

Cuantificación de la huella de carbono corporativa e identificación de medidas para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero para la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA.

Presentado Por:

Beltrán Rodríguez Diego Alejandro

García Mendoza Hernán David

González Chinchilla Juan Sebastián

Universidad Santo Tomás

División de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C

2021.

Cuantificación de la huella de carbono corporativa e identificación de medidas para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero para la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA.

Beltrán Rodríguez Diego Alejandro

García Mendoza Hernán David

González Chinchilla Juan Sebastián

Proyecto de grado presentado para optar al título de INGENIERO AMBIENTAL.

Director:

Ing. Darwin Mena Rentería
MSc. Recursos Hídricos

Codirectora:

Ing. Ana Paola Becerra Quiroz
MSc. Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental

Universidad Santo Tomás

División de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C

2021.

Página de Aceptación

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado.

Jurado (1)

Jurado (2)

Ciudad Y Fecha de presentación.

Dedicatoria y agradecimientos

Agradecemos en primer lugar a Dios por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar y obtener nuestro título, uno de los anhelos más deseados de nuestras vidas. A nuestros padres por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y privilegio ser sus hijos. Agradecemos a nuestros profesores y directivos de la Facultad de Ingeniería Ambiental por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión. De manera especial a la Decana Ana Paola Becerra y el Ingeniero Darwin Mena Rentería, tutores de nuestro proyecto de investigación, que con su conocimiento y enseñanza nos guiaron con paciencia y rectitud en la elaboración de esta investigación. Le agradecemos al convenio ACOFI-ANLA por permitirnos ser parte de este importante proyecto y por la oportunidad profesional que representa el desarrollo de este. Agradecemos a nuestros compañeros de la universidad EAN por su apoyo y compromiso para el alcance de las metas establecidas a lo largo de la investigación. Finalmente queremos agradecerle a la Universidad Santo Tomas por todas las experiencias vividas por su énfasis en la formación integral de profesionales y por ser nuestra alma mater profesional.

Tabla de Contenido

1. Resumen	1
2. Abstract	2
3. Introducción	3
4. Objetivos.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos específicos	5
5. Marco Contextual.....	6
5.1. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.....	6
5.2. Licenciamiento Ambiental	6
5.3. Gestión Ambiental.....	7
6. Marco Teórico	8
7. Marco Conceptual.....	11
7.1. Cambio Climático.....	11
7.2. Huella de Carbono	11
7.3. Gases de Efecto Invernadero (GEI)	11
7.3.1. Metano CH ₄	12
7.3.2. Óxido Nitroso N ₂ O	12
7.3.3. Gases Fluorados	12
7.4. Protocolo de Kioto.....	13
7.5. Enmienda Kigali	13
7.6. Fuente de emisión	13
7.6.1. Fuente de emisión fija.....	14
7.6.2. Fuente de emisión móvil	14
7.7. Sumideros	14
7.8. Emisiones	14

7.8.1.	Emisiones directas de GEI (Alcance 1)	15
7.8.2.	Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad (Alcance 2)	15
7.8.3.	Otras emisiones indirectas de GEI (Alcance 3)	15
7.9.	CO ₂ Equivalente	15
7.10.	Potencial de calentamiento.....	16
7.11.	Factor de emisión.....	16
8.	Marco Legal	17
9.	Metodología.....	20
10.	Resultados	28
10.1.	Determinación de los límites organizacionales	28
10.2.	Determinación de los límites operacionales.....	29
10.3.	Determinación del área de influencia y el año base.....	30
10.4.	Identificación y cálculo de las emisiones de GEI.	31
10.4.1.	Emisiones de alcance 1.....	34
10.4.2.	Emisiones de alcance 2.....	35
10.4.3.	Emisiones de alcance 3.....	37
10.4.4.	Análisis multianual por alcances.....	40
11.	Estrategias de reducción y mitigación	43
11.1.	Alcance 1	43
11.2.	Alcance 2	46
11.3.	Alcance 3	47
11.3.1.	Consumo de agua.....	47
11.3.2.	Consumo de papel	47
11.3.3.	Generación de residuos sólidos	48
11.3.4.	Desplazamientos aéreos.....	49
11.4.	Planes de compensación	51
11.4.1.	Compra de bonos de carbono	51

11.4.2. Herramientas digitales.....	52
12. Conclusiones.....	55
Bibliografía.....	1
ANEXOS.....	i
A.....	i
B.....	v
C.	vi
C-1. Factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono fuente estacionaria	vi
C-2. Factores de emisión para viajes aéreos de colaboradores.	vi
C-3. Factores de emisión para el alcance 3	vii
C-4. Factores de emisión para viajes terrestres de colaboradores.	viii
D.	ix

Índice de Tablas

Tabla 1 Fuente de emisión de GEI y Potencial de calentamiento. Fuente: WRI	24
Tabla 2. Limites organizacionales ANLA.	28
Tabla 3. Limites operacionales ANLA.	29
Tabla 4. Alcances y datos de actividades generadoras de emisión.....	33
Tabla 5. Emisiones totales de CO2 alcance 1.	34
Tabla 6. Analisis multianual emisiones de alcance 1.....	35
Tabla 7. Emisiones totales de CO2 alcance 2.	36
Tabla 8. Análisis multianual emisiones de alcance 2.....	36
Tabla 9. Emisiones totales alcance 3.	38
Tabla 10. Análisis multianual emisiones de alcance 3.....	39
Tabla 11. Analisis multianual emisión total.....	41
Tabla 12. Emisiones totales ANLA por año.	42
Tabla 13. Factores de emisión de GEI de combustión móvil en carretera.	45
Tabla 14. Emisiones de gases por tipo de combustible en comparación a datos del año 2017.	45
Tabla 15. Comparativa de emisiones según el medio de transporte.	50
Tabla 16. Análisis de costos compensación de carbono.	52

Tabla 17. Análisis de costos por tipo de emisión.	52
Tabla 18. Periodo de realización de las actividades sugeridas para la mitigación de GEI en la ANLA.	55
Tabla 19.Consolidacion de fuentes de emisión ANLA por año.	v
Tabla 20. Factores de emisión para fuentes estacionarias según tipo de combustible. Fuente: EPA.	vi
Tabla 21. Factores de emisión para el GHG. Fuente EPA.	vi
Tabla 22. Factores de emisión para fuentes de alcance 3.	vii
Tabla 23.Factores de emisión para EL GHG Fuente:EPA.....	viii
Tabla 24 Lista de chequeo para la determinación de actividades generadoras de emisión y disponibilidad de información de la entidad. Fuente: Autores.	x

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Tipos de emisiones de GEI, Fuente: Greenhouse Gas Protocol.	9
Ilustración 2. Diagrama de la primera fase investigativa del proyecto.	30
Ilustración 4. Funcionamiento de Ecosia.	53
Ilustración 5. Área de influencia CAXDAC.....	i
Ilustración 6. Área de influencia edificio Anexo.	ii
Ilustración 7. Área de influencia archivo documental.	iii
Ilustración 8. Área de influencia Sede Nueva.	iv

Índice de Graficas

Grafica 1. Diagrama del grupo de gestión del inventario.	25
Grafica 2. Emisión multianual de alcance 1.....	35
Grafica 3. Emisión multianual alcance 2.....	37
Grafica 4. Emisiones de alcance 3 sin emisiones por viajes aéreos.	38
Grafica 5. Emisión multianual de alcance 3.....	40
Grafica 6. Emisión total multianual de CO2.....	42
Grafica 7. Emisión total acumulada años de estudio.	42

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Emisiones totales para transporte terrestre.¡Error! Marcador no definido.

Ecuación 2. Emisiones totales para consumo energético.....¡Error! Marcador no definido.

Ecuación 3. Emisiones totales para consumo de materias primas.¡Error! Marcador no
definido.

Ecuación 4. Emisiones totales de transporte de alcance 3 (aviones).¡Error! Marcador no
definido.

Ecuación 5. Emisiones parciales de transporte de alcance 3.¡Error! Marcador no definido.

Ecuación 6. Emisiones parciales de transporte de alcance 3.¡Error! Marcador no definido.

1. Resumen

El objetivo del presente informe, pretende calcular la huella de carbono de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), dando cumplimiento a los compromisos adquiridos por Colombia bajo la convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Barrera, Gomez, & Suarez, 2015) .Para ello, se utilizará como referente principal el Green House Gas Protocol (GreenHouse Gas Protocol, 2021), el cual establece una línea metodológica para el desarrollo del proyecto fundamentado en la creación de estrategias de mitigación y reducción de las emisiones de GEI (Gases de efecto invernadero).

El cálculo de la huella de carbono para la ANLA estará definido por las actividades generadoras de emisión de la entidad, incluyendo un análisis bottom-up que permita identificar la huella de carbono a nivel global y local de acuerdo con la infraestructura interna de la misma. Para el proceso de cuantificación de la huella de carbono se contará con información provista por la entidad a partir del año 2017 en adelante; implementando un análisis multianual que permita evidenciar la variabilidad de las emisiones de acuerdo con los aspectos sociales y económicos que han afectado a la entidad con el paso del tiempo.

El cálculo de la huella de carbono estará seccionado por los alcances de las actividades de la entidad, permitiendo identificar fuentes de emisión intrínsecas a los procesos operacionales de la empresa. Fundamentando la creación de programas de reducción y mitigación de las emisiones generadas, con un enfoque en la necesidad de reducción de dichas emisiones por cada actividad.

El proyecto busca posicionar a la ANLA como entidad colombiana pionera en Global Reporting Initiative, lo cual fija los lineamientos para la elaboración de memorias de sostenibilidad de aquellas compañías que desean evaluar su desempeño ambiental y social.

Palabras Clave: alcances, estrategias, huella de carbono, mitigación, reducción.

2. Abstract

The objective of this report is to calculate the carbon footprint of the National Environmental Licensing Authority (ANLA), complying with the commitments acquired by Colombia under the United Nations Framework Convention on Climate Change (Barrera, Gomez, & Suarez). For this, the Green House Gas Protocol (Greenhouse Gas Protocol, 2021) will be used as the main reference, which establishes a methodological line for the development of the project based on the creation of mitigation strategies and reduction of GHG emissions (Greenhouse gases).

The calculation of the carbon footprint for ANLA will be defined by the emission-generating activities of the entity, including a bottom-up analysis that allows identifying the carbon footprint at a global and local level according to the internal infrastructure of the same. For the carbon footprint quantification process, information will be provided by the entity from 2017 onwards; implementing a multi-year analysis that allows evidence of the variability of emissions according to the social and economic aspects that have affected the entity over time.

The calculation of the carbon footprint will be divided by the scope of the activities of the entity, identifying the sources of emission intrinsic to the operational processes of the company. Basing the creation of programs to reduce and mitigate the emissions generated, with a focus on the need to reduce emissions for each activity.

The project seeks to position ANLA as a pioneer Colombian entity in the Global Reporting Initiative, which sets the guidelines for the preparation of sustainability reports for those companies that wish to evaluate their environmental and social performance.

Keywords: scope, strategies, carbon footprint, mitigation, reduction.

3. Introducción

Resulta de vital importancia entender inicialmente que, el efecto invernadero es un proceso que se da de forma natural en la atmósfera de la tierra, donde la misma atmósfera principalmente tiene bajo poder de absorción o es transparente en la parte visible del espectro, pero tiene un significativo poder de absorción de radiación ultravioleta o radiación de onda corta procedente del sol. El problema se presenta cuando este proceso que se da naturalmente pasa a presentarse de una forma forzada generando lo que se conoce como cambio climático, lo cual ocurre gracias a que algunos gases emitidos por actividades humanas (denominados Gases de Efecto Invernadero - GEI) incrementan su proporción en la atmósfera, los cuales al ser buenos absorbentes de la radiación infrarroja, generan cambios en la concentración atmosférica de los GEI, en la radiación solar y en las propiedades superficiales del suelo afectando la absorción, dispersión y emisión de la radiación dentro de la atmósfera y en la superficie de la tierra, obteniendo resultados principalmente negativos en el balance energético (Benavides Ballesteros & León Aristizabal, 2007).

Las consecuencias del cambio climático son una realidad, el desarrollo de una sociedad ya no está fundamentado solamente en el aspecto económico, ya que el aspecto ambiental se ha convertido en una prioridad en todas las actividades del diario vivir. Es por ello por lo que Colombia al igual la mayoría de los países del mundo se ha comprometido a reducir gradualmente la huella de carbono con el fin de aportar en la reducción los impactos ambientales a causa de la generación desmedida de GEI. Colombia tiene como objetivo reducir en 20 % su huella de carbono de acuerdo con lo pactado en la convención marco de las naciones unidas por el cambio climático (Naciones Unidas, 2021). Para ello y como parte de sus iniciativas, las entidades de carácter público como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales buscan adherirse a estos compromisos y aportar a la reducción de la huella de carbono (Barrera, Gomez, & Suarez, 2015).

El proyecto desarrollado está basado en la línea metodológica para el inventario de emisiones y el cálculo de la huella de carbono del Green House Gas Protocol (GreenHouse Gas Protocol, 2021), allí se establecen los parámetros base para la cuantificación de las emisiones de la entidad en un enfoque bottom-up, permitiendo identificar las actividades generadoras de emisión de la

entidad en función de los alcances de las mismas, estableciendo objetivos de reducción de emisión mediante la creación de planes de mitigación y compensación de la huella de carbono. En el desarrollo del proyecto se pudieron identificar las fuentes de emisión más representativas de la entidad, esto, mediante un análisis multianual que permitió seccionar las actividades generadoras de emisión en espectros de aportación, de acuerdo con los procesos operativos que lleva a cabo la ANLA para cumplir con sus funciones y obligaciones ambientales, organizacionales y gubernamentales. El análisis realizado permitió evidenciar el cambio abrupto que represento el año 2020 a causa de la pandemia mundial por coronavirus (COVID-19), este suceso global cambio completamente las tendencias de emisión de la entidad, implicando la aparición de beneficios ambientales a causa de una emergencia sanitaria de carácter mundial.

Con base a la información obtenida fueron planteadas las estrategias para la reducción y mitigación; son en principio medidas austeras que implican de manera reducida el uso de capital ya que, por ejemplo, basta con la implementación de buenas prácticas ambientales para evidenciar reducciones notables en las emisiones de GEI. Sin embargo, el análisis del inventario incluye un portafolio de medidas que involucran inversiones, orientadas al apoyo de proyectos de carácter ambiental para la mitigación de la huella de carbono acumulada de la entidad, producto de los años tenidos en cuenta para la investigación.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Cuantificar la huella de carbono de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales con año base 2017 e identificar las medidas para la reducción de emisiones de GEI de la entidad.

4.2. Objetivos específicos

- Implementar un modelo para el cálculo y flujo de información en la medición de GEI articulado con el SGA (Sistema de Gestión Ambiental) de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Formular herramientas para dar conocimiento del inventario de emisiones, fuentes de información y áreas responsables de la entidad.
- Generar propuestas de reducción y mitigación a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales referente a los procesos y prácticas relacionados con la consolidación de la huella de carbono.

5. Marco Contextual

Las emisiones de gases de efecto invernadero son uno de los principales responsables del cambio climático debido a que alteran el ambiente a causa de su capacidad para retener calor en el planeta; están regidos por la “Convención Marco sobre el Cambio Climático” de la Organización de Naciones Unidas (ONU) y por el “Protocolo de Kioto”. La reducción de las emisiones de contaminantes implica, entre muchas otras cosas, la mejora dentro de las condiciones de los hábitats y de la población.

5.1. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), es la encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible del País. Esta organización se encuentra compuesta por 4 sedes o espacios específicos ubicados en la ciudad de Bogotá, los cuales son: el edificio CAXDAC, el edificio anexo, la sede nueva y la bodega 2. Además, esta entidad está constituida específicamente por tres subdirecciones y dos oficinas asesoras, con una planta de personal de 73 servidores públicos, la subdirección de evaluación y seguimiento que cuenta actualmente con seis grupos internos de trabajo, y la subdirección administrativa y financiera que posee cinco grupos (ANLA, 2011).

5.2. Licenciamiento Ambiental

El licenciamiento ambiental es un proceso utilizado para la planeación y administración de proyectos que asegura que las actividades humanas y económicas se ajusten a las restricciones ecológicas y de recursos y de esta forma se constituye en un mecanismo clave para promover el desarrollo sostenible (ANLA, 2010).

De acuerdo al Decreto 2041 de 2014, la Licencia Ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de ésta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección,

compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada (ANLA, 2010).

5.3. Gestión Ambiental

La valoración de la huella de carbono en la ANLA permite conocer e identificar los consumos energéticos y las principales fuentes de emisión de GEI. Esto se puede tomar como un punto de referencia para el diseño de estrategias dirigidas a mejorar la gestión de la energía utilizada, y de esta manera dar prioridad a las acciones de reducción y optimización con la aplicación de técnicas más sostenibles. Tal y como lo propone en uno de sus objetivos el Sistema Integrado de Gestión de la organización que es gestionar buenas prácticas para el ahorro y uso eficiente del agua y energía, así como para el manejo de residuos sólidos, que contribuyan a la prevención y mitigación de los impactos ambientales.

