron la huella de carbono del Hospital General de Agudos Enrique Tornú de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en 2015 que incluyó las fuentes emisoras de gases con efecto invernadero para calcular las emisiones de las actividades del hospital desde la perspectiva de una organización. El

diseño metodológico se inspiró en la norma ISO 14064-1, sobre la base de metodologías corporativas, de forma que fuera posible calcular las emisiones de las actividades del hospital en su conjunto desde la perspectiva de una organización. La huella de carbono obtenida en toneladas de dióxido de carbono equivalente fue 1526,47 donde el 43% fueron generadas por emisiones directas, 29% por emisiones indirectas por consumo de energía y el 28% restante por otras emisiones indirectas. Indicador obtenido:  $I2015 = 9,09 \text{ tCO}_2\text{e/cama}$ . Los aportes de cada actividad permiten identificar las fuentes de emisión de mayor peso como áreas de oportunidad para la implementación de estrategias de reducción y/o mitigación.

Da a conocer Wu (2015) en su trabajo investigativo “La huella de carbono del sistema de salud chino: Un estudio de análisis de ruta estructural de entrada - salida y ambientalmente extendido” la importancia de examinar la huella de carbono del sistema de atención de salud de China e identificar puntos de emisión debido a que el sector también es responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero significativa (GEI), pero ninguna investigación en profundidad se ha hecho para China. Para evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero se utilizó el análisis de entrada-salida ambientalmente extendida y análisis de la ruta estructural. Como resultado, la huella de carbono de atención de la salud como una fracción del total de emisiones de gases de efecto invernadero fue menor en China (7%) que en los EE.UU. (10%), Australia (7%), y Canadá (5%). Se concluye que el uso de productos médicos reutilizables podría reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, tanto de producción y eliminación de residuos y así se hace necesario volver a examinar el diseño de dispositivos médicos a la luz de reciclaje o los requisitos de reciclaje parciales.

#### 4.2.2 Nacional.

En constante Gil (2019) en el estudio “Análisis situacional de los hospitales verdes colombianos pertenecientes a la red global”, analiza la situación actual de los hospitales colombianos pertenecientes a la red global de hospitales verdes, diagnosticando el cumplimiento de objetivos de la red y su aporte en la huella ambiental. Se realizó una investigación cuantitativa descriptiva desde el 2013 al 2017, un estudio cuantitativo del cumplimiento de los 10 objetivos de los hospitales colombianos pertenecientes a la red global de hospitales verdes al 2017 y un análisis cualitativo para medir gestión ambiental y huella ambiental en estos hospitales. Como resultado se obtuvo que el 86 % de los hospitales manejan residuos hospitalarios, 63 % energía y agua, 37 % liderazgo, 35 % sustancias químicas, 22 % productos farmacéuticos, 17 % compras verdes, 11 % edificios, 10 % alimentos y 9 % transporte. De este modo se recalca la importancia de la red global ya que es una estrategia eficiente y eficaz para dar seguimiento a gestión ambiental en hospitales; los hospitales adscritos a la red han avanzado en gran manera en el manejo de residuos, energía, sustancias químicas y agua, los otros objetivos están en un rango de cumplimiento en la gestión ambiental de 10/100 al 2017; la calificación cualitativa de las estrategias que disminuyen la huella ambiental en estos hospitales es deficiente.

#### 4.2.3 Local.

Urrea (2019). Determinación de la huella de carbono de tratamiento de procesos de plantas el Pórtico y Carmen de Tonchala en la empresa AGUAS KPITAL CÚCUTA SA ESP (Tesis). Universidad de Pamplona, Pamplona- Norte de Santander. Se cuantifica la huella de carbono de los procesos de producción en las plantas de tratamiento de agua potable Agua (ETAP) El Pórtico y Carmen de Tonchala para los años 2016 y 2017 a través de las ISO 14064



metodologías y GHG Protocolo. Esto fue necesario para los tipos de las diferentes entradas, fluye y maquinaria utilizados en el proceso.

Utilizando la metodología de evaluación del ciclo de vida (ACV) la cantidad de CO<sub>2</sub> eq / m<sup>3</sup> / año producidas por metodologías de cada planta SMC 2001, IPCC 2007, IPCC 2013 y se estimó RECETA punto medio. A partir de esto, observaron que las unidades son más impacto coagulación y la mezcla rápida, desarenadores, floculación-sedimentación y filtración dan valores similares de CO<sub>2</sub> eq kg / m<sup>3</sup> en tanto PTAP para el estudio años (2016 a 2017), el flujo de agua que da más contribución a este impacto ya que se utiliza para la limpieza de las mismas unidades. En el tratamiento de plantas de agua El Pórtico y Carmen de Tonchala se evidencia que el proceso de mayor contribución a la huella de carbono es "Coagulación y mezclado rápido", debido al consumo de aditivos tales como coagulantes y coayudantes que aceleran la sedimentación proceso de partículas finas y formación de flóculos; además del uso de agua para el lavado de la unidad debido a la formación de lodos generados en el proceso.

Barreral (2015). Formulación del sistema de gestión ambiental bajo la NTC ISO14001: 2004, de la E.S.E hospital San Juan de Dios de Pamplona-Colombia (Tesis). Universidad de Pamplona, Pamplona- Norte de Santander. Formuló el sistema de gestión ambiental, en atención a que si bien existe una política ambiental, esta no contempla un estudio profundo, ni mucho menos expone específicamente el rumbo a seguir en esta materia; simplemente muestra un lineamiento muy general que no resulta suficiente para implementar medidas de manejo a los impactos generados en el desarrollo de los procesos propios de la empresa, puesto que no se contó con la identificación y evaluación de las actividades, en otras palabras no se tiene un

diagnóstico ambiental que sirva como soporte para la elaboración de la política, la cual se enmarca dentro del SGA a través de la norma NTC ISO 14001: 2004.

### 4.3 Marco Legal

#### 4.3.1 Internacional.

Escudero (2003) sostiene que las declaraciones internacionales cuya finalidad es plantear los principios generales que deben inspirar las actuaciones de los estados y de la sociedad para lograr una mejor protección del ambiente entre las cuales tenemos:

Declaración de Estocolmo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Junio 16 de 1972. e insiste en el derecho del hombre a vivir en un medio de calidad y en su "solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras". También resalta la importancia de la educación en asuntos ambientales.

Carta mundial de la naturaleza aprobada en sesión plenaria de las NNUU en 1982. Hace especial hincapié en la preservación del patrimonio genético: asegurar un nivel suficiente en todas las poblaciones de seres vivos en todo el mundo, concediendo especial protección a los más singulares o a los que se encuentran en peligro. Por otra parte, insiste en la necesidad de no desperdiciar los recursos naturales y de tener en cuenta la capacidad a largo plazo de los sistemas naturales para sustentar las poblaciones.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, aprobada por la Conferencia de la ONU reunida en Río de Janeiro en 1992. En esta conferencia se consolida y se

proclama a nivel internacional la idea de "desarrollo sostenible" y se aprobaron cuatro documentos:

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

Convención marco de las NNUU sobre el Cambio Climático

Convenio sobre la Diversidad Biológica

Agenda 21

Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Diciembre 11 de 1997, Kioto (Japón).

Cumbre de Johannesburgo, 2002. Incorpora a la noción de medio ambiente y desarrollo humano sostenible los conceptos de pobreza, desarrollo territorial, vivienda digna y servicios públicos.

Laky (2019) alude a que la política medioambiental europea se basa en los principios de cautela, prevención, corrección de la contaminación en su fuente y «quien contamina paga». Los programas de acción plurianuales en materia de medio ambiente fijan el marco de las acciones futuras en todos los ámbitos de la política de medio ambiente. Se integran en estrategias horizontales y se tienen en cuenta en las negociaciones internacionales en materia de medio ambiente. Además, su aplicación es esencial.

Da a conocer OBP (2018) la Norma ISO la cual se tiene en cuenta para cuantificar la huella de carbono:

Norma ISO 14026: Los principios, requisitos y orientación sobre la comunicación de la huella de carbono de un producto (HCP) y la HCP parcial ahora están cubiertos

Norma ISO/TS 14027: Los principios, requisitos y orientación sobre RCP ahora están cubiertos en la Especificación Técnica.

Norma NTC ISO 14044: Análisis del ciclo de vida (ACV), es utilizada para evaluar el ciclo de vida de los productos, generando los requisitos y directrices para llevar a cabo la evaluación.

Norma NTC ISO 14064: Las definiciones se han alineado dentro de la serie para facilitar la interpretación.

Norma NTC ISO 14064-3: Los principios, requisitos y orientación sobre verificación ahora están cubiertos en la Norma.

Norma NTC ISO 14067: Huella de carbono, la verificación de la huella de carbono le permite demostrar su responsabilidad medioambiental, destacarse con respecto a la competencia y mostrar su compromiso a los clientes actuales y potenciales.

#### **4.3.2 Nacional.**

Colombia se da a conocer como un país megadiverso por su flora, fauna, cultura y normas ambientales que se encuentran definidas por objetivos, principios, criterios y orientaciones. Se afirma que desde el gobierno de Simón Bolívar en sus mandatos promovían la protección hacia el ambiente donde indicaba las correctas acciones o conductas que debía ejecutar cada persona de forma que compensaba los impactos negativos ocasionadas por las actividades que el individuo ejercía a diario. De acuerdo, a este primer modelo da inicio a una de la función del gobierno, quienes son los encargados de establecer límites o barreras mediante

leyes, decretos, resoluciones y formación educativa para promover una cultura de conservación de un entorno sano para el bien propio y el de los demás. En países Latinoamericanos, Colombia se destaca por estar entre los primero en promover la política ambiental. Inicia con la “Constitución verde” del año 1991 y de ahí en adelante se ve el interés por ser parte de convenios y protocolos internacionales. Por otro lado, diseña, deroga, modifica y actualiza la legislación al interior del país (Aya Diaz & Orti, 2016).

Constitución Política de Colombia (2019) están los principios fundamentales del desarrollo de los seres humanos y del medio natural que nos rodean estos están estipulados en el Capítulo III De los Derechos Colectivos y del Ambiente (Art. 78 - 82). Además, en la Constitución es clara que la participación de las comunidades es fundamental para el desarrollo, al igual que la protección del medio natural para llegar a un desarrollo sostenible. La constitución política de Colombia en su contenido garantiza la protección del medio ambiente y la salud pública de los colombianos; siendo estas normas parte fundamental del marco de nuestro “quehacer diario”. A continuación, mostramos una relación de los artículos para mayor precisión:

**Artículo 49.** La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

**Artículo 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. Es deber del

Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**Artículo 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

**Artículo 95.** La calidad de colombiano enaltece a todos los miembros de la comunidad nacional. Todos están en el deber de engrandecerla y dignificarla. El ejercicio de los derechos y libertades reconocidos en esta Constitución implica responsabilidades. Toda persona está obligada a cumplir la Constitución y las leyes. Son deberes de la persona y del ciudadano:

1. Respetar los derechos ajenos y no abusar de los propios;
2. Obrar conforme al principio de solidaridad social, respondiendo con acciones humanitarias ante situaciones que pongan en peligro la vida o la salud de las personas;
3. Respetar y apoyar a las autoridades democráticas legítimamente constituidas para mantener la independencia y la integridad nacionales.
4. Defender y difundir los derechos humanos como fundamento de la convivencia pacífica;
5. Participar en la vida política, cívica y comunitaria del país;
6. Propender al logro y mantenimiento de la paz;
7. Colaborar para el buen funcionamiento de la administración de la justicia;

8. Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano;

9. Contribuir al financiamiento de los gastos e inversiones del Estado dentro de conceptos de justicia y equidad.

#### **4.3.2.1 Leyes.**

Ley 1844 (2017) por medio de la cual se aprueba el «Acuerdo de París», adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París Francia. Reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo muy por debajo de los 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados. Además, el acuerdo tiene por objeto aumentar la capacidad de los países para hacer frente a los efectos del cambio climático y lograr que las corrientes de financiación sean coherentes con un nivel bajo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y una trayectoria resistente al clima.

