



Estimación de huella de carbono en la Sede Central de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - Corantioquia- año base 2022, para proyecciones hacia una entidad carbono neutro

Camila Gómez Marín

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial otorgado por UdeA

Asesor

Nora Cadavid Giraldo- Profesora de cátedra, programa Ingeniería Industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Industrial
Medellín – Colombia
2023

Cita	(Gómez Marín, 2023)
Referencia	Gómez Marín, C. (2023). <i>Estimación de huella de carbono en la Sede Central de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - Corantioquia-año base 2022, para proyecciones hacia una entidad carbono neutro.</i> [Trabajo de grado]. Universidad de Antioquia, Medellín, UdeA.
Estilo APA 7 (2020)	



Universidad de Antioquia (UdeA)

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia)

Consejo Nacional de Rectores (Conare)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Objetivos	13
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
2 Marco teórico	14
Ciclo del carbono.....	14
Prevención, mitigación y compensación de las emisiones de gases con efecto invernadero	16
Gestión del cambio climático	16
3 Metodología	19
Cronograma de actividades	20
Herramienta MRV de Gestión del Cambio Climático	21
4 Resultados	25
Límites del inventario GEI	25
Límites de la organización.....	25
Límites de informe de la Huella de Carbono Corporativa.....	25
Descripción del año base y seguimiento a las emisiones.....	26
Cuantificación de emisiones de GEI	26
Modelo de cuantificación de GEI	26
Identificación de fuentes de GEI.....	27
Recolección de información	28
Exclusiones y aclaraciones	32

5 Análisis.....33

 Cálculo de las emisiones de GEI.....33

 Huella de Carbono33

 Emisiones Biogénicas.....37

 Plan de reducción de emisiones.....37

 Compensación39

6 Conclusiones41

Referencias43

Anexos.....45

Lista de tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades	20
Tabla 2 Sedes Corantioquia.....	25
Tabla 3 Fuentes de emisión Corantioquia	27
Tabla 4 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Móviles	28
Tabla 5 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Fijas	28
Tabla 6 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Fijas, gaseoso.....	29
Tabla 7 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Fugitivas	29
Tabla 8 Fuentes de Emisiones Directas, Tratamiento de Residuos.....	29
Tabla 9 Fuente de emisión, energía eléctrica adquirida	29
Tabla 10 Fuente de emisión, consumo de combustible transporte aguas abajo (viáticos)	30
Tabla 11 Fuente de emisión, viajes empleados y colaboradores.....	30
Tabla 12 Emisiones indirectas por bienes adquiridos	31
Tabla 13 Fuente de emisión por disposición final, vertimiento	31
Tabla 14 Reporte Lineamientos NTC-ISO 14064-1:2020 Fuente: MRV Gestión del Cambio climático	35
Tabla 15 Reporte emisiones discriminadas por GEI, alcance 1	37
Tabla 16 Reporte Emisiones CO ₂ Biogénicas.....	37
Tabla 17 Plan de reducción por fuentes de emisiones.....	38

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Fases del proyecto	19
Ilustración 2 Interfaz inicial de la Herramienta MRV Gestión del Cambio Climático	22
Ilustración 3 Ejemplo de estructura de Reporte Fuentes Móviles. Sección 1, identificación de la fuente. Sección 2, datos reportados	23
Ilustración 4 Descripción de emisiones.....	26
Ilustración 5 Emisiones totales 2022 de la sede central Corantioquia, por alcances y fuentes.....	34
Ilustración 6 Distribución Huella de Carbono emisiones directas e indirectas	36

Lista de anexos

Anexo A Matriz de Significancia Corantioquia	45
Anexo B Inventario GEI Corantioquia.....	47
Anexo C NTC-ISO 14064-1 2020	48
Anexo D Tipos de emisiones	49
Anexo E (Alcance) Discriminadas GEI	50

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CH4.	Metano
CICC.	Comisión Intersectorial de Cambio Climático
CMNUCC.	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO₂.	Dióxido de Carbono
Cornare	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare
Corantioquia.	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
GEI.	Gases de Efecto Invernadero
HFCs.	Hidrofluorocarbonos
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MRV.	Monitoreo, Reporte y Verificación
N₂O.	Óxido Nitroso
NDC.	Contribución Determinadas a Nivel Nacional
PFCs.	Perfluorocarbonos
PRCC.	Plan Regional del Cambio Climático Corantioquia
SF₆.	Hexafluoruro de azufre.

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo estimar la huella de carbono corporativo para el año 2022, como año base, en la Sede Central de Corantioquia mediante la herramienta de MRV de Gestión del Cambio Climático (en alianza con la CAR Cornare) orientado a cumplir con la Ley 2169-2021, definiendo en el artículo 16 el reporte obligatorio de emisiones de GEI, y aportar al Sistema de Información Ambiental para Colombia - SIAC, para establecer directrices para la gestión de acciones de adaptación al cambio climático y mitigación de Gases de Efecto Invernadero y promover un desarrollo bajo en carbono, siendo esto también una contribución a un problema global. Metodológicamente, se realizó una contextualización de Corantioquia y el proceso de medición GEI, para luego hacer la capacitación correspondiente por Cornare para el manejo de la herramienta MRV de Gestión del Cambio Climático, después se procedió a la identificación de fuentes de emisiones, lo que conllevó a la recopilación de información de las fuentes de emisión en la Sede Central de Corantioquia, revelando un cálculo de las emisiones de GEI en la herramienta MRV de Gestión del Cambio Climático, para finalmente dar una interpretación y reporte de resultados, aportando una propuesta de plan de reducción de dichas emisiones.

Palabras clave: carbono neutralidad, compensación de emisiones, Gases de Efecto Invernadero, huella de carbono, indicadores y reducción.

Abstract

The objective of this project is to estimate the corporate carbon footprint for the year 2022, through a quantification as a base year, at the Corantioquia Headquarters using the MRV Climate Change Management tool (in partnership with CAR Cornare) oriented to comply with Law 2169-2021, defining in article 16 the obligatory report of GHG emissions, and contributing to the Environmental Information System for Colombia - SIAC, to establish guidelines for the management of adaptation actions to climate change and mitigation of Gases of Greenhouse Effect and promoting low carbon development, this also being a contribution to a global problem. Methodologically, a contextualization of Corantioquia and the GHG measurement process was carried out, to then carry out the corresponding training by Cornare for the management of the MRV Climate Change Management tool, after which the emission sources were identified, which led to the collection of information from emission sources at the Corantioquia Headquarters, revealing a calculation of GHG emissions in the MRV Climate Change Management tool, to finally give an interpretation and report of results, providing a plan proposal reduction of these emissions.

Keywords: carbon neutrality, compensation of emissions, greenhouse gases, carbon footprint, indicators and reduction.

Introducción

La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia es una entidad orientada a la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos para lograr una óptima administración del medio ambiente y los recursos naturales renovables, conforme con las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente. La corporación formuló el Plan Regional del Cambio Climático, donde se establecen cinco alcances a saber: 1) generar la línea Base de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), 2) diagnosticar las acciones regionales para la mitigación del Cambio Climático y la adaptación al Cambio Climático, 3) formulación del Plan Regional de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (PRCC) y 4) generar el Plan de Sensibilización y Divulgación. (Corantioquia, 2017)

Este Plan Regional aporta al compromiso adquirido por Colombia en el Acuerdo de París y lograr los objetivos que se decreta en la Ley 2169-2021 para las metas, medidas mínimas y pilares de la transición a la carbono neutralidad al 2050.

En el marco de esta gestión, la Corporación debe ser un referente a través de la reducción, mitigación y/o compensación de las emisiones generadas por su propia operación, por esto, se propone realizar la medición de huella de carbono en la Sede Central de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia para proyecciones hacia una entidad carbono neutro, teniendo como objetivo sistematizar la información y consolidar el Plan de Reducción de Emisiones.

Asimismo, en este documento se describe el cálculo de la huella de carbono corporativa de la sede central de Corantioquia, contemplando las emisiones generadas en el desarrollo de las actividades para el cumplimiento misional de la corporación, teniendo como apoyo y fundamento la herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación -MRV- de Gestión de Cambio Climático desarrollada por Cornare, la cual esta sistematizada bajo la NTC ISA 14064-1 (2020). Para el uso de la herramienta, en el año 2022 hubo un acuerdo de voluntades con la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de Antioquia, Corantioquia, Corpourabá y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, teniendo como objetivo principal estandarizar los procesos de medición y gestión de la información referente al cambio climático en el departamento y los territorios. (Cornare, 2022)

Con el fin de lograr el objetivo mencionado anteriormente, se busca desde la ingeniera industrial generar indicadores para medir objetivamente la huella de carbono y obtener el año base en la corporación, orientado en la proyección de la carbono neutralidad con la herramienta de MRV de Gestión de Cambio Climático facilitada por el convenio realizado con Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare. De esta manera, se realizó el análisis oportuno de los datos obtenidos, enfocándose en el mejoramiento continuo y optimización de recursos para mejorar la eficiencia de agua, energía y materiales, diseñando procesos que reduzcan el consumo de estos recursos y haciendo uso de tecnologías más limpias.

El desarrollo del trabajo demuestra cómo, el ejercicio de levantamiento y análisis de indicadores, control detallado de procesos y verificación de resultados, propio de la ingeniería industrial, se aplica perfectamente a la gestión sostenible de los recursos naturales y a la reducción del impacto ambiental generado por las actividades humanas.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Estimar la huella de carbono en la Sede Central de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia año base 2022.