6. Marco Teórico

La importancia de calcular las emisiones de los GEI está dada en la identificación del aumento de la temperatura del planeta de una manera desmedida. Toda actividad económica, ya sea ejercida por un individuo o una organización, tiene una afectación debido a un consumo de materias primas, por lo que el impacto ecológico corresponde a la cantidad de riqueza natural destruida, consumida, alterada u ocupada (Bastianoni, 2004).

Por ende, se requiere realizar una identificación y cuantificación de los GEI generados para posteriormente poder tomar acciones y reducirlos; para ello se requiere de una metodología de medición favorable para el cálculo de la Huella de Carbono. La Secretaría Distrital de Ambiente, propone que las entidades del Distrito Capital tomen como base la metodología planteada en el GHG Protocol de la WRI, lo que a su vez permitirá implementar un método de unificación de cálculo en las entidades distritales (SDA, 2015). Sin embargo, también se cuenta con la Norma ISO 14064, de Gases de Efecto Invernadero. A pesar de ello, el alcance de estos protocolos varía, pero generalmente sugiere estimar sólo las emisiones directas (Alcance 1) y las emisiones de energía consumida (Alcance 2), con menos enfoque en las emisiones de la cadena de suministro (Scott, 2008).

Calcular la huella de carbono significa cuantificar las emisiones totales de GEI que son provocadas tanto directa como indirectamente por una actividad o la acumulación a lo largo del ciclo de vida de un producto (La huella de carbono se mide en kg de CO₂ equivalentes).

Como se puede evidenciar en la ilustración 1. Existen dos tipos de contabilización de las emisiones, las emisiones indirectas o indirectas por energía, y las emisiones directas. Emisiones que son determinadas por el tipo de fuente.

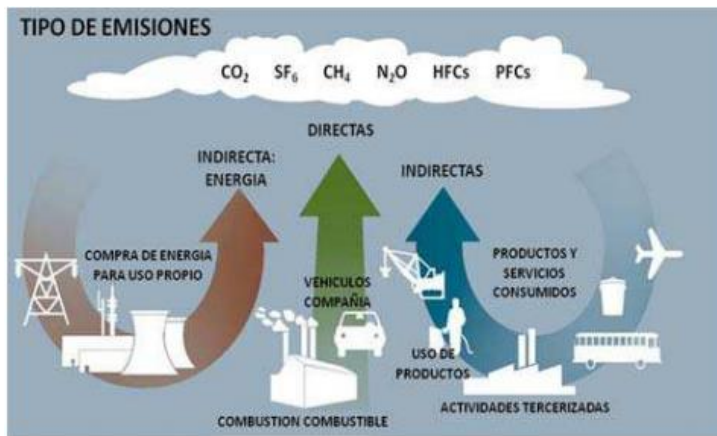


Ilustración 1. Tipos de emisiones de GEI, Fuente: Greenhouse Gas Protocol.

- Cálculo de la huella de carbono a nivel corporativo (Corporate Carbon Footprint) donde se determinan las emisiones directas e indirectas de una empresa.
- Cálculo de la huella de carbono a nivel de producto/proceso (Product Carbon Footprint).

En los últimos años se han desarrollado diversos protocolos, guías y normas que permiten realizar el cálculo de la huella de carbono tanto a nivel corporativo como de producto o servicio (Magro, 2012). Esto ha propiciado que empresas y organizaciones, públicas y privadas hayan desarrollado sus propios sellos y/o certificados de huellas de carbono de productos y servicios basados en estas metodologías.

Algunos proyectos semejantes aplicados en Colombia y que se tomarán como ejemplo son la Propuesta de estrategias de mitigación a partir del cálculo de la huella de carbono de los campus norte y sur de la universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A en los años 2014 – 2015 (Aponte, 2017) como ejemplo de entidad que presta servicios a la comunidad y la evaluación de la Huella de Carbono en la producción de bloque de arcilla en la ladrillera "Los Cristales" (Wilches & Suarez, 2016) como información base en la elaboración de productos que pueda ayudar a distinguir ambos sectores. Igualmente se ha desarrollado el Informe del cuarto seminario internacional sobre la huella de carbono "Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales" (CEPAL, 2012). Donde se muestra que se pueden integrar energías renovables en la combinación de fuentes de

energía y, en consecuencia, reducir la huella de carbono de estos sectores energéticos (Perry, 2008).

Por otro lado, las emisiones de GEI relacionadas con el transporte están aumentando, con una rápida proyección de crecimiento en países de bajos y medianos ingresos (Woodcock, 2008). Los procesos que causan las emisiones de GEI benefician a los seres humanos al proporcionar bienes y servicios de consumo, por lo tanto, la responsabilidad de las emisiones varía según el propósito o la categoría de consumo, y se encuentra distribuido de manera desigual entre los países y dentro de los mismos (Hertwich E & Peters G, 2009). Hechas las consideraciones anteriores es que se presenta la posibilidad de hacer parte de las organizaciones que miden su impacto con el fin de reducirlo.

Estos proyectos, cumplen los parámetros dentro de una normatividad internacional como lo es la ISO 14064 de 2019, en la cual se determinan los límites y la identificación de las fuentes con sus respectivas emisiones, para su posterior verificación. Esta norma, se divide en tres fases, la primera se encarga del diseño y desarrollo del inventario de GEI de la organización, la segunda del diseño e implementación de proyectos para la optimización y su parte final de la verificación y validación del proyecto (ICONTEC, 2020).

7. Marco Conceptual

7.1. Cambio Climático

De acuerdo con la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), el cambio climático se entiende como un 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 durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como cualquier cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas (IDEAM , 2007).

7.2. Huella de Carbono

Mide las emisiones de GEI's derivadas de todas las actividades de una organización. Bajo este esquema, el objetivo de realizar un cálculo de huella de carbono debe ir más allá de proporcionar una herramienta de cálculo de las emisiones directas generadas por el consumo de combustibles fósiles, yendo hasta el cálculo de las emisiones indirectas generadas por el consumo de electricidad y otras emisiones indirectas asociadas a las demás actividades de la cadena de suministro, que se consideren pertinentes (Area metropolitana del Valle de Aburra, 2019)

7.3. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Esta propiedad produce el efecto invernadero.

En la atmósfera de la Tierra los principales GEI son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3). Hay además en la atmósfera una serie de GEI creados íntegramente por el ser humano como los halocarbonos y otras sustancias con contenido de cloro y bromo regulados por el Protocolo de Montreal, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (IDEAM, 2014).

7.3.1. Metano CH_4

Es uno de los gases de mayor abundancia y en especial es un gas problemático porque en proporción el CH_4 atrapa 28 veces más calor que su equivalente de CO_2 y 32 veces si se considera su interacción con aerosoles. En la época presente el metano es aproximadamente el 20% de los gases de invernadero que se producen por acción humana. Extrañamente dejó de crecer entre 1999 y 2006, pero no duró, ahora hemos llegado a récords en niveles. Aparentemente el crecimiento se debe a emisiones a partir de la agricultura y humedales de los trópicos (Sherwood, 2018).

7.3.2. Óxido Nitroso N_2O

Es producido por procesos biológicos en océanos y suelos, también por procesos antropogénicos que incluyen combustión industrial, gases de escape de vehículos de combustión interna, etc. Aunque su generación es mucho menor a la del metano o el dióxido de carbono se habla de una efectividad para contribuir con el calentamiento global de hasta 296 veces más que el CO_2 (Sherwood, 2018).

En los últimos 100 mil años las concentraciones de óxido nitroso en la atmósfera raramente han excedido 280ppb, los niveles han crecido desde los 1920s y han llegado a un nuevo máximo de 325ppm en 2012, este aumento es principalmente debido a la agricultura (Sherwood, 2018).

7.3.3. Gases Fluorados

Los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos, el hexafluoruro de azufre y el trifluoruro de nitrógeno son gases de efecto invernadero sintéticos y potentes que se emiten en diversos procesos industriales. En ocasiones, los gases fluorados se utilizan como sustitutos de sustancias que destruyen el ozono de la estratósfera (p. ej.: clorofluorocarbonos, hidrofluorocarbonos y halones). Estos gases habitualmente se emiten en pequeñas cantidades, pero, como son gases de efecto invernadero potentes, en ocasiones se les conoce como gases de Alto Potencial de Calentamiento Global (o "Gases de GWP alto") (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2017).

7.4. Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiéndolo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia Convención sólo pide a esos países que adopten políticas y medidas de mitigación y que informen periódicamente.

El Protocolo de Kioto se basa en los principios y disposiciones de la Convención y sigue su estructura basada en los anexos. Sólo vincula a los países desarrollados y les impone una carga más pesada en virtud del principio de "responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas", porque reconoce que son los principales responsables de los actuales altos niveles de emisiones de GEI en la atmósfera (United Nations Climate Change, 2017)

7.5. Enmienda Kigali

La Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, un acuerdo internacional para reducir el uso de hidrofluorocarbonos (HFC) que calientan el clima, ha alcanzado un hito importante, con Liberia convirtiéndose en el país número 100 en ratificar la Enmienda, proporcionando un bienvenido impulso a la acción climática global. Tiene como objetivo una reducción masiva en el uso de HFC, que se convirtieron en sustitutos de refrigerantes de uso generalizado para las sustancias que agotan la capa de ozono que se han eliminado gradualmente en virtud del Protocolo de Montreal. Los HFC son gases que calientan el clima con un potencial de calentamiento global significativo (Rukikaire, 2020)

7.6. Fuente de emisión

Es toda actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire. (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, 2019).

7.6.1. Fuente de emisión fija

Es la fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa. (ANLA, 2019).

7.6.2. Fuente de emisión móvil

Las emisiones por fuentes móviles se producen por la quema de combustibles fósiles utilizados por el parque automotor ya que los vehículos automotores son los principales emisores de contaminantes como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles. (IDEAM, 2014)

7.7. Sumideros

Se conoce como sumidero a todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Las formaciones vegetales actúan como sumideros por su función vital principal, la fotosíntesis (proceso por el que los vegetales captan CO₂ de la atmósfera o disuelto en agua y con la ayuda de la luz solar lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas de azúcares). Mediante esta función, los vegetales absorben CO₂ que compensa las pérdidas de este gas que sufren por la respiración y lo que se emite en otros procesos naturales como la descomposición de materia orgánica.

En el Protocolo de Kioto se consideran como sumideros ciertas actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y selvicultura (LULUCF por sus siglas en inglés). Se incluyeron en el Protocolo de Kioto, al igual que los Mecanismos de Flexibilidad, para facilitar el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones (Demografico, Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto, 2006)

7.8. Emisiones

Es la descarga de una sustancia o elementos al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil. (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, 2019).

7.8.1. Emisiones directas de GEI (Alcance 1)

Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la organización; emisiones provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados.

Las emisiones directas de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa no deben incluirse en el alcance 1, debiéndose reportar de manera separada. Las emisiones de GEI no cubiertas por el Protocolo de Kioto, como CFCs, NO_x, etc., no deben incluirse en el alcance 1 (World Resources Institute (WRI), 2002).

7.8.2. Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad (Alcance 2)

El alcance 2 incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización. La electricidad adquirida se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la entidad. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada. (World Resources Institute (WRI), 2002).

7.8.3. Otras emisiones indirectas de GEI (Alcance 3)

El alcance 3 es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la organización, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la misma. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos (World Resources Institute (WRI), 2002)

7.9. CO₂ Equivalente

El dióxido de carbono equivalente es una medida universal utilizada para indicar en términos de CO₂, el equivalente de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto a su potencial de calentamiento global. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero.

La presentación de información a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que se ajusta a las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), está basada en los inventarios de emisiones nacionales y comprende todas las fuentes de emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, así como los sumideros de carbono (como los bosques).

Los datos provienen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014. Información estadística de los sectores económico y productivo que aborda el inventario nacional de gases de efecto invernadero; así como valores por defecto de las Directrices del Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

7.10. Potencial de calentamiento

Índice basado en las propiedades radioactivas de los gases de efecto invernadero, que mide el forzamiento radiactivo obtenido de los impulsos de emisión en la atmósfera actual, de una unidad de masa de cierto gas de efecto invernadero, integrado a lo largo de un plazo de tiempo dado, en comparación con el causado por el dióxido de carbono. El potencial de calentamiento mundial representa el efecto conjunto del diferente período de permanencia de esos gases y de su eficacia relativa como causante de un forzamiento radiactivo. El Protocolo de Kioto está basado en el potencial de calentamiento mundial asociado a los impulsos de emisión en un período de 100 años (IPCC, 2018).

7.11. Factor de emisión

Un factor de emisión es un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de un contaminante liberado a la atmósfera con una actividad asociada con la liberación de ese contaminante. Estos factores generalmente se expresan como el peso del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad que emite el contaminante (EPA, 2020).

8. Marco Legal

Normativa	Descripción
Resolución 1351 de 1995	Mediante la cual se adopta la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones (IE-1), con el fin de cumplir con los requisitos y fines previstos en el artículo 97 del Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire
Resolución 619 de 1997	Mediante la cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas
Resolución 909 de 2008	Mediante la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones
Resolución 1309 de 2010	Mediante la cual se modifica parcialmente Resolución 909 de 2008
Resolución 802 de 2014	Mediante la cual se modifica parcialmente Resolución 909 de 2008
Resolución 1377 de 2015	Mediante la cual se modifica parcialmente Resolución 909 de 2008
Resolución 760 de 2010	Mediante la cual se adopta el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas
Resolución 2153 de 2010	Mediante la cual se realiza un ajuste del Protocolo para Fuentes Fijas

Resolución 1632 de 2012	Mediante la cual se realiza un ajuste del Protocolo para Fuentes Fijas
Resolución 898 de 1995	Mediante la cual se establecen criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores (Modificada por Resolución 623/98, Resolución 68/01, Resolución 447/03, Resolución 1565/04, Resolución 1180/06, Resolución 18 0782/07, Resolución 90963/14).
Ley 1205 de 2008	Mediante la cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diésel y se dictan otras disposiciones
Resolución 910 de 2008	Mediante la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 1111 de 2013	Mediante la cual se modifica la Resolución 910 de 2008
Resolución 2604 de 2009	Mediante la cual se determinan los combustibles limpios teniendo como criterio fundamental el contenido de sus componentes, se reglamentan los límites máximos de emisión permisibles en prueba dinámica para los vehículos que se vinculen a la prestación del servicio público de transporte terrestre de pasajeros y para motocarros que se vinculen a la prestación del servicio público de transporte terrestre automotor mixto y se adoptan otras disposiciones
Protocolo Kioto	Mediante el cual se pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiéndolo a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de

	efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas.
Enmienda Kigali	Mediante la cual se busca realizar una reducción masiva en el uso de HFC's, que se convirtieron en sustitutos de refrigerantes de uso generalizado para las sustancias que agotan la capa de ozono que se han eliminado gradualmente en virtud del Protocolo de Montreal.

9. Metodología

El Green House Gas Protocol es la herramienta internacional más utilizada para el cálculo y comunicación del inventario de emisiones a nivel corporativo. Utiliza una visión intersectorial y contabiliza las emisiones, de cualquier sector productivo. Para ello es necesario seguir unos estándares establecidos con el fin de asegurar una óptima aplicabilidad al proyecto y del mismo modo resultados eficaces para la problemática en desarrollo.

El desarrollo metodológico estará dado por tres fases que articulan las actividades del proyecto a las metas y objetivos de la entidad a través de la cuantificación de las emisiones de GEI. La primera fase del proyecto estará definida por la determinación de los límites organizacionales, involucrará las zonas objeto de estudio y su aplicabilidad al proyecto, teniendo en cuenta los enfoques de consolidación de la investigación, con este fin, se buscará identificar las actividades en las que la ANLA tenga control operativo o económico, el proyecto requiere establecer un listado de procesos y operaciones que se ejecuten en la entidad con el fin de identificar las líneas de flujo y emisión. Posteriormente y de acuerdo con el tipo de control que pueda tener la entidad en función del proceso, se determinará el porcentaje de aportación y relevancia de la actividad en la consolidación de la huella de carbono, vinculando de manera directa las actividades que se desarrollan al interior de la organización y de manera indirecta o transversal aquellas actividades que son conjuntas o dependen de otras entidades. Los límites operacionales establecen el alcance que puedan tener las actividades y procesos de la organización, el alcance, está determinado como un valor intrínseco que depende de la actividad que se pretende analizar, se categoriza de acuerdo con la propiedad y gobernabilidad que pueda tener la entidad ante la generación de emisiones.

El alcance 1 incluye todas las actividades que son propiedad de la empresa y por ende son fuente directa de emisión; aquí se pueden incluir las emisiones provenientes de la combustión de calderas, sistemas de ventilación, aislamiento térmico y vehículos que sean controlados por la entidad. El alcance 2 tiene en consideración las emisiones producidas a causa del consumo de energía y vincula estas emisiones como fuentes indirectas de emisión. Por otra parte, el alcance 3 representa las actividades que son consecuencia de las acciones de la entidad, pero que no ocurren dentro de los límites organizacionales de la misma, por lo que no se tiene propiedad ni control sobre este tipo de emisiones de carácter indirecto (World Resources Institute (WRI), 2002). De igual manera el seguimiento de las emisiones a través del tiempo crea lineamientos

para garantizar la correcta gestión de las emisiones a largo plazo, ya que busca dar cumplimiento a los objetivos de reducción y mitigación de la investigación. Para ello la entidad deberá seleccionar un año base, el cual debe ser escogido teniendo en cuenta la disponibilidad de información precisa y confiable; ya que servirá como base de cálculo para la consolidación de emisiones en años posteriores, es importante considerar los cambios estructurales que puedan afectar a la entidad, dado que estos podrán verse reflejados en incrementos o reducciones en el proceso de cuantificación de GEI y la consolidación de la huella de carbono.