#### **4.3.2.2 Decretos.**

Decreto 2240 (1996) por el cual se dictan normas en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir las instituciones prestadoras de servicios de salud. compilados en el decreto 780 (2016) único reglamentario del sector salud y protección social en los artículos 2.5.3.7.1 - 2.5.3.7.43. Decreto 2193 de 2004. Las disposiciones contenidas en el presente decreto tienen por objeto establecer las condiciones y procedimientos para disponer de información periódica y sistemática que permita realizar el seguimiento y evaluación de la gestión de las instituciones públicas prestadoras de servicios de salud y evaluación del estado de

implementación y desarrollo de la política de prestación de servicios de salud y su impacto en el territorio nacional, las cuales serán de aplicación y obligatorio cumplimiento para las instituciones públicas prestadoras de servicios de salud y las direcciones departamentales, municipales y distritales de salud en los artículos 2.5.3.8.2.1 - 2.5.3.8.2.6.

Decreto 1299 (2008) por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental (DGA) de las empresas a nivel industrial y se dictan otras disposiciones; compilados en el decreto único reglamentario 1076 de 2015 en los artículos 2.2.8.11.1.1. a 2.2.8.11.1.8.

Decreto 2981 (2013) Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo; compilados en el decreto único reglamentario 1077 de 2015 en el artículo 2.3.2.1.1.



#### 4.4 Marco Conceptual

Es importante abordar algunos conceptos como referentes generales, que sirvan para entrar al tema en relación con el cálculo de la Huella de Carbono:

Según Secretaria Distrital de Ambiente (2013) define los siguientes términos:

**Huella de carbono:** La huella de carbono es la cantidad de Gases Efecto Invernadero – GEI emitidos a la atmósfera por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto.

**Año base:** Periodo histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo.

**Gases de efecto invernadero (GEI):** Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Algunos de los GEI son: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

**Fuentes de gases de efecto invernadero:** Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmósfera.

**Emisión directa de GEI:** emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización.

**Emisiones de gases de efecto invernadero:** Masa total de un GEI liberado a la atmósfera en un determinado periodo.

**Emisión directa de gases de efecto invernadero:** Emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización.

**Emisión indirecta de gases de efecto invernadero por energía:** Emisión de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización.

**Equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e):** Unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono. El equivalente de dióxido de carbono se calcula utilizando la masa de un GEI determinado, multiplicada por su potencial de calentamiento global.

**Potencia de calentamiento global (PCG):** Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo determinado.

**Sumidero de gases de efecto invernadero:** Unidad o proceso que remueve un GEI de la atmósfera.

**Instalación:** Instalación única, conjunto de instalaciones o procesos de producción (estáticos o móviles), que se pueden definir dentro de un límite geográfico único, una unidad de la organización o un proceso de producción.

**Seguimiento:** evaluación periódica o continua de las emisiones o remociones de GEI o de otros datos relacionados con los GEI.

**Organización:** Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución o una parte o combinación de ellas, ya esté constituida formalmente o no, sea pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración.

**Incertidumbre:** Parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podría atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada.

**Factor de emisión de CO<sub>2</sub>:** Es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de producción. La Secretaría Distrital de Ambiente definirá en el informe Huella de Carbono de la herramienta sistematizada STORM, el factor de emisión para los años correspondientes.

**Mix energético:** Es el conjunto de tecnologías usadas para la satisfacción de la demanda eléctrica a cada instante en el país.

**Verificación:** Proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de una declaración sobre GEI en un plan de un proyecto de GEI frente a los criterios de verificación acordados.

**Parte responsable:** Persona o personas responsables de proporcionar la declaración sobre los GEI y la información de soporte sobre los GEI.

**Acción dirigida:** Actividad o iniciativa específica no organizada como un proyecto de GEI, implementada por una organización para reducir o prevenir las emisiones directas o indirectas de GEI, o aumentar las remociones de GEI.

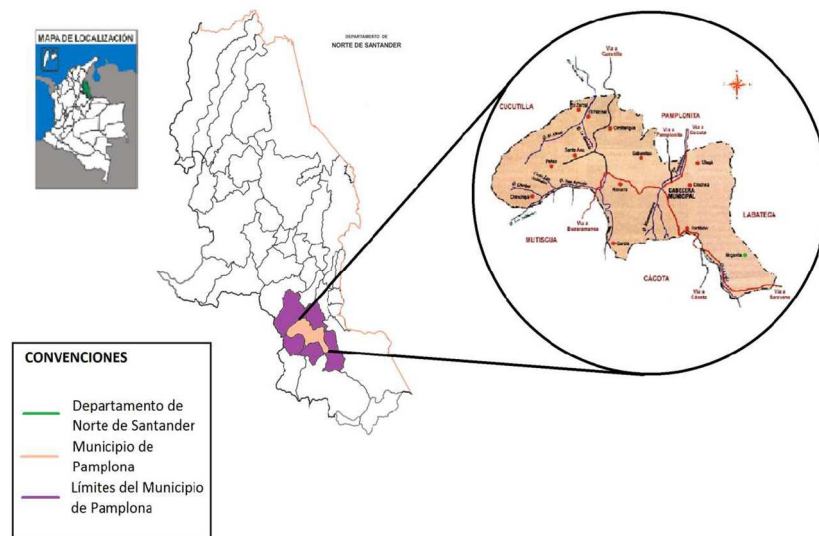
**Factor de emisión o remoción de GEI:** Factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones o remociones de GEI.

**Otras emisiones indirectas de GEI:** Emisión de GEI diferente de la emisión indirecta de gases de efecto invernadero por energía, que es una consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.

#### 4.5 Marco Contextual

El Hospital E.S.E. San Juan de Dios se encuentra ubicado en el municipio de Pamplona-Norte de Santander como se presenta en la Ilustración 1 en las coordenadas 72°39' de longitud al oeste de Greenwich y a 7°23' de latitud norte, se encuentra situada a 2.200 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por tener una temperatura promedio de 16° C, limita al Norte con Pamplonita y Cucutilla, al sur con los municipios de Cácuta y Mutiscua, al oriente con Labateca y al occidente con Cucutilla, cuenta con un área total de 318 Km<sup>2</sup> compuesta por 59.214 Km<sup>2</sup> de zona urbana con 76. 983 habitantes aproximadamente y rural 1.176 Km<sup>2</sup> se encuentra a 75 kilómetros de San José de Cúcuta y 124 kilómetros de Bucaramanga.

El hospital San Juan de Dios E.S.E tiene coordenadas 7°22'35.38" de latitud norte y 72°38'55.60" de longitud al oeste de Greenwich denotadas en la Ilustración 2, con dirección postal es Carrera 9 No. 5-01, barrio Ursua.



*Ilustración 3. Localización Geográfica del Municipio de Pamplona- Norte de Santander*

**Fuente.** Gobierno en línea GELT, 1999.

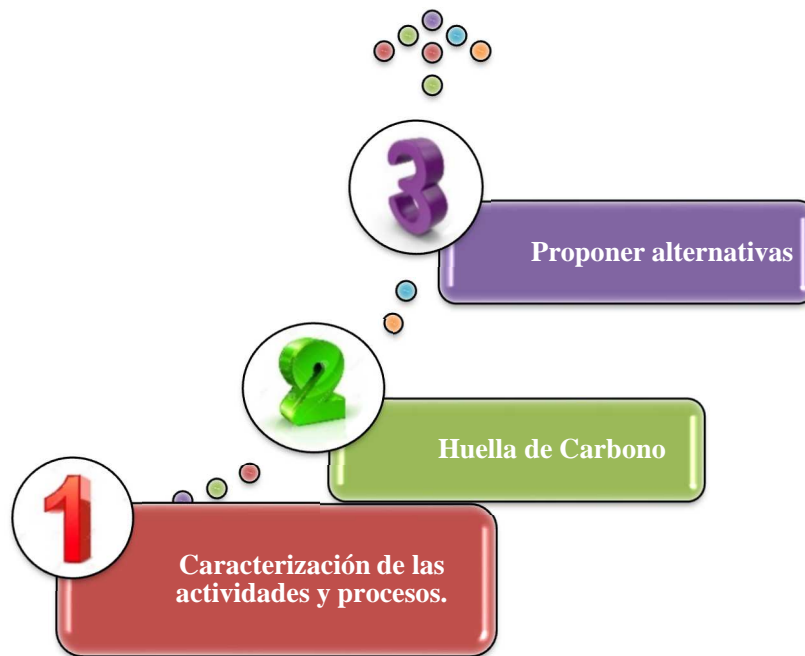


*Ilustración 4. Ubicación de la E.S.E Hospital San Juan de Dios*

**Fuente.** Company 2020 Maxar Technologies

## 5 Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos específicos se plantea una metodología la cual está constituida en 4 etapas como se indica en la figura:



**Ilustración 5.** Diagrama de la Metodología

**Fuente.** Propia

### 5.1 Caracterización de las Actividades y Procesos.

Se realizó un estudio cuantitativo descriptivo de tipo transversal, que incluyó las fuentes emisoras de GEI involucradas en el funcionamiento de la E.S.E Hospital San Juan de Dios durante el año calendario 2019. Se realizó una búsqueda relacionada con estudios, antecedentes, informes, inventarios, la estructura organizativa suministrada por la institución.

## 5.2 Huella de Carbono

El diseño metodológico se inspiró en la norma NTC ISO 14064-1: 2006, sobre la base de metodologías corporativas (2012), de forma que fuera posible calcular las emisiones de las actividades del hospital en su conjunto desde la perspectiva de una organización. La metodología de implementación siguió los pasos descritos en la tabla 1.

*Tabla 1. Etapas Metodológicas para la Determinación de la Huella de Carbono bajo la ISO 14064-2006*

<b>ETAPA</b>	<b>DETALLE</b>
1. Definición de los límites	Límites Organizacionales Límites Operativos Exclusiones
2. Selección del año base	
3. Identificación de las emisiones	Emisiones y remociones directas Emisiones indirectas por energía eléctrica Otras emisiones indirectas
4. Cuantificación de las emisiones	Cuantificación de las emisiones Cuantificación de las remociones Elección de herramienta de cálculo

**Fuente.** Adaptado de Norma NTC ISO 14064-1:2006

### 5.2.1 Definición de los Límites.

En base a la norma NTC ISO 14064-1 del 2006 (2012) se define los límites.

#### 5.2.1.1 Límites organizacionales

La organización puede estar compuesta por una o más instalaciones, en la selección de los límites organizacionales se define claramente, y siempre de acuerdo a los cinco principios, las instalaciones cuyas emisiones se contabilizarán dentro del inventario.



### 5.2.1.2 Límites operacionales

Al establecer los límites operativos, se definen las fuentes de emisión/ sumideros de GEI que se incluyen en el inventario. Los GEIs a considerar, son los establecidos en el Protocolo de Kioto: CO<sub>2</sub> SF<sub>6</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs y PFCs. De acuerdo con la norma, las emisiones/ remociones se pueden clasificar según tres categorías (Alcance 1, 2 y 3 según GHG Protocol) como se ilustra en la tabla 2:

*Tabla 2. Definiciones según NTC ISO 14064-1 y Requisitos*

ALCANCE	DEFINICION	REQUISITO
Alcance I: Emisiones y remociones directas de GEIs.	Emisiones de GEI provenientes de la fuente que pertenecen o son controladas por la organización.	Considerar 100% de emisiones de GEI.
Alcance II: Emisiones indirectas de GEIs por energía.	Emisiones de GEI que provienen de la generación de electricidad, calor de vapor de origen externo consumidos por la organización.	Considerar 100% de emisiones de GEI.
Alcance III: Otras emisiones indirectas de GEIs	Emisiones de GEI diferentes de la emisión indirecta de GEI por energía, que es consecuencia de las actividades de la organización, pero que se origina en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.	Seleccionar las fuentes de emisiones de GEI que se deben incluir en el inventario.

**Fuente.** Adaptado de Norma NTC ISO 14064-1:2006

### 5.2.1.3 Exclusiones

La norma permite realizar exclusiones justificadas de fuentes de emisión. La exclusión puede deberse a incapacidad técnica para el cálculo o a que su comunicación no es pertinente (por su irrelevancia dentro del conjunto). Como criterio general para clasificar una fuente como

no pertinente, se propone utilizar el criterio de que se podrán excluir del inventario las fuentes de emisión que supongan menos de un 1% de las emisiones totales, siempre y cuando la suma de todas las exclusiones no supere el 5% de las emisiones totales. Para ello habrá que hacer el cálculo preliminar correspondiente.

### **5.2.2 Selección del Año Base.**

El objetivo de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 (2012) es la comparación con uno mismo, analizando la evolución de las emisiones a lo largo de una serie temporal, el primer año de dicha serie temporal es el año base. El año base puede ser, un año físico, o un promedio de un periodo más dilatado en el tiempo. Para este año base hay que realizar un inventario de GEI utilizando el mismo alcance y la misma metodología que se utilizará en el futuro para el cálculo del inventario, en cualquier caso, el año base debe permitir una comparación significativa y consistente de las emisiones a lo largo del tiempo.

