

**Medición de Huella de Carbono en la Empresa Extractora de Carbón Construcairos  
S.A.S**

Alexis Camilo Leal Bonilla

Director (a) de proyecto de grado

Sandra Verónica Avella Suárez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Ingeniería Ambiental

2023

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a Dios quien ha puesto en mi la sabiduría y entendimiento que necesite a lo largo de carrera profesional.

A mis padres Guillermo Leal y María Bonilla, que desde del cielo muy seguramente sintiéndose orgullosos de este logro tan importante para mi vida y que daría lo que fuera para que estuvieran presentes.

A mis hijos Andrés Felipe Leal, Mariana Leal Y Thiago Leal quienes son el motor que me impulsan día a día para seguir luchando por ellos.

A mi esposa Esperanza Patiño mi compañera de vida quien siempre está apoyándome y motivándome en cada emprendimiento.

Finalmente, a mis hermanos quienes con sus concejos y oraciones me dan animo a sacar adelante mis metas que me propongo.

Alexis Camilo

### **Agradecimientos**

A Ing. Sandra Verónica Avella, directora del proyecto de grado, por su apoyo durante el desarrollo del documento. A cada uno de los docentes y funcionarios de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, quienes siempre manifestaron positivamente cualquier inquietud que se presentaba durante el transcurso de mi carrera profesional.

## Resumen

Teniendo en cuenta la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> que genera la extracción de carbón y que esta actividad es de gran aporte a la contaminación atmosférica, se hizo hincapié en actividades destinadas a reducir o mitigar las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), debido a que el cambio climático es una de las preocupaciones más importantes que enfrenta la humanidad y es por tal motivo que se hace el inventario de GIE, generados por la empresa Construcairos S.A.S en su actividad de explotación de carbón, mediante la medición de huella de carbono que corresponde a la cantidad total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que genera la empresa durante un año base, El presente proyecto presenta un análisis de los resultados y planteamiento de plan de mejora obtenido a través del cálculo de la huella de carbono tomando año base el 2019. El resultado las emisiones generadas de manera directa en la organización Construcairo S.A.S, que representan el 98,15% del total de las emisiones de GEI con 10.761 Ton de CO<sub>2</sub>e estas emisiones provienen de los consumos de combustible y de las emisiones fugitivas de metano, y de forma indirecta por consumo de energía eléctrica generó 203,31 Ton de CO<sub>2</sub>e, estas emisiones representan el 1,85 % del total de los gases GEI. El cálculo de la huella de carbono se determinó siguiendo la sistemática de la Norma ISO 14064-1-2020 que describe las directrices y especificaciones para la cuantificación a nivel organizacional en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

***Palabras clave:*** Huella de Carbono, Combustibles, Fugitivas, organización, invernadero.

### **Abstract**

Taking into account the amount of CO<sub>2</sub> emissions generated by coal extraction and that this activity is a major contributor to atmospheric pollution, emphasis was placed on activities aimed at reducing or mitigating greenhouse gas (GHG) concentrations, due to because climate change is one of the most important global environmental concerns that humanity faces and it is for this reason that the inventory of GIE, generated by the company CONSTRUCAIROS S.A.S in its coal exploitation activity, is made by measuring carbon footprint that corresponds to the total amount of Greenhouse Gas (GHG) emissions generated by the company during a base year. This project presents an analysis of the results and proposal of an improvement plan obtained through the calculation of the carbon footprint taking the base year of 2019. The result is the emissions generated directly in the CONSTRUCAIRO S.A.S organization, which represent 98.15% of the total GHG emissions with 10,761 Tons of CO<sub>2</sub>e, these emissions come from the consumption of fuel and fugitive methane emissions, and indirectly through electricity consumption generated 203.31 Tons of CO<sub>2</sub>e, these emissions represent 1.85% of total GHG emissions. The calculation of the carbon footprint was determined following the methodology of the ISO 14064-1-2020 Standard, which describes the guidelines and specifications for the quantification at the organizational level regarding the emission of greenhouse gases (GHG).