En la segunda fase del proyecto, se pretende cuantificar las emisiones al interior de la organización con el fin de crear una contabilidad exacta de las emisiones. El desarrollo metodológico ha encontrado útil el dividir el total de las emisiones de GEI en categorías específicas, permitiendo consolidar la huella de carbono por sectores de acuerdo con la actividad de emisión. La medición directa de las emisiones de GEI mediante el monitoreo de la concentración de los contaminantes y su flujo no es común; por lo que se suele calcular la emisión con métodos de balanceo estequiométricos y de masa. Sin embargo, la aproximación más común para calcular las emisiones de GEI es mediante la aplicación de factores de emisión documentados. Estos factores son cocientes calculados que relacionan las emisiones de GEI a una actividad en una fuente de emisión. Los lineamientos del IPCC establecen una jerarquía de cálculo que se derivan de la aplicación de factores genéricos de emisión al monitoreo directo. (EPA, 2020) En muchos casos, cuando el monitoreo directo no está disponible o su costo es muy elevado, los datos exactos de emisión pueden ser calculados a partir de la información sobre el uso de combustibles que haga la entidad. Los lineamientos del GHG Protocol establecen que la entidad debe hacer uso del método de cuantificación más exacto al que tenga disposición teniendo en cuenta las limitaciones económicas y operativas que puedan implicar estas mediciones.

Para el cálculo de emisiones de transporte terrestre, se hará uso de la siguiente fórmula:

$$ET (Kg CO_2) eq = \sum C (Galones) * Fe \left(\frac{Kg CO_2}{Galon} \right)$$

Ecuación 1. Emisiones totales para transporte terrestre Fuente: (IPCC, 2018)

Comentado [IM1]: Cual es son las fuentes de las ecuaciones?

Donde:

- ET: Emisión Total
- C: Consumo
- Fe: Factor de emisión.

Para el cálculo de emisiones por consumos de energía eléctrica:

$$ET (Kg CO_2) eq = \sum C \left(\frac{KW}{h} \right) * Fe \left(\frac{Kg CO_2}{\frac{KW}{h}} \right)$$

Ecuación 2. Emisiones totales para consumo energético Fuente: (IPCC, 2018).

Donde:

- ET: Emisión Total
- C: Consumo
- Fe: Factor de emisión.

Para el cálculo de emisiones por consumos de materias primas (papel):

$$ET (Kg CO_2) eq = \sum C (Kg) * Fe \left(\frac{Kg CO_2}{Kg} \right)$$

Ecuación 3. Emisiones totales para consumo de materias primas Fuente: (IPCC, 2018)

Donde:

- ET: Emisión Total
- C: Consumo
- Fe: Factor de emisión.

Para el cálculo de emisiones de transporte de alcance 3 (Aviones):

$$ET (Kg CO_2) eq = \sum D (Km) * F * Fe \left(\frac{Kg CO_2}{Km} \right)$$

Ecuación 4. Emisiones totales de transporte de alcance 3 (aviones) Fuente: (IPCC, 2018)

Donde:

- ET: Emisión Total
- D: Distancia
- C: Consumo
- Fe: Factor de emisión.
- F: Frecuencia.

Cálculo parcial de las emisiones:

$$ET (Kg CO_2) eq = \left(\sum D (Km) * F * Fe \left(\frac{Kg CH_4}{Km} \right) * (PCG) \right)$$

Ecuación 5. Emisiones parciales de transporte de alcance 3 Fuente: (IPCC, 2018)

Donde:

- ET: Emisión Total
- D: Distancia
- C: Consumo
- Fe: Factor de emisión.
- F: Frecuencia.
- Potencial de calentamiento global metano.

$$ET (Kg CO_2) eq = \left(\sum D (Km) * F * Fe \left(\frac{Kg N_2O}{Km} \right) * (PCG) \right)$$

Ecuación 6. Emisiones parciales de transporte de alcance 3 Fuente: (IPCC, 2018)

Donde:

- ET: Emisión Total
- D: Distancia
- C: Consumo
- Fe: Factor de emisión.
- F: Frecuencia.
- Potencial de calentamiento global óxido nítrico.

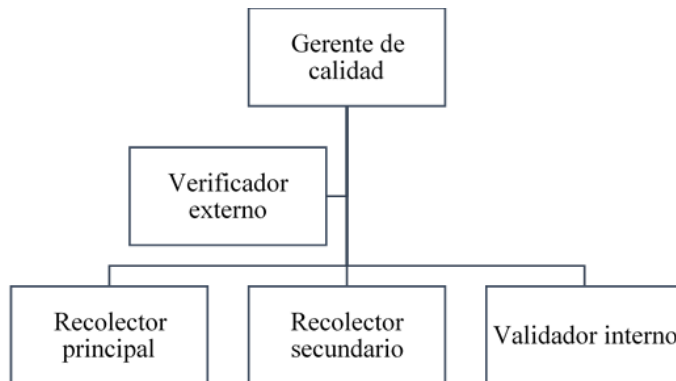
Las emisiones de alcance 1 en la mayoría de las empresas se calculan utilizando las cantidades de combustibles comerciales adquiridos y los factores de emisión previamente publicados por El IPCC, la cuantificación de emisiones de alcance 2 se calculan primordialmente a partir del consumo medido de electricidad y los factores de emisión publicados por el proveedor local de energía eléctrica, por último las emisiones de alcance 3 se calcularán teniendo en cuenta las actividades de la organización que involucran un tercero, teniendo en cuenta el recurso utilizado y el factor de emisión publicado por la entidad intermediaria en la actividad.

El uso de estas herramientas es recomendable, ya que han sido revisadas por expertos y líderes industriales, son actualizadas de manera regular y se cree que son las mejores disponibles. Las empresas pueden sustituir sus propios métodos de cálculo de GEI siempre y cuando sean más exactos o, al menos, consistentes con los métodos establecidos por el ECCR.

Fuente de emisión de GEI	Fuente de información
Consumo de aislante térmico	Cantidad utilizada para el mantenimiento de equipos
Consumo de combustibles fósiles	Registro de consumo o compra de combustibles fósiles
Residuos sólidos dispuestos en tierra	Cantidad de metano generado en la disposición de residuos orgánicos
Tratamiento de aguas residuales industriales y lodos	Cantidad de carga orgánica presente en las aguas y lodos en términos de DBO y DQO
Tratamiento de aguas residuales domesticas	Cantidad de personas que vierten al sistema de tratamiento de aguas residuales

Tabla 1 Fuente de emisión de GEI y Potencial de calentamiento. Fuente: WRI

En función de cuantificar la huella de carbono de manera precisa, la guía metodológica sugiere la creación de un grupo de gestión del inventario, el cual, estará encargado de regular la calidad del inventario de manera técnica, buscando la máxima precisión en el levantamiento de datos, la preparación del inventario y la implementación de los pasos necesarios para garantizar la alta calidad de la información recolectada; la información de alta calidad, será más valiosa y podrá ser utilizada para una amplia diversidad de propósitos.



Grafica 1. Diagrama del grupo de gestión del inventario.

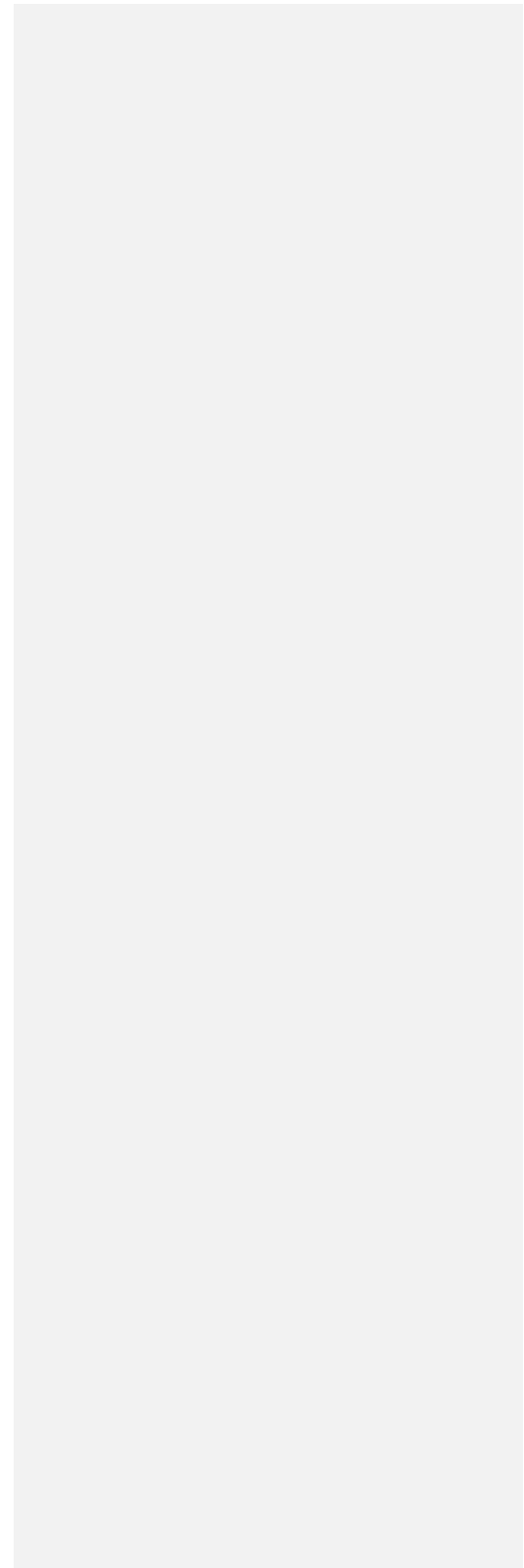
En contraste, la información de baja calidad puede tener un valor nulo y llegar a representar penalizaciones para la organización. La gestión de calidad del inventario deberá ser adoptada en cada fase de proceso de consolidación ya que de esto dependerá la cuantificación exacta de las emisiones que fundamentará la creación de programas y estrategias para el manejo y control de estas. La contabilidad de reducciones de emisiones de GEI se enfoca en el cálculo total de las emisiones de la entidad, tomando el año base como referencia, el cálculo está orientado en los cambios que haya evidenciado la entidad con respecto a las emisiones actuales y el año base establecido. Este enfoque representa una ventaja para las empresas, ya que sugiere maneras más efectivas de administrar los recursos, reduciendo los riesgos operativos relacionados a la emisión de GEI, también ayuda a canalizar los recursos a actividades que resultan en reducción de las emisiones de maneras más eficientes desde el punto de vista costo-beneficio. (World Resources Institute (WRI), 2002).

El cálculo de las emisiones de GEI utilizando un método Bottom-Up implica calcular las emisiones al nivel de una fuente o instalación individual, para luego enviar la información al nivel corporativo. Así, las emisiones totales de una empresa pueden decrecer, aun si ocurren incrementos en fuentes, plantas, instalaciones u operaciones específicas, y viceversa. Este enfoque Bottom-Up permite a las empresas reportar información sobre emisiones de GEI en diferentes escalas, por ejemplo, por planta, fuente individualizada o por un conjunto de plantas en un país determinado. La sección de cuantificación y consolidación del proyecto finaliza en la creación del reporte de emisiones de GEI, aquí se pretende mostrar información relevante, completa y precisa. El desarrollo del reporte corporativo debe ser hecho teniendo en cuenta el objetivo principal de la

consolidación, debe presentar la información recolectada de manera rigurosa, de igual forma se sugiere un reporte público que esté al alcance de las partes interesadas, allí se deben denotar las emisiones caracterizadas de forma exacta con énfasis en la objetividad de la información analizada. Este reporte debe estar basado en la mejor información disponible al momento de la publicación y debe ser transparente acerca de las limitaciones físicas y operativas presentadas en el transcurso de la consolidación, de igual forma el reporte debe identificar las discrepancias que se puedan presentar en la información suministrada en años anteriores y debe incluir las emisiones brutas de la empresa sin importar si estas superan el límite de inventario elegido en la fundamentación del proyecto; finalmente la información presentada en el reporte debe tener la capacidad de ser validada por entes externos con el fin de garantizar su calidad y precisión, teniendo en cuenta la naturaleza de las fuentes de emisión y la complejidad que se haya evidenciado en el proceso de recolección y cuantificación de las emisiones.

La fase final de la investigación tendrá como finalidad la creación de un objetivo de emisión para garantizar el cumplimiento de las normativas establecidas en la legislación ambiental del país. El cálculo de las emisiones y la consolidación de la huella de carbono tiene como propósito la creación de programas que reduzcan y mitiguen las afectaciones a causa de las emisiones de GEI. La puesta en práctica de estas estrategias puede resultar en oportunidades para el cumplimiento de los objetivos y lineamientos planteados en el marco base de la investigación, de igual forma estas reducciones pueden llegar a representar reducción en los costos de algunas operaciones de la entidad y garantizar un aprovechamiento óptimo de los recursos ambientales y económicos de la empresa. De igual forma puede representar estímulos al desarrollo científico que incentiven la creación de herramientas para el control y regulación de las emisiones a nivel corporativo.

El objetivo de emisión vincula un límite de generación de GEI; la fijación de este límite debe ser precedida de un análisis estructural que defina los límites y alcances de la organización para alcanzar esta meta, la creación de objetivos extralimitados implicara dificultades para alcanzar las expectativas esperadas. Finalmente, la estructuración de planes de acción que busquen la mitigación, reducción y/o compensación estarían fundamentados en el objetivo pactado en los lineamientos del proyecto; estos programas deberán estar articulados con los sistemas de gestión de la empresa con el fin de no generar cambios en los procesos internos, que se llevan cabo y de igual forma deben estar orientados al cumplimiento de los acuerdos asumidos por la entidad en el marco legal ambiental colombiano.



10.Resultados

10.1. Determinación de los límites organizacionales

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales es la entidad encargada de velar porque los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental, de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental de Colombia (ANLA, 2019).

La entidad ejerce dichas funciones y el desarrollo de sus objetivos en sedes físicas ubicadas en la ciudad de Bogotá, y actualmente en dos ubicaciones; la primera está localizada en el Edificio 1335 y el segundo, una bodega de archivo documental situada en el Parque Empresarial Puerta del Sol. Históricamente, y para efectos de la cuantificación de gases de efecto invernadero (GEI), fueron consideradas las sedes donde la ANLA ha adelantado sus actividades misionales, incluyendo al edificio CAXDAC ubicado en la Calle 35 No. 7 - 25, Edificio Anexo cuya sede fue compartida con el Ministerio de Ambiente ubicado en la Calle 37 No. 8 - 40 y la bodega de archivo documental; todo esto, debido a que a lo largo del tiempo la entidad ha operado en diferentes localizaciones.

La ANLA, tiene un enfoque de control que consiste en la contabilización del 100 % de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control. Por ello y para los reportes corporativos este enfoque corresponde específicamente al Control Operacional, que son todas aquellas emisiones que están asociadas a las instalaciones y operaciones de la entidad (GTC- ISO-TR 14069:2017, 2017).

Ubicación	Dirección	Ciudad
CAXDAC	Calle 35 No. 7-25	Bogotá D.C
Edificio Anexo	Calle 37 No. 8-40	Bogotá D.C
Archivo documental	Tv 93 No. 51-98 Bodega 35	Bogotá D.C
Sede nueva	Carrera 13 # 34-72	Bogotá D.C

Tabla 2. Limites organizacionales ANLA.

10.2. Determinación de los límites operacionales

Los límites operacionales de la entidad están determinados por las actividades que se llevan a cabo dentro de la misma, y que potencialmente puedan ser consideradas como fuentes de emisión. Con base a la información prevista y fundamentados en la línea metodológica, las actividades se categorizan de acuerdo con su alcance, en primer lugar, el alcance 1 donde se incluyen todas las actividades generadoras de emisión sobre las cuales la ANLA tiene control total, el alcance 2, atribuido plenamente a las emisiones producto del consumo energético, y el alcance 3, actividades generadoras de emisión sobre las cuales la entidad no tiene control organizacional u operacional (World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, 2001).

Para la determinación de las actividades generadoras de emisión se hizo uso de una lista de chequeo Anexo D que permitió identificar las posibles fuentes de emisión de la entidad, considerando la disponibilidad de información de acuerdo a los parámetros de confidencialidad de la ANLA. Esta lista consolida las actividades de la entidad categorizadas de acuerdo al alcance de emisión de las mismas, involucrando los años para los cuales la información está disponible.

A continuación, se muestran las actividades generadoras de emisión de GEI, consideradas para el cálculo de la huella de carbono de la ANLA.