### **5.2.3 Identificación de Emisiones.**

#### **5.2.3.1 Identificación de emisiones y remociones directas de GEIs**

Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad tabla 3.

*Tabla 3. Emisiones Derivadas de las Emisiones Directas.*

<b>EMISIONES DERIVADAS DE LAS EMISIONES DIRECTAS</b>
Combustión de combustibles.
Transporte de flota dentro de los límites de la organización.
Emisiones de proceso (por ejemplo, las emisiones de CO <sub>2</sub> producidas en el proceso de descarbonatación del CO <sub>3</sub> Ca para la producción de cemento).
Emisiones fugitivas (por ejemplo, las emisiones de gases fluorados procedentes de posibles escapes de los equipos de refrigeración).

**Fuente.** Adaptado de Norma NTC ISO 14064-1:2006

En la tabla 4 se presenta un checklist con las fuentes de emisión más comunes:

*Tabla 4. Checklist con las Fuentes de Emisión más Comunes: Emisiones Directas*

<b>EMISIONES DIRECTAS</b>									
<b>TIPO</b>	<b>FUENTE DE EMISION</b>	<b>NOTAS</b>	<b>DATO DE ACTIVIDAD</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>SF<sub>6</sub></b>	<b>PFC</b>	<b>HFC</b>
Combustión fija	Motores de producción de electricidad	Incluyendo el encendido periódico de mantenimiento	Consumo de combustible	X	X	X			
	Caldera	Utilización		X	X	X			
	Hornos	Incluyendo hornos de proceso		X	X	X			
Combustión móvil	Motores de vehículos	Incluyendo carretillas	Consumo de combustible o Km recorridos	X	X	X			
Proceso	Proceso industrial de transformación química que libere GEIs	Para más detalle ver el anexo D del GHG Protocol	Mediciones de emisiones/Parámetro representativo del proceso	X	X	X	X	X	X
Emisiones Fugitivas	Tanques y sistemas de distribución de gases	Verteos, fugas por acople defectuoso de equipos, accidentes	Cálculo de fugas		X				

EMISIONES DIRECTAS									
TIPO	FUENTE DE EMISION	NOTAS	DATO DE ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	PFC	HFC
	Equipos de climatización	Fugas de fluido refrigerante	Recargas de fluido					X	X
	Equipos de extinción de incendios por gases	Uso en emergencia						X	X
	Aislamiento en subestaciones eléctricas	Fugas de fluido aislante					X		
Descomposición de Materia Orgánica	Compostaje		Mediciones de emisiones	X	X	X			
	Vertedero			X	X	X			
	Tratamiento de agua residual			X	X	X			

Fuente. Adaptado de Norma NTC ISO 14064-1:2006

### 5.2.3.2 Identificación de emisiones indirectas de GEIs por energía.

Incluyen las emisiones derivadas del consumo eléctrico y las del consumo de calor, vapor y refrigeración que se consumen dentro de los límites de la organización, pero que adquieren externamente. Las emisiones de GEIs ocurren físicamente en la planta donde se genera el servicio. Así, es necesario identificar equipos que consuman electricidad, calor, vapor y frío industrial (Ihobe, 2012).

### 5.2.3.3 Identificación de otras emisiones indirectas de GEIs.

Incluyen el resto de emisiones indirectas, como pueden ser las emisiones derivadas de la adquisición de materiales y combustibles, el tratamiento de residuos, las compras externalizadas, la venta de bienes y servicios y las actividades relacionadas con el transporte en una flota que no se encuentra dentro de los límites de la organización. Para identificar las fuentes de emisión es necesario identificar procesos fuera de los límites de la organización en los que como

consecuencia de las actividades de la organización en las que se produzca combustión (fija o móvil) de materiales con base de carbono, exista un proceso de transformación química en el que se genere y libere un GEI, se den emisiones fugitivas, se den emisiones por descomposición de materia orgánica (residuos).

*Tabla 5. Checklist con las Fuentes de Emisión más Comunes: Otras Emisiones Indirectas.*

OTRAS EMISIONES INDIRECTAS									
TIPO	FUENTE DE EMISION	NOTAS	DATO DE ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	PFC	HFC
Combustión fija	Energía para la extracción y refino de combustibles	Requiere análisis de ciclo de vida del combustible	Consumo de combustible	X	X	X			
	Energía para la extracción, producción y manufactura de productos	Requiere análisis de ciclo de vida del producto	Consumo de productos	X	X	X			
Combustión móvil	Energía para el transporte de combustibles.	Requiere análisis de ciclo de vida el combustible	Consumo de combustible	X	X	X			
	energía para el transporte de productos, materias primas y residuos.	Puede requerir análisis de ciclo de vida del producto (incluyendo agua potable)	Consumo de combustible /km recorrido // Producción / consumo de productos	X	X	X			
	Movilidad de los empleados, clientes y viajes de negocios con vehículos fuera del alcance de la organización		Consumo de combustible o Km recorridos	X	X	X			
Proceso	emisiones de proceso derivadas de la extracción, producción y manufactura de productos	Requiere análisis de ciclo de vida del producto	Consumo de productos	X	X	X	X	X	X
Emisiones Fugitivas	Emisiones fugitivas derivadas de la extracción y refino de combustibles	Requiere análisis de ciclo de vida del combustible	Consumo de combustible	X	X	X		X	X

OTRAS EMISIONES INDIRECTAS									
TIPO	FUENTE DE EMISION	NOTAS	DATO DE ACTIVIDAD	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SF <sub>6</sub>	PFC	HFC
	Emisiones fugitivas derivadas de la extracción, producción y manufactura de productos	Requiere análisis de ciclo de vida del producto	Consumo de productos	X	X	X		X	X
Descomposición de Materia Orgánica	Gestión externa de residuos y aguas residuales		Producción de residuos y aguas residuales	X	X	X			

*Fuente. Adaptado de Norma NTC ISO 14064-1:2006*

#### 5.2.4 Cuantificación de las Emisiones.

La cuantificación de emisiones de GEI se plantea en dos pasos: La primera es la obtención de la emisión de GEI (en toneladas de GEI) a partir de un dato de la actividad que produce la emisión. Es de aplicación para fuentes de emisión en las que existe un proceso de transformación química (combustión, fija o móvil, emisiones de proceso o emisiones por degradación de materia orgánica), emisiones indirectas por la electricidad consumida y emisiones asociadas al ciclo de vida de los materiales. Si existe una medida cuantitativa de la propia emisión producida (ya sea en masa o volumen de GEI generado), se pasaría directamente al segundo paso.

$$\text{Emisiones (T CO}_2\text{)} = \text{Dato de Actividad} * \text{Factor de Emision}$$

Siendo:

**Dato de Actividad:** Medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión. en el caso de combustiones en fuentes fijas, se suele expresar en unidades de energía (TJ) y se calcula como el producto del consumo de combustible (en masa o volumen) y del Poder Calorífico

Inferior (PCI). es importante destacar que es necesario utilizar el PCI y no el Poder Calorífico Superior (PCS), ya que los factores de emisión que son por unidad de energía son en base al PCI.

En el caso de fuentes de combustión móviles, si no se dispone del consumo de combustible para operar de forma similar a lo descrito en fuentes fijas, se pueden utilizar datos de actividad relativos a distancia recorrida (km). En el caso de emisiones de proceso, el dato de actividad será un dato representativo del proceso como la producción (masa o volumen) o el consumo de una determinada materia prima (masa o volumen). En el caso de la electricidad, el dato de la actividad será el consumo eléctrico de la instalación (expresado en kWh).

**Factor de Emisión:** normalmente viene expresado en toneladas de GEI /unidad (dependiendo la unidad de las unidades del dato de actividad), el factor de emisión depende del tipo y características del proceso de transformación química y tipo de combustible. Asimismo, existen factores de emisión sectoriales, para los procesos productivos, factores de emisión por degradación de materia orgánica y factores de emisión por distancia recorrida para distintos tipos de vehículos.

Por último, cada comercializadora de electricidad, dispone de su propio factor de emisión de la red por cada kWh eléctrico comercializado. Se utilizarán en todos los casos, factores de emisión que incluyan ya el factor de oxidación de los combustibles (factor que tiene en consideración la existencia de ineficacias en cualquier proceso de combustión que se traducen en contenidos de carbono sin quemar o parcialmente oxidado como hollín o cenizas).

El segundo paso es la conversión de los datos de emisión (en toneladas de GEI) a unidades de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. es aplicable, además de las emisiones calculadas en el paso anterior mediante factores de emisión, a fuentes de emisión donde no existe un proceso de transformación química (emisiones fugitivas), o donde el dato primario provenga de una medida directa en masa o volumen de GEI.

$$\text{Emisiones (T CO}_{2\text{-e})} = \text{Dato de Emisión} * \text{Potencial de Calentamiento Global}$$

Siendo:

Dato de emisión: Medida cuantitativa de la emisión producida. Se puede disponer de este dato, bien porque se conoce la masa de emisiones fugitivas (por ejemplo, en el caso de recargas de fluido refrigerante), bien porque se dispone de una medición (por ejemplo, porque se realiza la medición en continuo de CH<sub>4</sub> emitido), bien porque el factor de emisión utilizado en el paso anterior está en unidades diferentes a CO<sub>2</sub>-e.

**Potencial de calentamiento global (a 100 años):** Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de CO<sub>2</sub> en un período de 100 años, expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> eq /t GEI (existe un factor para cada tipo de GEI). La definición de los potenciales de calentamiento global queda dentro del ámbito científico, y están sometidos a una incertidumbre significativa.

En el caso de generación de electricidad por parte de la organización, la norma UNE-ISO 14064-1:2006 no acepta la resta de emisiones derivadas de la venta de electricidad a la red, sea de la fuente que sea, debiendo reportar las emisiones de la electricidad comprada (alcance 2) y



las derivadas de la generación de electricidad (alcance 1). Se considera que ese efecto queda reflejado en una disminución de las necesidades energéticas de la organización o, en el caso de que la energía se venda a la red eléctrica, queda reflejado en el mix energético, y por tanto, en el factor de emisión de la red.

Las emisiones directas de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión de biomasa (incluyendo dentro de esta categoría tanto plantas y partes de plantas, como residuos, productos y subproductos de biomasa, como los combustibles obtenidos a partir de biomasa), se reportarán de forma separada al resto de emisiones. en el caso de que se produzca la combustión de un combustible que sea una mezcla de biomasa y combustible fósil, como podría ser el biodiésel, que se mezcla en diferentes proporciones, será necesario distinguir el CO<sub>2</sub> eq procedente de combustible fósil (que se sumará al resto de emisiones directas) y el procedente de la biomasa (que se reportarán de forma separada como toneladas de biomasa).

#### **5.2.4.1 Metodología para la Cuantificación de Remociones.**

Por regla general, las remociones sólo tendrán relevancia en el caso en el que la organización tenga una componente agroforestal o posea una extensión significativa de tierras (caso de empresas del sector, organizaciones de custodia del territorio, municipios, etc.) Las remociones suponen la extracción de CO<sub>2</sub> atmosféricos mediante los sumideros el carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal a través de la fotosíntesis, representando aproximadamente el 50 % de la misma (en relación al peso seco). En términos generales la capacidad de fijación depende principalmente de la especie arbórea dominante y del clima.

Generalmente a efectos de establecer metodologías para inventarios de carbono en sumideros se reconocen cinco depósitos diferentes donde se acumula el carbono en el ecosistema vegetal: En la masa vegetal sobre el suelo, que incluye la parte aérea de los árboles, de la vegetación arbustiva y de la vegetación herbácea durante su periodo de actividad vital, en el que llevan a cabo ese proceso de fijación de carbono a través de la fotosíntesis. En la masa vegetal del suelo, que incluye las raíces de árboles, arbustos y vegetación herbácea, también durante su periodo de vida.

En la masa vegetal muerta o necromasa, que incluye a los árboles muertos en pie o caídos, así como los troncos y el material vegetal muerto presente en el ecosistema. En la capa de material orgánico no descompuesto que se encuentra sobre el suelo (hojas, ramillas, semillas, etc.), también llamada litter.

En el suelo, el cual es considerado por el IPCC (1996) hasta una profundidad de 30 cm, debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores. El cálculo del carbono almacenado en cada uno de los depósitos se establece en el Volumen 4 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra).