1.2 Objetivos específicos

Identificar las fuentes de emisiones de GEI de la Sede Central de Corantioquia.

Cuantificar las emisiones a través de la herramienta MRV Gestión del Cambio Climático para estimar la huella de carbono.

Proponer plan de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

2 Marco teórico

Este trabajo se enmarca en los conceptos de cambio climático, ciclo de carbono y alteración de este y Gases de Efecto Invernadero y por último, la Gestión de la Información del Cambio Climático. Para la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el cambio climático hace referencia a las modificaciones a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Donde algunas de las causas principales han sido las actividades humanas y las emisiones de la industria, principalmente la quema de combustibles fósiles. (Naciones Unidas, s.f.)

El uso de combustibles fósiles genera Gases de Efecto Invernadero (GEI) atrapan el calor en la atmósfera, reteniendo la radiación solar, lo que se ve reflejado en el aumento en la temperatura del planeta, siendo la principal causa del cambio climático. La producción de estos gases se da de manera natural y por actividades humanas. Los más comunes son el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y los gases fluorados; las alteraciones climáticas asociadas a mayor concentración de estos gases, afectan la dinámica del sistema natural, los niveles del mar, y son causantes de procesos de extinción de especies, tanto animales como vegetales. (Benavides y León, 2007; Instituto de Hidrología, 2007)

El dióxido de carbono (CO₂) es el gas de efecto invernadero más conocido y su principal fuente de emisión es la quema de combustibles fósiles para la generación de energía. El metano (CH₄), por su parte, es liberado durante la producción y transporte de hidrocarburos, la agricultura, la descomposición de residuos orgánicos, ganadería y cultivos de arroz especialmente en campos inundados; procesos naturales como la descomposición de la materia orgánica en humedales, son también generadores naturales de CO₂ y metano. El óxido nitroso (N₂O) se produce principalmente por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura y en la quema de combustibles fósiles, tiene fuentes naturales como la oxidación de amoníaco atmosférico y de nitrógeno de suelo. (Echeverri, 2006).

Ciclo del carbono

La alteración del ciclo natural del carbono es una fuente de desequilibrio en la dinámica natural de este compuesto químico, que ha implicado una mayor concentración de este en la

atmósfera. Un punto inicial en la descripción del ciclo del carbono puede ser la absorción de dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera por parte de las plantas a través de la fotosíntesis. Las plantas utilizan el CO_2 para producir energía y materia orgánica; a través de ellas, el carbono entra a la cadena trófica. Cuando las plantas y animales mueren, se descomponen y liberan CO_2 a la atmósfera. Este proceso es parte del ciclo natural del carbono y no implica variaciones climáticas. (Fowler, *et al.*, 2013).

Por otra parte, el gas dióxido de carbono existe en la atmósfera y se disuelve en agua. Disuelto en el agua, forma ácido carbónico que contribuye a procesos de meteorización de las rocas, liberando cationes y aniones que posteriormente darán origen a carbonatos (EUROPA PRESS, 2020). La fotosíntesis convierte el gas de dióxido de carbono en carbono orgánico, y la respiración recicla el carbono orgánico de nuevo en gas de dióxido de carbono. El almacenamiento a largo plazo de carbono orgánico ocurre cuando la materia de los organismos vivos se entierra profundamente bajo tierra y se fosiliza, generando depósitos de carbón, petróleo o gas natural (Khan Academy, 2017).

La actividad volcánica es el único proceso natural capaz de devolver a la atmósfera los grandes depósitos de carbono generados de la dinámica de la corteza terrestre. Sin embargo, la actividad humana ha superado ampliamente la magnitud de este proceso natural y a través del uso de combustibles fósiles y de la calcinación de carbonatos para la producción de cemento, ha conducido a alteraciones significativas en el ciclo del carbono. (Evans y Perlman, s.f.)

Además de la liberación de los depósitos geológicos, otras actividades humanas como la deforestación o la degradación de los suelos, liberan aceleradamente el carbono retenido en la biomasa incrementando el fenómeno de alteración del ciclo y concentración del CO_2 en la atmósfera. Adicionalmente, el exceso de CO_2 atmosférico genera una mayor dilución de este en las aguas oceánicas afectando su pH y con ello, la totalidad de la vida marina. A este propósito, los impactos antropogénicos sobre el ciclo del carbono están afectando el hábitat y es urgente tomar medidas para reducir las emisiones GEI de manera que no se alteren los mecanismos naturales de regulación climática, y con ellos, el equilibrio de la biósfera.

Es por ello que, uno de los mayores desafíos que enfrenta la humanidad en la actualidad es el cambio climático. Con la carbono neutralidad se busca reducir o compensar las emisiones de gases con efecto invernadero, ya sea como individuos o como empresas. Esto se logra a través de

la eficiencia energética, la reconversión tecnológica o la adquisición de créditos de carbono, concepto que aplica a la práctica de apoyo a proyectos que aportan a la reducción de emisiones en actividades diferentes a las que dieron origen a las emisiones, logrando equilibrar su efecto global. La carbono neutralidad genera beneficios globales, contribuyendo al equilibrio climático y generando nuevas fuentes de ingresos.

Prevención, mitigación y compensación de las emisiones de gases con efecto invernadero

La prevención hace referencia a las acciones encaminadas a evitar que el riesgo pueda generar impacto negativo sobre el medio ambiente. Es importante identificar los riesgos potenciales y tomar acciones para reducir la probabilidad de ocurrencia.

Por otro parte, la mitigación es implementar medidas para reducir el impacto de los riesgos que ya han ocurrido, es decir reducir las emisiones de gases de efecto invernadero -que atrapan el calor- hacia la atmósfera para evitar que el planeta se caliente de manera más extrema.

Finalmente, la compensación es brindar soluciones después de haber sucedido el riesgo. Son las acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos o mitigados. (Artículo 2.2.2.3.1.1, Decreto 1076, 2021)

Gestión del cambio climático

Con el fin de reforzar el compromiso de diferentes gobiernos para mitigar el cambio climático, en el 2015 se hizo un tratado internacional legalmente vinculante, el Acuerdo de París. En este se establece una meta global y acciones para todos los gobiernos como la mitigación o reducción de las emisiones de CO₂, informes de avances cada 5 años para fijar objetivos y reforzar las capacidades de las sociedades para afrontar las consecuencias del cambio climático. (Naciones Unidas, s.f.). En efecto, (García, *et al.*, 2016) menciona que Colombia acordó ante la comunidad internacional ciertas acciones, y estas son:

1. 100 % del territorio nacional con planes de cambio climático.
2. Un sistema nacional de indicadores de adaptación.

3. Las cuencas prioritarias contarán con instrumentos de manejo con consideraciones de variabilidad y cambio climático.
4. Seis sectores prioritarios de la economía estarán implementando acciones de adaptación innovadoras.
5. Fortalecimiento de la estrategia de educación a públicos sobre cambio climático.
6. Delimitación y protección de los 36 complejos de páramos.
7. Aumentar en más de 2,5 millones de hectáreas la cobertura de áreas protegidas.
8. Inclusión de consideraciones de cambio climático en proyectos de interés nacional y estratégicos (Pines).
9. 10 gremios del sector agrícola con capacidad de adaptarse.
10. 15 departamentos del país participando en las mesas técnicas agroclimáticas y un millón de productores recibiendo información agroclimática.

Adicionalmente, la Contribución Determinada de Nivel Nacional de Colombia tiene como objetivos reducir un 51 % las emisiones de GEI, alcanzar la carbono neutralidad en el año 2050, lo cual consiste en la equivalencia a cero entre las emisiones y absorciones antropogénicas, entre otros.

Para gestionar la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático en Colombia se estableció el Decreto 298 de 2016, donde se diseñó el Sistema Nacional de Cambio Climático- SISCLIMA- y se enfatiza 9 nodos regionales (Amazonia, Orinoquía, Centro Oriente Andino, Norandino, Eje cafetero, Antioquia, Caribe e Insular, Pacífico Norte y Pacífico sur) que tienen la finalidad de promover políticas, estrategias, planes, programas, proyectos y acciones de mitigación. (Decreto 298, 2016)

Para apoyar este decreto y precisar en la coordinación nacional del SISCLIMA, el Congreso de Colombia decreta la Ley 1931 de 2018 estableciendo directrices para la gestión del cambio climático estableciendo un marco jurídico para la financiación, evaluación y desarrollo de proyectos para la gestión del cambio climático. Un aspecto importante para resaltar de la ley es que todas las entidades tienen responsabilidad en la participación de la gestión del cambio climático e implementar acciones propias para dicha gestión. Por otra parte, se definió los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT) por el cual las autoridades

ambientales regionales priorizan y establecen medidas o acciones de adaptación y mitigación de GEI para ejecutar en su jurisdicción. (Ley 1931, 2018)

Ahora bien, con el propósito de contribuir al análisis y hacer seguimiento continuo de los reportes sobre la estimación de emisiones y reducción de Gases de Efecto Invernadero y hacer seguimiento de las NDC, se estableció la resolución 1447 de 2018, definiendo un Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) para tener lineamientos internacionales sobre transparencia y enfoque en la reducción de estos gases y evaluar los impactos generados por la implementación de medidas de mitigación. Igualmente, establece lineamientos para la formulación de proyectos, cálculo de la línea base, entre otros. Esta resolución contribuye a la estandarización de las metodologías de estimación de emisiones permitiendo tener datos de mejor calidad y favorece al seguimiento periódico y su impacto en reducción de emisiones. (Resolución 1447 de 2018)

