

**Determinación de la huella de carbono en la Clínica Veterinaria Lasallista  
Hermano Octavio Martínez López**

**Trabajo de grado para optar por título de Ingeniera Ambiental**

**Carolina Herrera Restrepo**

**Asesor  
Juan Camilo Vélez Taborda  
Ingeniero Ambiental**

**Corporación Universitaria Lasallista.  
Facultad de Ingenierías  
Ingeniería Ambiental  
Caldas-Antioquia  
2021**

## Contenido

Resumen .....	7
Introducción .....	8
Objetivos.....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos Específicos.....	11
Estado del Arte .....	12
Cambio climático y Huella de Carbono .....	12
Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono .....	13
GHG Protocol .....	15
NTC-ISO 14064.....	18
Certificación de Carbono Neutro en Colombia .....	20
Huella de carbono en universidades .....	21
Factores de emisión.....	23
Metodología.....	25
Emisiones directas de la Clínica Veterinaria .....	25
Combustión fija.....	25
Procesos directos .....	27
Emisiones fugitivas directas .....	28
Emisiones indirectas de la Clínica Veterinaria .....	28
Asociadas a consumo de energía eléctrica .....	29
Asociadas a residuos sólidos .....	29
Huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista .....	31
Resultados.....	32
Propósitos y Objetivos del Informe.....	32
Límites de la Organización.....	32
Misión .....	33
Visión.....	33
Organigrama.....	34
Ubicación.....	34
Establecimiento del área de estudio .....	35
Procesos e instalaciones.....	40
Servicios Prestados por Terceros.....	42
Límites Operativos .....	42

Emisiones directas .....	45
Combustión fija .....	46
Procesos directos .....	47
Emisiones fugitivas directas .....	47
Emisiones indirectas .....	48
Asociadas a residuos sólidos .....	49
Asociadas a consumo eléctrico .....	51
Huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista .....	51
Conclusiones .....	53
Recomendaciones .....	55
Referencias .....	57

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Pasos para declarar las emisiones de CO2. ....	19
<b>Figura 2:</b> Pasos para declarar las emisiones de CO2. ....	21
<b>Figura 3:</b> Organigrama de la Corporación Universitaria Lasallista. ....	34
<b>Figura 4:</b> Ubicación de la Corporación Universitaria Lasallista. ....	35
<b>Figura 5:</b> Mapa de la Corporación Universitaria Lasallista. ....	36
<b>Figura 6:</b> Tipos de predios en la Corporación Universitaria Lasallista.....	37
<b>Figura 7:</b> Área de estudio para la determinación de la Huella de Carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista .....	39
<b>Figura 8:</b> Área de estudio de la Clínica Veterinaria Lasallista .....	40
<b>Figura 9:</b> División porcentual de las emisiones directas de la clínica veterinaria. ....	45
<b>Figura 10:</b> Distribución porcentual de las emisiones indirectas de la clínica veterinaria. ....	48
<b>Figura 11:</b> Distribución porcentual del tipo de emisiones presentes en la huella de carbono de la clínica veterinaria.....	52

### Lista de tablas

<b>Tabla 1:</b> Incremento concentración Gases de Efecto Invernadero a partir de 1750. ....	12
<b>Tabla 2:</b> Metodologías más aplicadas en el mundo para el cálculo de la Huella de Carbono. ....	14
<b>Tabla 3:</b> Emisiones Directas. ....	42
<b>Tabla 4:</b> Emisiones Indirectas. ....	43
<b>Tabla 5:</b> Fuentes de Emisión Excluidas. ....	43
<b>Tabla 6:</b> Fuentes de remoción de GEI excluidas del cálculo de la huella de carbono. .	45
<b>Tabla 7:</b> Total de emisiones directas en la clínica veterinaria. ....	45
<b>Tabla 8:</b> Emisiones de CO2 por consumo de gasolina corriente. ....	46
<b>Tabla 9:</b> Emisiones de CO2 por consumo de gas natural. ....	47
<b>Tabla 10:</b> Resultados de emisiones totales de CO2 asociadas al humedal de la corporación. ....	47
<b>Tabla 11:</b> Resultados de emisiones de CO2 asociadas a recargas de los extintores en clínica. ....	48
<b>Tabla 12:</b> Total de emisiones indirectas en la clínica veterinaria. ....	48
<b>Tabla 13:</b> Resultados de emisiones de CO2 asociadas a la generación de residuos sólidos. ....	50
<b>Tabla 14:</b> Emisiones de CO2 generadas por residuos incinerados ....	50
<b>Tabla 15:</b> Emisiones de CO2 generadas por residuos que van a relleno sanitario .....	50
<b>Tabla 16:</b> Emisiones de CO2 por tipo de residuo en la Clínica Veterinaria Lasallista. .	50
<b>Tabla 17:</b> Resultados de emisiones de CO2 asociadas a la energía eléctrica. ....	51
<b>Tabla 18:</b> Huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista en el año 2019. ....	51



## Resumen

En este proyecto se determinó la huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López, perteneciente a la Corporación Universitaria Lasallista (CUL), en el año 2019. Demostrando el compromiso de la corporación con la disminución de problemáticas ligadas a la emisión de gases efecto invernadero (GEI). Sentando un precedente a partir del cual se podrán adoptar estrategias para la reducción de la huella de carbono y a mediano y largo plazo conseguir la certificación carbono neutro y declararse como un ecocampus. Para realizar el informe de GEI se siguieron los lineamientos planteados en la norma ISO 14064-1. En cuanto a la metodología, se partió estableciendo los límites del inventario de GEI, luego se hizo la recolección de datos de las actividades generadoras de emisiones de CO<sub>2</sub>. Tras tener la información necesaria por fuente de emisión o actividad, y también los factores de emisión definidos, se procedió a calcular las emisiones con la siguiente ecuación generalizada  $\text{Emisión} = \text{Factor de Emisión} * \text{Actividad}$ . Por último, para obtener la huella de carbono de la Clínica Veterinaria, se sumaron todas las emisiones de GEI determinadas en tCO<sub>2</sub>e, y con estos resultados se plantearon diferentes estrategias de mitigación y reducción de las emisiones de GEI.

**Palabras clave:** calentamiento global, gases de efecto invernadero, huella de carbono, emisiones, carbono neutro.

## Introducción

El cambio climático es un fenómeno que muy estudiado por científicos durante los últimos años, y se ha concluido que tiene sus causas naturales, pero también que se ha visto potenciado por las actividades antrópicas (Díaz Cordero, 2012). Un tema muy ligado con el cambio climático es el calentamiento global, el cual, según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático - IPCC (2007), es un fenómeno inequívoco y evidente, que debe su aumento durante los dos últimos siglos principalmente (con un 90% de confianza) a las actividades humanas generadoras de altas emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI). El WWF (2010) afirma que “las consecuencias del exceso de gases de efecto invernadero que no pueden ser absorbidos por la vegetación (...) imponen tensiones adicionales sobre la biodiversidad y los ecosistemas”, porque estas generan cambios significativos en sus dinámicas naturales, por ejemplo, la acidificación de los océanos, aumento en la temperatura global, fenómenos climáticos extremos, deshielo, sequias, etc.

Debido a las afectaciones que genera el calentamiento global en el planeta y en todos los sectores tanto sociales, económicos y ambientales, este se ha convertido en uno de los principales retos de la sociedad actual (Arango, Herrera & Hernández, 2017). Por lo tanto, instituciones y organizaciones interesadas en buscar soluciones para tratar el calentamiento global han profundizado en el tema del control de los GEI. Dentro de las herramientas que se han definido como bases en el estudio de las emisiones de GEI está la Huella de Carbono (HC). La Huella de Carbono es un indicador que sintetiza los impactos generados por las actividades humanas en el entorno y se mide en cantidad de emisiones de GEI, además es una herramienta de gestión ambiental importantísima

porque hace un diagnóstico del tipo de emisiones que se dan en el proceso u organización estudiada con la respectiva cantidad de GEI por fuente o actividad; en consecuencia, constituye también un aliciente para establecer estrategias nuevas basadas en la sostenibilidad para las diferentes actividades y/o procesos de las organizaciones (Valderrama, Espínola, & Quezada, 2011), ya que sabrán exactamente de donde provienen sus aportes de GEI y pueden buscar formas de mitigarlos o compensarlos.

En la actualidad, la mayor parte de la sociedad está buscando direccionar el desarrollo hacia la preservación del medio ambiente y la sostenibilidad. Muchas de las instituciones de educación superior al ser las almas mater de los futuros profesionales del mundo, están liderando en la temática ambiental dando ejemplo al mundo con sus acciones para frenar y reducir el aumento acelerado del calentamiento global.

La Corporación Universitaria Lasallista ubicada en Caldas (Antioquia), fundada por los esfuerzos conjuntos de ALDEA (Asociación Lasallista de Exalumnos) y la Congregación de los Hermanos de las Escuelas Cristianas, Distrito Lasallista de Medellín, siempre se ha querido identificar como un ecocampus implementando diferentes estrategias ambientales trabajando de la mano con el programa de Ingeniería Ambiental. Sin embargo, dentro de la corporación se cuenta con La Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c., que es un centro de atención de servicios integrales en salud animal donde se ofrecen diversos servicios para grandes y pequeñas especies desde el 2009, al cual no se le han determinado las emisiones de GEI asociadas a su funcionamiento, situación que me llevó a cuestionar ¿Cuál es la huella de carbono generada por la Clínica Veterinaria Lasallista?

Todo esto con el fin de que, una vez conocida la huella de carbono de la clínica, la comunidad lasallista quienes administran y hacen uso de este centro de salud animal puedan plantear e implementar acciones a corto, medio y largo plazo, que reduzcan dicha huella, para lograr sostenibilidad en el tema de emisiones y aportar en el futuro establecimiento de la Corporación Universitaria Lasallista como una entidad con certificado de Carbono Neutro.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar la huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista para el año base 2019, siguiendo los lineamientos de la norma NTC ISO 14064-1, y finalmente proponer estrategias de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

### **Objetivos Específicos**

Definir los límites del inventario de GEI con respecto a los límites de la organización (Clínica Veterinaria) y el alcance del informe en la determinación del tipo de emisiones y remociones asociadas a la operación de esta.

Identificar las fuentes y sumideros de GEI en la clínica veterinaria, y cuantificar sus emisiones o remociones de GEI asociadas.

Verificar la validez de los cálculos para establecer el inventario de GEI del año 2019 como año base.

Establecer iniciativas de estrategias de remoción y reducción de emisiones de GEI debidas a la operación de la Clínica Veterinaria Lasallista.

## Estado del Arte

### Cambio climático y Huella de Carbono

El termino calentamiento global hace referencia a la llegada de la luz solar a la superficie terrestre desprendiendo rayos infrarrojos cuyos fotones son absorbidos por los Gases de Efecto Invernadero causando un aumento de su energía de rotación y vibración, el exceso de energía resultante es transferido a otras moléculas en forma de energía cinética o calor que se traduce en un incremento paulatino de la temperatura terrestre (Hegerl, G.C., *et al*, 2010).

El cambio climático se entiende como una modificación en el estado del clima que persiste durante un periodo prolongado debido a la variabilidad natural, forzamientos externos como modulaciones de los ciclos solares o resultado de actividades humanas que alteren la composición de la atmosfera (IPCC, 2013).