De los cinco depósitos el más relevante es el almacenamiento de carbono durante el crecimiento de la masa arbórea. en este caso, a efectos de un inventario de organización, se puede utilizar una metodología simplificada muy similar a la utilizada para el cálculo de las fuentes de emisión en los que existe proceso de transformación química. esta metodología está

basada en la cantidad de pies (número de árboles - equivalente a dato de actividad-) y tasas de absorción (equivalente a factores de remoción).

$$\text{Remociones de CO}_2 (T \text{ CO}_{2-e}) = \text{Cantidad de Pies} * \text{Tasa de Calentamiento Absorción}$$

Siendo:

**Cantidad de Pies:** Número de árboles por especie y por tamaño de pie (se consideran dos clases de árboles: pies mayores, con una clase diamétrica superior a 5 cm y pies menores, con una clase diamétrica inferior a 5 cm). En caso de no disponerse del dato de número de pies puede ser extraído del último inventario Forestal Nacional disponible (teniendo en cuenta que los inventarios se realizan cada 10 años).

**Tasa de Absorción:** expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> eq /unidades por pie y año, existe una tasa de absorción para cada especie. en el anexo 1, se presentan los factores de absorción principales para la CAPV.

#### 5.2.4.2 Herramientas de cálculo.

A partir de las directrices definidas en el apartado anterior, es sencilla la programación en una hoja de cálculo de una herramienta ajustada a las fuentes de emisión de la organización. Desde el punto de vista del diseño de la herramienta, es interesante que produzca resultados que se ajusten a los criterios requeridos para la presentación de los datos en el Informe de emisiones.

Se recomienda separar por categoría de emisión (emisiones directas, emisiones indirectas por energía y otras emisiones indirectas), además, diferenciar las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes



de biomasa. También es conveniente que se expliciten en la herramienta los factores de emisión y el potencial de calentamiento global y la fuente utilizada en cada caso, para que puedan ser revisados y actualizados periódicamente.



5

***"Formando líderes para la construcción de un nuevo país"***

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Caracterización de las Actividades y Procesos.

Se realiza una búsqueda de las actividades que generan las emisiones de GEI en los procesos que se llevan a cabo en la Institución, documentos de carácter ambiental como el Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PGIRHS), facturas de los servicios públicos y los inventarios totales del año de estudio.

### 6.2 Huella de Carbono

Se aplica la metodología NTC ISO 14064 para calcular la huella de carbono empresarial.

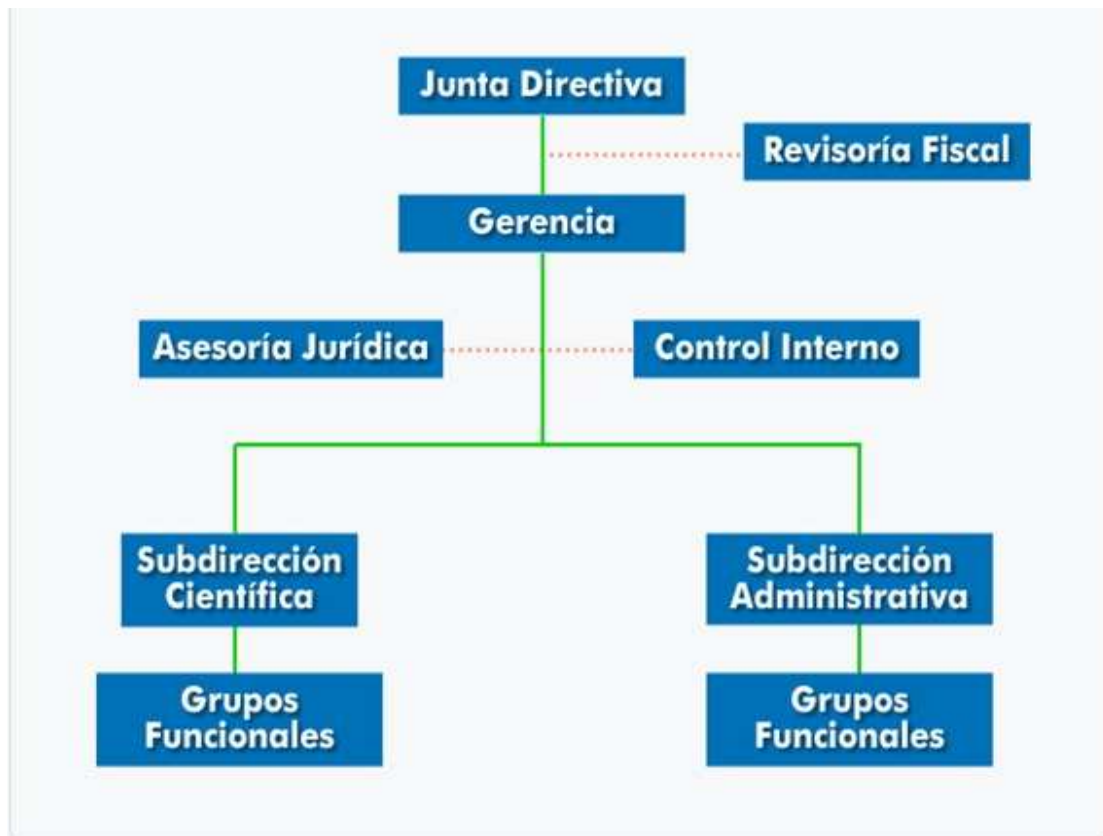
#### 6.2.1 Definición de los Límites.

El estudio de la huella de C comienza con la definición tanto de los límites organizativos, como operativos.

##### 6.2.1.1 Límites Organizacionales.

El Hospital E.S.E. San Juan de Dios de Pamplona es una institución de primer y segundo nivel de complejidad, ofrece servicios especializados que cubren las necesidades de salud demandadas en la ciudad. Para la atención integral de los pacientes se cuenta con personal científico altamente calificado y un completo equipo de enfermeras y auxiliares con experiencia e idoneidad en sus actividades asistenciales. La infraestructura se adecua a la demanda de servicios, prestando atención diaria en las siguientes especialidades: Hospitalario, quirúrgico, consulta externa, promoción y prevención, urgencias, apoyo y diagnóstico.

Para la definición de los límites de la organización se ha seleccionado el enfoque de control operacional en la ilustración 6, ya que es el enfoque que mejor representa las actividades de la organización, con respecto a los centros donde se realiza un control exhaustivo de la actividad y es el enfoque que permite un mayor potencial de reducción de GEIs.



*Ilustración 6. Organigrama de la E.S.E Hospital San Juan de Dios.*

**Fuente.** Hospital San Juan de Dios – Pamplona

### 6.2.1.2 Límites Operativos.

Para delimitar los límites operativos se deben identificar las emisiones y clasificarlas por alcances; aunque el diagrama debe ser lo más exhaustivo posible, para el cálculo de la huella de

carbono deberán priorizarse aquellas fuentes de emisión que sean realmente significativas dentro de cada alcance mostradas en la tabla 6:

**Tabla 6.** Determinación del Alcance en la E.S.E Hospital San Juan de Dios.

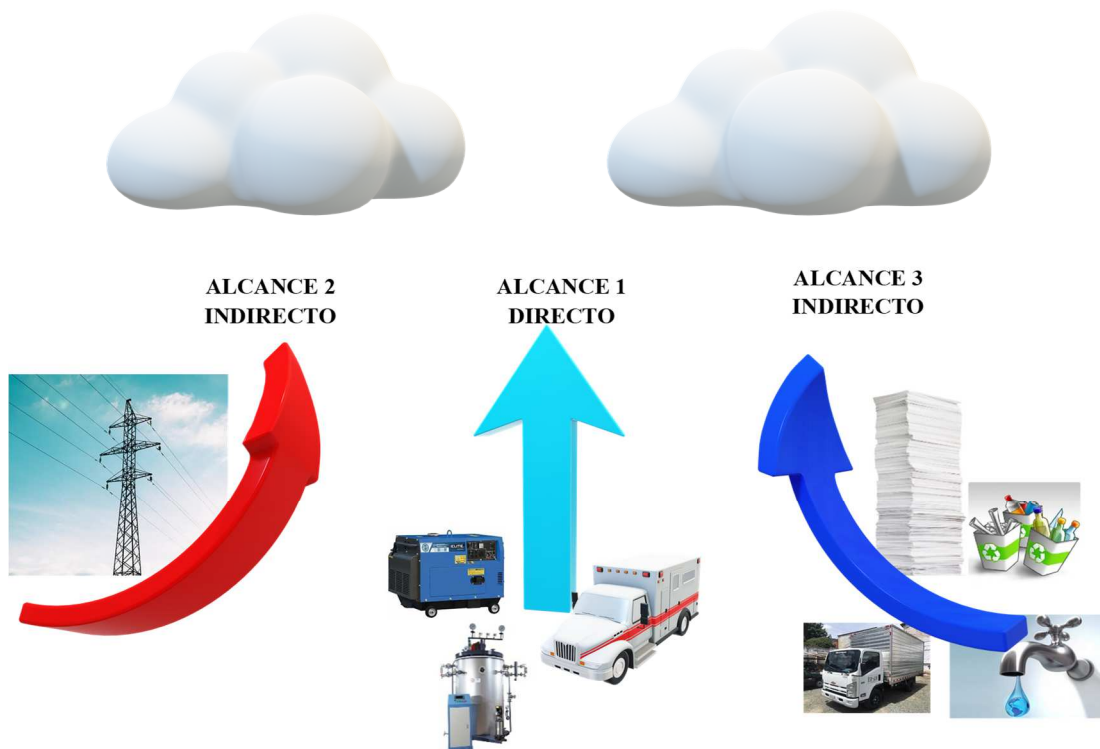
ALCANCE	PARAMETRO	UNIDAD
I	Inventario de consumo de combustible de ambulancias, Otros (Guadaña, lavado de motor, simulacro, contingencia), planta eléctrica y caldera.	Galones
II	Inventario de consumo de energía.	Kwh
III	Inventario de consumo de agua.	m <sup>3</sup>
	Consumo de papel.	Kg
	Registro de generación de residuos sólidos.	Kg
	Consumo de combustible en el transporte de residuos Hospitalarios.	Galones

Fuente. Propia

Alcance 1 (Emisiones directas): Emisiones provenientes de combustión de fuentes fijas o móviles que entran dentro de los límites de la organización. En el caso de la E.S.E Hospital San Juan de Dios consumo de Diesel en la caldera y planta eléctrica, movilidad de vehículos que afecta directamente a la organización (nueve ambulancias) y otras actividades como lavado de motor, guadaña, contingencia y simulacro.

Alcance 2 (Emisiones indirectas por energía). Emisiones derivadas de la adquisición y consumo de energía en la organización, pero producidas físicamente fuera de los límites de esta, provenientes del consumo eléctrico.

Alcance 3 (u otras emisiones indirectas), atribuibles a productos y/o servicios adquiridos y utilizados por la organización. El acceso a la información generalmente conduce a la inclusión de emisiones de alcance 1 y 2, que deben ser incluidas. Este estudio incluyó las emisiones de alcance 3 como fue el consumo de agua, consumo de papel, la generación de residuos sólidos urbanos y transporte de residuos Hospitalarios; en la figura 7 se representan los diferentes alcances y las categorías consideradas.



**Ilustración 7.** Resumen de la definición de alcances y las emisiones asociadas a la E.S.E Hospital San Juan de Dios.

**Fuente.** Propia



### 6.2.1.3 Exclusiones.

Como criterio general se excluyó las emisiones fugitivas por que la institución no contaba con este registro para el año 2019, además de las emisiones generadas por el transporte de los empleados y funcionarios de la E.S.E Hospital San Juan de Dios.

### 6.2.2 Selección del Año Base.

Para el análisis de la evolución de emisiones a través de una serie temporal, se determinó como año base y punto de partida 2019.

### 6.2.3 Identificación de Emisiones.

Se identifica las actividades que componen cada alcance, en las emisiones directas se tienen en cuenta la combustión por la movilización de las ambulancias, combustión de la Caldera y la combustión de la planta Eléctrica; en las emisiones se indirectas se contempla el consumo de energía eléctrica; en las otras emisiones indirectas se incluye la generación de residuos sólidos urbanos dispuestos en el relleno sanitario, consumo de agua potable, consumo de papel y la combustión por transporte de residuos hospitalarios (Ver la Tabla 7).

### 6.2.4 Cuantificación de Emisiones.

Se determina las emisiones por alcances establecidos en la metodología NTC ISO 14064.