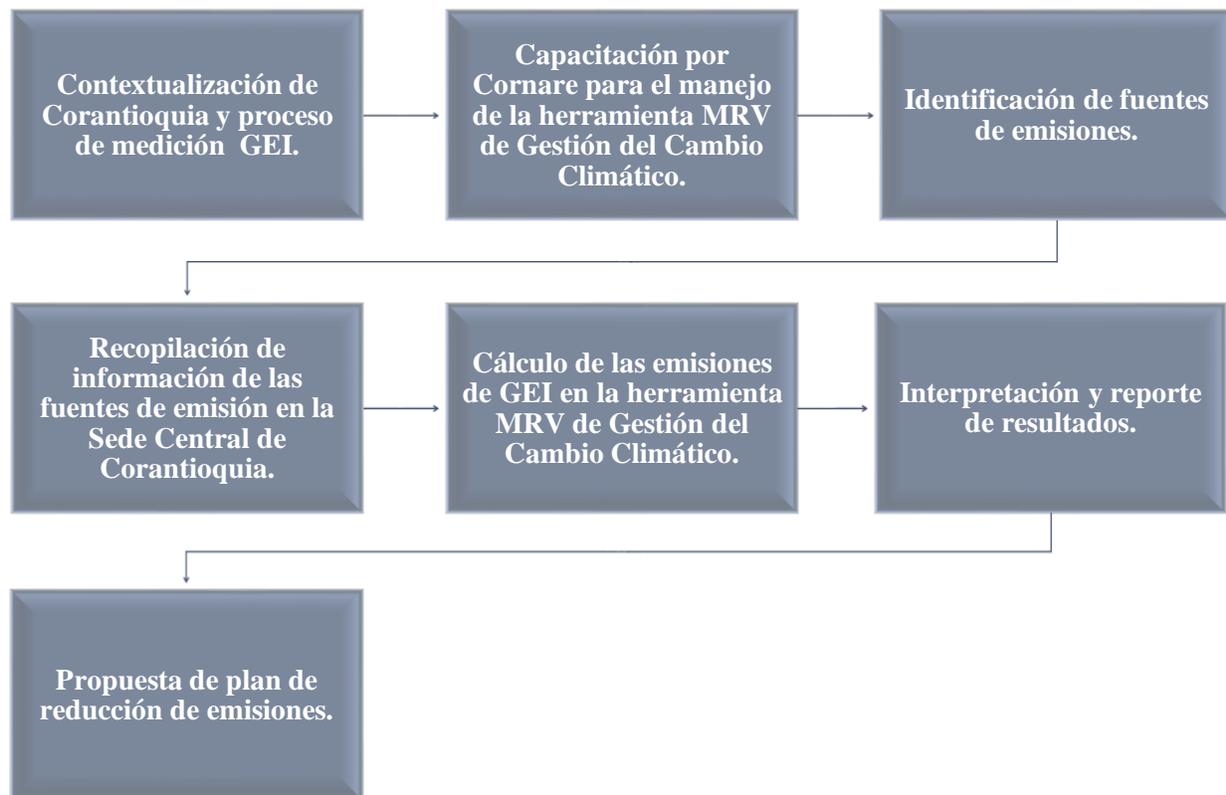
Asimismo, la NDC se articula con las Estrategias de Largo Plazo E2050 donde el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece que: “la Estrategia 2050 es un instrumento de política de Estado que orienta las acciones nacionales, sectoriales y territoriales para construir un futuro resiliente al clima en Colombia, al tiempo que constituye un ejercicio de planificación de largo plazo que demuestra el compromiso internacional del País para contribuir con el logro de los objetivos globales plasmados en el Acuerdo de París”. Teniendo una visión para el año 2050 donde, Colombia será un país carbono-neutro y resiliente al clima.

Por otro lado, Colombia adquirió el compromiso de tener un crecimiento económico sin aumentar la generación de Gases de Efecto Invernadero, garantizando la relación entre actividades productivas e impactos ambientales y mitigación del cambio climático. Este compromiso es asumido por la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC). A partir del 2012 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Colombiano lidera este programa, donde la primera fase concluyó en el año 2016, en la cual se caracterizaron los escenarios de mitigación sectoriales, y se desarrolló los Planes de Acción Sectorial (PAS) y se estableció la meta del país en reducir las emisiones en 20 % para el año 2030, que se presentó en la Convención Marco de Naciones Unidas en el año 2015. (Minambiente, s.f.)

3 Metodología

El proceso desarrollado para identificar y cuantificar las emisiones de gases con efecto invernadero, en el desarrollo de las funciones de Corantioquia, se describe a través de la siguiente imagen:

Ilustración 1 Fases del proyecto



Fuente: Elaboración propia

La primera fase del proyecto consistió en la contextualización de la corporación y capacitación por parte de Laura María Sierra Calderón profesional especializada de la dirección general de Corantioquia para el proceso de medición de Gases de Efecto Invernadero, cambio climático, entre otros. Para lograrlo, se realizó inicialmente una capacitación por parte de Cornare para el manejo de la herramienta MRV de Gestión del Cambio Climático.

Propuesta de mejora Propuestas de plan de reducción de emisiones

Fuente: Elaboración propia.



Herramienta MRV de Gestión del Cambio Climático

El software de Sistema de Monitoreo Reporte y Verificación-MRV- es una herramienta elaborada por la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare-Cornare- la cual permite estandarizar y verificar la medición, seguimiento, recolección y gestión de la información respecto a la gestión del cambio climático de la región con el fin de ayudar a la toma de decisiones en diferentes entidades y territorios. (Cornare, 2022) Esta herramienta proporciona una lista de actividades que generan emisiones de GEI lo que facilita el registro, estas están categorizadas en:

- Emisiones Directas:
 - Fuentes Móviles.
 - Fuentes Fugitivas.
 - Fuentes Fijas.
 - Por Emisiones de Proceso.
 - Por Uso del Suelo.
- Emisiones Indirectas Energía.
- Emisiones Indirectas Transporte:
 - Transporte Aguas Arriba.
 - Transporte Aguas Abajo.
 - Colaboradores.
 - Transporte Clientes y Visitantes.
 - Viajes de Negocios.
- Emisiones Indirectas Productos Usados por la Organización:
 - Bienes Adquiridos.
 - Bienes Capitales.
 - Disposición Final Bienes Adquiridos.

- Otros servicios Usados.
- Otras Emisiones Indirectas:
 - Otras Fuentes Indirectas.

Para el cálculo de la huella de carbono la herramienta se sustenta en la norma NTC-ISO 10464-1:2020 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. Uno de los requisitos metodológicos en la herramienta es la cuantificación de emisiones directas de GEI por separado a CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, NF₃, y SF₆; en toneladas de CO₂e. Es importante aclarar que los factores de conversión y fuentes de información utilizados en la herramienta no son visibles al usuario.

En la Ilustración 3 se visualiza la interfaz inicial en donde en la columna izquierda se encuentra el Reporte de Emisiones GEI Corporativo, Acciones de Mitigación, Acciones de Adaptación, Informe de Resultados y Análisis de resultados.

Ilustración 2 Interfaz inicial de la Herramienta MRV Gestión del Cambio Climático



Fuente: Corantioquia. (s.f.)

Para el reporte de los datos en la herramienta, se toma como ejemplo el Reporte Fuentes Móviles como se observa en la Ilustración 3. En la Sección 1, “Fuente de emisión”, se ingresa la

información de la fuente de emisión en donde se encuentra la vigencia, que es el año del cual se realiza el reporte, la subcategoría Fuente, Fuente de Emisión y, por último, la Unidad Consumo que es dada automáticamente por la herramienta una vez seleccionada la Fuente de Emisión. En la Sección 2, “Datos Reportados”, se realiza el reporte de un máximo de 12 datos correspondientes a los meses del año.

Ilustración 3 Ejemplo de estructura de Reporte Fuentes Móviles. Sección 1, identificación de la fuente. Sección 2, datos reportados

Reporte Fuentes Móviles, Añadir nuevo



REPORTE FUENTES MÓVILES			
FUENTE DE EMISIÓN			
Vigencia *	Por favor seleccione	Subcategoría Fuente *	Por favor seleccione
Fuente de Emisión *	Por favor seleccione	Unidad Consumo *	Por favor seleccione
DATOS REPORTADOS			
Dato1 *		Dato2	
Dato3		Dato4	
Dato5		Dato6	
Dato7		Dato8	
Dato9		Dato10	
Dato11		Dato12	

Fuente: Corantioquia. (s.f.)

Finalmente, en el Informe de Resultados arrojado por la herramienta están divididos en:

- Huella de Carbono: total de tCO₂eq para todas las fuentes de emisión
- Emisiones CO₂ Biogénicas: cantidad de tCO₂eq para cada tipo de emisión como las Emisiones Directas, Emisiones Indirectas por Energía, Emisiones Indirectas por productos usados por la organización y Emisiones Indirectas Transporte
- Lineamientos NTC-ISO 14064-1:2020: los resultados presentados en Tipo Emisión, Tipo Fuente, Emisiones CO₂ tCOeq/año, Emisiones CH₄ tCOeq/año, N₂O tCOeq/año, Emisiones HFCs tCOeq/año, Emisiones PFCs tCOeq/año, Emisiones SF₆ tCOeq/año, Emisiones NF₃ tCOeq/año, CH₄ Biog. tCO₂eq/año, N₂O Biog. tCO₂eq/año, CO₂eq Biog.

tCO₂eq/año, Huella de Carbono tCO₂eq/año, Porcentaje de Incertidumbre y Porcentaje del total

- Lineamientos GHG Protocol y NTC-ISO 14064-1:2006: el reporte esta categorizado por el Alcance, Nombre Categoría, Tipo Categoría, Emisiones CO₂eq tCO₂eq, Emisiones CH₄ tCOeq, Emisiones N₂O tCOeq, Emisiones HFCs tCOeq, Emisiones PFCs tCOeq/año, Emisiones SF₆ tCOeq/año, Emisiones NF₃ tCOeq/año, Huella Carbono tCOeq/año y Porcentaje de Incertidumbre.
- Reporte Emisiones (Alcance 1) Discriminadas por GEI: total de emisiones para el alcance 1 especificada por CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆ y NF₃
- Emisiones Discriminadas Por Alcance: total de emisiones diferenciadas para alcance 1, alcance 2 y alcance 3.