Los gases efecto invernadero son aquellos que cuentan con la facultad de absorber la radiación infrarroja en la atmosfera, la mayoría son encontrados normalmente en la naturaleza, pero gracias a la actividad humana su concentración ha ido aumentando; además de surgir unos nuevos gases de efecto invernadero artificiales. En la tabla 1 observamos el incremento absoluto y porcentual de la concentración de tres de estos gases en la atmósfera desde el año 1750.

**Tabla 1:** Incremento concentración Gases de Efecto Invernadero a partir de 1750.

<b>Concentraciones de gases de efecto invernadero</b>				
<b>Gas de Efecto Invernadero</b>	<b>Pre 1750</b>	<b>Recientes 2012</b>	<b>Incremento absoluto</b>	<b>Incremento porcentual</b>
Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	280 ppm	392,6 ppm	112,6 ppm	40,20%

Metano CH <sub>4</sub>	700 ppb	1874 ppb	1174 ppb	167,70%
Óxido de Nitrógeno N <sub>2</sub> O	270 ppb	324 ppb	54 ppb	20,00%

**Fuente:** Observatorio Bolivariano de Cambio Climático y “Desarrollo”. (s.f).

La convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático se pone en funcionamiento tras comprometer a los países industrializados a reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Conforme con las metas contenidas en el Protocolo de Kyoto.

La Huella de Carbono se estandarizo como el método para darle seguimiento a la emisión de GEI vinculados a cualquier industria o actividad. Es definida como o la cantidad total de GEI causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio. (ISO, 2006). El cálculo de la Huella de Carbono en la mayoría de países es de carácter voluntario, pero es cuestión de tiempo para que el cálculo de la Huella de Carbono se vuelva obligatorio.

### **Metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono**

Para el cálculo de la Huella de Carbono y seguimiento de la reducción de GEI han surgido diferentes metodologías con el fin de darle validez y credibilidad a las declaraciones. La aplicabilidad de estas metodologías varía dependiendo del objeto de estudio entre los que encontramos HC de un producto, de una corporación y mixta, otro factor a considerar es el alcance del cálculo. En la tabla 2 observamos una lista de las metodologías más elegidas por empresas y organizaciones para el cálculo de la HC.

**Tabla 2:** Metodologías más aplicadas en el mundo para el cálculo de la Huella de Carbono.

<b>Metodología</b>	<b>Ámbito de aplicación</b>	<b>Enfoque</b>
Carbon Disclosure Project (CDP)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente adoptada.	Organización.
WBCSD/WRI GHG Protocol Corporate Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente reconocida, base para otros estándares.	Organización.
ISO 14064: 2006 (Partes 1 y 3)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Estándar internacional verificable.	Organización.
French Bilan Carbone	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida.	Organización.
DEFRA Company GHG Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida.	Organización.
UK Carbon Reduction Commitment (CRC)	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Cubre a los pequeños emisores.	Organización.
US EPA Climate Leaders Inventory Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito USA. Provee incentivos.	Organización.
US GHG Protocol Public Sector Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito USA y al sector público.	Organización.
PAS 2050	Aplicación voluntaria. Procedencia UK.	Producto.
KOREA PCF	Aplicación voluntaria. Metodología creada en Corea.	Producto.
Carbon Footprint Program	Aplicación voluntaria. Procedencia Japón.	Producto.
Carbono Index Casino	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia.	Producto.
Greenext	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia.	Producto.
Climate System Certification	Aplicación voluntaria. Procedencia Suecia.	Producto.

Climatop	Aplicación voluntaria. Procedencia Suiza.	Producto.
GHG Protocol – Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	Aplicación voluntaria. Ámbito Global.	Producto.
BP X30-323	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia.	Producto.
ISO 14067	Aplicación voluntaria. Ámbito Global.	Producto.

**Fuente:** Herrero, Leiva, Doménech & Penela (2010).

Para el cálculo de la Huella de Carbono en organizaciones las dos metodologías reconocidas por el Icontec para la certificación del cálculo son GHG Protocol y la NTC-ISO 14064. (ICONTEC, 2020)

### **GHG Protocol**

La metodología propuesta en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero es la más extensa, aunque pone a disposición del usuario guías y hojas electrónicas de cálculo que agilizar el proceso de cálculo de las emisiones de GEI para fuentes e industrias específicas. (World Resource Institute, World Busine Council for Sustainable Development & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, s.f)

La metodología GHG Protocol se rige por los siguientes principios:

#### ***Relevancia:***

El inventario de GEI debe reflejar apropiadamente las emisiones de una empresa para ser un elemento base en la toma de decisiones tanto al interior como exterior de la empresa. El informe debe contener la información necesaria tanto para usuario internos y externos a la empresa, la selección de un límite de inventario que sea acorde con la esencia, actividades y realidad económica de la empresa, los criterios utilizados para definir los límites de inventario son: (World Resource Institute, et al., s.f)

- Límites operacionales: Actividades procesos y servicios propios realizados al interior de las instalaciones o al exterior.
- Contexto de la empresa: naturaleza de sus actividades, localización geográfica, sector industrial, propósitos para los que será utilizada la información y usuarios de la información
- Estructuras organizacionales: Alianzas, control financiero, control operacional, propiedad y estructura legal.

***Integridad:***

El inventario de emisiones de GEI debe incluir todas las actividades y fuentes de emisión incluidas dentro del límite del inventario, se debe justificar cualquier excepción a este principio. El inventario debe ser inclusivo, significativo e integral. En los casos en que las emisiones no sean estimadas, o se estimen con un insuficiente nivel de calidad, es muy importante que esto se documente y justifique de manera transparente. Los verificadores podrán determinar el impacto potencial y la relevancia de estas omisiones o la falta de calidad en el reporte general del inventario. (World Resource Institute, et al., s.f)

***Transparencia:***

Facilita el seguimiento de auditoría transparente, revela todos los supuestos de importancia y hace referencias apropiadas a las metodologías de contabilidad y cálculo, al igual que a las fuentes de información utilizadas. La transparencia es presentada y publicada basada en documentación sólida, transparente y auditable. La información debe estar registrada, compilada y analizada de modo que otorgue credibilidad a los ojos de los supervisores internos y los verificadores externos. Exclusiones o inclusiones

específicas deben ser identificadas claramente y justificadas. Una verificación externa e independiente es una manera de asegurar la transparencia. (World Resource Institute, et al., s.f)

***Precisión:***

En la cuantificación de emisiones de GEI no debe haber errores sistemáticos o desviaciones con respecto a las emisiones reales, para lograr la minimización de la incertidumbre. las estimaciones y cálculos nunca deben presentar errores sistemáticos sobre o por debajo del valor real de las emisiones, se requiere reportar de forma clara y específica los datos tomados para asegurar la precisión en la contabilidad de emisiones aumentando la credibilidad y fortaleciendo la transparencia. (World Resource Institute, et al., s.f)

***Consistencia:***

La metodología utilizada debe permitir comparaciones significativas a través del tiempo se debe notificar y documentar cualquier cambio en los límites del inventario, método de cálculo o cualquier otro factor relevante en el tiempo.

Con estos principios se quiere consolidar todos los aspectos de la contabilidad y el reporte de GEI. Su aplicación permite que el inventario de GEI sea imparcial y fidedigno. Su función primordial es orientar la implementación del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI (ECCR). (World Resource Institute, et al., s.f)

**NTC-ISO 14064**

Es la norma internacional por la cual se verifican de manera voluntaria informes de emisión de GEI, se divide en 3 partes:

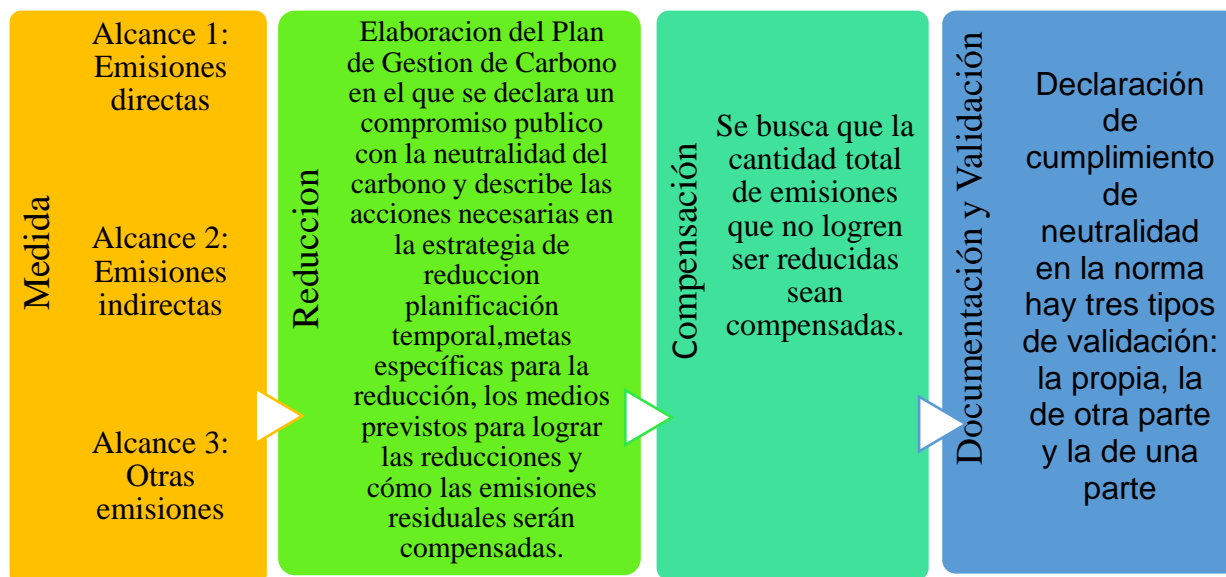
***Parte 1:***

En la que se encuentran establecidos los principios y requisitos con los que deben cumplir las organizaciones en el proceso de diseño, desarrollo, gestión y notificación de los niveles de inventario de GEI. Es necesario establecer los límites operacionales que es la identificación de fuentes de emisión y organizacionales que se entiende como el espacio físico. Esta parte también incluye los requisitos y directrices sobre gestión de la calidad del inventario de GEI, presentación de informes, auditorías internas y responsabilidad de la organización en la verificación. (Comité Técnico ISO/TC 207, 2020)

***Parte 2:***

Que orienta proyectos de reducción de la Huella de Carbono ya sea por la disminución de GEI o por el incremento de las absorciones de GEI. Dispone los principios para determinar los escenarios de referencia del proyecto, la vigilancia, cuantificación y presentación del informe permitiendo que estos sean válidos y verificables. (Comité Técnico ISO/TC 207, 2020)

**Figura 1:** Pasos para declarar las emisiones de CO2.



**Fuente:** adaptada en base a NTC-ISO 14064-2 (Comité Técnico ISO/TC 207, 2020).

### **Parte 3:**

Para los que deseen realizar la validación y verificación de la información de GEI dicta principios, guías y requisitos además del proceso para garantizar seguridad a los usuarios de una organización o proyecto de GEI para que las declaraciones sean completas, exactas, coherentes, transparentes y sin discrepancias materiales. (Comité Técnico ISO/TC 207, 2020) Se rige por cinco principios:

- **Cobertura Total:** realizar la cuantificación de manera íntegra incluyendo todas las fuentes de emisión de GEI incluidas en el límite operacional y justificando debidamente cualquier exclusión en el cálculo.
- **Pertinencia:** la información debe ser relevante y de interés para el público objetivo, incluyendo usuarios internos y usuarios externos. En relación con

la definición de los alcances, reflejar la realidad económica y forma de operación de la organización y no sólo su forma legal.