Alcance	Descripción	Categoría
1.	Emisiones directas de GEI	Consumo de combustibles fósiles líquidos
		Fugas de refrigerantes y fugas de accesorios
2.	Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad	Consumo de energía eléctrica en sedes
3.	Otras emisiones indirectas	Viaje aéreo de colaboradores
		Viaje terrestre de colaboradores
		Consumo de papel
		Generación de residuos aprovechables
		Generación de residuos peligrosos
		Generación de residuos ordinarios
		Emisión generada por Consumo de agua
		Mantenimiento de equipos contra incendios

Tabla 3. Límites operacionales ANLA.

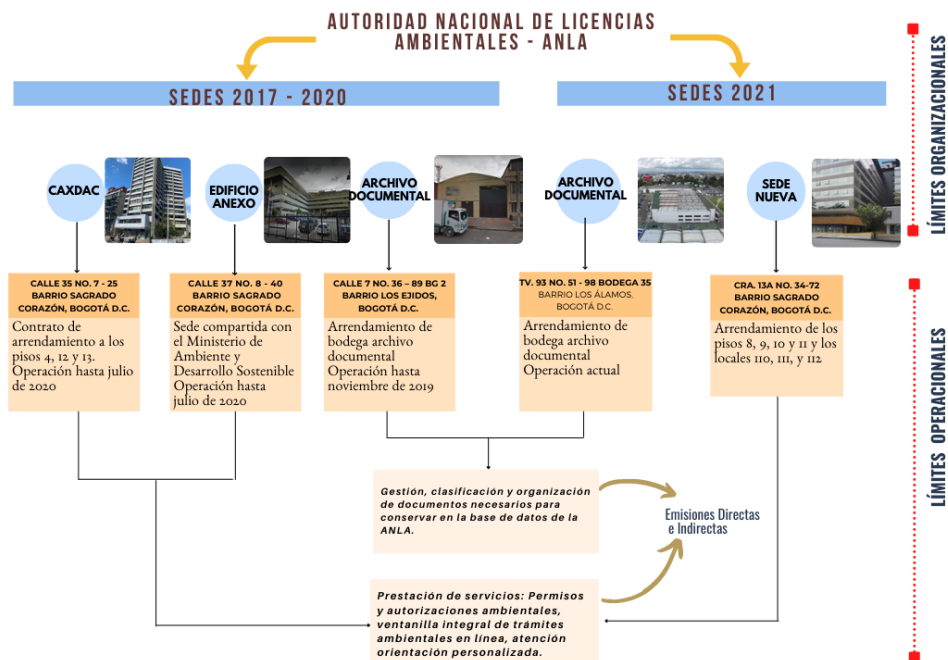


Ilustración 2. Diagrama de la primera fase investigativa del proyecto.

10.3. Determinación del área de influencia y el año base

Para la determinación del alcance del área de influencia de las emisiones, es considerado el tiempo de residencia del contaminante y de igual manera el tipo de fuente a la cual se pretenda evaluar. La ANLA, al ser una entidad pública del orden nacional, desarrolla sus actividades en diferentes edificaciones y oficinas, no obstante se centraliza en la mencionadas anteriormente, por lo tanto, estas emisiones son consideradas como fuentes fijas, de igual manera, teniendo en cuenta los diferentes desplazamientos y actividades de sus colaboradores, en este contexto, se presentan algunos focos de emisión denominados fuentes móviles las cuales, aunque sean de menor trascendencia, poseen un peso relevante a la hora del cálculo de emisiones (ANLA, 2019). El concepto de emisiones de fuente fija está enmarcado en los límites operacionales en donde se reconocen las ubicaciones geográficas; el área de influencia del contaminante se caracteriza

por la composición del contaminante y el medio en el cual se transmite. En consecuencia, las zonas potencialmente afectadas y su comportamiento están en función del tiempo (condiciones atmosféricas) y su exposición durante las horas de emisión, en el Anexo A, se verán manifestadas la posible área de afectación, reflejadas por las emisiones de gases en cada uno de los edificios de la ANLA (ANLA, 2010).

De acuerdo con la información suministrada por parte de la ANLA el año base seleccionado para el desarrollo del proyecto fue el 2017, la selección de este año fue orientada principalmente a la disponibilidad de información, si bien, los acuerdos de confidencialidad y el poco acceso a información administrativa limitó la selección de un año más reciente, de igual manera, el año seleccionado es una muestra representativa de las emisiones promedio de la entidad lo que garantiza en primeras instancias una cuantificación precisa de las emisiones de la entidad. En el Anexo D se presenta un porcentaje de disponibilidad de información, el cual, después de someterse a un análisis bajo los entes administrativos de la ANLA determinó una disponibilidad de información del 100%, esto en función de las actividades seleccionadas para el cálculo de las emisiones de GEI en la entidad.

10.4. Identificación y cálculo de las emisiones de GEI.

Para el cálculo de las emisiones fue pertinente el desglose de las actividades generadoras de emisión y los límites organizacionales previamente establecidos, con el fin de dar cumplimiento a los parámetros establecidos en la línea metodológica, considerando de manera precisa los límites organizacionales, los límites operacionales, el año base y el alcance de las emisiones. Anexo B. De igual forma y con el objetivo de realizar una correcta identificación de las emisiones de GEI, se establecieron una serie de supuestos para la cuantificación:

- a) Consumo de energía eléctrica con contador de energía eléctrica independiente en el caso del edificio CAXDAC (2017 hasta mediados de 2020), sede Nueva en 2020 y las bodegas en los años 2017 a 2019.
- b) Para el consumo de energía eléctrica en Edificio Anexo, se tiene en cuenta el número de personas que se registra en ambas entidades (Ministerio de ambiente y ANLA). Luego se divide los kWh por la totalidad de personas y posteriormente se multiplica por el número de personas pertenecientes a la ANLA.

- c) Las pérdidas por fugas de gas de los refrigerantes R-410A, R-134a y R-407-C, utilizados en aire acondicionado es de un radio anual de fugas entre 0,5% y un 5% (Arnabat , 2018).
- d) Los extintores ubicados en las sedes son extintores de polvo químico ABC, que por lo general contienen fosfato monoamónico. El cual es considerado un agente limpio, volátil gaseoso, no conductivo de electricidad y que no genera residuos luego de su evaporación, por lo tanto, no genera emisiones de GEI en el proceso de recarga. (Vargas, 2017)
- e) Para viajes por comisiones en avión de menos de 482.8 km se estima factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O en unidades de kg/ (número de pasajeros*km), se toman datos reportados por la EPA (EPA, 2020).
- f) Para viajes por comisiones en avión entre 482.8 km y 3701 km se estima factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O en unidades de kg/ (número de pasajeros*km), se toman datos reportados por la EPA. (EPA, 2020).
- g) Para viajes por comisiones en avión mayor a 3701 km se estima factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O en unidades de kg/ (número de pasajeros*km), se toman datos reportados por la EPA. (EPA, 2020).
- h) Para viajes terrestres en vehículos de pasajeros (carros, monovolúmenes, todoterrenos y camionetas pequeñas (vehículos con una distancia entre ejes inferior a 121 pulgadas), camiones ligeros y motocicletas se toman factores de emisión en unidades de kg/ (número de vehículos*km).
- i) Distancia aérea recorrida en línea recta entre el origen y destino
- j) Distancia terrestre recorrida en rutas principales, sin alternancias o atajos.

Posterior a la consideración de los supuestos planteados, se procede a realizar una consolidación preliminar de la huella de carbono, para ello, se utilizaron las ecuaciones establecidas en la línea metodológica. El cálculo fue realizado en una calculadora diseñada para el propósito, la cual, se encuentra estructurada en Microsoft Excel, una herramienta ofimática que vincula los valores de entrada de las fuentes generadoras, a los factores de emisión previamente establecidos, esta herramienta fue creada en referencia a la calculadora de huella de carbono del gobierno de España en su ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. La calculadora permite estimaciones de manera sencilla de las emisiones de GEI asociadas a las actividades de una organización (Demografico, Ministerio Para la Transicion Ecologica y el Reto, 2006)

En la tabla 4 se presentan los datos de las actividades generadoras de emisión con los alcances establecidos en instancias previas del proyecto, los datos de la actividad serán utilizados para el cálculo preliminar de la huella de carbono, la información provista por parte de la ANLA es de carácter privado y confidencial, fue entregada a nivel multianual y solo fue utilizada para el propósito del proyecto. En el Anexo C se encuentran los factores de emisión consultados para el cálculo de la emisión.

Alcance	Actividad	Datos de Actividad
1	Consumo de combustibles fósiles líquidos	Registros de compra de combustibles en galones US o litros mensuales. La organización maneja dos tipos: Gasolina corriente oxigenada 10% y Biodiesel
2	Consumo de energía eléctrica	Factura de energía eléctrica adquirida en kWh en un periodo de un mes.
3	Viaje aéreo de funcionarios	Destinos aéreos en kilómetros recorridos a lo largo del año 2019.
	Viaje terrestre de colaboradores	Número de viajes con su respectivo tipo de vehículo, ruta y destino para el cálculo de kilómetros.
	Consumo de agua	Metros cúbicos de agua consumidos
	Consumo de papel	Número de copias e impresiones realizadas
	Generación de Residuos	Cantidad de residuos generados en las sedes, ordinarios, aprovechables y peligrosos
	Movilidad (Vuelos)	Número de viajes con su destino y número de rutas
	Recarga de Sistemas contraincendios	Se tienen extintores de polvo químico seco ABC, su ingrediente activo es el fosfato monoamónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), se considera un agente limpio y no genera GEI en su recarga. Fuente: Polvos extintores, en Buenas prácticas ambientales en el mantenimiento, recarga y uso de extintores portátiles con HCFC-123. Bogotá, D.C. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020.

Tabla 4. Alcances y datos de actividades generadoras de emisión.

Para la cuantificación de las emisiones y como parte de los resultados esperados por parte de la entidad, se creó una calculadora de emisiones de GEI fundamentada en los principios operativos de otros proyectos de cuantificación de la huella de carbono, esta herramienta fue desarrollada en Microsoft Excel, la herramienta permite cuantificar las emisiones de GEI a nivel mensual o a

nivel anual, incentivando el análisis mensual, permitiendo evaluar el comportamiento de las actividades generadoras de emisión de la ANLA a lo largo de un año. La herramienta está diseñada en una serie de hojas de cálculo, donde se incluyen parámetros pre establecidos e información estructural de la entidad. Permitiendo que la cuantificación de las emisiones se pueda hacer en función de los límites organizacionales, los alcances de las emisiones y el año base seleccionado.

La plantilla de Excel incluye de manera interna los factores de emisión proporcionados por la EPA, lo que solo le implica al usuario el ingreso manual de los datos de las actividades generadoras de emisión, de igual forma la calculadora también incluye un apartado adicional denominado alcance vuelos y alcance terrestre, estas dos opciones adicionales permiten cuantificar las emisiones generadas en medios de transporte característicos del alcance 3, teniendo como variables de entrada, la ciudad de origen, la ciudad de destino y la frecuencia de viaje. Finalmente, la calculadora cuenta con un apartado denominado resultados; allí, se presenta un consolidado de las emisiones de GEI para la información suministrada como variable de entrada.

10.4.1. Emisiones de alcance 1

El cálculo de las emisiones de alcance 1 fue realizado con base a la información previamente analizada, las actividades generadoras de emisión fueron atribuidos plenamente a las emisiones de las fuentes de transporte móviles de la entidad. La combustión de hidrocarburos genera gases de Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O).

Alcance 1	CO₂ (TON)	CH₄ (TON)	N₂O (TON)	Total, CO₂ (TON)
2017	23.42	23.71	59.48	106.60
2018	22.88	23.83	59.81	106.52
2019	23.79	23.40	57.76	104.95
2020	8.82	8.81	21.48	39.12

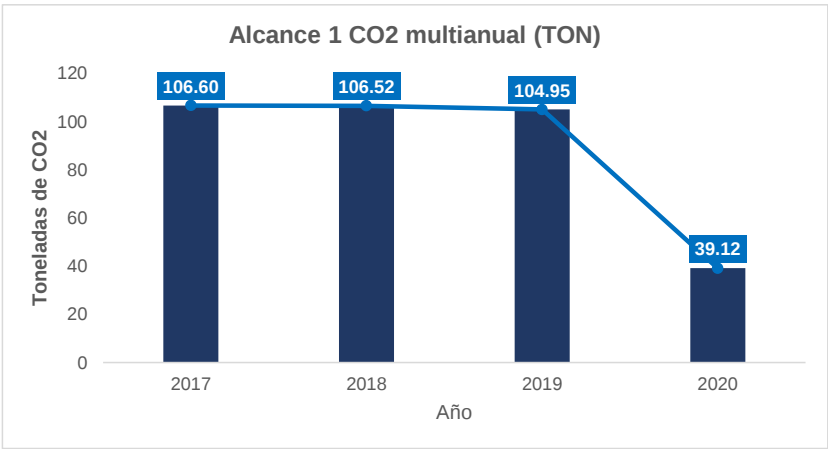
Tabla 5. Emisiones totales de CO₂ alcance 1.

El análisis multianual permitió evidenciar una reducción progresiva en las emisiones de alcance 1 de la entidad, si bien, en el año 2018 la reducción no fue relevante, para el año 2019 se

evidencio una reducción de 1.95 toneladas de CO₂, representando una reducción del 1.55% en relación al año base seleccionado, para el año 2020 fue evidente la reducción de las emisiones de alcance 1 para la entidad, esta disminución se ve directamente relacionada a la pandemia mundial por el COVID-19, si bien Colombia y las entidades públicas acudieron a cuarentenas estrictas limitando completamente la movilidad de funcionarios, produciendo en consecuencia la disminución de las emisiones por este tipo de actividades, lo que redujo en un 63.31% las emisiones de CO₂ a comparación del año base.

Año - Alcance	Alcance 1 (TON)	% Disminución de las emisiones contra año base
Año base (2017)	106.60	
2018	106.52	-0.08%
2019	104.95	-1.55%
2020	39.12	-63.31%

Tabla 6. Analisis multianual emisiones de alcance 1.



Grafica 2. Emisión multianual de alcance 1.

10.4.2. Emisiones de alcance 2

Las emisiones de alcance 2 para la entidad fueron calculadas para cada sede de la misma, este cálculo fue consecuencia de las actividades realizadas en cada sede, parte de las instalaciones de la ANLA son utilizadas como archivos documentales, por lo que el consumo de energía no es

comparable a las instalaciones donde se encuentran la mayoría de las actividades de la entidad, adicional a ello, a partir de julio 2020 se incluyó la Sede Nueva en el inventario de emisiones y a su vez la sede CAXDAC y el edificio anexo dejaron su funcionamiento en agosto del 2020, generando un cambio en la infraestructura (límites organizacionales) de la entidad cambiaron y agrupando la generación de estas emisiones en dos sedes.

Alcance 2	Caxdac CO ₂ (TON)	Edificio Anexo CO ₂ (TON)	Sede documental CO ₂ (TON)	Sede Nueva CO ₂ (TON)	Total, CO ₂ (TON)
2017	15.51	41.91	0.73	-	58.15
2018	14.29	56.92	0.68	-	71.88
2019	15.06	64.82	0.55	-	80.44
2020	5.49	68.46	0.75	16.53	91.23

Tabla 7. Emisiones totales de CO₂ alcance 2.

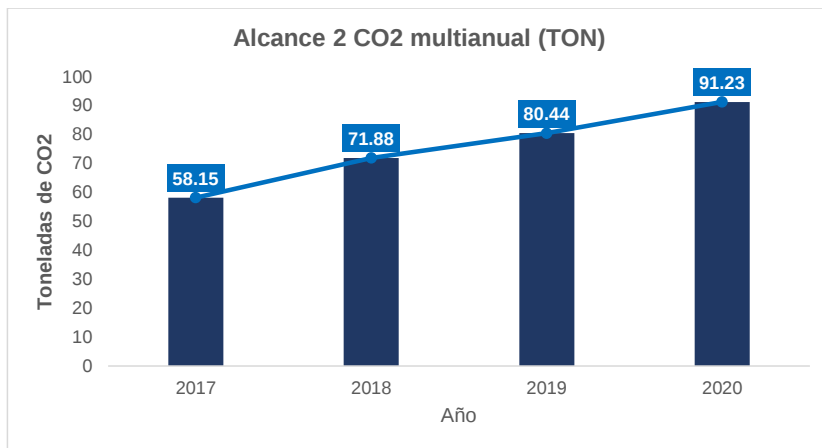
El análisis multianual muestra como resultado un crecimiento directamente proporcional al paso del tiempo, el cual, en primeras instancias se debe al incremento de personal de la entidad para sus actividades y procesos corporativos, adicional a ello, se atribuyen los incrementos a la digitalización y modernización de las funciones internas, la ANLA ha implementado el uso de los medios digitales para el desarrollo operativo de la entidad, lo que implica mayor consumo de energía a nivel estructural y global. Finalmente, los incrementos adicionales del último año 2020 se le atribuye a la Nueva Sede, un edificio que reemplazó las actividades que se llevaban a cabo en la sede CAXDAC y en el edificio Anexo.