4 Resultados

Límites del inventario GEI

Límites de la organización

Corantioquia es responsable de administrar el medio ambiente y los recursos naturales renovables de 80 municipios de Antioquia, cuenta con las siguientes sedes:

Tabla 2 Sedes Corantioquia

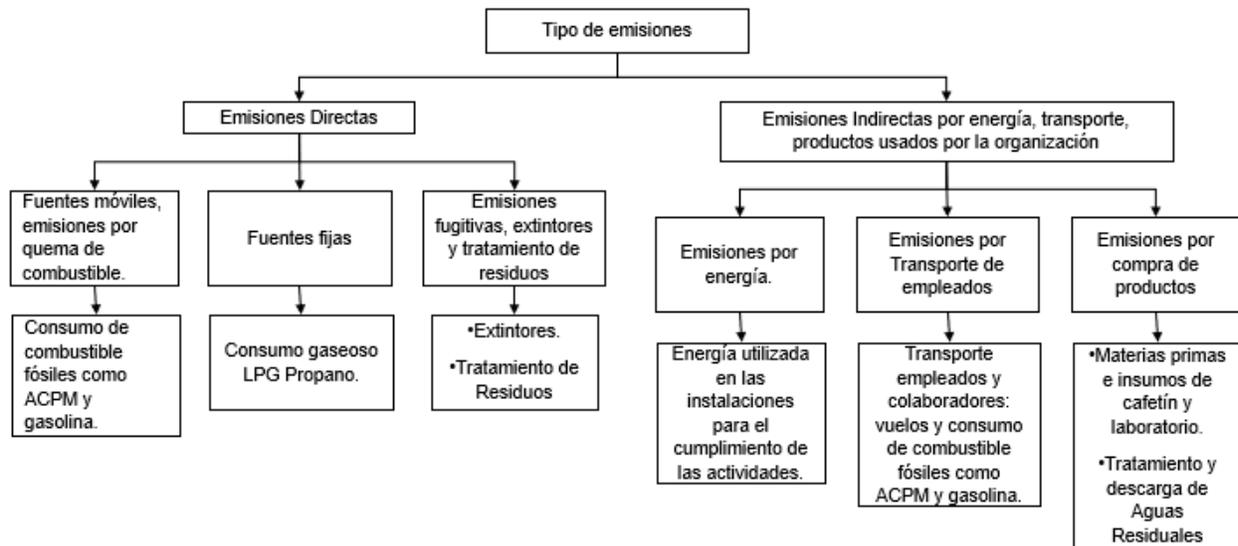
Sedes de Trabajo	Ubicación
Sede Central	Carrera 65 No. 44 ^a - 32 Medellín, Antioquia
Centro de Conservación la Aguada	Vereda El Plan del corregimiento de Santa Elena, municipio de Medellín, aproximadamente a 13 kilómetros de Medellín.
Vivero El Pedral	Municipio de Hispania, en el parque lineal El Pedral contiguo al cementerio municipal, sobre la calle 49
Hogar de Paso	Zona rural del municipio de San Jerónimo, a un kilómetro de la entrada de la vereda Loma Hermosa, a 60 Km por vía terrestre de la ciudad de Medellín.
Oficina Territorial Cartama	Carrera 3 No. 5- 28 Jericó, Antioquia
Oficina Territorial Citará	Carrera 50 No. 51-39 Andes, Antioquia
Oficina Territorial Hevéxicos	Calle 11 No. 10-39 Santa Fe de Antioquia
Oficina Territorial Panzenú	Calle 9 ^a no. 24-03 Barrio El Triángulo Caucasia, Antioquia
Oficina Territorial Tahamés	Carrera 28 A No. 32-17, piso 3 Terminal Transporte, Santa Rosa de Osos, Antioquia
Oficina Territorial Zenufaná	Carrera 49 no. 49-33 Vegachí, Antioquia

Fuente: Elaboración propia.

Límites de informe de la Huella de Carbono Corporativa

Para la recolección de los datos del inventario de Gases de Efecto Invernadero de la corporación, se limitaron a la Sede Central. Se incluyó emisiones directas e indirectas, por transporte y por productos como se muestra en la ilustración 4, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la norma NTC-ISO 14064-1: 2020:

Ilustración 4 Descripción de emisiones



Fuente: elaboración propia.

Descripción del año base y seguimiento a las emisiones

Para el cálculo de la huella de carbono de la Sede Central de Corantioquia, se tomó como año base el 2022, mediante la herramienta MRV de Gestión de Cambio Climático. El periodo del reporte es entre el 01 de enero del 2022 al 31 de diciembre del 2022. Las estimaciones de las emisiones a futuro serán comparadas con este año base.

Cuantificación de emisiones de GEI

Modelo de cuantificación de GEI

Luego de establecer los límites operativos e identificar las fuentes de emisiones de GEI, estas se clasifican en alcance 1, alcance 2 y alcance 3.

El alcance 1 son las emisiones directas que ocurren o son controladas por la corporación y su funcionamiento. Por otro lado, el alcance 2 son las emisiones indirectas como la energía adquirida y consumida por la corporación. Finalmente, el alcance 3 son emisiones indirectas que

se producen por la actividad de la corporación pero que son propiedad y están bajo el control de un agente ajeno.

Identificación de fuentes de GEI

Para la Sede Central se identificaron las siguientes fuentes de emisiones:

Tabla 3 Fuentes de emisión Corantioquia

Fuente de emisión	Categorías de la fuente	Subcategoría	Fuente	Carga Ambiental	GEI Generado
Emisiones Directas	Fuentes Móviles	Combustibles líquidos	Vehículos y motocicletas propias	ACPM o Gasolina	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	Fuentes Fijas	Combustibles líquidos	Planta de energía	ACPM o Gasolina	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
		Combustible gaseoso	Cocina	LPG Propano	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	Emisiones Fugitivas	Extintores	Extintores CO ₂		CO ₂
Tratamiento de Residuos		Residuos sólidos otras industrias a relleno sanitario anaeróbico		Kg de residuo	CH ₄ , N ₂ O
Emisiones Indirectas Energía	Energía Eléctrica Adquirida	Consumo de electricidad adquirida	Energía eléctrica adquirida (Factor emisión UPME 2021)	KWh	CO ₂
Emisiones Indirectas Transporte	Transporte Empleados y Colaboradores	Viajes aéreos	Destino	Kg de CO ₂ por viaje	CO ₂
		Viajes terrestres	Vehículos y motocicletas propias	ACPM o Gasolina	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Emisiones indirectas productos usados por la organización	Bienes Adquiridos	Materias primas e insumos	Consumo de materia prime e insumos	Kg, m ³	CO ₂
	Disposición Final Bienes Adquiridos	Vertimiento doméstico tratados (PTAR aeróbico-indirecta)	Vertimiento	Kg DBO	CH ₄ , N ₂ O

Fuente: elaboración propia.

Recolección de información

Para la recolección de la información para el inventario de GEI en la Sede Central de Corantioquia, se tomaron los registros de la plataforma MEGATESO (Metas Estratégicas de Gestión Ambiental para Territorios Sostenibles) donde se encuentran los reportes y consolidación de informes y se enviaron solicitudes de la base de datos a diferentes áreas como Suministros, Transporte y Recursos Físicos.

Emisiones Directas

Fuentes Móviles: La corporación cuenta con seis motos y dieciocho carros de los cuales tres son camiones, un microbús y catorce camionetas convencionales livianas.

Tabla 4 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Móviles

Tipo de Combustible	Total Galones
ACPM	16.176
Biodiesel palma	1.797
Gasolina Motor	12.244
Bioetanol Anhidro	1.360

Fuente: elaboración propia.

Fuentes Fijas: La Sede Central cuenta con una planta eléctrica ubicada en el primer piso de la corporación y su funcionamiento es con combustible.

Tabla 5 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Fijas

Tipo de Combustible	Total Galones
ACPM	22,80
Biodiesel palma	108

Fuente: elaboración propia.

Consumo combustible gaseoso, fuentes LPG Propano de la cocina, donde se presta el servicio de alimentación a los servidores públicos.

Tabla 6 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Fijas, gaseoso

Tipo de Combustible	Total m3
LPG Propano	1.716

Fuente: elaboración propia.

Fuentes Fugitivas: La corporación cuenta con dos extintores de dióxido de carbono, estos fueron recargados en el año 2022.

Tabla 7 Fuentes de Emisiones Directas, Fuentes Fugitivas

Fuente de emisión	Total Kg
Extintores CO ₂	8.62

Fuente: elaboración propia.