- *Coherencia*: los resultados del inventario deben ser comparables a lo largo del tiempo, entre ellos y con el año base. Es necesario documentar de manera clara cualquier modificación en los datos, alcance, metodología de cálculo u otro factor que sea relevante en la serie temporal.
- *Exactitud*: brindar calidad de la información, de forma que tenga una precisión suficiente que para tomar decisiones con una confianza razonable con respecto a la integridad de la información recogida. Requiere una evaluación de la incertidumbre para analizar cómo afecta a los resultados.
- *Transparencia*: se debe lograr que la información sea clara, neutral y comprensible, basada en documentación sólida y basada en datos auditables. Para ello, en cada caso se hará mención explícita de referencias, fuentes y metodologías utilizadas.

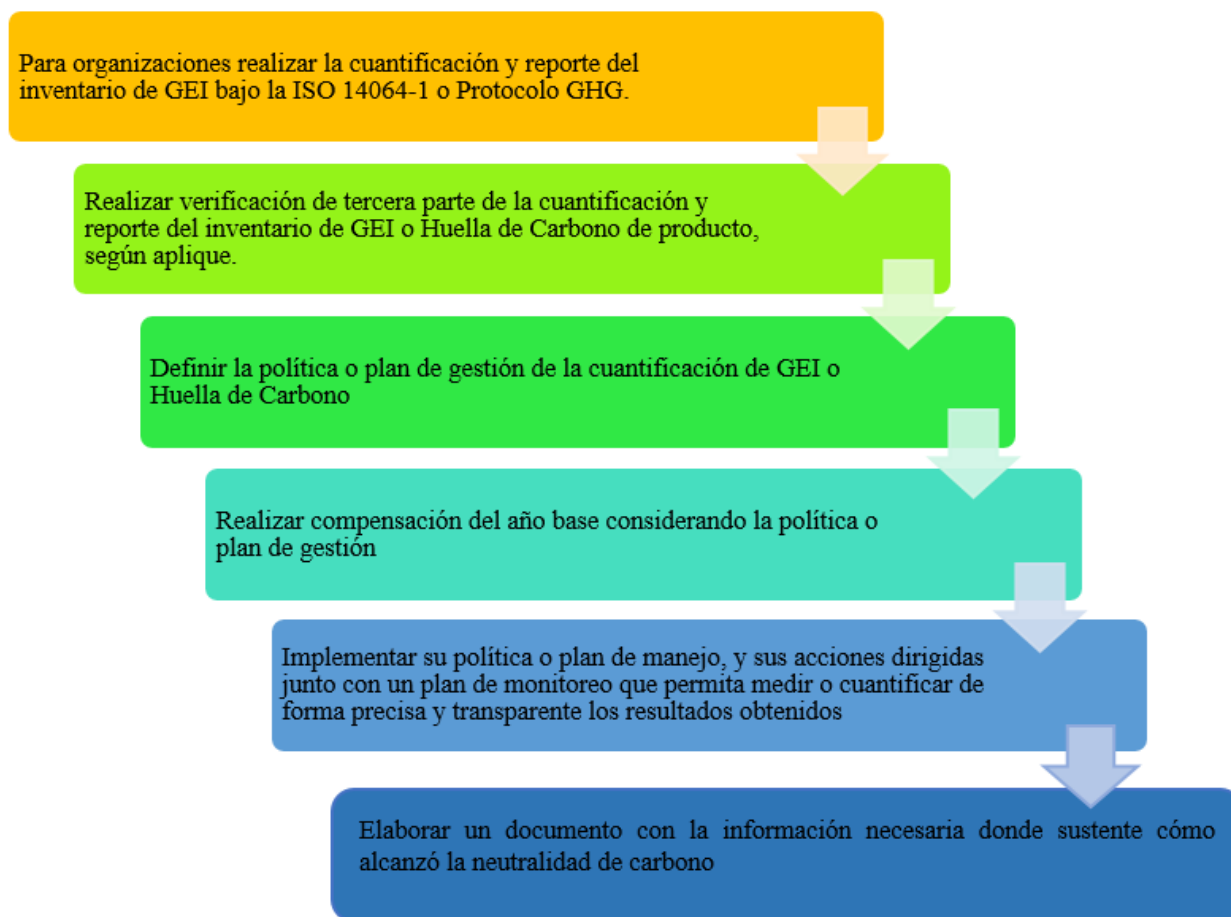
### **Certificación de Carbono Neutro en Colombia**

El ICONTEC es la empresa encargada de la certificación de carbono neutro en Colombia a través de su Guía de Neutralidad el Icontec manifiesta que para alcanzar dicha certificación hace falta compromiso y estructuración de una política o plan de manejo de la huella de carbono por parte de la organización que tenga interés en obtener la certificación de carbono neutro. La organización debe haber implementado acciones que reduzcan sus emisiones de GEI o que aumenten sus remociones y por último la compensación de las emisiones restantes. La certificación tiene una vigencia de tres

años, comprendiendo el ciclo de certificación: otorgamiento, seguimiento y renovación. (ICONTEC, 2020)

La siguiente figura muestra las etapas para la obtención de la certificación de Carbono Neutro.

**Figura 2:** Pasos para declarar las emisiones de CO2.



**Fuente:** adaptación en base a ICONTEC (2020).

### Huella de carbono en universidades

A nivel internacional podemos encontrar casos como el de la Montfort University en la cual se determinó la huella de carbono para el año 2008. Para el cálculo de la huella

se tuvieron en cuenta las emisiones directas: por consumo de combustible al interior de las instalaciones de la universidad, las emisiones ligadas al transporte de estudiantes desde sus casas, viajes de negocios y visitantes, las emisiones por consumo de agua y las emisiones por bienes y servicios consumidos. La metodología aplicada para el cálculo fue la propuesta por GHG Protocol. La huella de carbono fue de 19273 Ton CO<sub>2</sub>e. (Ozawa, Brockway, Lettern, Davies y Fleming, 2013). En este artículo se evidencia una buena aplicación de la metodología para la realización del cálculo, sin embargo, no define los límites operacionales, ni se evidencia el cumplimiento de los principios por los que se rige el GHG Protocol.

España es uno de los países más fuertes en HC de entes educativos ejemplo de esto es la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), en la cual se aplicó una metodología mixta entre las directrices de GHG Protocol y la NTC ISO 14064-1. Las fuentes de emisión de GEI tomadas en cuenta para el cálculo de la HC fueron: Consumo de gas natural, las emisiones fugitivas de HFC (por el uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado), emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles de los vehículos pertenecientes a la UPCT, el consumo de electricidad eléctrica, movilidad de empleados y alumnos a la universidad, consumo de papel consumo de agua y la generación de residuos peligrosos. La huella de carbono de la UPCT fue de 9088,395 Ton CO<sub>2</sub>e para el año 2013. (Hermosilla, 2014). Este informe aplica de forma correcta la metodología para el cálculo de las emisiones, también define los límites tanto temporales como organizacionales y operacionales, tiene en cuenta los 3 alcances de la NTC ISO 14064-1 para la identificación y cuantificación de fuentes de emisión además hay una correcta verificación de los datos convirtiéndolo en un cálculo muy acertado y completo.

En Latinoamérica la Universidad Pontificia Bolivariana fue la primera en obtener una certificación de Carbono Neutro en el 2019 otorgada por el Icontec (EL ESPECTADOR, 2019). La metodología utilizada para el cálculo de la HC fue la GHG Protocol, calculando las emisiones para los 3 alcances propuestos por la NTC ISO 14064-1. Las fuentes de emisión identificadas en sus sedes fueron combustión en fuentes fijas y móviles, emisiones fugitivas, la producción de compostaje, consumo de energía, bienes y servicios adquiridos, viajes de negocios, transporte de empleados y estudiantes a las sedes y residuos generados. Con un cálculo total de emisiones de 16034,4 Ton CO<sub>2</sub>e. (UPB, 2018). Este informe aplica de una forma adecuada la metodología para el cálculo de las emisiones de GEI tiene un amplio inventario de fuentes de emisión de GEI además de tomar en cuenta varias sedes, tiene bien definidos sus límites operacionales y organizacionales, toda la información es verificable tiene planes para la reducción de la huella y medidas para la compensación de las emisiones residuales.

### **Factores de emisión**

Los factores de emisión son un instrumento que permite estimar la cantidad de emisiones de un contaminante generadas por una fuente. Estos varían de acuerdo al tipo de combustible, a la actividad en la que se produzca la combustión de este y a la tecnología utilizada para dicho proceso (calderas, hornos, estufas); como, por ejemplo, la generación de energía, procesos industriales, aplicaciones residenciales, entre otros. Por lo tanto, existen factores de emisión para combustibles, procesos y tecnologías; los cuales están expresados en unidades del peso del contaminante, volumen, energía o actividad (ACCEFYN, 2003).



## **Metodología**

Las siguientes consideraciones son la base fundamental de la metodología empleada en el actual proyecto:

- La metodología que se va a emplear para este proyecto es la de la NTC ISO 14064-1 porque es aplicable a organizaciones o corporaciones, como lo es la Corporación Universitaria Lasallista, y por ende es aplicable también a la Clínica Veterinaria.
- La determinación de la huella de carbono se hará para el año 2019, por lo tanto, todos los datos son de dicho año.
- Los factores de emisión que se tomarán en cuenta para los cálculos son los de la UPME.
- Los factores de emisión de los residuos se tomarán del IPCC, estos factores no han variado desde el año 2006 (Medina, Villalba, Saavedra, Carrasco & Rodríguez, 2016).

### **Emisiones directas de la Clínica Veterinaria**

Estas emisiones son las asociadas a todas las actividades propias del centro de salud animal, como las generadas por el consumo de gases y combustibles para procesos que se dan dentro de la clínica, otros procesos directos que emitan GEI y también para las emisiones fugitivas.

#### **Combustión fija**

Los únicos combustibles que generan una combustión fija dentro de la clínica son el gas natural y la gasolina corriente.

**Gas Natural:**

Para las emisiones por consumo gas natural en las instalaciones de la clínica se utilizó el factor de emisión de la UPME (s.f) para Gas Natural Guajira = 1.84 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Primero, para calcular el valor de Gas Natural consumido por año en libras se utiliza el siguiente cálculo:

$$\text{Gas natural consumido} \frac{lb}{\text{año}} = \frac{\text{Número de Pipetas}}{\text{mes}} * \frac{\text{cantidad de gas en lb}}{\text{pipeta}} * 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}$$

Luego se convierte a m<sup>3</sup>:

$$\text{Gas natural consumido} \frac{m^3}{\text{año}} = \text{Gas natural consumido} \frac{lb}{\text{año}} * 0,4536 \frac{kg}{lb} * \frac{1 m^3}{510 kg}$$

**Nota:** el factor de conversión de kg de gas propano a m<sup>3</sup> es 1 m<sup>3</sup> = 510 kg de gas. Información consultada en <https://propanogas.com/faq/factor-conversion> (Visitada en 01/04/2021).