En comparativa, en el año 2020 se generaron 33.08 Toneladas de CO₂ adicionales que en el año base, representado un incremento del 56.90% de las emisiones de GEI para el mismo, y que de seguir la misma tendencia de consumo podría llegar a representar un porcentaje mayor en el análisis de las emisiones de la entidad.

Año - Alcance	Alcance 2 (TON)	% Aumento de las emisiones contra año base
Año base (2017)		58.15
2018	71.88	23.60%
2019	80.44	38.33%
2020	91.23	56.90%

Tabla 8. Análisis multianual emisiones de alcance 2.

Como se ve puede observar en la gráfica 3, son evidentes los incrementos que ha tenido la generación de emisiones de gases de efecto invernadero por parte del consumo de energía eléctrica en las sedes de la ANLA. Se determina de forma exponencial el consumo a través del tiempo y se presenta una tendencia al incremento de estos valores en años futuros.

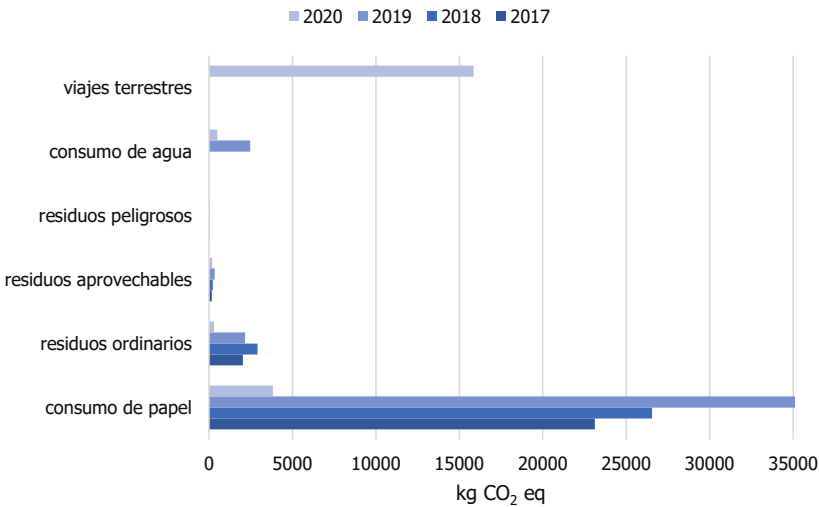


Grafica 3. Emisión multianual alcance 2.

10.4.3. Emisiones de alcance 3

Las actividades generadoras de emisión categorizadas de alcance 3, son todas aquellas que la ANLA implementa en sus procesos del día a día, pero que no son propiedad directa de la entidad. El análisis permitió evidenciar que la actividad de mayor generación de GEI fueron los viajes aéreos de funcionarios, esta actividad llega a representar el 90 % de las emisiones totales de la entidad, de igual forma, el proceso de inventario incluyó las emisiones generadas por el consumo de agua, el consumo de papel, la generación de residuos (ordinarios, peligrosos y aprovechables) y la movilidad terrestre de funcionarios, sin embargo al hacer un análisis de aportación de emisión de este alcance, fue evidente la desestimación de las emisiones diferentes a los viajes aéreos, ya que esta es la fuente de generación más representativa de la entidad. Las emisiones de los sistemas contra incendios no fueron consideradas para el inventario ya que los extintores de la entidad son hechos de polvo químico seco ABC, cuyo ingrediente activo es el fosfato

monoamónico, el cual, se considera un agente limpio y que no genera GEI en su recarga (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020)



Grafica 4. Emisiones de alcance 3 sin emisiones por viajes aéreos.

Alcance 3	Consumo de papel CO ₂ (TON)	Consumo de agua CO ₂ (TON)	Generación de Residuos CO ₂ (TON)	Vuelos CO ₂ (TON)	Total, CO ₂ (TON)
2017	23.13	-	0.18	1962.68	1985.98
2018	26.55	-	0.22	2178.82	2205.59
2019	35.61	2.47	0.34	2322.08	2360.50
2020	3.83	0.50	0.20	813.05	817.58

Tabla 9. Emisiones totales alcance 3.

En el alcance 3 de las emisiones dentro de la organización ANLA, se puede observar un aumento significativo de las emisiones generadas anualmente. Este crecimiento se puede deber a diferentes razones, aunque principalmente puede ser gracias a la ampliación de la misma organización a nivel regional, crecimiento que conlleva a que se utilicen nuevas instalaciones, se contrate más personal, y de esta forma, se incrementen las emisiones de GEI. Si bien es cierto que en el año 2020 existió una disminución bastante significativa de emisiones por parte de la organización, todo fue debido a la pandemia mundial de COVID – 19, evento que obligó a todas las organizaciones en el mundo a tomar medidas drásticas y cambiar su funcionamiento de forma

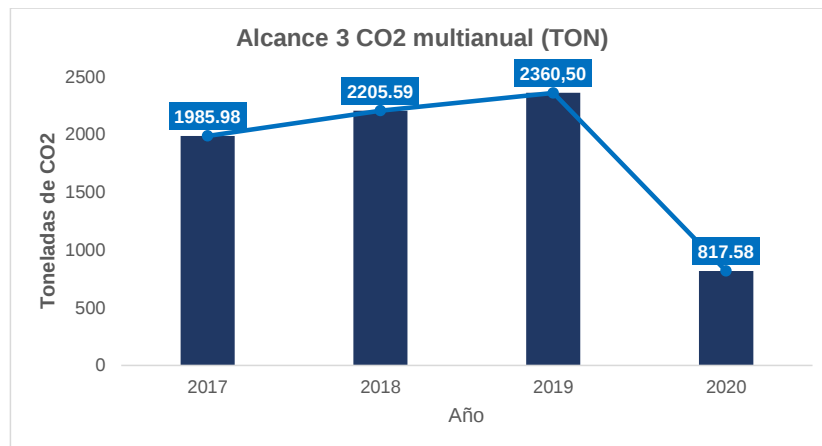
casi total. Este cambio, generó que las instalaciones casi no fueran utilizadas y del mismo modo, provocó que las actividades que la ANLA llevaba a cabo como organización, se desarrollaran de forma distinta, por lo cual se disminuyeron las actividades de mayor generación de GEI, como los viajes aéreos. Una actividad que aportaba en gran medida al inventario de emisiones y aunque en parte esto pudiera ser positivo frente a ese aspecto, es algo que no será permanente, ya que con el paso del tiempo la organización como todas las demás retomará su funcionamiento regular, por lo que dichas cifras volverán a aumentar de la forma en que venían aumentando. Es por ello por lo que es importante implementar medidas de manejo y control pese a las condiciones actuales de funcionamiento, ya que de actuar de forma oportuna y prever lo que puede suceder, el aumento en la generación de emisiones de GEI dentro de la ANLA puede verse disminuido, llegando al punto de ser una entidad mucho más sostenible que igualmente puede cumplir con cada una de sus funciones principales.

Se debe tener en consideración que los datos obtenidos para el año 2020 serán un valor atípico, esto ya que, por los eventos sucedidos durante el año, no serán factores que se esperan que sucedan en años futuros. Si bien, se produjo una disminución de los GEI de la ANLA, también concluyo en una disminución en la aportación económica que presenta la autoridad en este tipo de actividades, pudiendo invertir en diversos procesos o actividades.

Año - Alcance	Alcance 3 (TON)	% Aumento o disminución de las emisiones contra año base
Año base (2017)	1985.98	
2018	2205.59	11.06%
2019	2360.50	18.86%
2020	817.58	-58.83%

Tabla 10. Análisis multianual emisiones de alcance 3.

Como se ve puede observar a continuación, se presenta un incremento lineal frente a la generación de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de las actividades de la ANLA en los años 2017 a 2019. Es evidente la existencia de una tendencia al incremento frente a la generación de gases de efecto invernadero en comparación con el año base. Igualmente cabe destacar que para el año 2020, se presenta un decrecimiento significativo en la generación de emisiones de GEI debido al momento histórico vivido.



Grafica 5. Emisión multianual de alcance 3.

10.4.4. Análisis multianual por alcances

Posterior a la consolidación del inventario de emisiones por años, fue posible obtener una visibilidad precisa de las actividades que más influyen en la generación de emisiones de GEI en la entidad, en general las actividades generadoras de emisión en el alcance 1, representan un 4.45% de la emisión total de la entidad, no se ve representado como un valor significativo en la aportación global de la huella de carbono, pero sin duda es un punto focal para la reducción de emisiones de este tipo de actividades, suelen ser las emisiones provenientes del uso de vehículos para el transporte de funcionarios, el alcance 1 ha presentado una tendencia constante a través de los años, sus valores se mantienen alrededor de las 105 toneladas de CO₂ por año, a excepción del año 2020 que dadas las condiciones globales de pandemia se presenta como un valor atípico de 39.12 toneladas de CO₂.

Las emisiones de alcance 2, atribuidas directamente a las emisiones provenientes al consumo de energía eléctrica, representan en promedio el 3.76 % de las emisiones totales de la entidad, el análisis multianual permite evidenciar un crecimiento lineal de las emisiones para este alcance en específico, este aumento se ve directamente relacionado a los procesos operativos de la entidad por modernizar sus actividades, si bien la innovación en sus prácticas involucra el uso de computadores, conexiones a internet, impresoras etc. De igual forma el crecimiento en su base de personal implica mayores consumos en todos los recursos de la entidad y se justifican

con la implementación de nuevas edificaciones para el desarrollo de estas. La tendencia de consumo de este componente tiene a ser creciente para años futuros, representado un reto para la creación de programas de reducción y mitigación orientados a este comportamiento.

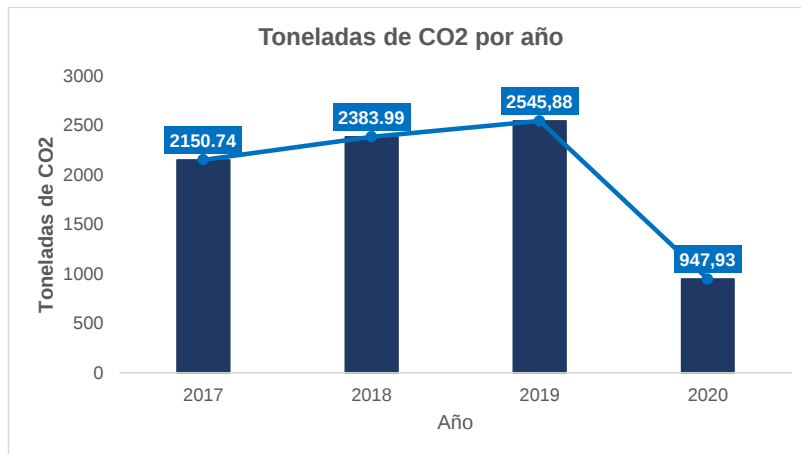
Año - Alcance	Emisión Total (TON)	% Aumento o disminución de las emisiones contra año base
Año base (2017)	2150.74	
2018	2383.99	10.85%
2019	2543.41	18.26%
2020	947.43	-55.95%

Tabla 11. Análisis multianual emisión total.

Finalmente, las actividades del alcance 3, representan en promedio el 91.79% de las emisiones totales de la entidad, este valor se debe principalmente a la actividad generadora de emisión más relevante de la entidad que son los viajes por transporte aéreo. Sin embargo, existen en la ANLA actividades adicionales generadoras de emisión en el alcance 3, que aun sin ser potestad directa de la entidad se incluyen en la delimitación de objetivos de reducción de emisiones de GEI. El análisis de las emisiones de este componente se realizó de manera bifurcada, esto, debido a la magnitud de emisiones generadas por el transporte aéreo comparada con las actividades generadoras de emisión de este alcance. La tendencia de este alcance es directamente proporcional a paso del tiempo, si bien, se ha identificado un aumento en las emisiones parciales con el paso de los años, este alcance al igual que los anteriormente mencionados se vio afectado por los sucesos mundiales vividos el año pasado, representado una reducción en la emisión total de la entidad para el año, pero de manera específica representado solo el 86.24% de la huella de carbono en comparación a los años anteriores donde el mismo componente represento más del 92% de las emisiones totales de GEI.

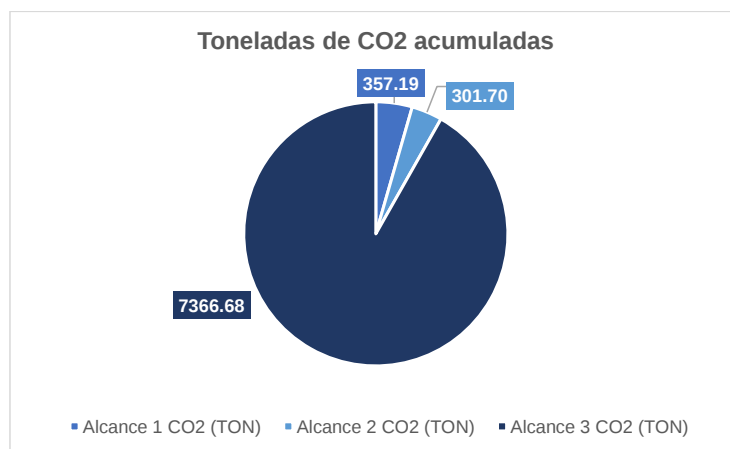
Año	Alcance 1 CO ₂ (TON)	%	Alcance 2 CO ₂ (TON)	%	Alcance 3 CO ₂ (TON)	%	Total
2017	106.60	4.96%	58.15	2.70%	1985.98	92.34%	2150.74
2018	106.52	4.47%	71.88	3.01%	2205.59	92.52%	2383.99
2019	104.95	4.13%	80.44	3.16%	2360.50	92.71%	2545.88
2020	39.12	4.13%	91.23	9.63%	817.58	86.24%	947.93
Emisiones	357.19	4.45%	301.70	3.76%	7366.68	91.79%	8025.57

Tabla 12. Emisiones totales ANLA por año.



Grafica 6. Emisión total multianual de CO2.

Finalmente se presenta una sumatoria de las emisiones obtenidas para los años de estudio, esta información resulta relevante para la creación de objetivos de reducción de emisión de GEI y de igual manera fundamenta la necesidad de calcular la huella de carbono en entidades públicas justificado en el hecho de que en solo 4 años de gestión de la ANLA, se han emitido 8025.57 toneladas de CO₂ al ambiente, contribuyendo sustancialmente a las afectaciones ambientales que representan estas emisiones y las consecuencias locales y globales que implican.



Grafica 7. Emisión total acumulada años de estudio.

11. Estrategias de reducción y mitigación

Al realizar el cálculo de la huella de carbono, se pudo identificar los puntos clave y las actividades que presentan un aporte significativo a la generación de GEI; la ANLA como entidad nacional ambiental del estado Colombiano requiere cumplir con unos altos estándares de manejo de la generación de cada tipo de contaminante, para ello se requerirán acciones en las cuales se proponga una reducción en sus emisiones, por ende, se pretenden establecer medidas las cuales regulen significativamente las emisiones por parte de la ANLA para años futuros teniendo en referencia el año base. (Es importante aclarar que estas estrategias son actividades sugeridas, no serán acciones o compromisos que la ANLA realice o realizará para la disminución de sus emisiones)

Como se puede identificar en la gráfica 7, al momento de analizar las emisiones, las actividades realizadas en el alcance 3, fue notable que su contribución a la huella de carbono incrementa con el paso del tiempo, lo que representa un crecimiento general de las actividades o procesos generadores de emisión, pero de manera específica el incremento en el uso de transporte aéreo. La huella de carbono proveniente del alcance 3 involucra un reto para la entidad ya que son consecuencia del uso de servicios de otras entidades. Sin embargo, como parte de las estrategias para la mitigación de la huella de carbono corporativa, se han identificado múltiples alternativas que permiten reducir y compensar gradualmente las consecuencias ambientales que representan las emisiones desmedidas de CO₂ y su estrecha relación con el incremento de la huella de carbono.

11.1. Alcance 1

Las actividades que generan una aportación a las emisiones de alcance 1, son todos aquellos que presentan un tipo de emisión por parte de las actividades relacionadas a una labor directa de la entidad o por equipos y/o maquinaria que se maneje dentro de esta y que sea de la propiedad de la misma. La ANLA realiza el abastecimiento de gasolina, diésel y biodiésel a sus diferentes equipos, por lo cual se presenta una generación de GEI por la quema de combustibles fósiles. Por ende, su control se vería reflejado por dos factores que serían los equipos y el combustible.