#### 6.2.4.1 Cuantificación de Emisiones Directas de GEIs (Alcance I).

En la tabla 8 se presentan las características de emisión del Diesel y la Gasolina como lo son el poder calorífico inferior y los factores de emisión teniendo en cuenta el tipo de

contaminante que genera su combustión como lo son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) según IPCC (2006).

*Tabla 7. Identificación de Emisiones en la E.S.E Hospital San Juan de Dios.*

IDENTIFICACION DE EMISIONES	ACTIVIDAD
Emisiones Directas	Combustión por la movilización de las ambulancias Combustión de la Caldera Combustión de la planta Eléctrica
Emisiones Indirectas	Consumo de energía eléctrica
Otras Emisiones Indirectas	Generación de residuos sólidos urbanos dispuestos en el relleno sanitario Consumo de agua potable Consumo de Papel Combustión por transporte de residuos Hospitalarios

Fuente. Propia

*Tabla 8. Poder Calorífico Inferior (PCI) y Factor de Emisión del Diesel - Gasolina.*

PCI (GJ/Ton)	PCI (TJ/Kg)	FACTORES DE EMISION		
		CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	N <sub>2</sub> O (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)
43	0,000043	74100	10	0,6
44,3	0,0000443	69300	10	0,6

Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Se determina el dato de la actividad (DA) multiplicando el poder calorífico inferior y el factor de emisión de cada contaminante dependiendo del tipo de combustible como se presenta en la tabla 9.

*Tabla 9. Dato de Actividad del Alcance I en (Kg CO<sub>2</sub>/Kg)*

DA		
CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)	CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)	N <sub>2</sub> O (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)
3,19	4,3*10 <sup>-4</sup>	2,58*10 <sup>-5</sup>
3,07	4,43*10 <sup>-4</sup>	2,66*10 <sup>-5</sup>

Fuente. Propia

Para convertir el Dato de actividad en unidades de Kg CO<sub>2</sub>/Gal lo multiplico por densidad de Diesel a 15°C es 850 Kg/m<sup>3</sup> = 3,22 Kg/Gal y de igual forma para la gasolina donde la densidad es 742,08 Kg/m<sup>3</sup> = 2,81 Kg/Gal como se presenta en la tabla 10.

*Tabla 10. Dato de Actividad del Alcance I en (Kg CO<sub>2</sub>/Gal)*

<b>DA</b>		
<b>CO<sub>2</sub> (Kg CO<sub>2</sub>/Gal)</b>	<b>CH<sub>4</sub> (Kg CO<sub>2</sub>/Gal)</b>	<b>N<sub>2</sub>O (Kg CO<sub>2</sub>/Gal)</b>
10,25	$1,384 \cdot 10^{-3}$	$8,3 \cdot 10^{-5}$
8,62	$1,24 \cdot 10^{-3}$	$7,47 \cdot 10^{-5}$

Fuente. Propia

El potencial de calentamiento global se tiene en cuenta según el tipo de contaminante que se genera en la combustión que se encuentra en las directrices del IPCC (2006) señaladas en la tabla 11.

*Tabla 11. Potencial de Calentamiento Global (PCG)*

<b>GASES</b>	<b>PCG</b>
CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> e/Kg CO <sub>2</sub> )	1
CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> e/Kg CH <sub>4</sub> )	25
N <sub>2</sub> O (Kg CO <sub>2</sub> e/Kg N <sub>2</sub> O)	298

*Fuente. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.*

Se calcula las emisiones de cada combustible multiplicando el dato de la actividad (DA) por el potencial de calentamiento global (PCG) como se denota en la tabla 12.

En la tabla 13 se calcula las emisiones (T CO<sub>2</sub>eq) se toma el DA<sub>Diesel</sub> = 17527,6 Galones y DA<sub>gasolina</sub> = 72,1 Galones y se multiplica por el factor correspondiente en de la Tabla 12 y se divide entre 1000.

*Tabla 12. Emisiones del Diesel y Gasolina (Kg/Gal) en el Alcance I.*

<b>EMISIONES (Kg/Gal)</b>		
<b>Kg CO<sub>2</sub>/GAL [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub>/GAL [CH<sub>4</sub>]</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub>/GAL [N<sub>2</sub>O]</b>
10,25	3,46*10 <sup>-2</sup>	2,47*10 <sup>-2</sup>
8,62*10 <sup>-3</sup>	3,11*10 <sup>-2</sup>	2,26*10 <sup>-2</sup>

Fuente. Propia

*Tabla 13. Emisiones del Diesel y Gasolina (T CO<sub>2</sub>/anual)*

<b>EMISIONES (T CO<sub>2</sub>eq)</b>		
<b>T CO<sub>2</sub>eq/AÑO [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>T CO<sub>2</sub>eq/AÑO [CH<sub>4</sub>]</b>	<b>T CO<sub>2</sub>eq/AÑO [N<sub>2</sub>O]</b>
179,7	0,6	0,43
6,22*10 <sup>-4</sup>	2,24*10 <sup>-3</sup>	1,6*10 <sup>-3</sup>

Fuente. Propia

Se calculan las emisiones de CO<sub>2</sub> eq totales del alcance 1 con la ecuación y los resultados se presentan en la tabla 14.

$$Emiones\ totales\ CO_2\ eq = \Sigma T\ CO_2\ eq/anual$$

$$Emiones\ totales\ CO_2\ eq\ Diesel = \frac{T\ CO_2\ eq}{anual_{[CO_2\ D]}} + \frac{T\ CO_2\ eq}{anual_{[CH_4\ D]}} + \frac{T\ CO_2\ eq}{anual_{[N_2O\ D]}}$$

$$Emiones\ totales\ CO_2\ eq\ Diesel = 179,7 \frac{T\ CO_2\ eq}{anual} + 0,6 \frac{T\ CO_2\ eq}{anual} + 0,43 \frac{T\ CO_2\ eq}{anual}$$

$$Emiones\ totales\ CO_2\ eq\ gasolina = 6,22 * 10^{-4} \frac{T\ CO_2\ eq}{anual} + 2,24 * 10^{-3} \frac{T\ CO_2\ eq}{anual} + 1,6 * 10^{-3} \frac{T\ CO_2\ eq}{anual}$$

*Tabla 14. Emisión Total en Alcance I.*

<b>COMBUSTIBLE</b>	<b>TOTAL (T CO<sub>2</sub>e)</b>
Diesel	180,74
Gasolina	0,004
	<b>180,7</b>

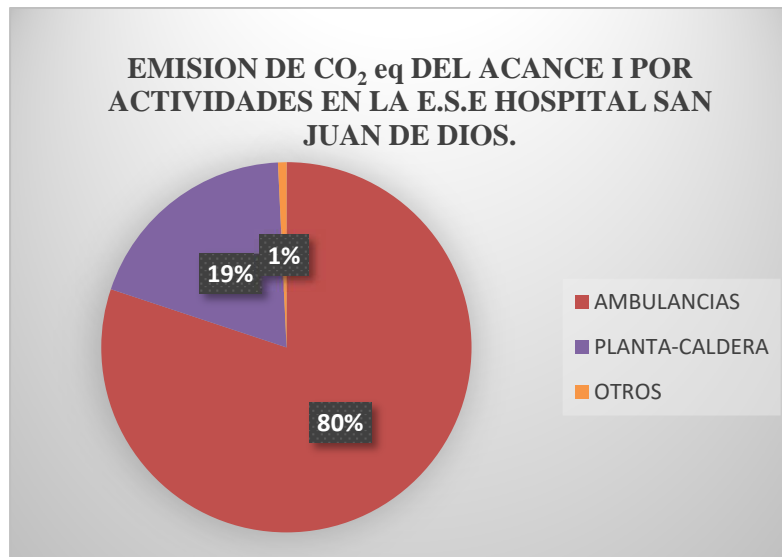
Fuente. Propia

En la tabla 15 están las emisiones de CO<sub>2</sub> eq según las actividades del alcance I, en la ilustración 9 se presenta el porcentaje de emisión dependiendo de la actividad respectiva siendo el 80% por la combustión de las ambulancias, el 19% entre la caldera y la planta eléctrica, y el 1% a otras actividades. En la Ilustración 9 se calculó las T CO<sub>2</sub> eq dependiendo del combustible como el diesel fue de 180,74 toneladas equivalentes de dióxido de carbono y para la gasolina 0,004 T CO<sub>2</sub> eq.

*Tabla 15. Emisiones por Actividades en el Alcance I.*

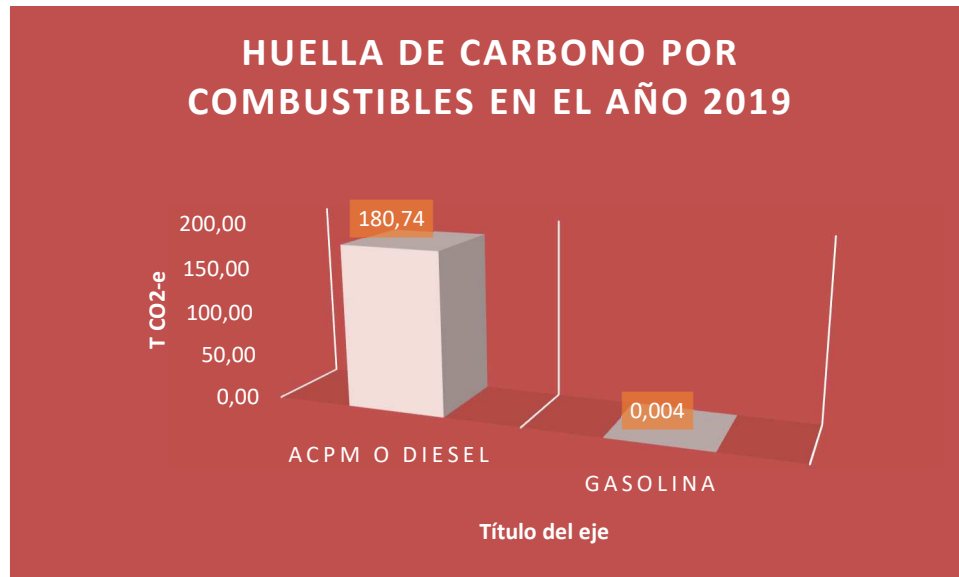
ACTIVIDADES	EMISION DE T CO <sub>2</sub> eq
AMBULANCIAS	144,76
PLANTA-CALDERA	34,64
OTROS	1,34
<b>TOTAL</b>	<b>180,74</b>

Fuente. Propia



*Ilustración 8. Emisión de CO<sub>2</sub> eq del Alcance I según las actividades de la E.S.E Hospital San Juan de Dios.*

Fuente. Propia



*Ilustración 9. Huella de Carbono teniendo en cuenta el tipo de combustible.*

**Fuente.** Propia

#### 6.2.4.2 Cuantificación de Emisiones Indirectas de GEIs por energía (Alcance II).

Se determina las emisiones por el uso de energía eléctrica multiplicando el dato de actividad (consumo anual en Kwh) y el factor de emisión nacional de plantas eléctricas para el año 2020 (Ver tabla 16).

*Tabla 16. Emisiones del Alcance II.*

DA (Kwh/año)	FE (Kg CO <sub>2</sub> /Kwh)	GEIs (T CO <sub>2</sub> -e)
208560	0,16438	34,2830928

**Fuente.** Propia

#### 6.2.4.3 Cuantificación de Otras Emisiones Indirectas de GEIs (Alcance III).

Se determina las emisiones por el consumo de agua potable multiplicando el dato de actividad (consumo anual en m<sup>3</sup>) y el factor de emisión calculado por la Universidad de Córdoba (Toro et al., 2016) (Ver tabla 17).

*Tabla 17. Emisiones por el consumo de agua potable en la E.S.E Hospital San Juan de Dios en Ton CO<sub>2</sub> eq*

<b>DA (m3)</b>	<b>FE (kg CO<sub>2</sub>/m3)</b>	<b>GEIs (T CO<sub>2</sub> eq)</b>
8618	0,11165	0,962

Fuente. Propia

Se determina las emisiones por el consumo de papel multiplicando el dato de actividad (consumo anual en Kg) y el factor de emisión tomado de la Estrategia Aragonesa del Cambio Climático y Energías Limpias ( Smith Rodríguez, 2018) (ver tabla17)

*Tabla 18 Emisiones generadas por el consumo de papel en la E.S.E Hospital San Juan de Dios en Ton CO<sub>2</sub> eq*

<b>DA (Kg)</b>	<b>FE (kg CO<sub>2</sub>/Kg)</b>	<b>GEIs (T CO<sub>2</sub>-e)</b>
2840,5	3	8,52

Fuente. Propia

El método suma todas las emisiones de GEIs generadas por los diferentes tipos de residuos tipos de residuos calculando así las toneladas de dióxido de carbono equivalente. La aproximación más real es utilizando la metodología que asume que el metano se libera el año en el cual se desecha los residuos, esto no es lo que sucede en la práctica, pero es el modelo que sugiere la IPCC (2006), además el carbono no se descompone en su totalidad en el relleno sanitario, este se demora mucho más tiempo en el relleno, si no existe un sistema de recuperación de metano este es liberado totalmente a la atmosfera.