Y por último, para determinar la emisión de CO<sub>2</sub> correspondiente al consumo de gas natural se usó:

$$\text{Emisión de CO}_2 \text{ por gas} \left( \text{Ton} \frac{\text{CO}_2}{\text{año}} \right)$$

$$= \text{Gas natural consumido} \frac{m^3}{\text{año}}$$

$$* \text{Factor de emisión de CO}_2 \text{ para gas} \frac{kgCO_2}{m^3} * \frac{1}{1000}$$

**Gasolina corriente:**

Para gasolina corriente el factor de emisión de CO<sub>2</sub> es 7.62 KgCO<sub>2</sub>/gal. (UPME, s.f). El proceso que utiliza este combustible es el mantenimiento de zonas verdes con guadañas.

**Procesos directos**

En estas emisiones asociadas a procesos directos se tiene en cuenta procesos de laboratorios que generen algún gas de efecto invernadero y también la generación de emisiones por el humedal. Sin embargo, en los laboratorios durante 2019 no se evidenció ningún proceso que generara emisiones de GEI.

**Emisiones asociadas al humedal:**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al humedal presente en la corporación dentro del área de la clínica veterinaria (ver figura 8) se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Emisión} \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}} = \text{FE humedal} \left( \frac{\text{ton CH}_4}{\text{ha} * \text{año}} \right) * \text{Área Humedal (ha)} * 25 \frac{\text{ton CO}_2}{\text{ton CH}_4}$$

El humedal mide 0.0288 ha (estimación realizada en ArcGIS). El factor de emisión es FE= 0,27 ton CH<sub>4</sub>/ (ha\*año) para el humedal, y fue tomado del estudio sobre Humedales y el Cambio climático de Bergkamp y Orlando (1999). Además, se utiliza un factor de conversión de 25 para expresar las emisiones de ton de CH<sub>4</sub> en ton de CO<sub>2</sub>eq, sugerido por el IPCC. (Observatorio Bolivariano de Cambio Climático y “Desarrollo”, s.f)

### **Emisiones fugitivas directas**

Las emisiones fugitivas consideradas en esta investigación son las asociadas a las recargas de los extintores, ya que no se encontró otro tipo de emisión fugitiva en la clínica.

#### ***Recarga de extintores:***

Al no tener un factor de emisión para los extintores comerciales se emplea el siguiente método:

Primero se calcula los kilogramos de sustancia de los extintores que fue recargada, tomando el total de la capacidad de los extintores, que se recargan completamente una vez por año por normatividad. Este cálculo se hace con la fórmula:

*Sustancia recargada de extintores* = extintores \* Capacidad de los extintores comerciales

Luego, con el valor de PCG para Gas Hidrofluorocarbonado R-123, que es el gas implementado en los extintores y tiene un valor de 79 (Rodríguez & Martínez, 2018) se calcula la emisión de CO<sub>2</sub> por año:

$$\text{Emisiones } \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}} = \text{sustancia recargada de extintores (kg)} * \text{PCG} * \frac{1}{1000}$$

### **Emisiones indirectas de la Clínica Veterinaria**

Estas emisiones son las generadas de manera indirecta por consecuencia del desarrollo de las actividades del centro de salud animal, por ejemplo, las asociadas a residuos sólidos y las asociadas al consumo de energía eléctrica, ya que en este se

estiman son las emisiones que se dan en la generación de la energía en las empresas prestadoras del servicio, proceso realizado por fuera de la universidad.

### **Asociadas a consumo de energía eléctrica**

Para las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del consumo eléctrico se realizó el cálculo de la siguiente forma:

$$\text{Emisión } \frac{\text{ton CO}_2}{\text{año}} = \text{FE energía} \left( \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} \right) * \text{Energía consumida} \left( \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) * \frac{1}{1000}$$

FE energía= Factor de emisión por generación de energía eléctrica unificado de la UPME, XM (XM Compañía Expertos en Mercados) y el Ministerio de Minas y Energía, cuyo valor es 0,16438 kg CO<sub>2</sub>/KWh. (COSENIT, 2020).

### **Asociadas a residuos sólidos**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación de residuos fueron calculadas para los residuos sólidos ordinarios los cuales tienen un tratamiento en relleno sanitario anaeróbico, para los residuos peligrosos (RESPEL) que luego de su tratamiento van a relleno sanitario, y también para los RESPEL que su tratamiento es la incineración. No aplica para los residuos sólidos aprovechables ya que estos no tienen un tratamiento que se vincule a generación de GEI.

En estos cálculos se utilizan dos factores de emisión (FE) asociadas a la generación de residuos. Uno de los factores es usado para el cálculo de las emisiones generadas por residuos (ordinarios y peligrosos) que van a relleno sanitario, y el otro factor es para residuos (peligrosos) que se incineran.

- FE residuos que van a relleno sanitario =  $0,055 \frac{\text{kg CH}_4}{\text{kg residuos}}$  . Factor de emisión para el tratamiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios anaeróbicos tomado del IPCC (Medina et al., 2016).
- FE residuos incinerados =  $0,57 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg residuos}}$  . Factor de emisión para residuos incinerados tomado del IPCC (Medina et al., 2016).

***Emisiones por residuos que van a relleno sanitario:***

El cálculo de emisiones por generación de residuos sólidos que van a relleno sanitario se hizo mediante la ecuación:

$$\text{Emisión} \frac{\text{kg CH}_4}{\text{año}} = \text{FE residuos} \left( \frac{\text{kg CH}_4}{\text{kg residuos}} \right) * \text{cantidad de residuos} \left( \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right)$$

El cálculo de la emisión se realiza con CH<sub>4</sub> porque el FE residuos tiene sus unidades en Kg de CH<sub>4</sub> emitidos por Kg de residuos sólidos que van a relleno sanitario, los cuales pueden ser ordinarios o algunos peligrosos que luego de su desactivación se disponen también en rellenos. Luego, se hace el siguiente cálculo para establecer la equivalencia en kg de CO<sub>2</sub> emitidos por año asociados a la generación de los diferentes residuos:

$$\text{Emisión} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{año}} = \text{Emisión} \left( \frac{\text{kg CH}_4}{\text{año}} \right) * 25 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg CH}_4}$$

Se utiliza un factor de conversión de 25 para expresar las emisiones de kg de CH<sub>4</sub> en kg de CO<sub>2</sub>eq, sugerido por el IPCC. (Observatorio Bolivariano de Cambio Climático y “Desarrollo”, s.f)

**Emisiones por residuos peligrosos incinerados:**

El cálculo de las emisiones generadas por la incineración de residuos peligrosos se realizó mediante la ecuación:

$$\text{Emisión } \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{año}} = \text{FE incineración de residuos peligrosos} \left( \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg residuos}} \right) * \text{cantidad de residuos incinerados} \left( \frac{\text{kg}}{\text{año}} \right)$$

**Emisiones totales:**

Se suman todas las emisiones calculadas en Kg de CO<sub>2</sub> por año para obtener el total de emisiones generadas por residuos en la Clínica Veterinaria Lasallista y se pasan a toneladas con la siguiente fórmula para una mejor interpretación:

$$\text{Emisión } \frac{\text{Ton CO}_2}{\text{año}} = \text{Emisión} \left( \frac{\text{kg CO}_2}{\text{año}} \right) * \frac{1 \text{ Ton}}{1000 \text{ Kg}}$$

**Huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista**

Para el cálculo final de la Huella de Carbono se realiza una suma de todas las emisiones generadas en la clínica de forma directa e indirecta que se establecieron dentro de los límites y con esta suma se obtiene la huella de carbono total para el año 2019.

## **Resultados**

### **Propósitos y Objetivos del Informe**

La realización del inventario de GEI para el año 2019 en la Clínica Veterinaria Lasallista tiene como objetivo aportar en el proceso de certificación de Carbono Neutro de la Corporación Universitaria Lasallista, donde se tomará dicho año como año base ante el ICONTEC cumpliendo con lo establecido en la NTC-ISO 14064-1. De esta forma, con esta información base sobre la clínica, poder año a año mitigar y compensar sus emisiones de GEI hasta lograr un valor neutro de emisión de GEI en toda la CUL y validar de esta manera la imagen de la corporación como un eco campus.

### **Límites de la Organización**

Para la definición de los límites de la organización se ha seleccionado un enfoque de control operacional, ya que es el que mejor representa las actividades de la corporación, este enfoque nos permite un mayor potencial de reducción de GEI. Este enfoque no se basa en categorías contables, sino en la capacidad de tomar decisiones sobre la forma de operar las instalaciones.

La Corporación Universitaria Lasallista (CUL) se fundó con una colaboración de La Asociación Lasallista De Exalumnos (ALDEA) y la Congregación de los Hermanos de las Escuelas Cristianas, Distrito Lasallista de Medellín. Inició sus actividades educativas en 1984 con un total de 161 estudiantes cursando los programas de Administración de Empresas Agropecuarias, Licenciatura en Educación Preescolar e Ingeniería de Alimentos. (Corporación Universitaria Lasallista, n.d).

Actualmente la Corporación cuenta con 10 programas de pregrado, entre los cuales se encuentra Ingeniería Ambiental, Ingeniería de Alimentos, Ingeniería Informática, Medicina Veterinaria, Zootecnia, Administración de Empresas Agropecuarias, Licenciatura en Educación Preescolar, Psicología, Derecho, Comunicación y Periodismo, Educación Religiosa; y 5 programas de postgrado (3 maestrías y 2 especializaciones). (Corporación Universitaria Lasallista, n.d)

La Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c., es un centro de atención de servicios integrales en salud animal que pertenece al campus de la Corporación Universitaria Lasallista, este centro presta servicios para grandes y pequeñas especies desde el año 2009 cuando empezó su funcionamiento.