Para el manejo del tratamiento de los residuos, Corantioquia cuenta con un registro mensual de la recolección de los residuos orgánicos entregados a los gestores.

Tabla 8 Fuentes de Emisiones Directas, Tratamiento de Residuos

Fuente de emisión	Total Kg
Residuos sólidos relleno sanitario anaeróbico	7.716

Fuente: elaboración propia.

Emisiones Indirectas por energía adquirida:

El consumo de energía es suministrado por el prestador del servicio, el cual es facturado por EPM.

Tabla 9 Fuente de emisión, energía eléctrica adquirida

Fuente de emisión	Total KWh
Energía eléctrica adquirida	402.930

Fuente: elaboración propia.

Emisiones indirectas por transporte

Transporte de empleados y colaboradores: para el indicador de transporte, el consumo de combustible se estima los viáticos de los colaboradores y la información es suministrada por el prestador de servicio, y para los vuelos se tiene el registro de los destinos de los viajes que se realizaron en el año 2022.

Tabla 10 Fuente de emisión, consumo de combustible transporte aguas abajo (viáticos)

Tipo de Combustible	Total Galones
ACPM	3.888
Biodiesel palma	432
Gasolina Motor	1.555
Bioetanol Anhidro	173

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11 Fuente de emisión, viajes empleados y colaboradores

Destino	Total viajes
Bogotá-Medellín-Bogotá	4
Medellín - Apartado - Medellín	2
Medellín - Manizales - Medellín	1
Medellín - Barranquilla - Medellín	2
Medellín - Bogotá - Medellín	42
Medellín - Cali - Medellín	1
Medellín - Cartagena- Medellín	1
Medellín - Montería - Medellín	3
Medellín - Pereira - Medellín	1

Fuente: elaboración propia.

Emisiones indirectas por productos que usa la organización

Por Bienes Adquiridos: Se considera los productos que se encuentran en la herramienta MRV y que son utilizados en el laboratorio, cafetines y oficinas.

Tabla 12 Emisiones indirectas por bienes adquiridos

Fuente de emisión	Total Kg
Ácido acético	2,5
Ácido Sulfúrico	50
Alcohol	1,9
Alcohol Etilico	2,5
Azúcar	388
Balde	4,73
Bolsas plásticas	100,8
Bombillos ahorradores	15
Café	742,50
Cloruro de sodio	2
Detergente	100
Esponja de brillo	0,03
Fosfato de sodio	2
Gramera de 5 kilos	4
Hidróxido de sodio	25
Hipoclorito de sodio	11,40
Jabón	73
Llantas	94
Papel bond blanco	243,36
Papel reciclado	4.524,84
Sulfato de magnesio	0,50
Tinta	8
Vasos desechables	44,13

Fuente de emisión	Total m3
Agua	4.815

Fuente: elaboración propia.

Disposición final bienes adquiridos: el tratamiento y descarga de aguas residuales de la corporación, es asignada al vertimiento doméstico tratado (PTAR aeróbico-Indirecta). Teniendo como resultado, la constante de vertimiento (0,0036 establecido mediante Decreto 2667 de 2014) por el número de empleados por los días laborados.

Tabla 13 Fuente de emisión por disposición final, vertimiento

Fuente de emisión	Total Kg DBO
Vertimiento doméstico tratados	420,92

Fuente: elaboración propia.

Exclusiones y aclaraciones

Las exclusiones que se tuvieron presente para la medición de huella de carbono para la Sede Central de Corantioquia son:

- Para los aires acondicionados no hubo compras o recargas en el año 2022 por ende no se presentó reporte al igual que las neveras.
- En las emisiones indirectas de los gases refrigerantes de los vehículos no se tuvo presente por falta de información.
- Para las Emisiones Indirectas de Transporte de los vehículos alquilados, la información fue suministrada por parte de los proveedores para obtener combustible consumido de los viáticos.
- Las emisiones de bienes adquiridos de materias primas de la cocina que se encuentra en las instalaciones de la corporación se omitieron puesto que no influye en la ejecución misional de Corantioquia. Sin embargo, se consideró el combustible gaseoso usado por esta.
- Para las emisiones de bienes adquiridos por parte del laboratorio, se tuvo presente las fuentes que se encontraban dentro de la herramienta MRV.
- En la sede principal no se realiza quema de biomasa.
- Para el transporte de empleados y colaboradores no se incluyen los viajes desde el hogar hasta el sitio de trabajo.
- No se tuvo presente los vuelos realizados al Bagre, Villavicencio, Cauca, Barrancabermeja, Montelíbano, debido a que la Herramienta MRV no cuenta con estos destinos.
- Para las emisiones indirectas por productos usados por la organización, no se tuvo presente la compra de balde, bolsas plásticas, bombillos ahorradores, carbonatos y bicarbonatos, esponjas de brillo, gramera de 5 kilos, llantas, tinta, vasos desechables debido a que su valoración era no significativa a través de la Matriz de Significancia. En esta matriz se tiene en cuenta los datos de actividad como magnitud, nivel de influencia, acceso a la información, exactitud de los datos, riesgo/oportunidad, orientaciones específicas sector, contratación externa y compromiso empleados. (Anexo A)

5 Análisis

Cálculo de las emisiones de GEI

Huella de Carbono

La metodología para el cálculo de la huella de carbono para cada fuente se basa en:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Factor de actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

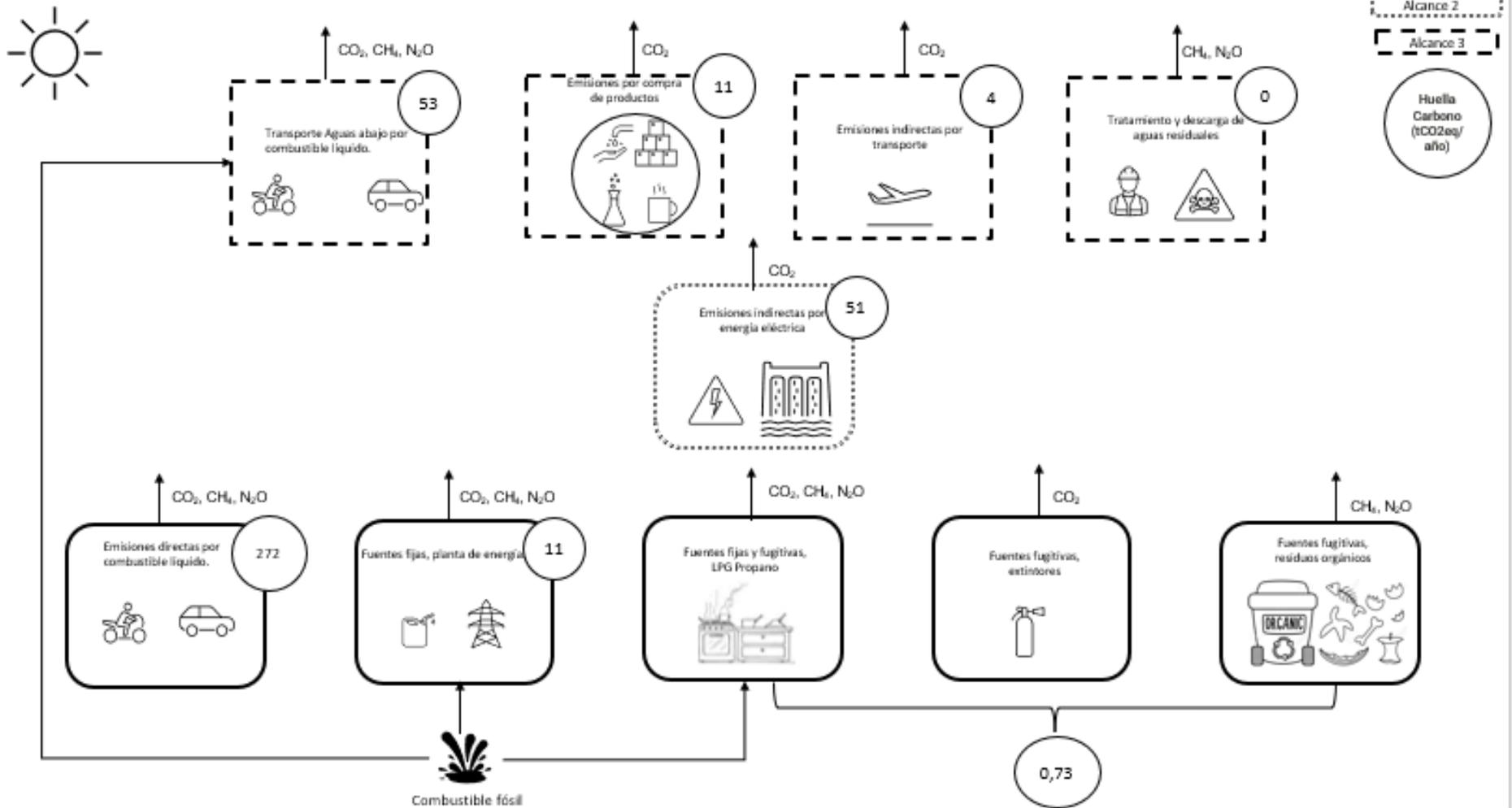
Dónde:

- Factor de actividad, es el parámetro que define el nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI.
- Factor de Emisión, cantidad de GEI emitidos por cada unidad del factor de actividad.
- Los resultados obtenidos de la huella de carbono para la Sede Central de Corantioquia para el año 2022, fue de 403,67 tCO₂eq/año. De las emisiones directas se tuvo un total de 283,89 tCO₂eq/año, para las emisiones indirectas 119,78 tCO₂eq/año.