Para ello, se puede llegar a realizar una sustitución por parte del combustible que se maneje, se puede llegar a realizar una alternar por otro compuesto el cual tenga los mismos beneficios, pero

que su quema genere menores datos de emisiones de GEI que los actuales, para esto se manejan diversos tipos de biocombustibles tales como el biodiesel y el bioetanol, la implementación de estos combustibles pueden llegar a ser asimilados por los vehículos, aunque pueden llegar a presentarse un mayor deterioro en los filtros y en la potencia que puede llegar a tener el vehículo. Esto se vería reflejado en el uso de material interno de la entidad, ya sea por diversos tipos de plantas generadoras de electricidad y bombas que se manejen, de igual manera, esta sustitución podría aplicarse a los vehículos móviles terrestres que maneje la autoridad. Como se puede observar en la tabla 13, se presentan las cantidades de GEI que se producen al momento de la combustión de estas sustancias, se puede determinar que el biodiesel posee una menor cantidad de aportaciones al ambiente. (EPA, 2018)

La implementación de la sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternos, dependerá de la cantidad de emisiones que genere el combustible, por ende, teniendo en cuenta los resultados en el año 2017, se realizó una comparación en la cual se determinan posibles escenarios en el cual un combustible alternativo fuese el único consumido en el año. Determinando de esta manera cuales pueden llegar a presentar una menor aportación a la generación de GEI sabiendo que cada uno de los combustibles generan partes de CO_2 , CH_4 y N_2O y que cada uno de estas partes contaminantes representan un peso sobre la generación total de emisiones. Para esto, se tomaron en cuenta las cantidades de galones consumidas en el mes a mes del año 2017 sustituyéndolas por un consumo netamente ya sea de gasolina, diésel, biodiesel o bioetanol. Al momento de conocimiento del dato de generación de GEI por combustible, se pueden comparar con los datos obtenidos en este año base, determinando el porcentaje de disminución dependiendo del tipo de combustible por el que se sustituya. Los resultados de este escenario se pueden observar en la tabla 14.

Al momento de realizar la sustitución se debe tener en cuenta que los combustibles alternativos al llegar a ser sustancias con poca demanda en el mercado, sus precios son significativamente mayores a los de los combustibles tradicionales. Su implementación tendría que tener en cuenta el factor económico debido al incremento en los precios de desplazamiento de los miembros de la entidad.

Tipo de combustible	kg CO2/galón	kg CH4/galón	kg N2O/galón
Gasolina	8,780	0,38	0,080
Diesel	10,093	0,005	0,001
Biodiesel	9,450	0,0005	0,001
Bioetanol	5.750	0.055	0.067

Tabla 13. Factores de emisión de GEI de combustión móvil en carretera.

Tipo de combustible	Emisiones totales Kg CO2 eq	Porcentaje de disminución del año 2017	Precio del combustible 07/2021 (COP/gal)
Emisiones 2017	106603,988	-	-
Gasolina	111399,06	-4,498%	\$ 8.847
Diesel	27812,738	73,910%	\$ 8.394
Biodiesel	25814,590	75,785%	\$ 16.013
Bioetanol	71.650,331	32,788%	\$ 32.651

Tabla 14. Emisiones de gases por tipo de combustible en comparación a datos del año 2017.

De igual manera la implementación del cambio de la maquinaria sería la acción la cual reduciría de manera significativa las emisiones en el alcance 1, para ello se requeriría de un plan a un periodo prolongado de tiempo en el cual, ya sea implementado o por etapas o por un desgaste natural de los equipos, la sustitución de los vehículos terrestres de la ANLA, presentaría los cambios en la generación de GEI. La idea sería en sustituir los vehículos de la ANLA de vehículos terrestres de consumo de combustibles fósiles por vehículos terrestres de consumo eléctrico. El consumo típico de un vehículo eléctrico va entre los 12 y los 20 kWh/100 km, cada litro combustible fósil contiene mucha energía, 9,7 kWh en el caso de la gasolina y 10,7 kWh para el Diesel. Para un depósito de 45 litros lleno eso significa 436,5 kWh (gasolina) o 481,5 kWh (Motor, 2017). Los depósitos de petróleo destilado tienen una excelente densidad energía/volumen y energía/masa. Los últimos modelos eléctricos que están saliendo tienen 30-40 kWh de capacidad en sus baterías, muchísimo menos. Esta propuesta, tendría que verse a futuro debido a la situación actual que maneja el país con la participación de este tipo de vehículos móviles, la

tecnología de estos vehículos actualmente no es muy asequible a cualquier tipo de mercado por sus altos costos monetarios.

11.2. Alcance 2

Las emisiones de este tipo de alcance se ven reflejadas por el consumo de energía eléctrica que se llegue a tener en la entidad. Como se pudo observar en la gráfica 3, este tipo de emisión, genera un crecimiento lineal a diferencia de los otros dos, esto incluye a los eventos sucedidos en el año 2020 por el COVID 19. El consumo de energía eléctrica, es una emisión la cual va en crecimiento con el crecimiento de la entidad, esto se debe al mayor uso e implementación de dispositivos eléctricos dentro de cada una de las sedes de la ANLA.

En el año 2020 en el mes de Julio, la ANLA disminuyó la cantidad de sedes que manejaban y se juntaron en la actual sede nueva, sede en la cual se manejan las diferentes actividades que se realizaban en la mayoría de sus diferentes sedes, lo cual reduce de manera significativa el consumo de energía debido a su implementación de nuevas tecnologías que ayudan al ahorro de consumo energético. Las acciones que se pueden llegar a tener en cuenta serían enfocadas a un consumo eficiente de la energía eléctrica dentro de la organización, la implementación de campañas de uso y manejo correcto de la energía eléctrica sería la mejor opción, esto teniendo en cuenta que siempre existirán momentos en los cuales los trabajadores dentro de la entidad, no usarán de manera óptima los diferentes dispositivos eléctricos presentes en cada una de las sedes. La generación de estas campañas ayudaría a que casos tales como el consumo de energía en horas no laborales (Dispositivos encendidos en horas no laborales) disminuya y de igual manera aporte a la disminución del consumo, para ello se requerirá aportaciones por parte de la ANLA a la igual tecnología que detecten el movimiento para activación de las luces y de igual manera programación en los equipos para su hora de desconexión. En años posteriores, el deterioro de los equipos actualmente adquiridos por la entidad serán una realidad, por lo que deberán de ser reemplazados por equipos los cuales sean de un uso más eficiente y de menores consumos eléctricos. Implementando sin necesidad de un gasto económico, un plan en el cual se tengan en cuenta los diferentes equipos de la entidad, los cuales se puedan llegar a ver afectados por el paso del tiempo, actividades humanas o simples daños naturales del equipo, contemplando una mejora eficiente hacia la entidad y sus consumos.

La implementación de aporte de energía eléctrica por diferentes medios a los tradicionales puede llegar a verse como otra acción de disminución del consumo eléctrico, pero con este tipo de acciones se requerirían una participación económica debido a que sería necesario realizar la compra de equipos. En caso puntual, podría contemplarse la opción de la energía solar, la mínima aportación que pueda hacer un panel solar, disminuiría la participación que existiría sobre el consumo de energía eléctrica sobre diferentes actores. La utilización de este tipo de alternativas energéticas ayudaría a restar el consumo que se calcula según los parámetros del GHG Protocol, debido a que sería energía que no llegan suministrados por una empresa generadora de energía eléctrica.

11.3. Alcance 3

Las actividades generadas en el alcance tipo 3 pueden verse como aquellas en las cuales se encuentra como entes consumidos a la ANLA y como ente del cálculo de la contaminación entidades externas que suministran un recurso o un servicio. En este caso se verán reflejadas diferentes tipos de actividades que asocian a cada una de los diferentes puntos de generación de contaminantes.

11.3.1. Consumo de agua

La ANLA al realizar actividades de oficina, no presenta una mayor aportación al consumo de agua por parte de sus actividades por lo cual el tratar de controlar su consumo se verá reflejado en las actividades que involucren a los trabajadores dentro de la entidad. Para ello, existen diferentes maneras de regular el manejo del agua dentro de este tipo de organizaciones tales como son los proyectos de uso eficiente y responsable del agua, donde se identifique los potenciales reúsos en las instalaciones, pudiendo así realizar una reducción en el consumo y desecho de la misma. De igual manera, la reducción en el consumo del agua, puede llegar a ser progresiva por el paso de los años, esto se debe al deterioro que pueden llegar a tener los diferentes instrumentos dentro de la organización, haciendo que pueda llegar a realizar la adquisición de nuevos instrumentos que mejoren el uso y manejo del agua.

11.3.2. Consumo de papel

El consumo de esta materia, es más que requerida en un lugar de trabajo teniendo en cuenta los documentos y las diversas maneras en las cuales se tengan que presentar formas, tramites,

licencias, documentos e investigaciones, por lo cual más que llegar a generar una reducción la idea será a implementar un mejor manejo en el uso del papel. Teniendo en cuenta que actualmente, la tecnología ha llegado a implementar la digitalización de los documentos, al igual que implementar diversas herramientas digitales para el manejo de documentación en lugares de trabajo tales como las bibliotecas y bases de datos digitales.

En el año 2020, tras la difícil situación que se vivió a nivel global, múltiples empresas a nivel nacional se vieron obligadas a realizar trabajos en casa, por lo cual el trámite de documentos paso a ser parte del pasado, el uso y distribución por el correo electrónico y por aplicaciones, redujeron el manejo de estos materiales. De igual manera todas estas aplicaciones se han ido implementando para realizar una actualización a las necesidades de los usuarios, por lo cual documentos los cuales necesiten ser firmados y autorizados, son tareas las cuales se realizan en cuestión de segundos. En Colombia, existen empresas las cuales tienen un consentimiento de el no uso de papel, implementando herramientas digitales ya sea por el uso de tabletas, computadores portátiles y Smartphones, realizado un uso menor no solo en el consumo de papel sino en el de residuos sólidos por parte de los errores de impresión y el uso excesivo de tintas.

11.3.3. Generación de residuos sólidos

Los residuos sólidos, son una problemática que se presenta en cada una de las diferentes organizaciones a lo largo del país, estos residuos generalmente van a parar a los rellenos sanitarios ubicados a lo largo del territorio nacional. Estos residuos sólidos se caracterizan por tener una aportación por la densidad que estos manejen (datos los cuales manejan las empresas de gestión de residuos)

Estos consumos son en su mayoría poco o muy difíciles de controlar en una entidad, por ende, la disminución en la generación de estos residuos puede que no llegue a ser una aérea de oportunidad. Aunque teniendo en cuenta que estos datos son los que llegan a las empresas que realizan un servicio de recolección de residuos, la ANLA puede llegar a presentar planes internos en los cuales disminuyan los kg de estos residuos sólidos a las empresas de recolección, implementando la incorporación de separación en la fuente, llegando a realizar el mismo reciclaje o la reincorporación de alguno de estos a la vida útil.

Años atrás en la ciudad de Bogotá, la separación en la fuente ha llegado a presentar datos importantes en cuanto a las toneladas que llegan a parar en los rellenos sanitarios, la implementación de recolectores ha ayudado a que diversos materiales lleguen a ser vueltos a una etapa productiva a un menor costo. Este tipo de actividades, ayudarían a que disminuya

significativamente el dato que suministren las empresas de recolección de residuos e incentiven a otras entidades a participar en este tipo de campañas.

De igual manera para aquellos residuos de carácter orgánico (son los que aportan un mayor aporte debido a su densidad y su porcentaje de humedad), estos pueden llegar a aprovecharse ya sea con la generación de compostaje o el suministro a diferentes organizaciones que se encarguen de realizar este tipo de actividades. En Colombia, actualmente existen empresas que se encargan de la recolección y manejo de este tipo de residuos, al igual que existen planes con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), en los que se puede llegar a realizar unos planes para el manejo de este tipo de residuos. Las empresas que manejan este tipo de tratamientos algunas realizan la opción de compra de residuos de todo tipo, como otras que se realizan a el pago por el tratamiento de ella, se manejan casos como los de organizaciones como Recytrans, Destapando, Control ambiental Colombia.

De esta manera, aquellos residuos que su misma composición sea difícil de reciclar, devolver a un ciclo útil o no se pueda descomponer dentro de un lapso de tiempo corto, serían los residuos los cuales llegarían a las empresas recolectoras y posteriormente a su disposición final.

11.3.4. Desplazamientos aéreos

11.3.4.1. Implementación del uso de plataformas digitales

Como evento clave, por los eventos sucedidos en el año 2020, se implementó como medida de contingencia al contagio y propagación del COVID 19, se acudió a la virtualidad, haciendo uso de plataformas de conferencia virtual de manera indispensable para cualquier tipo de reunión que en la normalidad pudiera involucrar el uso de medios de transporte aéreos, sin desestimar las ocasiones en las que el traslado regional fuera de carácter obligatorio.

El uso de estas plataformas permite conectar a personas en cualquier parte del país a través de una conexión a internet y un dispositivo móvil, reduciendo la necesidad de trasladarse entre ciudades, reduciendo el número de contagios y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero de alcance 3.

11.3.4.2. Optimización del uso del medio de transporte aéreo

Como parte de las alternativas para la reducción de las emisiones se aborda la optimización del uso del medio de transporte, esta está definida por todos los esfuerzos que puedan hacer los

miembros de la entidad al momento de viajar en avión, en primer lugar se puede focalizar la estrategia en evitar los viajes cortos, por ejemplo, uno de los vuelos más recurrentes por parte de miembros de la entidad son los realizados entre Bogotá-Barrancabermeja-Bucaramanga, representando para el 2018, 1.056 ton CO₂ por trayecto (Fuente, cálculo de las emisiones EAN&USTA) las cuales, usando otros medios de transporte pudieron haber generado de 0,831 ton CO₂ haciendo uso del transporte aéreo entre Bogotá-Barrancabermeja y 0,010 ton CO₂ por trayecto entre Barrancabermeja- Bucaramanga. Esto reflejaría una disminución en cuanto a la aportación de GEI y costos de la autoridad, aunque se verán afectados los tiempos en los trayectos, los cuales pasaran de ser vuelos cortos a trayectos en vehículos terrestres de por lo menos 2-3 horas.

Trans porte	Inicio	Destino	Tiem po, h	Emisión, ton CO ₂	Traye ctos	Emisión Total, ton CO ₂	Total , h
Avión	Bogotá	Barrancabermeja	1,08	0,836	24	25.45	1.83
Avión	Barrancabermeja	Bucaramanga	0,75	0,224	24		
Avión	Bogotá	Barrancabermeja	1,08	0,836	24	20.33	3.58
Carro	Barrancabermeja	Bucaramanga	2,50	0,011	24		

Tabla 15. Comparativa de emisiones según el medio de transporte.

11.3.4.3. Buenas prácticas en los desplazamientos aéreos

La medida más eficaz es simplemente hacer uso de las buenas prácticas al volar. La generación de emisiones de gases de efecto invernadero es intrínseca al hecho de viajar en avión, por lo que la manera más sencilla de reducir la huella de carbono es aplicar medidas que permiten reducir este impacto ambiental, en primera medida se puede evitar el uso de vuelos con escalas, esto se debe al hecho de que el 25% de las emisiones generadas provienen del despegue y aterrizaje del avión, las escalas entre vuelos duplicarían la emisión en función de las escalas entre destinos.

Como segunda medida de las buenas prácticas es evitar el uso de las clases business en los aviones, si bien estas secciones de lujo en los aviones reducen la capacidad de carga en secciones del avión, ya que en promedio una silla en clase business equivale a 4 sillas en clase turista (referencia) lo que involucra el hecho de que podrían viajar más personas si este tipo de

asientos no existieran en las aeronaves, reduciendo sustancialmente las unidades de CO₂ equivalentes por pasajero.

La capacidad de carga de los aviones es igualmente relevante dado que el combustible utilizado varía en la cantidad de peso que puede soportar la aeronave, por lo que a modo personal los colaboradores de la ANLA podrían viajar con equipaje ligero, reduciendo la cantidad de combustible utilizado en el trayecto. Adicional a ello puede llegar a ser conveniente el hecho de no hacer uso de los plásticos en el avión, los cuales se pueden ver presentados como los envases provistos por la aerolínea para entregar comidas y bebidas en el transcurso del vuelo, de igual manera recurrir a la reutilización resulta eficaz, para reducir de cierta manera la huella de carbono aportada por la utilización de este tipo de materiales.

11.4. Planes de compensación

11.4.1. Compra de bonos de carbono

Como parte de las medidas de compensación la entidad puede recurrir a aportar de manera económica a la reducción de la huella de carbono. Las aerolíneas a través de sus sistemas de gestión ambiental han creado programas de compensación de carbono, estos programas les permiten a los usuarios de los aviones comprar una compensación equivalente al carbono que cuesta el viaje en cuestión, de esta forma se paga dinero a un proyecto de carácter ambiental que busque ahorrar energía y reducir la generación de emisiones en otras zonas del país o continente. Este costo puede ser asumido de manera independiente por parte de la ANLA o puede ser visto como un valor agregado al presupuesto en transporte aéreo de la compañía, y representa una reducción significativa en la huella de carbono de la organización, si bien, no reduce la emisión de manera directa, ayuda a la compensación y mitigación por medio del apoyo económico. La relación costo beneficio de este tipo de programas resulta llamativa, dada las toneladas de CO₂ que se pueden compensar en función de la aportación económica que se realice.

Año	Emisión, ton CO₂	Costo 50% (USD)	Costo, COP	Costo 100% (USD)	Costo, COP
2017	2152.77	\$ 1,776.04	\$ 6,374,083.95	\$ 3,552.07	\$ 12,748,167.90
2018	2386.96	\$ 1,969.24	\$ 7,067,491.38	\$ 3,938.48	\$ 14,134,982.77
2019	2548.08	\$ 2,102.17	\$ 7,544,547.64	\$ 4,204.33	\$ 15,089,095.29

2020	964.1	\$	795.38	\$	2,854,580.07	\$	1,590.77	\$	5,709,160.14
Total	8051.91	\$	6,642.83	\$	23,840,703.05	\$	13,285.65	\$	47,681,406.09

Tabla 16. Análisis de costos compensación de carbono.