**Keywords:** Carbon Footprint, Fuels, Fugitives, organization, greenhouse.

## Table de contenido

Introducción.....	13
Planteamiento del Problema .....	14
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
Objetivo General .....	17
Objetivos Específicos.....	17
Marco de referencia .....	18
Marco Teórico.....	18
Calentamiento Global.....	18
Huella de Carbono a Nivel Mundial.....	19
Colombia en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.....	21
Huella de Carbono en Boyacá.....	23
Industria de la Minería de Carbón Subterránea.....	25
Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1:2020 .....	26
Marco Conceptual .....	27
Términos Referentes a los Gases de Efecto Invernadero .....	27
Términos del Proceso de Inventario de los GEI.....	28
Términos Pertinentes al Material Biogénico y el Uso del Suelo.....	30
Términos Relativos a las Organizaciones, las Partes Interesadas y la Revisión .....	31
Marco Normativo.....	33
Metodología.....	35
Tipo de estudio.....	35

Diagnóstico y entrevista al jefe de Producción y Administrador de la Empresa Construcairo s.a.s.....	36
Unificación y selección de información recolectada.....	37
Descripción de Construcairo S.A.S .....	38
Ubicación de la empresa construcairos S.A.S.....	39
Organigrama de la Empresa Construcairo S.A.S .....	39
Proceso de explotación de carbón de Construcairo S.A.S .....	40
Exploración .....	41
Preparación.....	41
Explotación y Arranque.....	42
Almacenamiento Cargue y Transporte.....	42
Almacenamiento de carbón las tolvas .....	42
Corte de madera con motosierra.....	42
Cierre y Abandono del yacimiento de Carbón .....	42
Actividades de la organización .....	43
Proceso Productivo.....	43
Proceso de Extracción de Carbón en Construcairo s.a.s .....	45
Descripción del Año Base en Construcairo S.A.S .....	46
Resultados del inventario GEI en Construcairo s.a.s.....	48
Identificación de los Límites del Informe .....	48
Emisiones y Exclusiones de GEI Directas .....	49
Emisiones Directas a Partir de Combustión Estacionaria .....	49
A.C.P.M.....	49
Gasolina.....	51
Emisiones de GEI procedentes de biocombustibles.....	52

Emisiones directas de combustión móvil .....	53
Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos.	53
Emisiones indirectas de GEI .....	53
Emisiones Indirectas generadas por la electricidad importada .....	54
Emisiones Indirectas de GEI por Otras Fuentes de Energía Importada Diferentes A La Electricidad. ....	55
Emisiones Indirectas de GEI por Transporte. ....	55
Emisiones Causadas por El Transporte y Distribución, Fletes Pagados por la Organización por Insumos .....	55
Emisiones causadas por el transporte fletes pagados por despacho.....	55
Emisiones originadas por el desplazamiento habitual de trabajadores .....	56
Emisiones causadas por el transporte de clientes y visitantes.....	56
Emisiones causadas por viajes de negocios .....	56
Gases de GEI generados por productos utilizados por la organización .....	56
Emisiones indirectas provenientes de productos comprados .....	56
Descargas indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización .....	57
Emisiones indirectas de GEI por otras fuentes .....	57
Enfoque de cuantificación.....	58
Cuantificación y remoción de GEI .....	59
Resultados de emisiones directas provenientes de biocombustibles.....	59
Resultados de emisiones directas .....	59
Resultados de GEI directas a partir de combustión estacionaria .....	60
Resultado Emisiones fugitivas directas producidas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos .....	61
Emisiones indirectas de GEI por energía importada.....	61
Resultados totales del inventario GEI en construcairo s.a.s .....	63
Cálculo de la incertidumbre del inventario de GEI.....	64



Metodología, factores de emisión y PCG utilizados en el inventario .....	65
Gestión de la información .....	66
Política de Recálculo.....	66
Plan De Mejora de Acuerdo a los Resultados de Huella de Carbono.....	67
Conclusiones .....	73
Recomendaciones .....	74
Referencias.....	75
Apéndice A... ..	78
Apéndice B.....	79

## Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Marco Legal</i> .....	32
Tabla 2 <i>Orígenes de GEI</i> .....	47
Tabla 3. <i>Consumos de combustibles año base 2019</i> .....	50
Tabla 5 <i>Consumos de gasolina</i> .....	51
Tabla 6 <i>Comparación de porcentajes en fracción biogénica, entre los combustibles de.</i>	52
Tabla 7 <i>Consumos de gasolina y diésel por fracción biogénica</i> .....	52
Tabla 8 <i>Consumos de energía mes a mes</i> .....	54
Tabla 9 <i>Enfoque empleado en las fuentes de emisión para el inventario de GEI</i> .....	57
Tabla 10 <i>Resultados de las emisiones por consumo de biocombustibles</i> .....	58
Tabla 11 <i>Resultado de emisiones directas del Año 2019</i> .....	59
Tabla 12 <i>Resultado de emisiones directas del Año 2019</i> .....	59
Tabla 13. <i>Los resultados emisiones fugadas producidas por la liberación de GEI</i> .....	60
Tabla 14 <i>Emisiones de GEI por el consumo de electricidad.</i> .....	61
Tabla 15 <i>Consumo de las Emisiones de GEI Durante el Año de Estudio 2019.</i> .....	61
Tabla 16 <i>Descargas totales de GEI, relacionado con el inventario del año base 2019.</i>	62
Tabla 17 <i>Factores de emisión empleados en el cálculo</i> .....	65
Tabla 18 <i>IPCC 5th Assesment Report</i> .....	65
Tabla 19 <i>Medidas de reducción a través del aprovechamiento del gas metano CH<sub>4</sub></i> .....	67
Tabla 20 <i>Mantenimiento y ampliación del banco de condensadores</i> .....	68
Tabla 21 <i>Cambio de luminarias de sodio por luminarias LED (ahorradoras)</i> .....	69
Tabla 22 <i>Mejoramiento de la gestión de la información</i> .....	70

## Lista de Figuras

Figura 1. <i>Metodología usada para el desarrollo del trabajo</i> .....	35
Figura 2. <i>Ubicación límites y área</i> .....	39
Figura 3. <i>Organigrama de Construcairo S.A.S.</i> .....	40
Figura 4. <i>Procesos de explotación de carbón</i> .....	41
Figura 5. <i>Compresor eléctrico KAESER</i> .....	44
Figura 6. <i>Electrobomba de 4 HP</i> .....	44
Figura 7. <i>Tolva de despacho del carbón y boca mina</i> .....	46
Figura 8. <i>Motor diésel del malacate</i> .....	50
Figura 9. <i>Patio de acopio de madera</i> .....	51
Figura 10. <i>Motosierra para corte de madera</i> .....	51
Figura 11. <i>Transformador eléctrico</i> .....	54
Figura 12. <i>Huella de carbono corporativa</i> . .....	64

**Lista de Apéndices**

**Apéndice A** *Formato de Recolección de Información en Campo*.....75

**Apéndice B** *Formato de Recolección de Información en Campo 2 Visita*.....76

## Introducción

El presente trabajo muestra el cálculo de la huella de carbono en la empresa extractora de carbón llamada Construcairo S.A.S, durante el año base 2019 conforme a la sistemática de la Norma ISO 14064-1-2020. La empresa en mención es una compañía dedicada a la explotación de mineral de carbón el cual en su proceso de extracción libera dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero a la atmosfera.

El inventario de GEI permitirá identificar y cuantificar las emisiones de los consumos de energía, arranque de materia prima, transporte, utilización de combustibles, entre otros factores para posteriormente gestionar medidas de reducción de dichas emisiones GEI; de igual manera en el inventario de gases de efecto invernadero se definió el enfoque de información suministrada por la administración de la empresa los cuales fueron datos primarios y datos específicos de todas las actividades que se desarrollan en el proceso de explotación minera.

La metodología se basa en usar factores de emisión para calcular la emisión de un gas de efecto invernadero GEI por una actividad determinada, se emplearon los adaptables a Colombia definidos por la Agencia Internacional de Energía (IEA) y la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME), también se usan los valores definidos a nivel internacional a causa de la falta de mecanismos específicos para Colombia. Dentro de los cálculos se toman las emisiones de GEI directas más distinguidas que son emisiones fugitivas derivadas de la extracción o arranque del mineral de carbón. Para el cálculo de la huella de carbono se estableció el año base periodo entendido entre enero a diciembre 2019, realizando en campo la recolección de información, concretamente de consumos por parte de las actividades productoras.