### **Misión**

La Corporación Universitaria Lasallista fundamentada en el pensamiento católico y el espíritu de San Juan Bautista De La Salle, forma profesionales íntegros e idóneos, con responsabilidad comunitaria, respetuosos de la dignidad del hombre, creadores de conciencia ética, moral, cívica, social, científica, investigativa y cultural y orienta su acción educativa preferencialmente a los más necesitados. (Corporación Universitaria Lasallista, n.d)

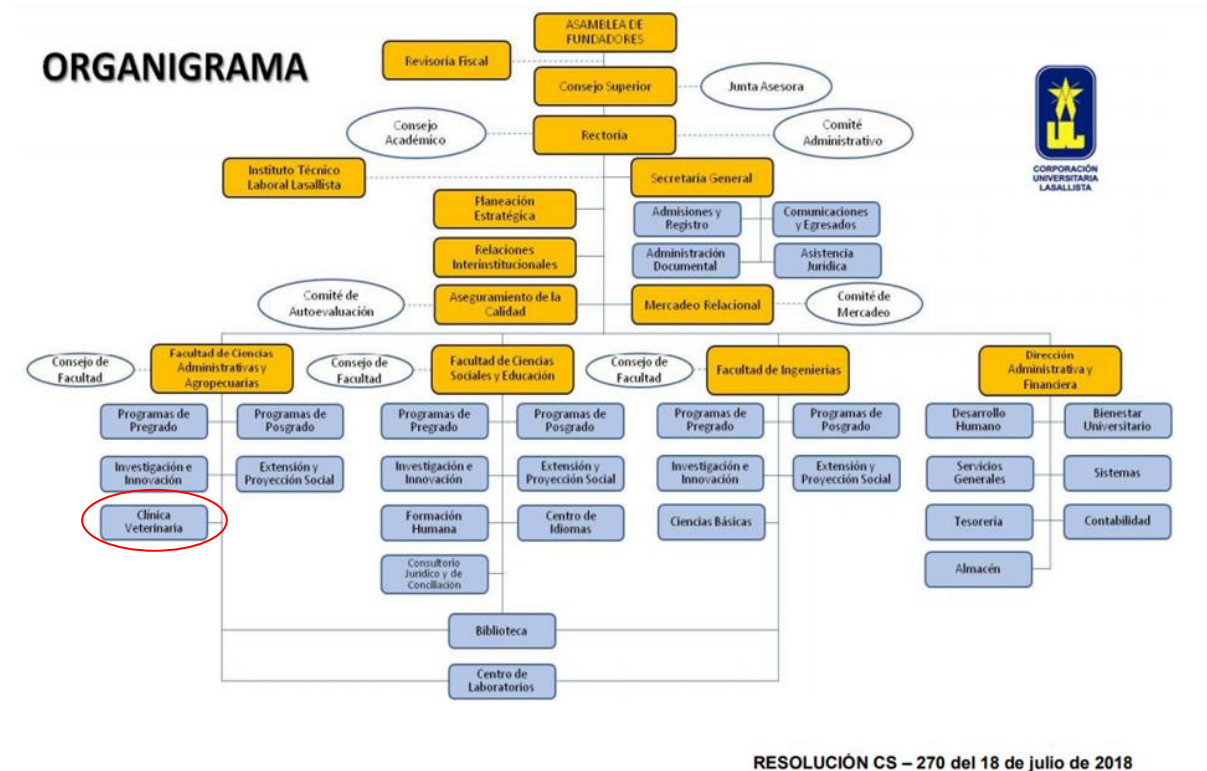
### **Visión**

La Corporación Universitaria Lasallista será reconocida por la formación ética, íntegra e idónea de las personas que la conforman y de sus egresados, por la calidad académica de sus programas, por la pertinencia y rigor de su investigación y por su contribución al desarrollo social. (Corporación Universitaria Lasallista, n.d)

## Organigrama

En el organigrama de la CUL se observa la posición de la Clínica Veterinaria en la parte de la Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias.

**Figura 3:** Organigrama de la Corporación Universitaria Lasallista.



**Fuente:** Corporación Universitaria Lasallista (2018).

## Ubicación

La Clínica Veterinaria Lasallista está dentro de la Corporación Universitaria Lasallista, institución que se encuentra ubicada en la dirección: Cr51 118 S-57 Caldas, Antioquia. En la siguiente figura se muestra la ubicación de la CUL:

**Figura 4:** Ubicación de la Corporación Universitaria Lasallista.

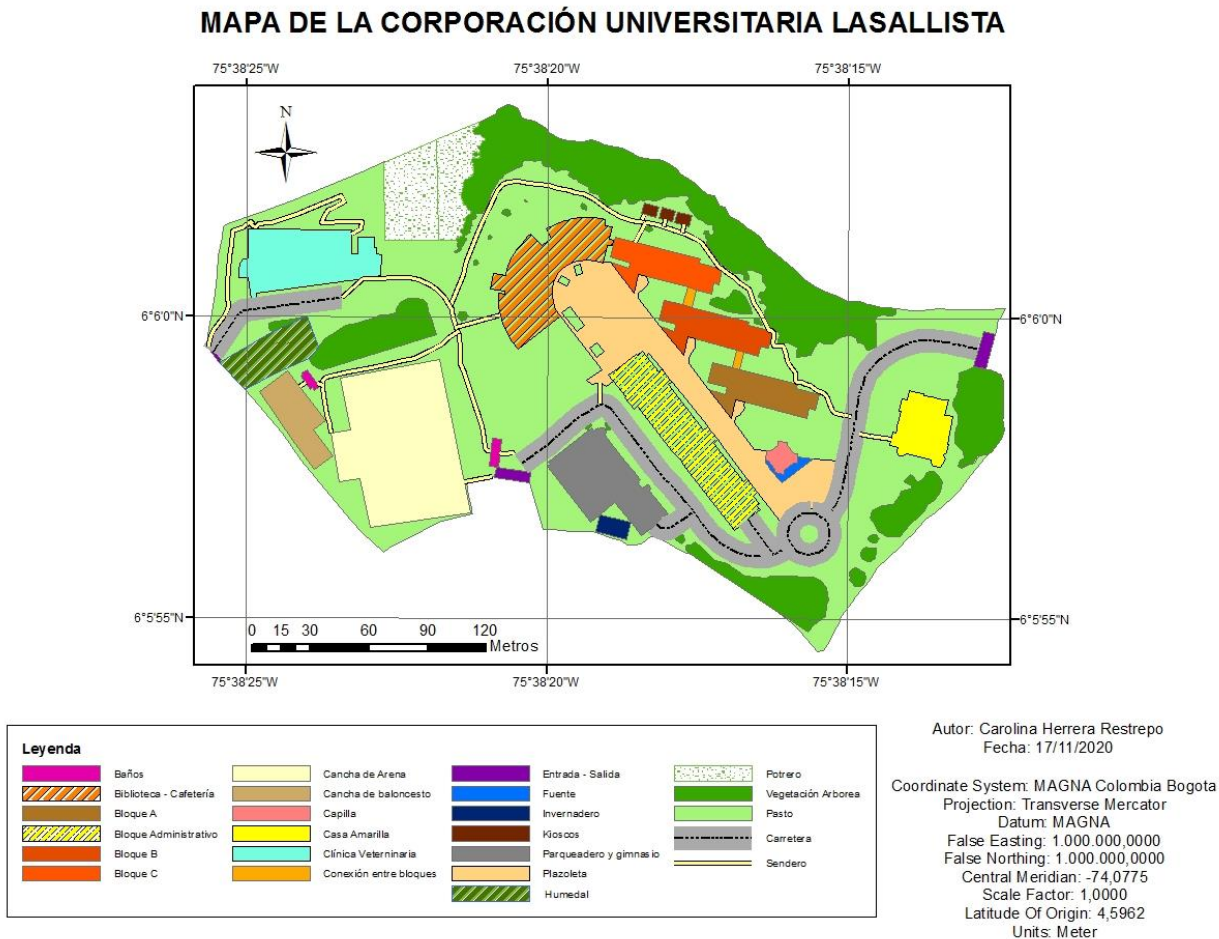


**Fuente:** elaborado por autor con la herramienta Google Earth.

### **Establecimiento del área de estudio**

El campus Universitario cuenta con un bloque administrativo, tres bloques académicos, una biblioteca, una capilla, la zona de parqueadero y gimnasio, una zona de canchas deportivas, una zona de cafetería, la Casa Amarilla, que alberga la enfermería, el consultorio psicológico, el consultorio de derecho, además de la oficina de deportes; también dentro del campus se encuentra la Clínica Veterinaria Hermano Octavio Martínez López f.s.c. Algunas de estas instalaciones mencionadas se pueden ver en la figura 5.

**Figura 5:** Mapa de la Corporación Universitaria Lasallista.



**Fuente:** mapa elaborado por autor.

El área de la Corporación Universitaria Lasallista es de un total de aproximadamente 66.000 m<sup>2</sup> (estimación realizada en ArcGIS). Sin embargo, esta tiene una particularidad, y es que su área se encuentra dividida en 2 tipos de predios como se puede observar en el siguiente mapa. La información de predios fue obtenida del PBOT del municipio de Caldas (Antioquia), el cual establece que la corporación dentro de su área tiene una zona de predio urbano y otra de predio rural.

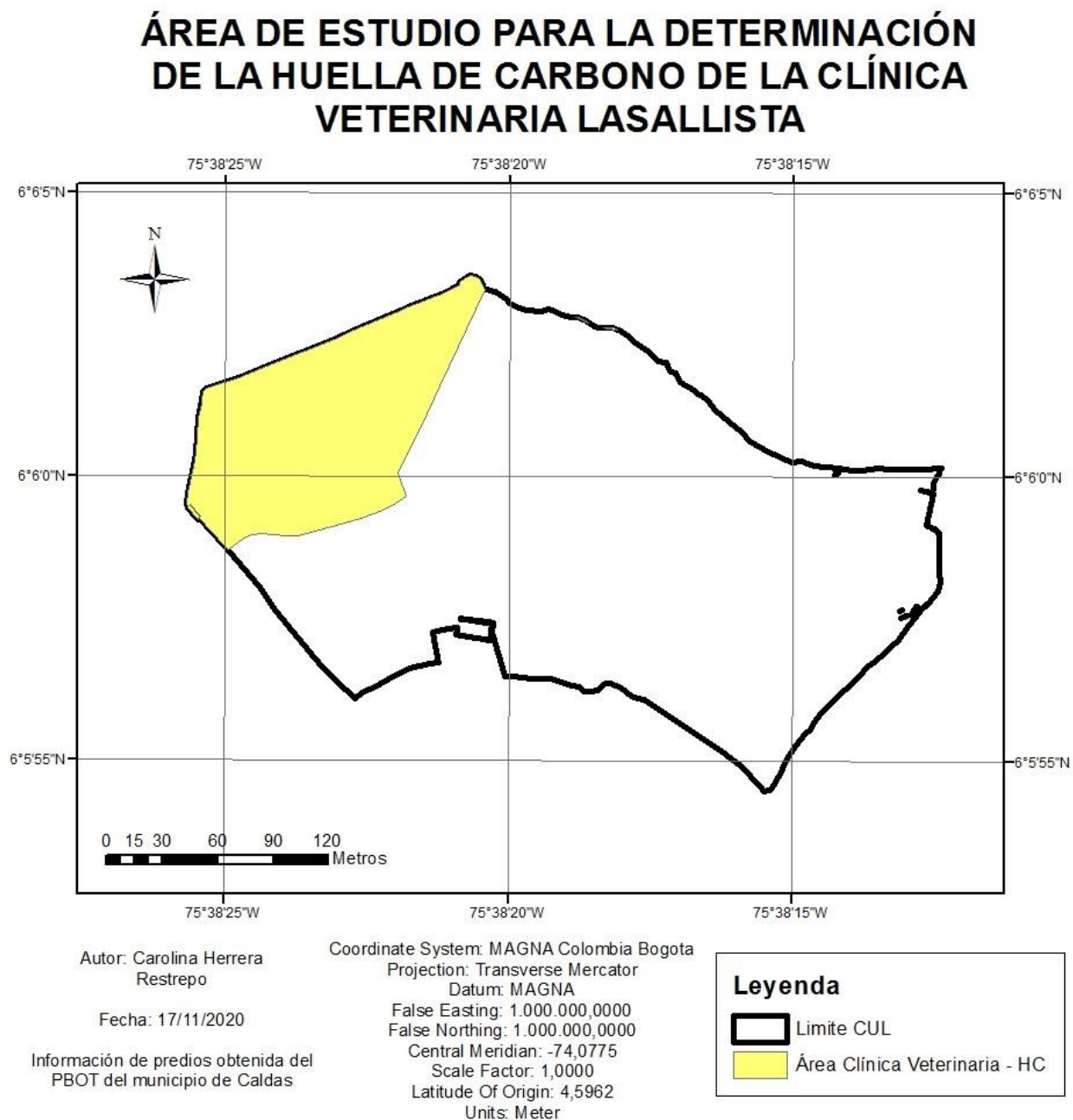
**Figura 6:** Tipos de predios en la Corporación Universitaria Lasallista