En la Ilustración 6 se consolida las emisiones por alcance, tipo de fuentes identificadas y emisiones. Se debe tener presente que, en las emisiones fugitivas, el total de la huella de carbono es la sumatoria de las tres fuentes descrita en la ilustración (LPG Propano, Extintores y Residuos Orgánicos).

Ilustración 5 Emisiones totales 2022 de la sede central Corantioquia, por alcances y fuentes

Emisiones de gases efecto invernadero Sede Central Corantioquia



Fuente: elaboración propia

En la tabla 14 se observa el reporte de lineamientos bajo la NTC-ISO 14064-1:2020. En esta tabla se destaca las emisiones directas, teniendo un porcentaje de participación en la huella de carbono del 70,33 %, lo que equivale a 283,89 tCO₂eq/año y se tiene un total total de 403,67 tCO₂eq/año para la Sede Central en el año 2022.

Adicionalmente, en el reporte no se incluye las columnas de Emisiones HFCs, Emisiones PFCs, Emisiones SF₆ y Emisiones NF₃ dado que el resultado obtenido fue de cero. Por otra parte, las emisiones de CH₄ Biog. (tCO₂eq/año), N₂O Biog. (tCO₂eq/año) y CO₂eq Biog. (tCO₂eq/año) serán presentadas posteriormente en las emisiones biogénicas.

Para cuantificar la dispersión de los datos, se tiene el porcentaje de incertidumbre clasificada en incertidumbre científica e incertidumbre de la estimación. Para la NTC-ISO 14064-1: 2020 la incertidumbre científica “surge cuando la ciencia de los procesos existentes de emisión de GEI no ha sido comprendida por completo”. Por otra parte, la incertidumbre de la estimación se da al cuantificar las emisiones de GEI. Sin embargo, la herramienta no muestra la metodología.

Tabla 14 Reporte Lineamientos NTC-ISO 14064-1:2020 Fuente: MRV Gestión del Cambio climático

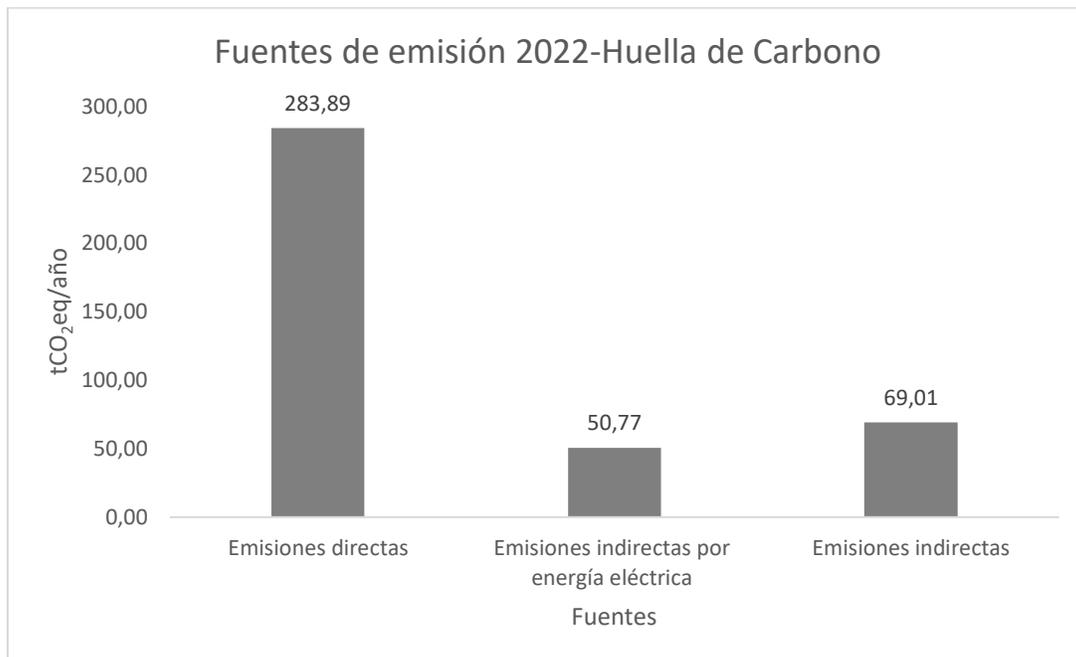
Tipo de emisión	Fuente	CO ₂ eq (tCO ₂ eq/año)	CH ₄ (tCO ₂ eq/año)	N ₂ O (tCO ₂ eq/año)	Huella de Carbono (tCO ₂ eq/año)	Incertidumbre%	% del Total
Emisiones Directas	Emisiones Fugitivas	0.01	0.00	0.00	0.73	1.27	0.18
	Fuentes Fijas	10.67	0.00	0.00	10.68	0.39	2.67
	Fuentes Móviles	272.01	0.12	0.26	272.48	1.60	67.50
Total Emisiones		282.69	0.12	0.26	283.89	3.26	70.33
Emisiones Indirectas	Emisiones por energía importada	50.77	0.00	0.00	50.70	0.11	12.58
	Emisiones Disposición Final de Bienes Adquiridos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Emisión por Bienes Adquiridos	11.45	0.00	0.00	11.45	5.05	2.84
	Emisiones Transporte Aguas Abajo	53.16	0.02	0.05	53.24	1.40	13.19
	Emisiones Transporte	4.32	0.00	0.00	4.32	5.13	1.07

	Empleados y Colaboradores						
Total Emisiones	119.70	0.02	0.05	57.56	6.53	14.26	
Total Huella de Carbono Organizacional	402.39	0.14	0.31	403.67	14.95	100	

Fuente: MRV Gestión del Cambio climático

Como se mencionaba anteriormente, en la Ilustración 6 la fuente que mayor aporte tiene a la huella de carbono en la Sede Central de Corantioquia son las emisiones directas con un total de 283,89 tCO₂eq/año, posteriormente las emisiones indirectas 69,01 tCO₂eq/año y, por último, emisiones indirectas por energía eléctrica 50,77 tCO₂eq/año.

Ilustración 6 Distribución Huella de Carbono emisiones directas e indirectas



Fuente: elaboración propia

Agregando a lo anterior, en la Tabla 15 se muestra las emisiones discriminadas por Gases Efecto Invernadero para el alcance 1, las cuales son emisiones directas producidas por la quema de combustible y tienen mayor porcentaje de participación sobre el total obtenido de la huella de carbono para la corporación.

Tabla 15 Reporte emisiones discriminadas por GEI, alcance 1

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Emisiones	282,69	0,84	0,35
% del total	99,58	0,3	0,12

Fuente: elaboración propia

Emisiones Biogénicas

Las emisiones biogénicas hacen referencia a las emisiones de fuentes naturales. En consecuencia, la Resolución 40421 del 29 de diciembre de 2021, estableció que el 10 % del contenido de biocombustible – biodiésel en la mezcla con diésel fósil.

Teniendo en cuenta lo anterior, las características de mezcla que se tuvo para la estimación fueron:

- Diésel o ACPM (sin mezcla biodiesel). Móvil. 90 % y Biodiesel palma. Móvil (10 %)
- Gasolina Motor (sin mezcla bioetanol). Móvil (90 %) y Bioetanol Anhidro. Móvil (10 %)

El total de las emisiones de CO₂ Biogénicas asociados a las actividades derivadas de procesos de transporte tanto de alcance 1 como en el alcance 3 es de 24,58 tCO₂eq y están distribuidas como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16 Reporte Emisiones CO₂Biogénicas

Tipo Emisión	Cantidad (tCO₂eq)
Emisión Directas	20.58
Emisiones Indirectas Energía	0
Emisiones Indirectas productos usados por la organización	0
Emisiones Indirectas Transporte	3.99
Total Emisiones Biogénicas	24.58

Fuente: elaboración propia

Plan de reducción de emisiones

Para la elaboración de un plan de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, requiere una planeación estratégica, donde inicialmente se identifica las fuentes de emisiones. En

el caso de la corporación para el año 2022 las emisiones que mayor porcentaje de participación tenían en la huella de carbono fueron las emisiones directas por fuentes móviles puesto que una de las actividades principales de Corantioquia es la administración del patrimonio ambiental en 80 municipios de Antioquia. Con los resultados obtenidos, se puede establecer estrategias de prevención o mitigación para la reducción de estas emisiones a futuro.

Es importante tener presente que la prevención es evitar o impedir las acciones que generen efectos negativos, identificando los riesgos y tomar acciones y disminuir la ocurrencia. La mitigación es poner en práctica medidas para disminuir el impacto de las acciones que ya han ocurrido y por último, la compensación es dar soluciones cuando la acción es inevitable.

En la Tabla 17 se muestra en orden descendente las fuentes de emisiones con su porcentaje de contribución a la huella de carbono de Corantioquia y las propuestas para la reducción de emisiones.