## Planteamiento del Problema

La emisión y liberación premeditada o no intencional de los gases de efecto invernadero que sucede durante la extracción del carbón en minas subterráneas, se conocen como emisiones fugitivas originarias de los procesos geológicos y de la formación de carbón, y es evidente que el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> (Bohórquez y Lugo, 2010), también está presente en las diferentes mantos de la tierra, este proceso se conoce conjuntamente como gas por grietas, que permanece atrapado en la capa de carbón hasta que éste se mueve y quiebra durante la extracción, es de esta manera hipotética que se plantea que en las minas de carbón subterráneo existen grandes cantidades de CO<sub>2</sub> que son emitidas a la atmosfera debido al resultado de arranque del mineral de carbón y los estratos circundantes. (Paredes, 2023).

De igual manera existen emisiones posteriores que son derivadas durante el manejo, proceso y el transporte del carbón, aunque más lentamente que durante la etapa de arranque, posteriormente se producen emisiones una vez que el carbón se expone al oxígeno del aire y se oxida para producir el CO<sub>2</sub>, sin embargo, la velocidad de formación del CO<sub>2</sub> por este proceso es baja. (Blanco y Rojas, 2023).

Estas emisiones de gases de efecto invernadero GEI han sido incrementadas en los últimos años por las industrias, ya que en gran parte de las empresas no tiene un esquema de prevención, mitigación y compensación frente a este problema ambiental que generan a través de sus sistemas de producción, convirtiéndose este en un punto crítico por la contaminación generada al liberar GEI a la atmosfera y a la vez estos gases implican un deterioro a la vida animal y vegetal. (Martínez et al, 2023).

Teniendo en cuenta las diferentes causas del cambio climático propiciados por el consumo de combustibles fósiles, (carbón, gasolina, ACPM), y demás gases de efecto

invernadero GEI, se hace necesario exponer controles que resten y remedien los impactos ambientales asociados a las actividades mineras de la empresa extractora de carbón Construcairos S.A.S en el municipio de Tópaga Boyacá, y es por este motivo que se plantea realizar el inventario de gases de efecto invernadero a todos los procesos que compone la actividad de extracción de carbón bajo tierra. Después de tener los resultados esperados del inventario de gases de efecto invernadero GEI, se proyecta la realización de un plan de mejora que busca la compensación de los gases emitidos, mediante sistemas de remediación que llevan a gran reducción y mitigación de estos gases de efecto invernadero producidos por explotación de minería bajo tierra.

Además de la realización de la HC y plan de mejora de acuerdo a los resultados del año base medido que será 2019, también se plantea que cada empresa extractora de carbón ubicada en la zona de estudio, conozcan el proceso y por voluntad propia midan sus emisiones atmosféricas y a la vez sea un instrumento que busque la iniciativa de reducción frente al cambio climático.

## **Justificación**

Con la realización del inventario de gases de efecto invernadero GEI en la empresa extractora de Carbón Construcairos S.A.S, se pretende saber la afectación al medio ambiente que ocasiona durante un año de producción, de igual manera plantear una alternativa de atenuación que busque disminuir las emisiones de GEI que favorecen al cambio climático, y el de adaptación que consiste en realizar intervenciones estratégicas en el territorio que beneficien el ajuste de los sistemas ecológicos, sociales y económicos.

En las actividades de extracción de carbón se presentan diversos usos particulares de insumos tales como combustibles ACPM, gasolina, lubricantes y uso de energía eléctrica para el funcionamiento de motobombas, compresores, máquinas y equipos de trabajo comunes en la actividad minera bajo tierra. Este tipo de actividad conllevan a generar factores de emisiones atmosféricas a diario, y que se enmarcan en la criticidad de las instalaciones que se encuentran en la empresa Construcairos S.A.S y en que es una entidad que permanece en trabajos operativos la mayor parte del año, es decir que la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmosfera contribuyen al cambio climático que hoy en día son de gran relevancia en el planeta.

El sector extracción de carbón genera emisiones atmosféricas principalmente producidas por el arranque del mineral subterráneo y el uso energético para movimiento de maquinaria y equipos, alumbrado de instalaciones administrativas, transporte de material estéril, transporte del mineral de carbón y transporte de madera, a lo cual la empresa Construcairos S.A.S decide realizar e inventario de gases de efecto invernadero.



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Estimar la huella de carbono corporativa para la empresa extractora de carbón Construcairos S.A.S para el año base 2019 aplicando la metodología de la norma ISO 14064-1 2020

### **Objetivos Específicos**

Identificar las fuentes emisoras de GEI de la empresa extractora de carbón Construcairos S.A.S

Realizar el cálculo de la huella para Construcairos S.A.S. utilizando la herramienta de cálculo de huella de carbono MVC Colombia.