La clínica veterinaria se encuentra ubicada exactamente en la zona de predio rural de la Corporación Universitaria Lasallista, por lo cual, para facilidades de este estudio, se tomará esa zona como área de la Clínica Veterinaria Lasallista (Ver figura 7). Dicha zona tiene aproximadamente un área total de 13.000 m<sup>2</sup> (Valor estimado en ArcGIS),

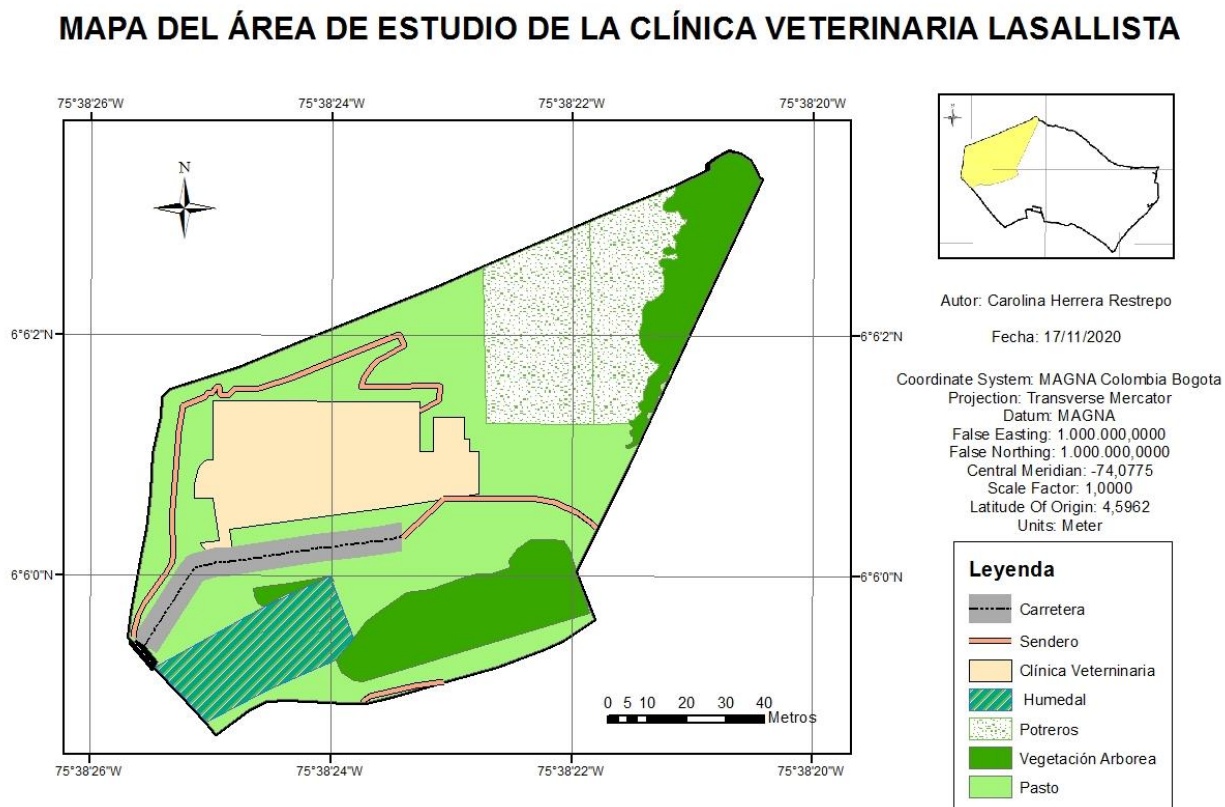
siendo un 19,7% del área de la CUL. Todos los procesos dados allí serán estudiados para estimar la huella de carbono de la clínica, separando así las emisiones de la zona académica de la corporación de las del centro de atención en salud animal.

**Figura 7:** Área de estudio para la determinación de la Huella de Carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista



Como resultado de este establecimiento de límites de estudio se generó el siguiente mapa, el cual contiene la información cartográfica básica del área de estudio para la determinación de la Huella de Carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista.

**Figura 8:** Área de estudio de la Clínica Veterinaria Lasallista



### Procesos e instalaciones

La Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López f.s.c., ubicada en el municipio de Caldas (Antioquia), es un centro de atención de servicios integrales en salud animal para grandes y pequeñas especies que ofrece una alta tecnología, experiencia y servicio. Es considerada como la más moderna de Colombia y una de las mejores de Latinoamérica. Cuenta con salas de radiología digital, de ecografía, de

inducción y de recuperación de anestesia, las zonas para el manejo de animales infecciosos, el área quirúrgica, el área de consultas, vacunación, hospitalización, laboratorio clínico, farmacia para compra de medicamentos de animales, cuarto de necropsias para fines académicos, zona de lavado y desinfección de elementos y equipos, y un cuarto de almacenamiento de residuos anatomopatológicos (cadáveres de animales). (Programa de Ingeniería Ambiental, 2019)

El área quirúrgica de la clínica veterinaria cuenta con cuatro quirófanos, y sirven para la atención de pequeñas y grandes especies, esta también cuenta con un área de esterilización y una sala de derribo. Para el manejo de grandes especies se tienen cinco pesebreras para tratar los animales en recuperación. Dos de estas pesebreras son de cuidados generales, dos de cuidados especiales y una pesebrera neurológica. Además, se cuenta con una zona de potreros para la dispersión y entretenimiento de los animales. En cuanto al manejo de pequeñas especies, se cuenta con una serie de cuartos adecuados para la atención y consultas médicas oportunas de caninos y felinos, con atención de urgencias y zona de recuperación. (Programa de Ingeniería Ambiental, 2019)

Para el bienestar de los pasantes y trabajadores de la clínica, se tiene un espacio adecuado en el cual pueden descansar y alimentarse durante las horas de trabajo, ya que esta área contiene vestier, dormitorios, cocina y baños. Adicionalmente, se tiene una zona de oficinas destinada para la administración de la clínica, donde se encuentra el área de caja o pagos, la recepción y las oficinas de los médicos veterinarios. (Programa de Ingeniería Ambiental, 2019)

### Servicios Prestados por Terceros

Entre los servicios contratados en 2019 por la Clínica veterinaria que tienen un aporte a la huella de carbono encontramos la empresa prestadora de servicios públicos EPM y las empresas gestoras de residuos M&VAmbiental S.A.S.E.S.P, Biológicos y Contaminados S.A. S E.S.P.

### Limites Operativos

Acorde con la norma NTC-ISO 14064-1 la clínica veterinaria debe establecer y documentar sus límites operativos que deben incluir las emisiones y remociones de GEI asociadas a su operación, y realizar la clasificación de las emisiones de GEI en directas o indirectas.

En la siguiente tabla pueden identificar las emisiones directas que serán incluidas para la determinación de la Huella de Carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista:

**Tabla 3:** Emisiones Directas.

<b>Emisiones directas</b>	<b>Fuente</b>
<b>Combustión fija</b>	Consumo de combustible por equipos motorizados (guadañadoras), consumo de gas natural y consumo de combustible en la planta de emergencia.
<b>Procesos directos</b>	Procesos en los laboratorios o zonas de la clínica en los que haya una transformación química que libere GEI, dióxido de carbono red de distribución de gases clínica veterinaria y liberación de GEI en el humedal.
<b>Emisiones fugitivas directas</b>	Recarga de gases de extintores.

En la tabla 4 se aprecian las emisiones indirectas de GEI que serán incluidas para la determinación de la Huella de Carbono de la clínica:

**Tabla 4:** Emisiones Indirectas.

<b>Emisiones indirectas</b>	<b>Fuente</b>
<b>Consumo de electricidad de origen externo</b>	Consumo de electricidad en la clínica veterinaria.
<b>Residuos generados por las actividades de la organización</b>	Residuos ordinarios y peligrosos generados en la clínica veterinaria.

La lista de fuentes de emisión de GEI y justificación de por qué no serán incluidas dentro de la determinación de la Huella de Carbono de la clínica se muestra en la tabla 5:

**Tabla 5:** Fuentes de Emisión Excluidas.

<b>Fuente de emisión de GEI</b>	<b>Justificación</b>
<b>Emisiones directas por uso de la tierra</b>	El uso de la tierra dentro de las instalaciones de la clínica no tuvo cambios durante el año 2019 y la mayoría del área de las instalaciones no se vincula a actividades agropecuarias, urbanísticas, industriales o forestales.
<b>Productos comprados</b>	Las resmas de papel utilizadas en la clínica veterinaria son gestionadas y compradas por la Corporación Universitaria Lasallista, entonces por la complejidad segregando la cantidad utilizada por la clínica se excluyó de las emisiones de la clínica porque son responsabilidad directa de la corporación y no de la clínica.

<b>Transporte de empleados, clientes y visitantes</b>	Se excluyeron las emisiones asociadas a transporte porque no hay información suficiente para determinarlas. No se tiene información segregada sobre el transporte de los empleados de la clínica, tampoco se tiene un historial del número de visitantes y clientes, o tipo de transporte de los visitantes y clientes.
<b>Emisiones indirectas por energía consumida de origen externo a través de una red física (Aire comprimido y calefacción)</b>	Las instalaciones de la clínica no cuentan con redes de distribución de aire comprimido y calefacción.
<b>Emisiones por procesos directos</b>	En la clínica durante el año 2019 no se realizaron procesos como descarbonatación de la cal, producción de cemento, refinamiento de aceite y gas. En procesos como putrefacción y fermentación de estiércol de ganado no se tiene un registro de las cantidades generadas, tampoco se cuenta con información referente a la cantidad de fertilizantes a base de nitrógeno aplicados en el suelo.
<b>Emisiones fugitivas de aire acondicionado</b>	Emisiones por recarga de gases aire acondicionado y porcentaje de fugas aire acondicionado, porque están fuera de servicio.
<b>Emisiones fuentes móviles al interior de la zona de la clínica</b>	La clínica no cuenta con ningún vehículo de transporte que opere solo dentro de las instalaciones de la clínica.
<b>Emisiones por activos arrendados</b>	Se tenía un cafetín ubicado en la clínica veterinaria arrendado en 2019. No se cuantificarán las emisiones por consumo de pipetas de gas, y porcentaje de fugas de refrigeradores por la dificultad para conseguir la información.

Las fuentes de remoción de GEI o sumideros de carbono que no serán incluidas dentro de la determinación de la Huella de Carbono de la clínica se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6:** Fuentes de remoción de GEI excluidas del cálculo de la huella de carbono.

Fuentes de remoción de GEI que no se tendrán en cuenta	Justificación
<b>Zona arbórea de la Corporación Universitaria Lasallista</b>	La parte arbórea de la CUL que rodea la clínica en el área demarcada de este estudio, no se tendrá en cuenta debido a que no se ha completado ni realizado un seguimiento al inventario forestal, y por lo tanto no se tiene la información suficiente para calcular su aporte en la remoción de GEI para el año 2019.