Se debe obtener la masa anual de residuos sólidos para ello el Hospital San Juan de Dios cuenta con el plan de gestión integral de residuos sólidos y hospitalarios PGIRHS en el que se clasifican en residuos destinados al reciclaje, incineración (Anatomopatológicos, fármacos y

metales pesados), relleno sanitario y desactivación con autoclave (biosanitarios y cortopunzantes).

Los residuos destinados a la incineración y desactivación con autoclave son tratados por Veolia en el Parque Tecnológico Ambiental Guayabal de la Ciudad de Cúcuta- Norte de Santander que fue convertido en un Centro Tecnológico reconocido en el 2014 por el Banco Mundial como modelo de Gestión de Residuos sólidos, para el transporte de estos residuos subcontratan a la empresa Tecniamsa. A continuación, se calcula las emisiones por el transporte de residuos Hospitalarios teniendo en cuenta el recorrido en Km desde la E.S.E y la relación Km/Gal (Ver tabla 19).

*Tabla 19. Consumo de Combustible Diesel en el Transporte de Residuos Hospitalarios del Hospital San Juan de Dios.*

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>RECORRIDO (Km/año)</b>	<b>RELACION CONSUMO DISTANCIA (Km)</b>	<b>CONSUMO (Gal/año)</b>
Chevrolet NPR REWARD	9807,2	10Gal-----100Km	980,72

**Fuente.** Propia

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC capítulo 2 combustión estacionaria determina el procedimiento para calcular las emisiones por combustión de los vehículos dependiendo del combustible que usa que es Diesel. En la tabla 20 se presentan las características de emisión del Diesel como el poder calorífico inferior y los factores de emisión teniendo en cuenta el tipo de contaminante que genera su combustión como es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).



**Tabla 20. Poder Calorífico Inferior (PCI) y Factor de Emisión del Diesel.**

FACTORES DE EMISION				
PCI (GJ/Ton)	PCI (TJ/Kg)	CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	N <sub>2</sub> O (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)
43	0,000043	74100	10	0,6

**Fuente.** Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Se determina el dato de la actividad (DA) multiplicando el poder calorífico inferior y el factor de emisión de cada contaminante dependiendo del tipo de combustible (Ver tabla 21).

**Tabla 21. Dato de Actividad (Kg CO<sub>2</sub>/ Kg) por Consumo de Combustible del Alcance III.**

DA		
CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)	CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)	N <sub>2</sub> O (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)
3,19	4,3*10 <sup>-4</sup>	2,58*10 <sup>-5</sup>

**Fuente.** Propia

Para convertir el Dato de actividad en unidades de Kg CO<sub>2</sub>/Gal lo multiplico por densidad de Diesel a 15°C es 850 Kg/m<sup>3</sup> = 3,21759 Kg/Gal (Ver tabla 22).

**Tabla 22. Dato de Actividad (Kg CO<sub>2</sub>/ Gal) por Consumo de Combustible del Alcance III.**

DA		
CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)	CH <sub>4</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)	N <sub>2</sub> O (Kg CO <sub>2</sub> /Kg)
10,25	1,38*10 <sup>-3</sup>	8,30*10 <sup>-5</sup>

**Fuente.** Propia

Se calcula las emisiones del Diesel multiplicando el dato de la actividad (DA) por el potencial de calentamiento global (PCG) (Ver tabla 23).

**Tabla 23. Emisiones de Diesel (Kg CO<sub>2</sub>/Gal) en el Alcance III.**

<b>EMISIONES (Kg/Gal)</b>		
<b>Kg CO<sub>2</sub>/GAL [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub>/GAL [CH<sub>4</sub>]</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub>/GAL [N<sub>2</sub>O]</b>
10,25	3,46*10 <sup>-2</sup>	2,47*10 <sup>-2</sup>

**Fuente. Propia**

En la tabla 24 se convierte las emisiones de la tabla 23 de Kg/Gal a T CO<sub>2</sub> equivalente dividiendo entre 1000.

**Tabla 24. Emisiones de Diesel (T CO<sub>2</sub>/año) en el Alcance III.**

<b>EMISIONES (T CO<sub>2</sub>eq)</b>		
<b>T CO<sub>2</sub>e/AÑO [CO<sub>2</sub>]</b>	<b>T CO<sub>2</sub>e/AÑO [CH<sub>4</sub>]</b>	<b>T CO<sub>2</sub>e/AÑO [N<sub>2</sub>O]</b>
10,05	3,39*10 <sup>-2</sup>	2,43*10 <sup>-2</sup>

**Fuente. Propia**

Se calculan las emisiones de CO<sub>2</sub> eq totales del alcance 1 con la ecuación 1 y los resultados se presentan en la tabla 25.

**Emiones totales CO<sub>2</sub> eq = Σ T CO<sub>2</sub> eq/año      Ecuación 1**

$$\text{Emiones totales CO}_2 \text{ eq Diesel} = \frac{T \text{ CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}_{[\text{CO}_2 \text{ D}]}} + \frac{T \text{ CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}_{[\text{CH}_4 \text{ D}]}} + \frac{T \text{ CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}_{[\text{N}_2 \text{O D}]}}$$

$$\text{Emiones totales CO}_2 \text{ eq Diesel} = 10,05 \frac{T \text{ CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}} + 3,39 * 10^{-2} \frac{T \text{ CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}} + 2,43 * 10^{-2} \frac{T \text{ CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}}$$

**Tabla 25. Emisión Total de transporte de Residuos Hospitalarios (T CO<sub>2</sub>) en el Alcance III.**

<b>TOTAL (T CO<sub>2</sub>e)</b>
10,11

**Fuente. Propia**

Para el cálculo de emisiones de CO<sub>2eq</sub> se utiliza la ecuación 4 detallada en el volumen 5 de la IPCC capítulo 3 “Eliminación de desechos sólidos”. La guía proporciona los algoritmos y cálculos necesarios para estimar el factor de emisión y la cantidad total de emisiones. Los pasos necesarios para la cuantificación:

#### 6.2.4.3.1 Determinar la cantidad (en peso) de residuos.

El cálculo de las emisiones está basado en la cantidad de residuos generados y tratados, los residuos generados en la ciudad de Pamplona en el año (2017) fueron dispuestos al relleno sanitario de “La Cortada”.

#### 6.2.4.3.2 Determinar la composición.

De acuerdo a la guía metodológica del GPC, es necesario determinar la composición aproximada de los residuos generados. La composición o “caracterización” nos indica la proporción de los distintos tipos de residuos. Cada tipo de residuo tiene una cantidad diferente de carbono degradable.

Con esta información se pueden estimar las emisiones, más adelante se mostrará el cálculo de las emisiones totales generadas en el relleno sanitario, en esta sección solo se muestra el desarrollo del factor de emisión por tonelada de residuo sólido enviado al relleno sanitario. Para estimar el factor se utiliza la caracterización según provista por el operador del relleno y las constantes y porcentajes de la cantidad de contenido de carbono (CCO) por tipo de residuos proporcionados por el IPCC (Ver Tabla 26).

**Tabla 26.** Caracterización de los Residuos Ingresados al Relleno "La Cortada" y sus Cantidades de Carbón Orgánico (CCO)

TIPO DE RESIDUO	CARACTERIZACION % (A)	CCO (Cantidad de Carbono Orgánico=B)	CARBON POR TIPO DE RESIDUO % (A*B)
Residuos de Alimentos	18,81	15	2,82
Productos de Papel y Cartón	29,37	40	11,75
Plásticos	36,96	0	0
Vidrio	10,56	0	0
Otros	4,29	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>14,57</b>

**Fuente.** Base a la Caracterización de los Residuos Sólidos de Relleno Sanitario al Cortada y Guías IPPC.

$$\text{Factor de Emision } CH_4 \text{ emitido} = L_0 * (1 - f_{rec}) * (1 - OX)$$

Donde:

$L_0$  = Potencial de generación de Metano

$f_{rec}$  = Fracción de Metano recuperado en el relleno. El valor por defecto de la recuperación de metano es cero. Este valor por defecto sólo podrá modificarse cuando se disponga de referencias que documenten el volumen de recuperación de metano. Se reporta que no existe sistema de quema en el relleno.

$$f_{rec} = 0$$

$OX$ : Factor de oxidación (0 para rellenos sanitarios no controlados)

### Potencial de generación de metano "Lo"

El potencial de generación de Metano es el factor de emisión que especifica la cantidad de CH<sub>4</sub> que se genera por tonelada de residuos sólido. Lo está basado en la cantidad de carbón orgánico (CCO) presente en el residuo sólido característico. Se estima utilizando la siguiente ecuación:

$$L_0 = MCF * CCO * DOC_f * F * \frac{16}{12}$$

donde:

**MCF** = Factor de corrección basado en el tipo de relleno.

**CCO** = Cantidad de carbón orgánico

**DOC<sub>f</sub>** = Fracción del carbón que se degrada (valor asumido ya que no todo el carbón contenido en el residuo se degrada, recomendación del IPCC).

**F** = Fracción de metano en el gas de relleno sanitario.

**16/12** = Fracción estequiométrica de carbón en el metano.

Los valores para cada variable son:

**MCF** = 0.8 (para rellenos no controlados).

**CCO** = 0.1457.

**DOC<sub>f</sub>** = 0,6 (valor asumido ya que no todo el carbón contenido en el residuo se degrada, recomendación del IPCC).

**F** = 0,5 Fracción de metano en el biogás generado en el relleno (Default IPCC).

Reemplazando los valores en la ecuación tenemos:

$$L_0 = MCF * CCO * DOC_f * F * \frac{16}{12}$$

$$L_0 = 0,8 * 0,1457 * 0,6 * 0,5 * \frac{16}{12}$$

$$L_0 = 0,05$$

Luego reemplazamos en la ecuación para hallar el factor de emisión de CH<sub>4</sub> por tonelada de residuo:

$$\text{Factor de Emisión } CH_4 \text{ emitido} = L_0 * (1 - f_{rec}) * (1 - OX)$$

$$\text{Factor de Emisión } CH_4 \text{ emitido} = 0,05 * (1 - 0) * (1 - 0)$$

$$\text{Factor de Emisión } CH_4 \text{ emitido} = 0,05 \frac{\text{Ton } CH_4}{\text{Ton de residuo}}$$

Para llevar el factor de emisión a toneladas de CO<sub>2</sub>e se lo multiplica por su potencial de calentamiento global PCG (25 para el CH<sub>4</sub>).

$$\text{Factor de Emisión } CO_2 \text{ equ} = 0,05 * 25$$

$$\text{Factor de Emisión } CO_2 \text{ equ} = 1,25 \frac{\text{Ton } CO_2}{\text{Ton de residuo}}$$

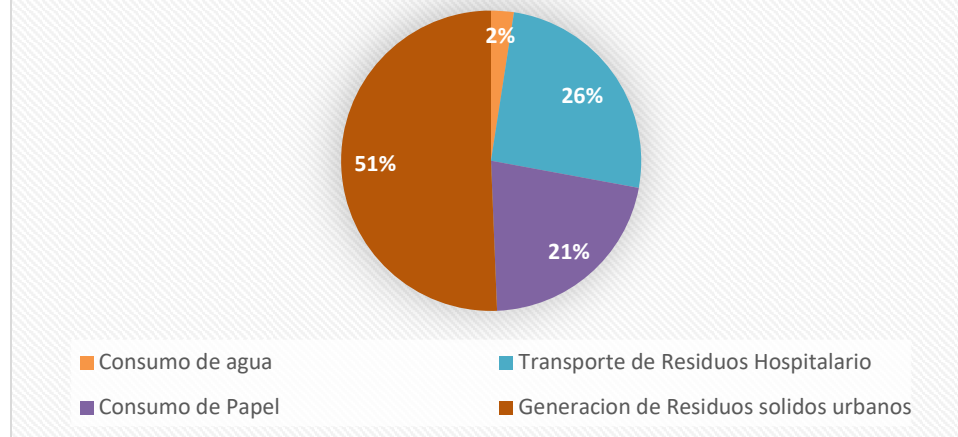
Se calcula las emisiones de los residuos sólidos de la E.S.E dispuestos en el relleno sanitario “La Cortada” en el municipio de Pamplona donde el dato de la actividad son las toneladas de residuos generados al año por el factor de emisión estimado según los parámetros del IPCC 2006 (Ver tabla 27).