Año	Alcance 1	Costo, COP	Alcance 2	Costo, COP	Alcance 3	Costo, COP
2017	106.60	\$ 631,258.55	58.15	\$ 344,172.11	1985.98	\$ 11,760,477.24
2018	106.52	\$ 630,784.81	71.88	\$ 425,655.39	2205.59	\$ 13,060,952.78
2019	104.95	\$ 621,487.67	80.44	\$ 476,345.57	2360.50	\$ 13,978,291.08
2020	39.12	\$ 231,658.86	91.23	\$ 540,241.26	817.58	\$ 4,841,504.43
Total	357.19	\$ 2,115,189.91	301.70	\$ 1,786,592.00	7366.68	\$ 43,623,637.95

Tabla 17. Análisis de costos por tipo de emisión.

La corporación puede incluir los costos anteriormente presentados en su planeación anual, el presupuesto presentado representa la cobertura total de la huella de carbono generada por la entidad a nivel multianual, el precio establecido por la organización de las naciones unidas es de \$ 1.65 USD por tonelada, haciendo exequible la oportunidad a las organizaciones de carácter nacional e internacional de asumir un precio por las emisiones generadas, de igual manera la elección de la aportación económica varía en la voluntad de la entidad, y los precios por tonelada varían de acuerdo a las características del Proyecto, la evaluación de costos presentada hace referencia a un Proyecto en Brasil el cual busca la construcción de dos plantas hidroeléctricas con una capacidad instalada de generación de 11.16 MW.

11.4.2. Herramientas digitales

Finalmente, una de las opciones más sencillas es la implementación de herramientas digitales para la búsqueda en línea. Ecosia, es una extensión del motor de búsqueda Google, el cual fue creado con el propósito de incentivar las búsquedas en línea fomentando la plantación de árboles donde la naturaleza y las personas más los necesitan. La comunidad de Ecosia ha plantado ya millones de árboles en Etiopía, Brasil, Indonesia, España y en muchos otros puntos críticos para la biodiversidad. Este buscador por cada 45 búsquedas elaboradas realiza la plantación de un árbol, lo cual como ellos aclaran en su sitio en línea “Cada búsqueda elimina 1 kg de CO₂”.

La implementación de esta herramienta es totalmente gratuita y de igual manera su implementación no varía los resultados de las búsquedas en línea ya que funciona con el navegador Google. La idea surge en recaudar fondos mediante los anuncios que aparecen en línea, de los cuales el 80% son aprovechados para invertirlos en estas regiones afectadas. Actualmente poseen más de 15 millones de usuarios que utilizan su interfaz de manera determinada como motor de búsqueda. De igual manera se encargan de proteger la seguridad de cada uno de sus usuarios, haciendo que dentro de su interfaz no se vendan o los sitios web con publicidades no puedan tener acceso a información del usuario, generando una seguridad en cada una de las búsquedas y la confianza de este para y con los usuarios. Hasta los primeros días del mes de junio de 2021, la plataforma afirmó que ha sembrado más de 127 millones de árboles desde su año de creación y su meta es alcanzar los 1000 millones de árboles para el año 2025. Para ello han realizado campañas publicitarias para promover el uso de esta herramienta.



Ilustración 3. Funcionamiento de Ecosia.

Las diferentes actividades propuestas para la mitigación y control de las emisiones de GEI presentadas por la ANLA, son proyectos los cuales tendrían que ser generadas en periodo de tiempo acorde a la dificultad o la necesidad de adquisición que requiera para poder ejecutarse. Por ende, se plantean unos periodos de tiempo para la implementación de estas acciones de corto, mediano y largo plazo. Las acciones de corto plazo, serán aquellas en las cuales la entidad no requerirá de realizar una inversión mayor en cuanto a tiempo de implementación o gasto económico, ya que serán estrategias en las cuales se concientice a los trabajadores de tener buenos manejos de las actividades; para las acciones a corto plazo se plantea un periodo de ejecución entre los 0-12 meses. Las acciones a medio plazo, serán aquellas acciones en las cuales se verán de por medio un trabajo por parte de la ANLA, para llegar a implementar estrategias de control y manejo de estas, el trabajo se encargaría en la planeación de estrategias

y digitalización de datos, en los cuales el proceso es demorado y su inversión económica es relevante; para las acciones a medio plazo se plantea un periodo de ejecución entre los 2-5 años. Las acciones largo plazo, son aquellas las cuales la entidad tendría que llegar a que llegar a invertir en un reemplazo de tecnologías al igual que adquisición de nuevas, por ende, la inversión económica que se requeriría sería elevada teniendo en cuenta la implementación de tecnología de última generación para la disminución de emisiones de GEI. En estas actividades hay que tener en cuenta que los costos serán elevados debido a que tecnología que se encuentra actualmente no es de muy fácil adquisición, por lo que al avance del tiempo serán tecnologías de un mayor alcance a la mano; para las acciones a medio plazo se plantea un periodo de ejecución entre los 6-15 años. En la tabla 18 se presentan las actividades propuestas en las cuales se clasifican por su periodo de realización.

Tipo de alcance	Actividad	Acción	Periodo de realización
1	Combustibles	Reemplazo de Combustible	Medio
	Vehículos	Sustitución de maquinaria	Largo
2	Tecnologías en el ahorro de energía	Sistemas inteligentes en el ahorro de energía eléctrica	Medio
	Energías Alternativas	Instalación de paneles solares	Largo
3	Consumo de agua	Proyecto de uso eficiente y responsable del agua	Medio
	Consumo de papel	Digitalización e uso de bases de datos digitales	Medio
	Generación de residuos solidos	Separación en la fuente y reciclaje	Corto
		Compostaje de los residuos orgánicos	Medio
	Desplazamientos aéreos	Uso de plataformas digitales	Corto
		Optimización del uso del medio de transporte aéreo	Corto
		Buenas prácticas en los desplazamientos aéreos	Corto

Compensación	Programas de compensación de carbono	Bonos de carbono	Largo
	Implementación de herramientas digitales	Ecosia	Corto

Tabla 18. Periodo de realización de las actividades sugeridas para la mitigación de GEI en la ANLA.

12. Conclusiones

- Al momento de identificar los limites en los cuales se va a realizar el cálculo de la huella de carbono corporativa, se requirió una participación activa de la entidad, para el suministro de información con el fin de establecer cada una de las actividades y procesos de la organización.
- La determinación del año base se ve reflejado en su totalidad por la calidad de datos y la disponibilidad de información sobre el proyecto, de igual manera la participación de la entidad para compartir datos es de carácter fundamental para garantizar una cuantificación precisa de la emisión.
- Las actividades generadoras de emisión de GEI del alcance 1 fueron atribuidas plenamente al uso de combustibles por parte de la entidad, representando poco menos del 5% de la emisión total de la ANLA, esta información puede cambiar en función de la información disponible a través de los años, esto a causa de que existen más actividades generadoras de emisión en este alcance, pero no se cuantifican para el propósito del inventario.
- Mayormente las estrategias para la reducción de las emisiones de alcance 1, involucran un cambio estructural de la actividad generadora, por lo que las estrategias presentadas pueden verse desestimadas por parte de la ANLA.
- Parte de las posibles actividades de generación de las emisiones de GEI en la ANLA son de poca aportación a la contaminación del ambiente, como es el caso de los sistemas contra incendio, ya que previo al análisis de la huella de carbono

los sistemas de recarga de los extintores son realizado con agentes de recarga limpia.

- Las emisiones de alcance 1 se han mantenido constantes en función del tiempo de estudio, lo que garantiza la efectividad de las medidas de reducción puesto que la emisión de GEI se ha mantenido constante, posibilitando la creación de planes a largo plazo
- Con base en la información analizada se puede concluir que las emisiones de alcance 2, serán emisiones de crecimiento lineal. Esto a causa del crecimiento organizacional evidenciado en el análisis cuantitativo de las emisiones.
- La generación de GEI en el año 2020 se vio afectada por el evento a nivel mundial ocurrido por el COVID 19, lo cual se puede ver justificado por su influencia en la cantidad de CO₂ generado en ese año. Por otra parte, hay que tener en cuenta que esta afectación deja de ser tan notoria en el alcance 2, esto se debe a la adquisición de la Sede nueva (sede en la cual se reunieron las actividades de sedes tales como la CAXDAC y edificio anexo) las nuevas tecnologías, el uso de mayor equipo y el alto consumo en los primeros meses de operación hicieron que sus emisiones no disminuyeran en comparación con de los alcances 1 y 3.
- Las emisiones de alcance 3 llegan a representar el 92% de las emisiones anuales de la ANLA, por lo que la mayoría de las estrategias diseñadas están orientadas a reducir drásticamente las emisiones producto de estas actividades.
- Se pudo determinar que las emisiones de tipo 3 son las emisiones que tienen un mayor aporte a las emisiones totales generadas, esto se debe a que se desconocen las interacciones que poseen la empresa que gestiona el bien y/o servicio suministrado a la ANLA, por ende, tratar de mitigar las emisiones generadas, requeriría una cooperación de las diferentes entidades para llegar a disminuir este tipo de emisiones por las actividades empeñadas.
- El diseño de estrategias de reducción fue orientado a una inversión económica de corto alcance. Ya que, con la implementación de las buenas prácticas ambientales se pueden evidenciar cambios sustanciales favorables en la generación de emisiones de GEI de la ANLA.
- El inventario de emisiones desarrollado para la ANLA servirá como marco de referencia para las demás instituciones de carácter ambiental en el cálculo de la huella de carbono corporativo.

- La implementación de la mayoría de las estrategias de reducción presentadas en la investigación, pueden llegar a representar una reducción aproximada del 15% de la emisión total de la entidad.
- El desarrollo total de las estrategias de mitigación, reducción y compensación ofrecidas en el desarrollo del proyecto puede llegar a simbolizar una reducción aproximada de hasta un 25% de reducción de emisión para el año 2030, representando una reducción anual de 493 toneladas de CO₂ equivalente en promedio y una reducción total para el año 2030 de 6936.74 toneladas de CO₂.

Bibliografía

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2017). *Descripción general de los gases de efecto invernadero*. Massachusetts: EPA.
- ANLA. (5 de Agosto de 2010). *Licencia Ambiental Subdirección de Evaluación y Seguimiento*; ANLA. Obtenido de ANLA: <https://www.anla.gov.co/tramites-y-servicios/servicios/licencia-ambiental>
- ANLA. (27 de Septiembre de 2011). *Objeto y funciones*; ANLA. Obtenido de ANLA: <https://www.anla.gov.co/entidad/institucional/objeto-y-funciones>
- ANLA. (2018). *Manual del Sistema Integrado de Gestión*. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- ANLA. (2019). ANLA. Obtenido de Sistema Integrado de Gestión: <http://www.anla.gov.co/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/sistema-integrado-de-gestion>
- ANLA. (2019). *Informe de Sostenibilidad*. Bogotá D.C.: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- ANLA. (2019). *Plan Estratégico Nacional*. Bogotá: ANLA.
- ANLA. (2019). *Portafolio de Servicios*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente. Obtenido de www.anla.gov.co/documentos/servicios/anla_portafolio_03042019.pdf
- Aponte, H. (2017). *Propuesta De Estrategias De Mitigación A Partir Del Cálculo De La Huella De Carbono De Los Campus Norte Y Sur De La Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales U.D.C.A En Los Años 2014 – 2015*. Bogotá: UDCA Facultad de Ciencias Aplicadas.
- Area metropolitana del Valle de Aburra. (3 de 6 de 2019). *Huella de Carbono Corporativa*. Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Arnabat , I. (2018). *Impacto de los refrigerantes en el medio ambiente: pasado, presente y futuro. Calor y Frío*.
- Asociación Española para la calidad (AEC). (s.f.). *Asociación Española para la calidad (AEC)*. Obtenido de GHG Protocol: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/ghg-protocol>
- Asociación Española Para la Calidad (AEC). (s.f.). *Asociación Española Para la Calidad (AEC)*. Obtenido de NORMA UNE-EN ISO 14064: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/norma-une-en-iso-14064>

- Barrera, X., Gomez, R., & Suarez, R. (2015). *EL ABC DE LOS COMPROMISOS DE COLOMBIA COP21*. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Bastianoni, S. (2004). *The problem of assigning responsibility for greenhouse gas emissions*. Ecological Economics.
- Benavides Ballesteros, H., & León Aristizabal, G. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. IDEAM.
- CEPAL. (2012). *Informe del cuarto Seminario internacional sobre la huella de carbono "Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales"*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Corporación Ambiental Empresarial (CAEM). (s.f.). *Corporación Ambiental Empresarial (CAEM)*. Obtenido de Cálculo de Huella de Carbono: <https://www.caem.org.co/linea-estrategica-energia-sostenible-2/calculo-huella-carbono/>
- Demografico, Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto. (2006). Segundo Diálogo Informal sobre el Papel de las Actividades de Uso de la Tierra. Cambio uso de la tierra y Servicultura en el Cambio Climático. *Segundo Diálogo Informal sobre el Papel de las Actividades LULUCF en el cambio climático* (págs. 50-70). Valencia: Gobierno de España.
- Determinación de los Límites Organizacionales. (2001). En W. B. Institute, *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero* (págs. 17-27). Impreso en México.
- Ecointeligencia. (20 de 05 de 2013). *Ecointeligencia*. Obtenido de ¿Conoces en qué consiste el GHG Protocol?: <https://www.ecointeligencia.com/2013/05/ghg-protocol/>
- Ecopetrol. (15 de Febrero de 2021). *Acción por el Clima- Ecopetrol*. Obtenido de <https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/ResponsabilidadEtiqueta/Medio%20ambiente/cambio-climatico-et>
- EPA. (09 de 03 de 2018). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Recuperado el 19 de 07 de 2021, de https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-03/documents/emission-factors_mar_2018_0.pdf
- EPA. (2020). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*.
- EPA. (2021). *EPA*. Obtenido de Descripción general de los gases de efecto invernadero: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- FAO. (2020). *Modelos y su uso*; FAO. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/w7452s/w7452s01.htm>
- GreenHouse Gas Protocol. (2021). *GreenHouse Gas Protocol*. Obtenido de <https://ghgprotocol.org/>

- Greenhouse Gas Protocol. (s.f.). *Greenhouse Gas Protocol*. Obtenido de Bilan Carbone: <https://ghgprotocol.org/Third-Party-Databases/Bilan-Carbone>
- Grupo Éxito. (2020). *Política de Cambio*. Cambio Climático.
- GTC- ISO-TR 14069:2017. (22 de Marzo de 2017). *Gases de Efecto Invernadero. Cuantificación e Informe de las emisiones de Gases de Efecto invernadero para las Organizaciones. Orientación para la aplicación de la Norma ISO 14064-1*. ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Obtenido de ISO.
- Hertwich E & Peters G. (2009). *Carbon Footprint of Nations: A Global, Trade-Linked Analysis*. American Chemical Society.
- IBM. (2020). *Fórmulas de cálculo de huella de carbono*. Obtenido de Gestión de la sostenibilidad ambiental de propiedades inmobiliarias: <https://www.ibm.com/docs/es/tririga/10.5.0?topic=calculations-carbon-footprint-calculation-formulas>
- ICONTEC. (15 de Abril de 2020). NTC - ISO 14064 - 1. *Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el Informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. Colombia.
- IDEAM . (7 de Enero de 2007). *Atencion y participacion ciudadana (Cambio Climatico)*. Bogota D.C, Cundinamarca, Colombia.
- IDEAM. (14 de 5 de 2014). *Participacion Ciudadana (Gases de efecto Invernadero)*. Bogota D.C, Cundinamarca, Colombia.
- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERIA;. (2016). *Inventario Nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero-Colombia*. Bogota D.C: Puntoaparte bookvertising.
- IPCC. (1996). *Panel Intergubernamental de Cambio Climatico*. Ginebra: IPCC Huidelines for National GHG.
- IPCC. (2018). Anexo I: Glosario. En *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero*. (pág. 82).
- ISO 14001. (16 de Septiembre de 2019). *Huella del carbono ¿Qué es? ¿Cómo se mide?* Obtenido de Nueva ISO 14001: <https://www.nueva-iso-14001.com/2019/09/huella-del-carbono-que-es-como-se-mide/>
- La República. (19 de Febrero de 2020). En Colombia el factor de emisión de CO2 por generación eléctrica es de 164,38 gramos por kWh. *La República*.