Tabla 17 Plan de reducción por fuentes de emisiones

Fuente Emisiones	% total	Estrategia de prevención o mitigación
Fuentes Móviles	67,50	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar herramientas de programación que permitan la gestión logística optima de los viajes. • Hacer uso de Biocombustible como el biodiésel pues este disminuye las emisiones de GEI y ayuda a reducir en la demanda de petróleo • Con el fin de buscar la mejora continua, se recomienda implementar políticas para renovar el parque automotor para hacer uso de tecnologías más limpias como transportes híbridos. Según estudios de la Agencia de Medio Ambiente-AEMA- evidencio que el uso de estos transportes disminuye hasta un 26 % las emisiones de CO₂ con respecto a las tecnologías Diesel estándar.
Emisiones en transporte abajo aguas	13,19	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar las reuniones virtuales sobre las presenciales y hacer uso de las herramientas en la página web y base de datos de la corporación.
Emisiones por energía - eléctrica importada	12,58	<p>La energía eléctrica es un suministro fundamental para el desarrollo de las actividades de la corporación, sin embargo, se puede hacer un uso consiente de la energía como, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de la luz natural y cambiar el tipo de iluminación por LED ahorrando energía y genera menos calor • Hacer uso de los ascensores solo en caso de ser necesario. • Campañas de conciencia del uso de ventiladores, cargadores y equipos portátiles conectados toda la jornada laboral. • Comprar electrodomésticos tales como horno, neveras y aires acondicionados con Sello FIDE, el cual es otorgado a equipos que hacen uso eficiente de la energía.
Emisión por bienes adquiridos	2,84	<ul style="list-style-type: none"> • Promover el uso de vasos personales y reutilizables con el objetivo de minimizar la compra de vasos desechables

Fuentes Fijas	2,65	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el consumo de papel priorizando el formato digital, evitar imprimir documentos innecesarios y tomar lista de asistencias para los registros de actividades de forma virtual. • Realizar cambio de sistema de grifería para reducir el consumo de agua puesto que los grifos con temporizador no cumplen su función para uso cortos lo que aumenta el desperdicio del agua. • Implementar un sistema de compras públicas sostenibles
Emisión transporte empleados y colaboradores	1,07	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar mantenimientos preventivos para un funcionamiento adecuado. • Almacenamiento adecuado del combustible para minimizar la volatilización. Tener presente factores que influyen en la calidad de este como la temperatura, el oxígeno y humedad. • Tener un plan mensual de los viajes a realizar con el fin de tener un control y planificación con el objetivo de reducir los desplazamientos. Es decir, implementar la logística a las visitas territoriales para optimizar los viajes realizados, lo que se verá reflejado en la reducción de emisiones para las fuentes móviles.
Emisiones Fugitivas	0,18	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazar los extintores de Dióxido de Carbono por agentes limpios y amigables con el medio ambiente. • Generar campañas de consumo consciente de alimentos con el fin de reducir los residuos orgánicos generados en la corporación. • Implementar un sistema de compostaje “in situ”.

Fuente: Elaboración Propia

Compensación

La compensación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero es una estrategia que busca mitigar el impacto ambiental.

Una vez identificadas las fuentes de emisión de la corporación, se calcula la huella de carbono, es decir, el total de GEI en un periodo, determinando la cantidad de emisiones que se deben compensar. Se debe destacar que la compensación de emisiones se implementa cuando las emisiones de las actividades son inevitables.

El impuesto nacional al carbono, de la ley 1819 de 2016 (Reforma Tributaria Estructural) corresponde al cumplimiento de mitigación de GEI a nivel nacional, en donde los combustibles que están gravados por este impuesto son: Gasolina, Kerosene, Jet Fuel, ACPM y Fuel Oil. El gas natural también está gravado, pero solo para su uso en la industria de la refinación de hidrocarburos y la petroquímica, y el gas licuado de petróleo (GLP) pero solo para la venta a usuarios industriales. (Minambiente, s.f.). De esta forma, los ingresos de estos impuestos son distribuidos para manejar las erosiones costeras (25 %), fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y otras estrategias de conservación (5 %), y la terminación del conflicto armado y la construcción de una paz estable y duradera con criterios de sostenibilidad ambiental (70 %). El

pago del impuesto constituye así una estrategia de compensación cuyo efecto está a cargo de la gestión del gobierno nacional.

Las emisiones no grabadas son sujeto de compensación voluntaria; ésta se puede llevar a cabo por la adquisición de créditos de carbono, que son certificados emitidos por proyectos que reducen o evitan emisiones GEI. Cada crédito de carbono equivale a una tonelada de CO₂ equivalente reducida o removida de la atmósfera. Estos certificados son adquiridos a través de proveedores certificados que garantizan veracidad de estos. Algunas de las empresas u organizaciones que tienen presencia en Colombia con el fin de acceder a créditos para llegar a la meta de carbono neutro son BanCO₂, Allcot y Biofix.

Para el caso de BanCO₂ se tiene varias iniciativas sociales y ambientales donde 1 bono de carbono = 1 tonelada de CO₂ y cada crédito tiene un costo de \$10.000 o \$20.000 dependiendo de la iniciativa que se desee apoyar. (BanCO₂, 2017)

Si Corantioquia recurriera al mecanismo de compensación voluntaria para la totalidad de sus emisiones, a través de BanCO₂, el valor a pagar por sus emisiones de alcance 1 sería entre \$2.838.900 y \$5.677.800, por las de alcance 2 entre \$507.700 y \$1.015.400 y por las de alcance 3 entre \$690.100 y \$1.380.200. Si se eliminan del cálculo las emisiones ya gravadas, el valor a compensar excluiría todo el consumo de combustible y sería equivalente a \$628.800 y \$1.257.600.

6 Conclusiones

La evidencia presentada nos lleva a concluir que el total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Sede Central de Corantioquia para el año 2022 fue de 403,67 tCO₂eq/año, teniendo mayor contribución a la huella de carbono las Emisiones Directas 283,89 tCO₂eq/año con una representación del 70,33 % del total. Posteriormente, las Emisiones Indirecta 69,01 tCO₂eq/año y finalmente, las Emisiones indirectas por energía eléctrica 50,77 tCO₂eq/año.

Debido a que Corantioquia es la entidad encargada de administrar el patrimonio ambiental de 80 municipios de Antioquia y las Emisiones Directas por Fuentes móviles es significativa y es una actividad fundamental, se debe reducir los recorridos, no obstante, hay desplazamientos que se deben realizar, por ende, se debe implementar la compensación. Con respecto a la compensación, ciertamente es una medida encaminada a subsanar los efectos negativos causados al medio ambiente apoyando proyectos como la protección o restauración de ecosistemas, sin embargo, es una medida complementaria a otras acciones para reducir el impacto ambiental.

Por otra parte, el proceso de gestión de la información se evidencio una oportunidad de mejora con el fin de disminuir la incertidumbre de los datos y optimizar el tiempo de la recolección de estos, para dar una posible solución se elaboró un formulario para recopilar el inventario de las diferentes fuentes de emisiones que se encuentran en la herramienta MRV de Gestión de Cambio Climático, los cuales cuenta con la norma NTC-ISO 14064-1 2020.

En cuanto a la herramienta para la gestión de la información no muestra la metodología implementada como las fuentes de información de los factores de emisión, factores de conversión de CO₂eq e incertidumbre. Adicionalmente, en el caso aplicado a Corantioquia no se tuvo presente para realizar la medición de la huella de carbono, algunos destinos de los viajes que se llevaron a cabo puesto que la herramienta no contaba con ellos, lo que reduciría la veracidad de los resultados obtenidos.

7 Recomendaciones

Se recomienda para una futura etapa del proyecto realizar la relación entre costo-beneficio, determinar las alternativas a implementar y realizar detalladamente el plan de reducción de emisiones, asignar responsables para garantizar la continuidad y gestión de la información.

Asimismo, realizar un análisis comparativo con otras entidades con el objetivo de identificar mejores prácticas y evaluar el rendimiento de la corporación en relación con otras encontrando fortalezas y debilidades y ayudar a la toma de decisiones.

Referencias

- BanCO₂ (2017). *Servicios ambientales*. (2023, Julio, 17). <https://n9.cl/jzqmm>
- Benavides, H. y León, G. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. <https://n9.cl/4ge2>
- Corantioquia (2017). Autoridad Ambiental. Un trabajo conjunto entre Corantioquia, la ciudadanía y el sector privado. *ACTUA*, Edición 2 – 2017. <https://n9.cl/edduk>
- Corantioquia. (s.f.). *Herramienta MRV Gestión del Cambio Climático*. (2023, Junio, 7).
- Corantioquia. (s.f.). *MRV de Gestión del Cambio Climático*. (2023, Junio, 7).
- Cornare (2022). Boletín de Prensa. Corantioquia y Asogras firmaron Acuerdo de Voluntades por el fortalecimiento de la gestión ambiental. (2022, Mayo, 11). <https://n9.cl/qum5v>
- Decreto 1076 de 2021 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. (2021, Diciembre, 20). La República de Colombia. <https://n9.cl/llts>
- Decreto 208 de 2016*. (2016, Febrero, 24). El Presidente de la República de Colombia. <https://n9.cl/nd7lo>
- Echeverri, L. C. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 85-96. <https://n9.cl/2zs4yl>
- Europa Press (2020). *Las emisiones de gases de efecto invernadero alcanzaron un nuevo récord en 2020 pese al Covid, y siguen al alza en 2021*. (2021, Octubre, 25). <https://n9.cl/qj899>
- Evans, J. M. y Perlman, H. (s.f.). Ciclos biogeoquímicos de OpenStax College, Biology, CC BY 4.0. Khan Academy. <https://n9.cl/7y16>
- Fowler, S., Roush, R. & Wise, J. (2013). *Concepts of Biology*. [eBook]. Open Educational Resources Collection. 19.
- García, A. C., Vallejo, C. G., Higgings, M. L. y Escobar, E. M. (2016). *El Acuerdo de París. Así actuará Colombia frente al cambio climático*. (1^a ed.). WWF-Colombia. <https://n9.cl/equmk>

Khan Academy (2017). *Introducción a la fotosíntesis. Conversión de energía luminosa a energía química. Reacciones de fotosíntesis, dónde se llevan a cabo y su importancia ecológica.*

Google Classroom. <https://n9.cl/oanu>

Ley 1931 de 2018. (2018, Julio, 27). El Congreso de Colombia. <https://n9.cl/pjitu>

Ley 2169 de 2021. (2021, Diciembre, 22). El Congreso de Colombia. <https://n9.cl/337xt>

Metropol (2022). Informe de Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Corporativo 2019 para la Sede Administrativa del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Versión 3. (2022, Octubre). <https://n9.cl/bmf4o>

Minambiente (s.f.). *Preguntas frecuentes del impuesto nacional al carbono y el tratamiento tributario de no causación por carbononeutralidad.* [Decreto 926 de 2016 – Decreto 446 de 2020]. <https://n9.cl/iypla>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (s.f.). Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono [ECDBC]. <https://n9.cl/wyixs>

Naciones Unidas (s.f.). *El Acuerdo de París.* (2023, Marzo, 5). <https://n9.cl/6fvhk>

Resolución 1447 de 2018. (2018, Agosto, 1). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://n9.cl/jnluu>

Sistema de Gestión Ambiental Cornare (2022). Informe Huella de Carbono Corporativa 2021. Reporte de Emisiones de GEI de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE” para el año 2021.