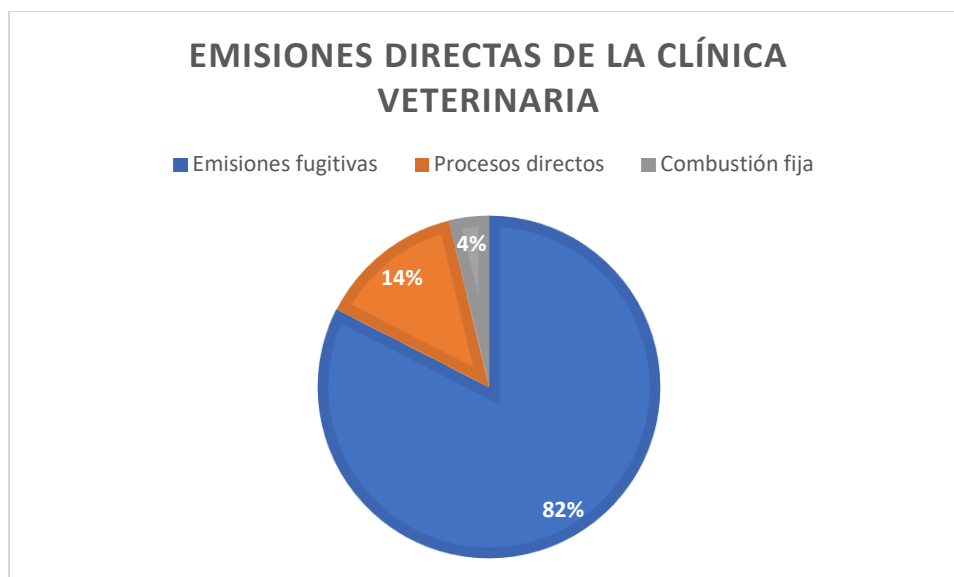
### Emisiones directas

El total de las emisiones directas de la clínica veterinaria fue 1,42 ton CO<sub>2</sub>/año. En la siguiente tabla se muestra la distribución de las emisiones según su fuente o tipo de proceso.

**Tabla 7:** Total de emisiones directas en la clínica veterinaria.

	Tipo de emisión	Ton CO <sub>2</sub> /año
<b>Emisiones directas</b>	Emisiones fugitivas	1,17
	Procesos directos	0,19
	Combustión fija	0,05
	<b>Total</b>	<b>1,42</b>

**Figura 9:** División porcentual de las emisiones directas de la clínica veterinaria.



El gráfico anterior muestra que el más del 80% de las emisiones directas de GEI en la clínica están asociadas con las emisiones fugitivas, después siguen los procesos directos con un 14% y por último, las emisiones por combustión fija que representan un 4% del total.

### **Combustión fija**

Los procesos de combustión fija que se tomaron en cuenta en la clínica veterinaria son 2, el consumo de gas en la instalación y el consumo de combustible por las guadañadoras, también se tiene una planta de energía, sin embargo, se encontró que no fue usada durante el año 2019. Por lo tanto, en las siguientes tablas se muestran las emisiones generadas por los procesos de combustión fija en 2019.

**Tabla 8:** Emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de gasolina corriente.

<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> por combustible de guadañas – Corriente</b>	
<b>Ton CO<sub>2</sub>/año</b>	0,05

**Tabla 9:** Emisiones de CO2 por consumo de gas natural.

<b>Emisiones de CO2 por Gas Natural</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	0,0005

Las emisiones por gas natural no son muy significativas y que su consumo en la clínica no es muy grande. Por ende, este valor se desprecia y el total de emisiones por combustión fija pasa a ser 0,05 ton CO2/año.

### **Procesos directos**

Los procesos directos que se tuvieron en cuenta en el cálculo de emisiones fueron la generación de GEI del humedal, los procesos en los laboratorios que generan GEI y el consumo de la red de distribución de CO2 de la clínica. Aunque, para el año 2019 no se presentó ninguna actividad de laboratorio dentro de la clínica que generara estas emisiones y tampoco se realizaron comprar de CO2 para la red de distribución, quedando solo las emisiones asociadas al humedal.

### ***Emisiones asociadas al humedal:***

**Tabla 10:** Resultados de emisiones totales de CO2 asociadas al humedal de la corporación.

<b>Emisiones de CO2 del Humedal</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	0,19

### **Emisiones fugitivas directas**

Las emisiones fugitivas que se tuvieron en cuenta fueron las asociadas a la recarga de extintores de la clínica veterinaria. Las emisiones fugitivas asociadas a aires acondicionados no se tuvieron en cuenta porque estos están fuera de servicio.

**Tabla 11:** Resultados de emisiones de CO2 asociadas a recargas de los extintores en clínica.

<b>Emisiones de CO2 asociadas a recargas de los extintores en la clínica</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	17,25

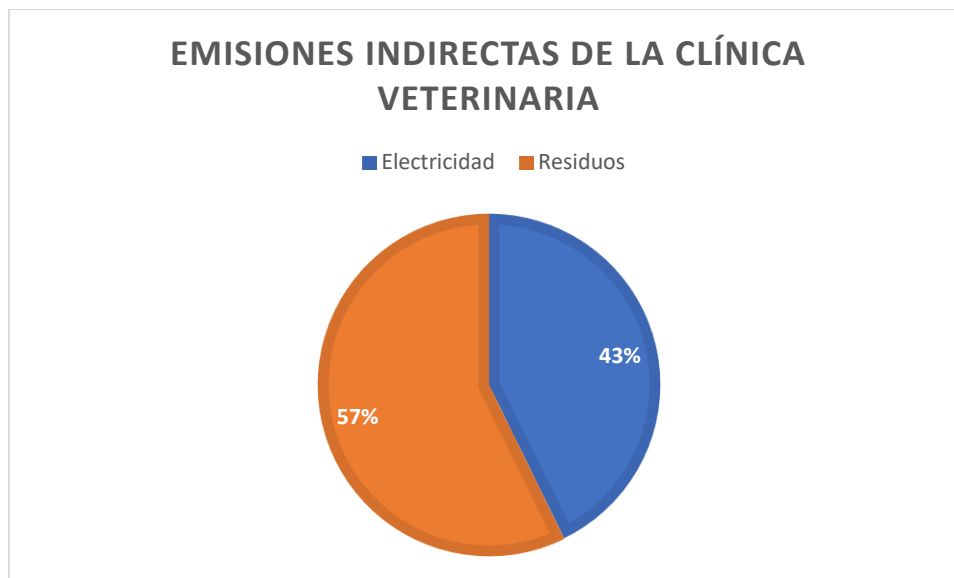
### **Emisiones indirectas**

Las emisiones indirectas en la clínica que se tuvieron en cuenta son las asociadas a la generación de residuos sólidos y las asociadas a consumo de energía eléctrica. Las emisiones generadas por el transporte de empleados y visitantes no pudieron ser determinadas por falta de información. El total de emisiones indirectas de la clínica son 38,47 ton CO2/año.

**Tabla 12:** Total de emisiones indirectas en la clínica veterinaria.

<b>Tipo de emisión</b>	<b>Ton CO2/año</b>
<b>Emisiones indirectas</b>	Electricidad 16,45
	Residuos 22,01
	<b>Total 38,47</b>

**Figura 10:** Distribución porcentual de las emisiones indirectas de la clínica veterinaria.



Las emisiones indirectas determinadas en esta investigación tienen una cantidad de emisión de GEI muy similar, siendo un 7% la diferencia entre sus aportes al total de las emisiones indirectas. La generación de residuos en la clínica veterinaria tiene más emisiones asociadas, con un valor de 22,01 ton CO<sub>2</sub>/año es decir un 57% del total de las emisiones indirectas. Mientras que las emisiones de GEI asociadas al consumo de energía eléctrica tienen un valor de 16,45 ton CO<sub>2</sub>/año, representando un 43% del total de emisiones indirectas.

#### **Asociadas a residuos sólidos**

A continuación, se encuentran las emisiones totales asociadas a la generación de residuos sólidos en la clínica veterinaria, las emisiones especificando las generadas según el tipo de residuo y también según tratamiento final aplicado en ellos.

***Emisiones de CO2 totales en la clínica veterinaria:***

**Tabla 13:** Resultados de emisiones de CO2 asociadas a la generación de residuos sólidos.

<b>Emisiones de CO2 asociadas a la generación de residuos sólidos</b>		<b>Ton CO2/año</b>
<b>Clínica Veterinaria Lasallista</b>		22,01

***Emisiones de CO2 por tipo de tratamiento aplicado a los residuos:***

**Tabla 14:** Emisiones de CO2 generadas por residuos incinerados

<b>Emisiones de CO2 generadas por residuos incinerados (RESPEL)</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	4,1

**Tabla 15:** Emisiones de CO2 generadas por residuos que van a relleno sanitario

<b>Emisiones de CO2 generadas por residuos que van a relleno sanitario</b>	
<b>Residuos Peligrosos</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	14,6
<b>Residuos Ordinarios</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	3,31
<b>TOTAL</b>	
<b>Ton CO2/año</b>	17,91

***Emisiones de CO2 generadas por tipo de residuo:***

**Tabla 16:** Emisiones de CO2 por tipo de residuo en la Clínica Veterinaria Lasallista.

<b>Emisiones de CO2 por tipo de residuo en la Clínica Veterinaria Lasallista</b>		
<b>Tipo de residuo</b>	<b>Ton CO2/año</b>	<b>%</b>
<b>Peligrosos</b>	18,7	85
<b>Ordinarios</b>	3,31	15

### Asociadas a consumo eléctrico

En la siguiente tabla se muestra el resultado de las toneladas emitidas de CO<sub>2</sub> durante el año 2019 asociadas al consumo de energía eléctrica en la clínica veterinaria.

**Tabla 17:** Resultados de emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la energía eléctrica.

<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía eléctrica</b>	<b>Ton CO<sub>2</sub>/año</b>
<b>Clínica Universitaria Lasallista</b>	16,45

### Huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista

Los resultados de la huella de carbono de la clínica veterinaria para el año 2019 determinada en esta investigación son los siguientes:

**Tabla 18:** Huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista en el año 2019.

<b>Huella de carbono de la Clínica Veterinaria en el año 2019</b>		
<b>Tipo de emisión</b>		<b>Ton CO<sub>2</sub>/año</b>
<b>Emisiones directas</b>	Emisiones fugitivas	1,17
	Procesos directos	0,19
	Combustión fija	0,05
	<b>Total</b>	<b>1,42</b>
<b>Emisiones indirectas</b>	Electricidad	16,45
	Residuos	22,01
	<b>Total</b>	<b>38,47</b>
<b>Total Huella de Carbono de la Clínica</b>		<b>39,88</b>

El total de la huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista es de 39,88 ton CO<sub>2</sub>/año para el año 2019. Recopilando los resultados de emisiones obtenidas se

observa que las emisiones indirectas tienen un valor mucho más alto que las directas, por lo tanto, son las emisiones de segundo alcance asociadas a la clínica las que más generan afectaciones al ambiente en cuanto a la huella de carbono.

**Figura 11:** Distribución porcentual del tipo de emisiones presentes en la huella de carbono de la clínica veterinaria.



El 96% de las emisiones de GEI totales de la huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista en 2019 corresponden a emisiones indirectas, y solo un 4% a las emisiones directas.

## Conclusiones

El resultado de la huella de carbono de la Clínica Veterinaria Lasallista para el año 2019 fue de 39,88 ton CO<sub>2</sub>, y este estudio reveló que la clínica directamente no genera emisiones de GEI muy significativas, solo aproximadamente una tonelada y media de CO<sub>2</sub> por año, por ende, compensar estas emisiones directas sería algo muy viable.