*Tabla 27. Emisiones por Residuos Enviados a Rellenos Sanitarios "La Cortada" en Ton CO<sub>2</sub> eq*

SECTOR	TOTAL, DE RESIDUOS (Ton/añual)	FACTOR DE EMISION (TonCO <sub>2</sub> /Ton de residuos)	EMISION (Ton CO <sub>2</sub> eq)
Residuos Solidos	20,09	1,25	25,1

Fuente. Propia

### HUELLA DE CARBONO DEL ALCANCE III DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS- PAMPLONA



*Ilustración 10. Emisión de CO<sub>2</sub> eq de cada actividad en el Alcance III.*

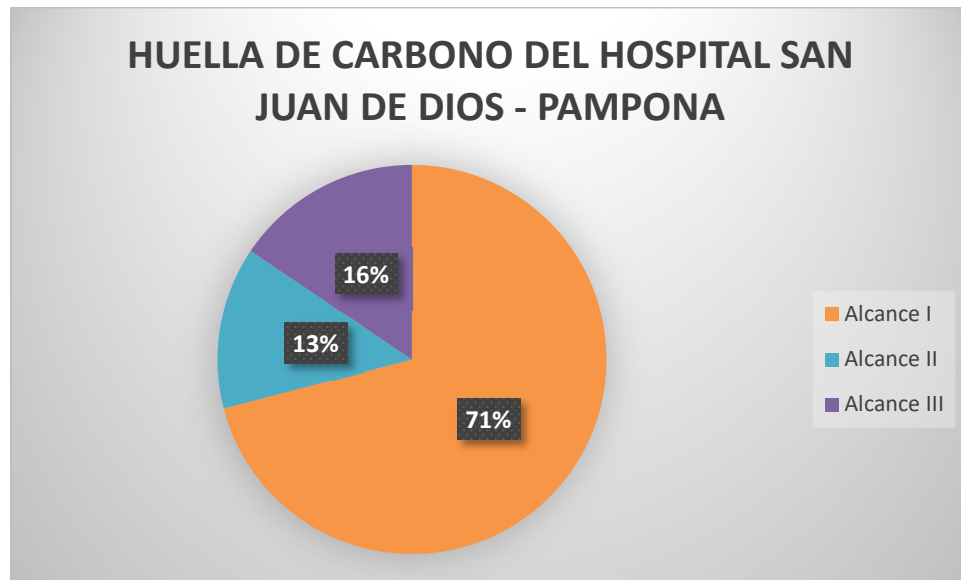
**Fuente.** Propia

En la tabla 28 se cuantifican la huella de carbono de la E.S.E Hospital San Juan de Dios por alcances y en la Ilustración 10 se determina el porcentaje de emisiones dependiendo de las actividades contempladas como un 51% es de la generación de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario, 26% combustión por el transporte de residuos hospitalarios, el 21% consumo de papel y un 2% por el consumo de agua.

*Tabla 28. Emisiones de CO<sub>2</sub> eq dependiendo del Alcance.*

EMISIONES	T CO <sub>2</sub> eq
Alcance I	180,74
Alcance II	34,28
Alcance III	38,73
<b>TOTAL</b>	<b>253,75</b>

**Fuente.** Propia



*Ilustración 11. Huella de Carbono por alcances en la E.S.E Hospital San Juan de Dios.*

**Fuente.** Propia

En la ilustración 11 se determina el porcentaje de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq, el alcance I corresponde al 71%, el 13% al alcance II y el 16% al alcance III.

#### **6.2.5 Cálculo de Incertidumbre.**

Esta evaluación se refiere únicamente a la incertidumbre estadística de los parámetros DA y FE. Para su cálculo se asumió una distribución normal de las variables. Los DA procedentes de actividades sometidas a intercambio comercial (consumo de energía eléctrica, consumo de combustible, consumo de agua, entre otros.) son datos trazables obtenidos de las facturas emitidas por las empresas proveedoras del suministro, por lo que se consideraron con niveles de incertidumbre aceptable. Aquellos procedentes de los registros internos de seguimiento de procesos o consumos, datos calculados o datos estimados, sobre los que es técnicamente inviable realizar el cálculo de incertidumbre, fueron sometidos al análisis



cuantitativo; luego se indicó si la incertidumbre era baja, media o alta, y se identificaron las principales fuentes. En relación con los datos de FE procedentes de fuentes fiables o inventarios nacionales, se consideró una incertidumbre nula o despreciable (ver Tabla 29).

*Tabla 29. Evaluación Cualitativa de la Incertidumbre de los Parámetros.*

ACTIVIDAD/FACTOR	EMISIONES	OBTENCIÓN DE DATO	FUENTE DE DATO	INCERTIDUMBRE
Consumo de Diesel		Medición	Facturas	Baja
FE	10,31 kg CO <sub>2</sub> /Gal	Calculo	Inventario de GEI República IPCC 2006	Despreciable
Consumo de Gasolina		Medición	Facturas	Baja
FE	0,06 kg CO <sub>2</sub> /Gal	Calculo	Inventario de GEI República IPCC 2006	Despreciable
Consumo de Electricidad		Medición	Facturas de proveedor	Baja
FE	0,16438 kg CO <sub>2</sub> /Kwh	Estimación	Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme) y XM	Media
Consumo de Agua		Medición	Facturas	Baja
FE	0,11165 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	Calculo	Empresa Municipal de Aguas de Córdoba (EMACSA)	Alta
Consumo de Papel		Medición	Facturas	Baja
FE	3 kg CO <sub>2</sub> / Kg	Estimación	Estrategia Aragonesa del Cambio Climático y Energías Limpias	Media
Transporte de residuos Hospitalarios		Medición		Media
FE	10,31 kg CO <sub>2</sub> /Gal	Calculo	Inventario de GEI República IPCC 2006	Baja

ACTIVIDAD/FACTOR	EMISIONES	OBTEN- CION DE DATO	FUENTE DE DATO	INCERTIDUM- BRE
Generación de Residuos Sólidos Urbanos		Medición	Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2019 Hospital San Juan de Dios (PGIRHS)	Despreciable
FE	1,25 T CO <sub>2</sub> /T residuos	Calculo	Directrices del IPCC capítulo 3 "Eliminación de Residuos Sólidos"	Baja

**Fuente:** Propia

## 7 Huella de Carbono con la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.

Según Goyena (2019) los centros de salud pueden comenzar estimando y reportando las fuentes del nivel básico y luego, cuando hayan fortalecido sus capacidades en la temática y en la gestión de datos, pueden pasar al nivel avanzado. En la tabla 30, se detallan las fuentes incluidas en cada uno de los niveles.

*Tabla 30. Niveles de Cobertura de Fuentes.*

ALCANCE	CATEGORIA	NIVEL DE COBERTURA	
		Básico	Avanzado
I	Combustión estacionaria	SI	SI
	Combustión móvil / Transporte	Opcional	SI
	Emisiones fugitivas	Solo Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	SI
II	Compra de energía eléctrica	SI	SI
III	Residuos (tratamiento fuera del establecimiento)	SI	SI
	Residuos enterrados en sitios de disposición final	SI	SI
	Compostaje (tratamiento biológico)	SI	SI
	Incineración	SI	SI
	Viajes de Avión	Opcional	SI
	Traslado del personal	Opcional	SI

*Fuente. Adaptado de la Red Global de Hospitales verdes y saludables*

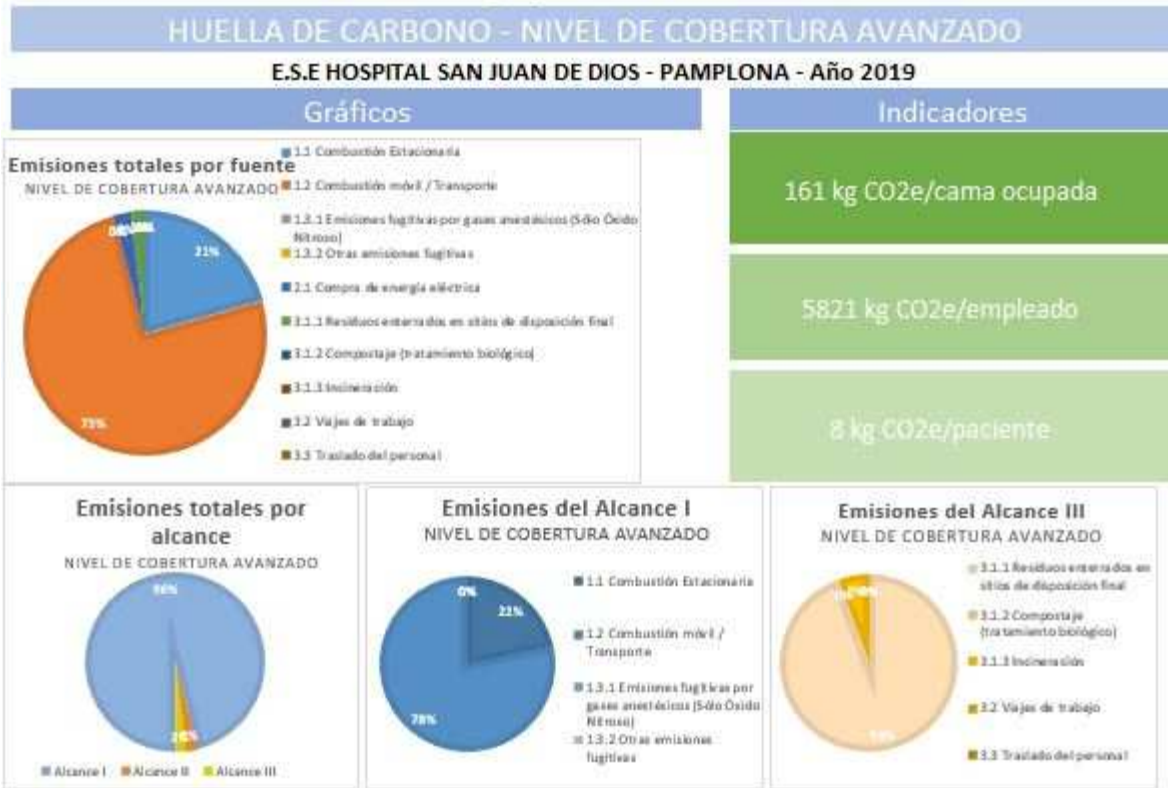
En la Ilustración 12 se tiene la huella de carbono calculada con La versión de Excel utilizada para el desarrollo de la herramienta es Microsoft Office Professional Plus 2013 de la Red Global de Hospitales Verdes para la E.S.E Hospital San Juan de Dios que es de 1.818.373 Kg CO<sub>2</sub> eq, el 75% fueron generadas por las emisiones de combustión móvil/ transporte, el 21% de combustión estacionaria, 2% de residuos enterrados en sitio de disposición final y 2% de

compra de energía eléctrica. En el alcance I el 78% de las emisiones son por la combustión móvil/transporte y el 22% combustión estacionaria; en el Alcance III el 94% de las emisiones son por los residuos enterrados en sitios de disposición final y el 6% por los residuos hospitalarios incinerados, además de los indicadores que son 161 KgCO<sub>2eq</sub>/cama ocupada, 5821KgCO<sub>2eq</sub>/empleados y 8KgCO<sub>2eq</sub>/paciente presentadas en la Ilustración 13.



*Ilustración 12. Huella de Carbono por Alcances, Red Global de Hospitales Verdes y Saludables.*

**Fuente.** Calculadora de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables



*Ilustración 13. Huella de Carbono de la E.S.E Hospital San Juan de Dios.*

**Fuente.** Calculadora de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables

## 8 Estrategias

Se deben implementar estrategias que permitan disminuir la Huella de Carbono del Hospital San Juan de Dios enfocadas en el programa de Hospitales verdes y Saludables las cuales se presentan en la tabla 31.