Elaborar un plan de mejora de acuerdo con los resultados de la cuantificación de la Huella de Carbono Corporativa para Construcairos S.A.S bajo los estándares de la norma ISO 14064-2020

## Marco Teórico

### Calentamiento Global

Svante Arrhenius (1859-1927) fue un científico sueco y primero en proclamar en 1896 que los combustibles fósiles podrían dar lugar o aligerar el calentamiento de la tierra. Instauró una relación entre concentraciones de dióxido de carbono atmosférico y temperatura (Bustanza, 2018) También determinó que la media de la temperatura superficial de la tierra es de 15°C debido a la capacidad de absorción de la radiación Infrarroja del vapor de agua y el Dióxido de Carbono. Esto se denomina el efecto invernadero natural. Arrhenius sugirió que una concentración doble de gases de CO<sub>2</sub> provocaría un aumento de temperatura de 5°C. (Bustanza, 2018). Junto con Thomas Chamberlain calculó que las actividades humanas podrían provocar el aumento de la temperatura mediante la adición de dióxido de carbono a la atmósfera. Esta investigación se llevó a cabo en la línea de una investigación principal sobre si el dióxido de carbono podría explicar los procesos de hielo y deshielo (grandes glaciaciones) en la tierra. Esto no se verificó hasta 1987 (Farfán, 2019).

Las ONG medioambientales (Organizaciones No Gubernamentales) comienzan a establecer la necesidad de protección global del medio ambiente para prevenir un calentamiento global de la tierra. En 1988 se reconoce finalmente que el clima es más caliente que antes de 1880. Se reconoció la teoría del efecto invernadero y se estableció el Panel Intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC) por el Programa medioambiental de las Naciones Unidas y la Organización Mundial Meteorológica. (González y tal 2023).

La intención de esta organización es anunciar el impacto de los gases de efecto invernadero teniendo en cuenta modelos conocidos sobre el clima e información bibliográfica. El Panel consiste en más de 2500 científicos y expertos técnicos de más de 60 países de todo el

mundo. Los científicos pertenecen a distintos campos de investigación como climatología, ecología, economía, medicina y oceanografía. El IPCC se reconoce como el grupo de cooperación científica pionero más grande de la historia'. (Farfán, 2019).

¶ Pero el cambio climático es una dificultad global y arduo de resolver por los países de manera propia. por esto, en 1998 se instauró el protocolo de Kioto en Japón. este es un instrumento para la cooperación de todos los países suscritores para reducir las emisiones de gases invernadero como (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HTC, PFCs, and SF<sub>6</sub>) para al menos 5% por debajo de los niveles de 1990 en el periodo de servicio de 2008 al 2012. El protocolo de Kioto fue firmado en Bonn en el año 2001 por 186 países. Varios países como EE. UU. y Australia se han retirado'. (Lenntech, 2016)

### **Huella de Carbono a Nivel Mundial**

¶ El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional señalado con el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de origen antrópico que inducen el cambio climático. Entró en vigor en 2005, y consta de dos periodos de actuación: 2008-2012 y 2013-2020. Por primera vez, con el Protocolo se precisaron unos objetivos de reducción obligatorios, cuantificados y específicos'. (De Piérola, 2021)

¶ El texto se encuadra en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y fue negociado durante su tercera Conferencia de las Partes (COP 3). Siguiendo el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” establecido por la CMNUCC, en el Protocolo son sólo los países responsables de la mayoría de las emisiones de GEI y aquéllos que disponen de mayores recursos económicos, los que tienen objetivos de reducción y han de llevar el liderazgo en los esfuerzos de mitigación'. (Orosco, 2022)

Es por ello que, bajo el primer periodo de compromiso, sólo los países que eran parte de la OCDE en 1992 y aquéllos en transición hacia una economía de mercado por aquél entonces (Rusia, los estados Bálticos y varios estados de Europa central y oriental) habían de reducir sus emisiones. El objetivo marcado para este primer periodo era la reducción de sus emisiones de GEI en conjunto en un 5,2% respecto a los valores de 1990 y 1995 (dependiendo del gas). (Chen, 2021).