- Magro, J. (2012). *Cálculo y verificación de la huella de carbono. Acciones de reducción de emisiones*. Madrid: AENOR.
- Minambiente. (2021). *Protocolo de Kioto (pK)*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/458-plantilla-cambio-climatico-14#:~:text=En%20general%20el%20Protocolo%20de,se%20firme%20en%20el%20futuro>
- Ministerio de Ambiente. (2020). *Buenas Prácticas Ambientales en el Mantenimiento, recarga y uso de extintores portátiles con HCFC-123*. Asuntos Ambientales y Sectorial y Urbana.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). *Inventario Nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero-Colombia*. Bogota D.C: Puntoaparte bookvertising.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Buenas practicas ambientales en el mantenimiento, recarga y uso de extintores portatiles con HCFC-123*. Bogota D.C: Bibliovirtual MinAmbiente.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo. (s. f.). (2021). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo. (s. f.)*. Obtenido de ¿Qué es la Calculadora de Carbono 2050? | Calculadora Colombia 2050: <https://calculadora2050.minambiente.gov.co/es/que-es-la-calculadora-de-carbono-2050>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Huella de carbono*. Obtenido de <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- Motor. (02 de 03 de 2017). *¿Cuánto cuesta cargar un coche eléctrico?* Obtenido de <https://www.motor.es/noticias/cuanto-cuesta-cargar-coche-electrico-201734364.html>
- Naciones Unidas. (2021). *Observatorio del principio 10 en América Latina y el Caribe; Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>
- NDC. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC)*. Gobierno de Colombia.
- Oficina Catalana del Canvi Climatic. (2013). *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*.
- Perry, S. (2008). *Integrating waste and renewable energy to reduce the carbon footprint of locally integrated energy sectors*. Energy.
- Rincón, D. C. (2020). *ESTUDIO Y SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA A UTILIZAR PARA LA MEDICIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL USO DE LAS TIC EN COLOMBIA*. Bogotá.

- Rukikaire, K. (14 de 07 de 2020). La Enmienda de Kigali logra 100 ratificaciones e impulsa la acción climática. *ONU*, págs. 1-3.
- Scott, M. (2008). *The Importance of Carbon Footprint*. Environmental Science Technolog.
- SDA. (08 de 2015). *Guía para la elaboración del informe de la huella de Carbono Corporativa en entidades Públicas del Distrito Capital*. Obtenido de http://www.ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=f64a7ccd-8a76-4d0d-b6de-33a3f08576fc&groupId=586236
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). *Secretaría Distrital de Ambiente*. Obtenido de Subdirección de Políticas y Planes Ambientales: Secretaría Distrital de Ambiente: http://www.ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=f64a7ccd-8a76-4d0d-b6de-33a3f08576fc&groupId=586236
- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (s.f.). *¿Qué es un Inventario de gases efecto invernadero?* Obtenido de Bogotá Cambio Climático - Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá: <http://ambientebogota.gov.co/es/que-es-un-inventario-de-gases-efecto-invernadero>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (s. f.). (2021). *Secretaria Distrital de Ambiente. (s. f.)*. Obtenido de Calculadora CO2 STORM: <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/calculadora-co2-storm1>
- Sherwood, S. S. (29 de 7 de 2018). *Cambio Climatico Global*. Obtenido de Upward revision of global fossil fuel methane emissions based on isotope database.: <https://cambioclimaticoglobal.com/metano>
- The British Standards Institution. (s.f.). *The British Standards Institution*. Obtenido de PAS 2060 Neutralidad en Emisiones de carbono: <https://www.bsigroup.com/es-ES/Neutralidad-en-Emisiones-de-carbono-PAS-2060/>
- United Nations Climate Change. (25 de 8 de 2017). *UNFCCC Sites and Platforms*. Obtenido de UNFCCC: https://unfccc.int/es/kyoto_protocol
- UPME. (2016). *Fecoc*. Obtenido de Fecoc: http://www.upme.gov.co/Calculadora_Emisiones/aplicacion/acercade.html
- Vargas, J. O. (2017). Sustancias agotadoras de ozono en la extinción de incendios. *Boletín Ozono*, 1-16.
- Wilches, F., & Suarez, C. (2016). *Evaluación de la Huella de Carbono en la producción de bloque de arcilla en la ladrillera "Los Cristales*. Bogotá: Universidad Libre.
- Woodcock, J. (2008). *Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport*. The lancet.

World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute. (2001). Determinación de los Límites Organizacionales. En *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero* (págs. 17-27). Impreso en México.

World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2001). Determinación de los Límites Operacionales. En *Protocolo de* (págs. 28-38). Impreso en México.

World Resources Institute (WRI). (2002). *Protocolo de Gases Efecto Invernadero*. Washington DC: WBCSD. Obtenido de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf

World Resources Institute (WRI). (2002). *Protocolo de Gases Efecto Invernadero*. Washington DC: WBCSD. Obtenido de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf

WORLD RESOURCES INSTITUTE. (s.f.). *WORLD RESOURCES INSTITUTE*. Obtenido de The GHG Emissions Calculation Tool: <https://ghgprotocol.org/ghg-emissions-calculation-tool>

A.

ANEXOS

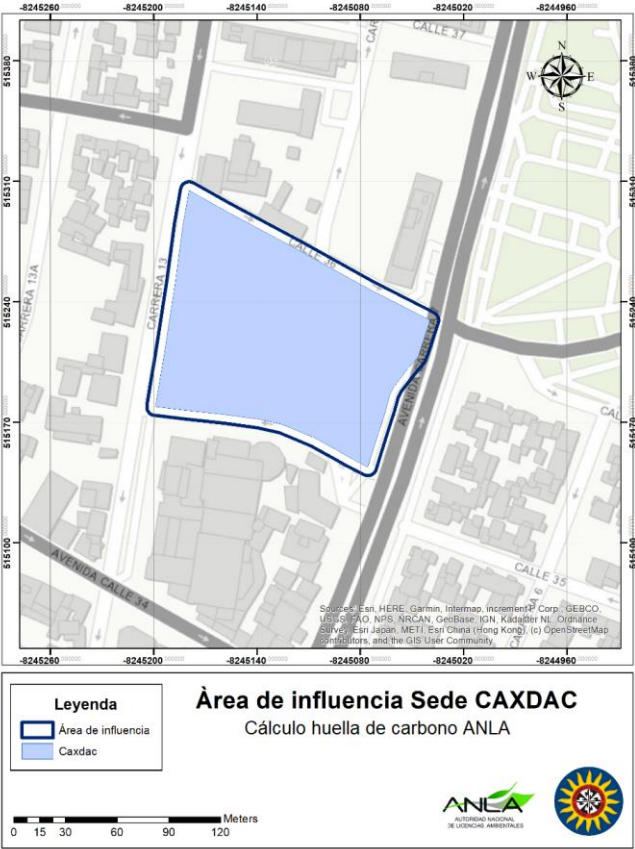


Ilustración 4. Área de influencia CAXDAC

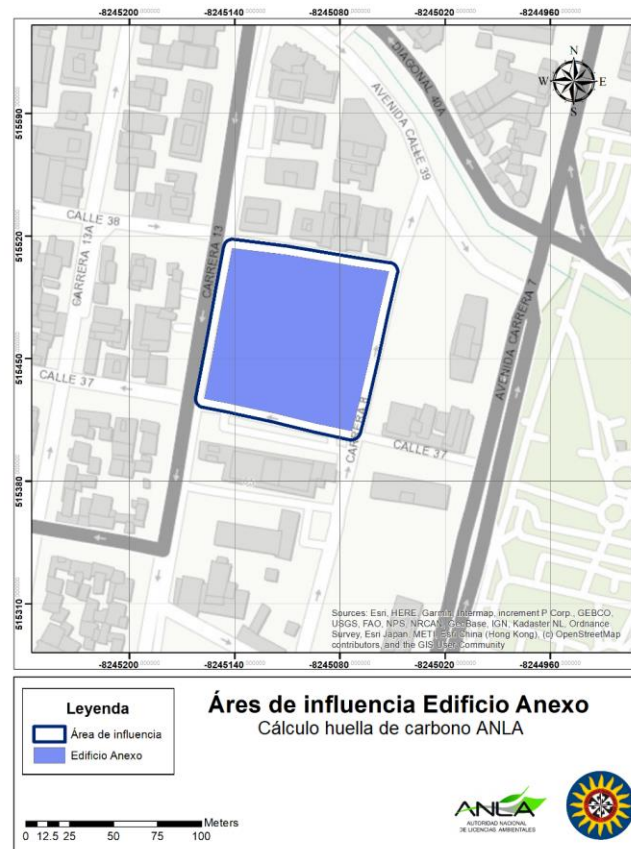


Ilustración 5. Área de influencia edificio Anexo.

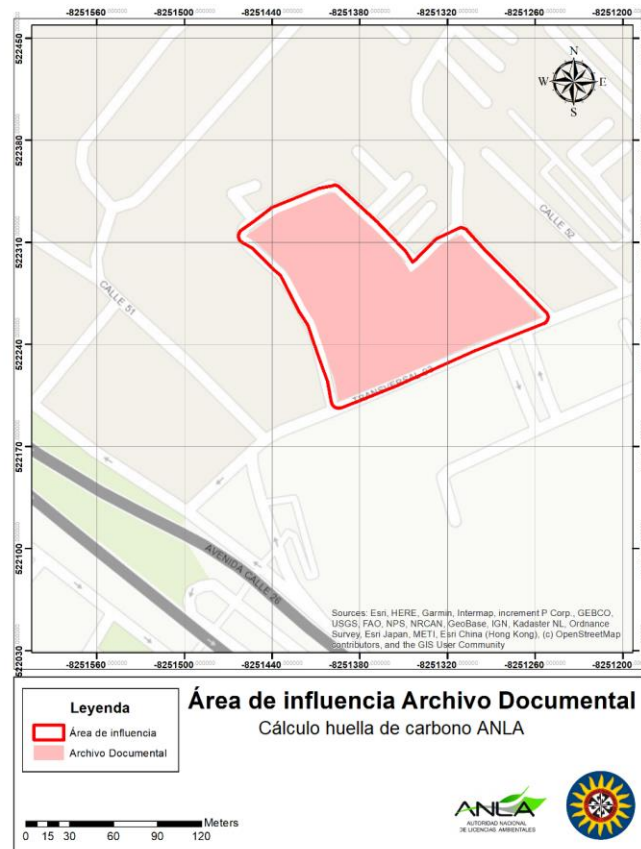


Ilustración 6. Área de influencia archivo documental.



Ilustración 7. Área de influencia Sede Nueva.

B.

Año	Edificio	Alcance 1		Alcance 2	Alcance 3							
		Consumo de Combustibles, fósiles líquidos	Fugas de Refrigerantes	Consumo de Energía eléctrica	Viajes aéreos	Viaje Terrestres	Uso de papel	Generación de residuos aprovechables	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos ordinarios	Uso de agua	Mantenimiento de equipos contra incendios
2017	CAXDAC	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si
	Edificio anexo										No	
	Archivo documental CAXDAC										No	
2018	CAXDAC	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si
	Edificio Anexo										No	
	Archivo documental CAXDAC										No	
2019	CAXDAC	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	No	Si
	Edificio Anexo										Si	
	Archivo documental CAXDAC										No	
2020	CAXDAC	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
	Edificio Anexo										Si	No
	Archivo documental										No	Si
	Sede Nueva										Si	Si

Tabla 19. Consolidación de fuentes de emisión ANLA por año.

C.

C-1. Factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono fuente estacionaria

A continuación, se presentan los factores de emisión para fuentes estacionarias.

Tipo de combustible	kg CO ₂ /galón	kg CH ₄ /galón	kg N ₂ O/galón
Gasolina	8,780	0,38	0,080
Diesel	10,093	0,0014	0,0001
Biodiesel	9,450	0,14	0,01

Tabla 20. Factores de emisión para fuentes estacionarias según tipo de combustible. Fuente: EPA.

C-2. Factores de emisión para viajes aéreos de colaboradores.

Tipo de Viaje	km	Factor de Emisión CO ₂ (kg CO ₂ /pasajero*km)	Factor de Emisión CH ₄ (kg CH ₄ /pasajero*km)	Factor de Emisión N ₂ O (kg N ₂ O/pasajero*km)
Viaje Corto: <	482	0,13359	0,00478	0,00423
Viaje Medio: > 482 <	3701	0,08264	0,00037	0,00261
Viaje Largo: >=	3701	0,10253	0,00037	0,00323

Tabla 21. Factores de emisión para el GHG. Fuente EPA.

C-3. Factores de emisión para el alcance 3

Factores de emisión fuentes de generación de alcance 3			Factor emisión	Unidad	Fuente
Consumo de agua			0,1427	kg CO2/m3 agua tratada potable	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) – España
Consumo de papel		Papel de fibra virgen	1,84	kg CO2/kg papel	Asociación de empresarios de Gipuzkoa (ADEGI) – País Vasco, España.
		Papel reciclado	0,61	kg CO2/kg papel	
Generación de Residuos	Aprovechables	Papel / Cartón	0,05641	kg CO2 eq /kg residuo	Guía de Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, OCCC, Versión 2021
	Ordinarios	Fracción Resto	0,58665	kg CO2 eq /kg residuo	La fracción resto es la fracción de los residuos de origen doméstico que se obtiene una vez efectuadas las recogidas separadas. De acuerdo con Guía de Cálculo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, OCCC, Versión 2021
	Peligrosos	Pilas	0,0000535	kg CO2/ kg residuos	Impacto ambiental da Universidad de Santiago de Compostela, 2009. Noelia López, Dora Blanco (Oficina de Desenvolvemento Sostenible, USC)
		Baterías	0,00214	kg CO2/ kg residuos	
		Aceite Usado	0,0554	kg CO2/ kg residuos	
		Equipos Electrónicos (luminarias)	0,0846	kg CO2/ kg residuos	
		Varios (Envases (plásticos, metálicos y de vidrio)	0,00418	kg CO2/ kg residuos	
		Disolventes (Pinturas, Tóner)	0,0991	kg CO2/ kg residuos	
	Tóner	0	kg CO2/ kg residuos	Dado que no se encontró un factor de emisión para la pintura, se toma el de disolventes ya que es uno de sus componentes	
				NTC 6023: "Los productos químicos de cartuchos de Tóner debe tener un factor de Potencial de afectación de la capa de ozono igual a 0	

Tabla 22. Factores de emisión para fuentes de alcance 3.

C-4. Factores de emisión para viajes terrestres de colaboradores.

Tipo de vehículo	Factor de emisión		
	kg CO ₂ /vehículo*km	kg CH ₄ /vehículo*km	kg N ₂ O/vehículo*km
Passenger car	0,213130253	0,011806049	0,006835081
Light-duty truck	0,293287112	0,011806049	0,011184678

Tabla 23.Factores de emisión para EL GHG Fuente:EPA.

D.

No	Actividad/ Proceso	Alcance			Fuente de emisión	ANLA		Datos Disponibles		Disponibilidad %			
		1	2	3		Si	No	Si	No	2017	2018	2019	2020
1	Consumo de agua			X	PTAP	X			X				
2	Consumo de artículos de baño			X	Papel higiénico y toallas de papel usados	X			X				
3	Consumo de gas	X			Duchas y estufas	X			X				
4	Consumo de hidrocarburos			X	Vehículos y planta eléctrica	X		X		100%	70%	70%	100%
5	Consumo de Jabones y desinfectantes			X	Procesos de sanitización y limpieza	X			X				
6	Consumo de papel de impresión			X	Impresiones y fotocopios	X			X				
7	Consumo energético		X		Organización completa	X		X		100%	60%	90%	30%
8	Generación de residuos inorgánicos			X	Organización completa	X		X		100%	60%	90%	30%
9	Generación de residuos orgánicos			X	Cafeterías y baños	X		X		100%	60%	100%	50%
10	Generación de residuos peligrosos			X	Enfermerías y baños	X		X		100%	100%	100%	100%
11	Transporte de contratistas			X	Vehículos automotores	X		X		100%	100%	100%	100%
12	Transporte local empleados	X			Vehículos automotores	X		X		100%	100%	100%	100%
13	Transporte nacional empleados	X			Vehículos automotores	X		X		100%	100%	100%	100%
14	Tratamiento de aguas residuales domesticas			X	PTAR	X			X				
15	Tratamiento de aguas residuales industriales			X	PTAR	X			X				
16	Uso de aceites	X			Vehículos automotores y manteamiento	X			X				
17	Uso de aires acondicionados	X			Organización completa	X			X				
18	Uso de baterías	X			Calculadoras y controles remotos	X			X				
19	Uso de calentadores y termostatos	X			Organización completa	X			X				
20	Uso de computadores	X			Organización completa	X			X				
21	Uso de estufas y calentadores	X			Cafeterías	X			X				
22	Uso de extintores	X			Organización completa	X			X				
23	Uso de fotocopadoras y scanner	X			Organización completa	X			X				
24	Uso de impresoras y cartuchos	X			Organización completa	X			X				
25	Uso de lámparas y bombillos	X			Organización completa	X			X				
26	Uso de materiales de papelería	X			Organización completa	X			X				

x

27	Uso de microondas	X			Cafeterías	X			X				
28	Uso de neveras y refrigeradores	X			Cafeterías	X			X				
29	Uso de parlantes	X			Organización completa	X			X				
30	Uso de televisores	X			Organización completa	X			X				
31	Uso de ventiladores	X			Organización completa	X			X				
32	Uso de video beams	X			Organización completa	X			X				
Disponibilidad total de la información										100.00 %	81.25 %	93.75 %	76.25 %

Tabla 24 Lista de chequeo para la determinación de actividades generadoras de emisión y disponibilidad de información de la entidad. Fuente: Autores.