*Tabla 31. Estrategias para educir la Huella de Carbono.*

OBJETIVOS DE LA RED GLOBAL	OBJETIVO Y META PLANTEADA	ACTIVIDADES A REALIZAR	RESPONSABLE	CRONOGRAMA
<b>TRANSPORTE</b>	<p><b>Objetivo:</b> Controlar las emisiones por combustión debidas al transporte.</p> <p><b>Meta:</b> Mantenimiento técnico mecánico de las ambulancias en un 100% mensual. Medición de emisiones de cada ambulancia cada tres meses</p>	Crear el registro del mantenimiento técnico mecánico y las emisiones de cada ambulancia.	Subdirección administrativa Grupo administrativo de gestión ambiental y sanitaria	Se debe desarrollar un formato de registro para cada ambulancia teniendo en cuentas su consumo de combustible y emisiones.
<b>MANEJO DE RESIDUOS</b>	<p><b>Objetivo:</b> Garantizar una adecuada segregación de los residuos generados, siguiendo los requerimientos del PGIRHS institucional</p>	Seguimiento interno a la gestión de los residuos (contenedores de residuos de oficina), análisis de fuentes y causas de generación, y formas de minimización.	Grupo Administrativo de gestión ambiental (GAGAS)	El desarrollo de este seguimiento es constante en el tiempo.

OBJETIVOS DE LA RED GLOBAL	OBJETIVO Y META PLANTEADA	ACTIVIDADES A REALIZAR	RESPONSABLE	CRONOGRAMA
	<p><b>Meta:</b> Aumentar el porcentaje de material reciclado en un 5% durante el periodo.</p>	<p>Sensibilización a los empleados (incentivos, charlas, concursos, talleres y capacitaciones) sobre la importancia individual de la gestión integral de los residuos.</p>	<p>Líder del proceso ambiental (Líder ambiental)</p>	<p>Los talleres de formación están contenidos en el programador general de capacitaciones. El suministro de información interna es realizada en una frecuencia no superior a una semana.</p>
	<p>Garantizar no generar más de 0.13 kg/pc y 0.09 kg/pc de residuos biosanitarios, y ordinarios respectivamente.</p>	<p>Crear un registro del material reciclado con su respectiva caracterización.</p>	<p>Subdirección administrativa Grupo administrativo de gestión ambiental y sanitaria</p>	<p>Registro semanal de la caracterización del material reciclado y su respectivo peso.</p>
<b>MANEJO DE ENERGIA</b>	<p><b>Objetivo:</b> Racionalizar el uso de este recurso, garantizando el uso eficiente.</p>	<p>Determinar las áreas de ejercicio laboral en las cuales se puede implementar el uso de luz natural la mayor parte del día como el bloque administrativo y de atención al cliente, y socializar los hallazgos</p>	<p>Líder del proceso ambiental (Líder ambiental)</p>	<p>Realizar el proceso en los tres meses escogidos, y se prepara la entrega de informe para la última semana del tercer mes.</p>
	<p><b>Meta:</b> Mantener el consumo de energía menor o igual a 18229 Kwh/mes</p>	<p>Analizar ubicación y determinar la calidad de la iluminación con el luxómetro (Reglamento de condiciones de iluminación en ambientes de trabajo) en caso de no ser adecuadas deberán cambiarse</p>	<p>Personal de mantenimiento</p>	<p>Se debe realizar el procedimiento de manera paralela a la actividad anterior.</p>

OBJETIVOS DE LA RED GLOBAL	OBJETIVO Y META PLANTEADA	ACTIVIDADES A REALIZAR	RESPONSABLE	CRONOGRAMA
	Revisión de luminarias en un uso en 100% en un periodo de 3 meses	por unas de mayor eficiencia energética. Sensibilización del personal (charlas, talleres y capacitaciones) sobre la importancia del uso racional y eficiente de energía, y las responsabilidades individuales	Líder del proceso ambiental (Líder ambiental)	Se debe establecer la entrega de la información por vías internas de comunicación en una frecuencia aproximada de 15 días
	Adecuación de infraestructura eco energética en un periodo de 3 años.	Adecuar zonas de iluminación natural Seguimiento al uso adecuado del recurso.	Personal de mantenimiento Líder del proceso ambiental (Líder ambiental)	Se debe realizar el diagnóstico e informe de las instalaciones por adecuar. Se realizan revisiones mensuales a las áreas de servicio.
	<b>Objetivo:</b> Garantizar el uso eficiente de este recurso para el año.	Inspeccionar el 100% de las llaves y sanitarios, para detectar fugas o problemas de funcionamiento	Personal de mantenimiento	Se realizan verificaciones mensuales, y reporte de fugas y daños cada vez que se presentan.
<b>MANEJO DE AGUA</b>	Meta Mantener el consumo de agua menor o igual a 2260 m <sup>3</sup> /mes	Realizar programas de sensibilización (talleres, capacitaciones y charlas) para uso adecuado de agua y realizar su seguimiento. Proyectar el diseño de una cosecha de agua lluvia para jardín.	Líder del proceso ambiental (Líder ambiental)	Los talleres, charlas y capacitaciones de formación se dictan de acuerdo a lo establecido en el programador, e igualmente se envían mensajes que tiendan a generar conciencia en el tema y la selección del mejor diseño de la cosecha de agua lluvia.



OBJETIVOS DE LA RED GLOBAL	OBJETIVO Y META PLANTEADA	ACTIVIDADES A REALIZAR	RESPONSABLE	CRONOGRAMA
	Realizar un estudio técnico sobre las descargas para proyectar el diseño del tratamiento de aguas residuales.	Caracterización del agua residual generada en la institución.	Líder del proceso ambiental (Líder ambiental)	Se realizará una evaluación y estudio técnico para determinar la el mejor diseño de tratamiento de agua residual.

**Fuente.** Propia

## 9 Recomendaciones

Se debe implementar un registro de las emisiones fugitivas donde se incluyan las no intencionales (por cargas, recargas y retiro de equipos) de gases utilizados para la refrigeración y aislamiento, así como aquellos utilizados en extintores de incendios y el óxido nitroso N<sub>2</sub>O que provienen de gases anestésicos para añadirlos al cálculo del alcance I; además se deberá llevar un inventario de los viajes de trabajo (asistencia a conferencias, talleres, seminarios, reuniones en sitios externos al hospital, traslado de insumos por los proveedores) de esta forma se podrá estimar los GEI que resultan de la quema de combustible por el transporte así como el realizar una estimación del traslado del personal de le E.S.E teniendo en cuenta el medio de transporte y la distancia recorrida que complementa las emisiones en el alcance III.

El consumo de papel en la institución es significativo aproximado de 2840 Kg por lo cual se deberá implementar estrategias que permitan disminuir su uso, como una plataforma en la página oficial en la que el usuario pueda tener acceso al servicio y resultados de sus exámenes, además de que sea versátil para los trabajadores y de esta forma disminuir el consumo de papel resma tamaño oficio. Se debe contemplar la posibilidad de realizar compostaje para tratar los residuos orgánicos y de esta forma disminuir la cantidad de los residuos dispuestos en el relleno sanitario.

## 10 Conclusiones

Los resultados mostraron que el alcance I debido a la combustión soporta el mayor peso en cuanto al total de las emisiones debido al tipo de combustible usado en las actividades tenidas en cuenta, y el alcance III pasa a ser significativo a comparación del Alcance II debido a la gran cantidad de residuos sólidos generados por la Institución dispuestos en el relleno sanitario “La Cortada”.

La complejidad en la obtención de datos y su cálculo en el alcance III se hace obligatorio para la E.S.E, su exclusión implica una variedad importante de las emisiones, además de las exclusiones por desplazamiento de los empleados y emisiones fugitivas que pueden representar una emisión considerable en la huella de carbono en el Hospital. La Calculadora de la Huella de Carbono de la Red Global de Hospitales Verdes y Saludables es una herramienta básica que cubre la necesidad del Hospital San Juan de Dios en su objetivo de la obtención de la membresía como Hospital Verde.

Las emisiones asociadas al consumo de agua fueron despreciables, por lo que podrían quedar excluidas en futuras mediciones conforme a los criterios adoptados. Los resultados del estudio mostraron la estimación del impacto ambiental generado por el funcionamiento del hospital y su contribución al calentamiento global. Los aportes de cada actividad permitieron identificar las fuentes de emisión de mayor peso como puntos de intervención y áreas de oportunidad para implementar estrategias de reducción, cambios tecnológicos de mayor eficiencia y programas de mitigación y mejora.

## 11 Lista de Referencias

Naciones Unidas. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Protocolo de Kioto. 1998. Retrieved May, 2020, from: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Aya Diaz, & Orti, C. C. B. (2016). Hospitales verdes 12.

Barreral, Y. (2015). ISO 14067:2018(es), Gases de efecto invernadero — Huella de carbono de productos — Requisitos y directrices para cuantificación. Retrieved February 21, 2020, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:es>

Constitución Política de la República de Colombia. (2019), 1–9.

Decreto 1299 DE 2008. (2008), 2008(abril 22). Retrieved from <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-1299-de-2008.pdf>

Decreto 2240 De 1996. (1996), 1996(diciembre 9). Retrieved from [http://www.sociedadescientificas.com/userfiles/file/DECRETOS/2240 96.pdf](http://www.sociedadescientificas.com/userfiles/file/DECRETOS/2240%2096.pdf)

Decreto 2981 del 20 de diciembre de 2013. (2013), 5–6. Retrieved from <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRET O 2981 DEL 20 DE DICIEMBRE DE 2013.pdf>

Decreto 780 del 2016. (2016). Journal of Chemical Information and Modeling. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Diaz, A., & Boada, C. (2016). Hospitales verdes 12.

Escudero, J. M. (2003). Manual de energía eólica/ Guide to Wind Energy - José María Escudero, José María Escudero López - Google Libros. Retrieved February 24, 2020, from [https://books.google.com.co/books?id=bY33m9Z3NAEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=bY33m9Z3NAEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Gil, J., Guayan, I., Polania, L., & Restrepo, H. (2019). Análisis situacional de los hospitales verdes colombianos pertenecientes a la red global. *Revista de Salud Ambiental*, 19(1), 12–22.

Laky, Z. (2019). La política de medio ambiente: principios generales y marco básico | Fichas temáticas sobre la Unión Europea | Parlamento Europeo. Retrieved February 24, 2020, from <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/71/la-politica-de-medio-ambiente-principios-generales-y-marco-basico>.

Ley 1844 de 2017. (2017). Retrieved February 22, 2020, from [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1844\\_2017.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1844_2017.html)

Smith M, Ernesto de Titto. (2018). Hospitales sostenibles frente al cambio climático: huella de carbono de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires. *Rev Argent Salud Pública*, 7–13. Retrieved from <http://www.scielo.org.ar/pdf/rasp/v9n36/v9n36a02.pdf>

Online Browsing Platform (OBP). (2018). Retrieved February 22, 2020, from <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:es>

Salud sin Daño. (2012). Red Global de Hospitales Verdes y Saludables. Retrieved from <https://www.hospitalesporlasaludambiental.net/%0Ahttps://saludsindanio.org/americalatina/tema/s/red-global>.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2013). Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital. Subdirección de Políticas y Planes Ambientales.

Urrea, A. (2019). *Determinación de la huella de carbono de tratamiento de procesos de plantas el Pórtico y Carmen de Tonchala en la empresa Aguas Kpital Cúcuta SA ESP*. Universidad de Pamplona.

Wu, R. (2015). La huella de carbono del sistema de salud chino: Un estudio de análisis de ruta estructural de entrada - salida y ambientalmente extendido. *The Lancet Planetary Health*, 3(10), e413–e419. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30192-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30192-5)

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. 14064-1:2006, 1(UNE-ISO), 106.

Naciones Unidas. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Protocolo de Kioto*. 1998. [Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>] [Último acceso: 02/05/2019]

González, X. (2020). En Colombia el factor de emisión de CO2 por generación eléctrica es de 164,38 gramos por kWh. *La República*. Retrieved from <https://www.larepublica.co/especiales/colombia-potencia-energetica/en-colombia-el-factor-de-emision-de-co2-por-generacion-electrica-es-de-16438-gramos-por-kwh-2966236>

Torrado, R., Ortiz, O., & Rivera, U. (2017). Caracterización física en el relleno sanitario regional la Cortada, Pamplona, Norte de Santander.



Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.(2006) Retrieved April 02 2020 from <https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

Goyena, R., & Fallis, A. . (2019). Herramienta para el Calculo de la Huella de Carbono en Establecimientos de Salud. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>



5

**"Formando líderes para la construcción de un nuevo país"**

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750