Anexo B Inventario GEI Corantioquia

Inventarios Corporativos de Emisiones GEI, Corantioquia Sede Central																	
Persona que elaboró: Camila Gómez Marín																	
Correo: camila.gomez@udea.edu.co																	
Fecha: 14/04/2023																	
Año base: 2022																	
Fuente de emisión	Categorías de la fuentes	Subcategoría	Fuente	Unidad Consum	Aplica	Datos 1	Datos 2	Datos 3	Datos 4	Datos 5	Datos 6	Datos 7	Datos 8	Datos 9	Datos 10	Datos 11	Datos 12
			Biodiesel palma. Móvil (10%)	Gal	x	70	121	139	146	147	163	147	193	176	172	172	152
			Diésel o ACPM (sin mezcla biodiesel). Móvil. 90%	Gal	x	634	1.092	1.248	1.315	1.323	1.463	1.319	1.733	1.584	1.549	1.545	1.370
			Gasolina Motor (sin mezcla bioetanol). Móvil (90%)	Gal	x	536	1.106	928	1.125	1.009	1.000	1.001	1.116	1.315	1.026	1.220	862
			Bioetanol Anhidro. Móvil (10%)	Gal	x	60	123	103	125	112	111	111	124	146	114	136	96
			LPG Propano	m3	x	207,1	41,2	146,7	132,3	168,7	186,9	148,6	174,5	182,1	171,6	156,3	
			Biodiesel palma. Fijo. (10%)	Gal	x	22,8											
			Diésel o ACPM (sin mezcla biodiesel). Fijo (90%)	Gal	x	108											
	Emisiones Fugitivas	Extintores	Extintores CO2	Kg	X	4,08	4,54										
			Residuos solidos otras Industrias a relleno sanitario anaeróbico	Kg húmedo	x	270,3	286,98	1391,19	776,61	832,49	761,06	657,73	745,29	651,46	651,08	319,4	372,4
			Energía eléctrica adquirida (Factor emisión UPME2021)	KWh	X	34.980	29.370	28.710	34.320	33.660	35.970	35.640	33.990	34.650	35.640	35.640	30.360
			Biodiesel palma. Móvil (10%)	Gal	x	432											
			Diésel o ACPM (sin mezcla biodiesel). Móvil. 90%	Gal	x	3.888											
			Gasolina Motor (sin mezcla bioetanol). Móvil (90%)	Gal	x	1.555											
			Bioetanol Anhidro. Móvil (10%)	Gal	x	173											
			Bogotá (BOG)														
			Bogotá-Medellin-Bogotá	Viaje	x	2	2										
			Viajes aéreos desde Medellín - Apartado - Medellín	Viaje	x	1	1										
			Medellin - Manizales - Medellín	Viaje	x	1											
			Medellin - Barranquilla - Medellín	Viaje	x	2											
			Viajes aéreos desde Medellín - Bogotá - Medellín	Viaje	x	1	5	8	6	7	1	6	6	2			
			Medellin - Cali - Medellín	Viaje	x	1											
			Medellin - Cartagena - Medellín	Viaje	x	1											
			Medellin - Montería - Medellín	Viaje	x	2	1										
			Medellin - Pereira - Medellín	Viaje	x	1											
			Ácido acético	Kg	x	2,5											
			ACIDO SULFURICO	Kg	x	50											
			Agua	m3	x	505	325	382	468	337	415	433	361	372	395	417	405
			Alcohol	Kg	x	1,9											
			Alcohol etílico	Kg	x	2,5											
			Azúcar	Kg	x	28	30	25	50	40	20	30	50	55	60		
			Balde	Kg	x	1	5										
			Bolsa plástica	Kg	x	13,5	9	9	9	9	4,5	13,5	6,3	9	18		
			Bombillos Ahorradores	Kg	x	15											
			Café	Kg	x	50	55	75	102,5	65	100	110	97,5	87,5			
			Carbonatos y Bicarbonatos	Kg	x	3,63	0,91										
			Cloruro de sodio	Kg	X	2											
			Detergente	Kg	X	100											
			Espónjula de Brillo	Kg	x	0,03											
			Fosfato de sodio	Kg	x	2											
			GRAMERA 5 KILOS	Kg	x	4											
			Hidroxido de sodio	Kg	x	25											
			Hipoclorito de sodio	Kg	x	11,4											
			Jabon	Kg	x	8	10	10	10	10	12,5	12,5					
			Llantas	Kg	x	18	76										
			Papel bond blanco	Kg	X	138,06	28,08	9,36	2,34	65,52							
			Papel reciclado	Kg	X	84,2	233,26	575,78	598,09	473,11	453,32	404,74	437,46	306,33	328,04	328,28	302,23
			Sulfato de magnesio	Kg	X	0,5											
			Tinta	Kg	x	1,48	0,94	0,2	2,22	0,74	0,94	1,48					
			Vasos desechables	Kg	x	5	2,5	17,5	0,38	1,25	5	12,5					
			Tratamiento y Descarga de Vertimiento doméstico tratados (PTAR aérea-indirecta)	Kg DBO	x	34,25	32,26	37,18	34,02	35,56	37,18	33,94	36,85	35,24	33,64	35,4	35,4

Anexo C NTC-ISO 14064-1 2020

Vigencia	Login	Tipo Emisión	Tipo Fuente	Fuente	Emisiones CO2eq (tCO2eq/año)	Emisiones CH4 (tCO2eq/año)	Emisiones N2O (tCO2eq/año)	Emisiones CH4 Biog. (tCO2eq/año)	Emisiones N2O Biog. (tCO2eq/año)	Emisiones CO2eq Biog. (tCO2eq/año)	Huella de Carbono (tCO2eq/año)	Incertidumbre %	% del Total
2022	corant	Emisiones Directas	Emisiones Directas	Emisiones Fugitivas	0,01	0,00	0,00	0,72	0,00	0,00	0,73	1,27	0,18
				Fuentes Fijas	10,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	10,68	0,39	2,65
				Fuentes Móviles	272,01	0,12	0,26	0,01	0,09	20,43	272,48	1,60	67,50
			Subtotal		282,69	0,12	0,26	0,73	0,09	20,59	283,89	3,26	70,33
		Total Emisiones			282,69	0,12	0,26	0,73	0,09	20,59	283,89	3,26	70,33
		Emisiones Indirectas	Emisiones Indirectas Energía	Emisiones por energía importada	50,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,77	0,11	12,58
			Subtotal		50,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,77	0,11	12,58
			Emisiones Indirectas productos usados por la organización	Emisiones Disposición Final de Bienes Adquiridos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Emisión por Bienes Adquiridos	11,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,45	5,05	2,84
			Subtotal		11,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,45	5,05	2,84
			Emisiones Indirectas Transporte	Emisiones en Transporte Aguas Abajo	53,16	0,02	0,05	0,00	0,01	4,00	53,24	1,40	13,19
				Emisiones Transporte Empleados y Colaboradores	4,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,32	5,13	1,07
			Subtotal		57,48	0,02	0,05	0,00	0,01	4,00	57,56	6,53	14,26
		Total Emisión			119,70	0,02	0,05	0,00	0,01	4,00	119,78	11,69	29,68
	Total Usuario Corantioquia				402,39	0,14	0,31	0,73	0,10	24,59	403,67	14,95	100,01
Total Huella de Carbono Organizacional					402,39	0,14	0,31	0,73	0,10	24,59	403,67	14,95	100,01

Anexo D Tipos de emisiones

Vigencia	Login	Alcance	Huella de carbono (tCO2eq)
2022	corant	Alcance 1	283,89
		Alcance 2	50,77
		Alcance 3	69,01
	Subtotal HCC		403,67
Total HCC			403,67

Emisiones directas	Emisiones indirectas por energía eléctrica	Emisiones indirectas
283,89	50,77	69,01

Vigencia	Login	Tipo Emisión	Cantidad (tCO2eq)
2022	corant	Emisiones Directas	20,58855
		Emisiones Indirectas Energía	0
		Emisiones Indirectas productos usados por la organización	0
		Emisiones Indirectas Transporte	3,99733
	Subtotal		24,58588
Total Vigencia			24,58588