Coincidiendo con muchos estudios de otras corporaciones, se determinó que las emisiones indirectas asociadas son las que generan más contribución a las emisiones de GEI, con un 96% del valor total de la huella de carbono, lo que equivale 38,47 ton CO<sub>2</sub> en el año 2019, siendo la generación de residuos sólidos y el consumo eléctrico los procesos causantes de estas emisiones. La cantidad de CO<sub>2</sub> emitido por estos 2 procesos fue muy similar, el tratamiento de los residuos sólidos estuvo solo 6 toneladas por encima del aporte del consumo eléctrico. El consumo de energía eléctrica contribuyó 16,45 ton CO<sub>2</sub>/año, por otro lado, los residuos emitieron 22,01 ton CO<sub>2</sub>/año.

Dentro de las emisiones de los residuos sólidos, los residuos peligrosos son los que lideran las emisiones ya que son los que más se desechan en el desarrollo de las actividades de cuidado y atención de la salud animal, produciendo 85% de las 22,01 ton CO<sub>2</sub> totales que se emiten por residuos.

Implementando medidas para la de reducción de emisiones de GEI, como instalación de paneles solares, reciclaje y una correcta separación de residuos, se podría disminuir la cantidad de toneladas emitidas de forma indirecta en la clínica, que es el tipo de emisiones más contribuyentes en la huella de carbono.

Para soportar y probar el cambio en la cantidad de emisiones, el ejercicio de un cálculo anual de la huella de carbono de la clínica veterinaria es fundamental, permitiendo así estudiar la evolución y los logros ambientales llevados a cabo por la universidad en esta instalación del campus, de modo que cada año se evalúe y prioricen las emisiones más significativas para establecer campos o métodos de acción para su reducción. Esta práctica también serviría para demostrar a la comunidad educativa y a los usuarios de la clínica que esta es una institución comprometida con el cuidado del ambiente y con la lucha contra el cambio climático, convirtiendo la clínica veterinaria en un ejemplo para otras instituciones.

## Recomendaciones

Para reducir las emisiones de la Clínica Veterinaria Lasallista se recomienda como una alternativa el uso e implementación de paneles solares, alternativa que este año 2021 se planea implementar. El proyecto consta de la aplicación de un sistema solar fotovoltaico de 300 paneles, donde cada panel sustituiría aproximadamente 474 KWH por año, reemplazando en total 142 MWH de energía eléctrica. La energía eléctrica consumida en la clínica es alrededor de 100 MWH y su equivalencia en emisiones de GEI es de 16,45 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Así pues, la instalación de este sistema fotovoltaico contribuye a la disminución total de las emisiones asociadas a consumo eléctrico en la clínica y adicionalmente disminuye algunas de las emisiones del campus, ya que reemplazaría 42 MWH del consumo de la corporación.

Una alternativa más, es practicar más eficientemente la separación de los residuos en la clínica con el nuevo código de colores que empieza a regir este año 2021, porque así se reduciría la cantidad de ordinarios que se desechan y se reciclarían más cantidad de residuos, y teniendo en cuenta que los residuos reciclados no tienen un factor de emisión de GEI asociado se disminuirían las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por los residuos sólidos.

Por otro lado, en cuanto a los residuos peligrosos se puede optar por incinerar la mayor cantidad de residuos posible, puesto que, según los factores de emisión de residuos, las emisiones de GEI producidas por incineración son casi la mitad de las causadas con la disposición de residuos en rellenos sanitarios.

Otra sugerencia es determinar la captura de carbono que realiza la zona arbórea de la clínica para tener en cuenta cuánto es su aporte en la disminución de los gases de efecto invernadero emitidos directa e indirectamente por la clínica veterinaria.

Adicionalmente, se pueden realizar compensaciones ambientales a través de siembras, alternativa que podría reducir totalmente la cantidad las emisiones de GEI asociadas a la clínica porque al ser tan pocas las toneladas de CO<sub>2</sub> emitido por año, una siembra de eucalipto en una hectárea o menos aseguraría su compensación. La compensación ambiental constaría de siembra de eucaliptos, quienes tienen una capacidad de captura de carbono de hasta 609.9 ton CO<sub>2</sub>/ha a los 7 años de crecimiento (Seppänen, 2002), de tal forma que a futuro, con solo una hectárea sembrada, las emisiones de la clínica serían carbono cero, y la captura de carbono extra ayudaría a reducir también una parte de la huella de carbono del campus de la corporación.

## Referencias

- ACCEFYN - Academia Colombiana De Ciencias Exactas Físicas Y Naturales (2003). Factores de emisión de los combustibles colombianos. Informe final presentado a la Unidad de Planeación Minero Energético - UPME. Bogotá.
- Arango, S., Herrera, C. & Hernández, R. (2017). Huella de Carbono, Gases de Efecto Invernadero y el Cambio Climático. *Revista Tecnológico de Antioquia*, Octubre – Noviembre (2).
- Bergkamp, G., & Orlando, B. (1999). Los humedales y el cambio climático. Examen de la colaboración entre la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán 1971) y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado de <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/dn1999-9papers.pdf>
- Comité Técnico ISO/TC 207. (15/04/2020). ISO 14064-1: 2018. Gases De Efecto Invernadero. Parte 1: especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. *ICONTEC*, Bogotá, D.C.
- Comité Técnico ISO/TC 207. (15/04/2020). ISO 14064-2: 2019. Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero. *ICONTEC*, Bogotá, D.C.

Comité Técnico ISO/TC 207. (15/04/2020). ISO 14064-3: 2019. Gases de efecto invernadero. Parte3: especificación con orientación, para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero. *ICONTEC*, Bogotá, D.C.

Corporación Universitaria Lasallista (2018). Organigrama. Recuperado de <https://site.lasallista.edu.co/wp-content/uploads/2018/10/ORGANIGRAMA-RES-CS-270-18-JUL-2018.pdf>

Corporación Universitaria Lasallista. (n.d). Clínica Veterinaria Lasallista Hermano Octavio Martínez López, f.s.c. Recuperado de <https://site.lasallista.edu.co/clinica-veterinaria-lasallista/>

Corporación Universitaria Lasallista. (n.d). Historia y Trayectoria. Recuperado de <https://site.lasallista.edu.co/historia-y-trayectoria/>

Corporación Universitaria Lasallista. (n.d). Misión y Visión. Recuperado de <https://site.lasallista.edu.co/historia-y-trayectoria/mision-y-vision/>

COSENTI S.A. (10/02/2020). En Colombia Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> Por Generación Eléctrica del Sistema Interconectado: 164.38 Gramos de CO<sub>2</sub> por Kilovatio Hora. Recuperado de <https://www.cosenit.com/en-colombia-factor-de-emision-de-co2-por-generacion-electrica-del-sistema-interconectado-164-38-gramos-de-co2-por-kilovatio-hora/>

Díaz Cordero, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y sociedad*. Recuperado de [http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1392/CISO\\_20123702-227-240.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/bitstream/handle/123456789/1392/CISO_20123702-227-240.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hegerl, G.C., O. Hoegh-Guldberg, G. Casassa, M.P. Hoerling, R.S. Kovats, C. Parmesan, D.W. Pierce, P.A. Stott. (2010). Good Practice Guidance Paper on Detection and Attribution Related to Anthropogenic Climate Change. En: Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Detection and Attribution of Anthropogenic Climate Change [Stocker, T.F., C.B. Field, D. Qin, V. Barros, G.-K. Plattner, M. Tignor, P.M. Midgley, y K.L. Ebi (eds.)]. Unidad de apoyo técnico del Grupo de trabajo I del IPCC, Universidad de Berna, Berna, Suiza.

Hermosilla, A. (2014). Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia. Recuperado de: [https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5043/tfm384.pdf?sequence=1#:~:text=Una%20de%20esas%20herramientas%20es,organizaci%C3%B3n%2Dproducto%20\(mixta\).](https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5043/tfm384.pdf?sequence=1#:~:text=Una%20de%20esas%20herramientas%20es,organizaci%C3%B3n%2Dproducto%20(mixta).)

Herrero, L. M., Leiva, J., Doménech, J. & Penela, A. (2010). Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono. *Observatorio de la Sostenibilidad en España* - OSE. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/282132754\\_Enfoques\\_metodologicos\\_para\\_el\\_calculo\\_de\\_la\\_huella\\_del\\_carbono](https://www.researchgate.net/publication/282132754_Enfoques_metodologicos_para_el_calculo_de_la_huella_del_carbono)

ICONTEC. (2020). Certificación de Carbono Neutro – Guía de neutralidad ICONTEC. Recuperado de: [https://www.icontec.org/eval\\_conformidad/certificacion-de-carbono-neutro/](https://www.icontec.org/eval_conformidad/certificacion-de-carbono-neutro/)

IPCC (2007). Climate change 2007: the physical science basis. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. NY, USA.

IPCC (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

ISO (2006). 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. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>

Medina, M., Villalba, D., Saavedra, F., Carrasco, J., & Rodríguez, W. (2016). Factores de Emisión Considerados en la Herramienta de Cálculo de la Huella de Carbono Corporativa MVC Colombia. Recuperado de <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Observatorio Bolivariano de Cambio Climático y “Desarrollo”. (s.f). Gases de Efecto Invernadero. Recuperado de <https://obccd.org/informacion-basica-2/gases-de-efecto-invernadero-co2e-co2-y-carbono/>

Ozawa, L., Brockway, P., Lettern, K., Davies, J. y Fleming, P. (2013). Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint Montfort University case study. *Journal of cleaner production* 56 185-198

Programa de Ingeniería Ambiental (2019). Diagnóstico Ambiental de la Corporación Universitaria Lasallista (Trabajo de investigación). Corporación Universitaria Lasallista, Caldas (Antioquia).

Redacción Vivir (2019, 13 de febrero). UPB tiene el primer campus latinoamericano con certificación de carbono neutro. EL ESPECTADOR. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/noticias/educacion/upb-tiene-el-primer-campus-latinoamericano-con-certificacion-de-carbono-neutro/>

Rodríguez, M. & Martínez, C. (2018). INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE LA UNIVERSIDAD LIBRE – SEDE PRINCIPAL. Universidad Libre, Bogotá. Recuperado de: [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15876/Documento%20final\\_IGEI.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/15876/Documento%20final_IGEI.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

UPB - Universidad Pontificia Bolivariana. (2018). Reporte de Sostenibilidad 2017 UPB Multicampus - Metodología GRI - Global Reporting Initiative.

UPME. (s.f.). Calculadora FECOC 2016. Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. Recuperado de [http://www.upme.gov.co/Calculadora Emisiones/aplicacion/calculadora.html](http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/calculadora.html)

Valderrama, J., Espínola, C., & Quezada, R. (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. *Formación*

*Universitaria* 4(3), 3-12. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000300002>

World Resource Institute, World Business Council for Sustainable Development & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f). Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. GHG Protocol. Recuperado de [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)

WWF (WWF International). (2010). Global Footprint Network, ZSL (Zoological Society of London). Living Planet Report 2010. *WWF*, Gland, Switzerland. ISBN 978-2-940443-08-6. Recuperado de <http://assets.panda.org/downloads/lpr2010.pdf>