Los gases para los que se impusieron límites de emisión fueron seis: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). Los objetivos de reducción nacionales oscilaron entre el 8% para la UE y otras partes, 7% para EE. UU., 6% para Japón y Canadá, 0% para Rusia (recuperación de los niveles de 1990), etc. Por otro lado, a algunos países industrializados se les permitía incrementar sus emisiones, como a Australia (8%) o Islandia (10%). La reducción de las emisiones de GEI perseguida, comparada con los niveles de emisión proyectados para 2010 sin la puesta en marcha del objetivo, se estimó en un 29% (Ataja, 2022)

La creación del Protocolo fue impulsada por la publicación del Segundo Informe de Evaluación del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) en 1995, que concluía que el clima ya había empezado a cambiar a causa de las emisiones de GEI debidas, principalmente, a la quema de combustibles fósiles (Ataja, 2022)

El primer periodo del acuerdo fue ratificado por 191 países, más la Unión Europea, que actúa como Parte del Protocolo independientemente de sus estados miembros y divide los esfuerzos de reducción entre éstos. Estados Unidos no llegó a ratificar el acuerdo pese a haberlo firmado en 1998 bajo la presidencia de Bill Clinton. La ratificación de este país se vio complicada por la negativa por parte del Congreso, tras lo que se produjo el anuncio de la

retirada de este por parte la Administración Bush en 2001. Tras este acontecimiento, la suerte del Protocolo cayó en manos de Rusia, pues para que el acuerdo entrase en vigor era necesaria su ratificación por un mínimo de 55 partes que fueran responsables de al menos el 55% de las emisiones globales´ (Garcia, 2018)

´Después la ratificación del pacto por parte de Rusia en noviembre de 2004, el Protocolo inicio en vigor el 16 de febrero de 2005. Este país es anfitrión y promotor en formar parte del acuerdo, pero la gran influencia por parte de la UE, junto con la inversión de la reconversión industrial y la transformación de sus bases (principalmente las petroleras), proporcionaron el proceso´. ( Ingenieros, 2017)).

### **Colombia en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

´El Gobierno Nacional llegó a la cumbre mundial de cambio climático COP26, que se despliega en Glasgow, Reino Unido, a negociar temas prioritarios para la lucha contra este flagelo, incluyendo el aumento de la ambición en la mitigación, adaptación, las pérdidas y daños, y el financiamiento para enfrentar los efectos de la crisis climática global. Como miembro de la Asociación Independiente de América Latina y el Caribe (AILAC), Colombia negocia en bloque con Costa Rica, Chile, Perú, Guatemala, Panamá, Honduras y Paraguay para posicionar los intereses de la región´. (Pule, 2021)

´Son ocho temáticas principales en las que el país busca concertar avances, con un equipo de negociadores y expertos de los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Colombia también inicia la presentación de Carbono Neutral, en el cual se busca crear estrategias de disminución de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel de corporaciones o empresas, productos

y proyectos en el país. El objetivo del programa es aglutinar a empresas y corporaciones que están trabajando en resolver sus emisiones de GEI a través del diseño de cualidades como el cálculo de la huella de carbono, proyectos de disminución de emisiones y compensación de estas´ (Chica, 2022)

´En nación se quiere ser carbono neutral, y para esto se debe calmar la deforestación, hacer una remediación y un mejor uso de las tierras agropecuarias, y obtener una transformación depender menos de los combustibles. Ahí están las metas de las rebajas de Gases de Efecto Invernadero de Colombia, para después, a través de la biodiversidad, la reposición ecológica y la reforestación se pueda trabajar de la mejor manera y llegar al cumplimiento de esta meta” (Chica, 2022)

´Colombia Carbono Neutral cuenta con sus tres etapas en las que se hará la gestión empresarial, el cálculo de la huella de carbono y la postura hacia la carbono-neutralidad. Los beneficios para las empresas que se integren al programa se les conduce en el cálculo de la huella de carbono, en la tesis del plan de gestión y gestión de la meta de carbono-neutralidad, en la determinación y el beneficio de estímulos tributarios producto de la gestión y reducción de GEI, el reconocimiento a través de medios de comunicación de expansión nacional, afirmación en un evento anual del programa y el reconocimiento a través de una distinción de carbono-neutralidad, todas estas herramientas bien utilizadas arrojan resultados excepcionales´ (Rodríguez, 2022)

Dentro de la conformación de este programa se concretará una distinción que será entregada a las empresas, de forma que estas aumenten su gestión con el apoyo del Ministerio del medio ambiente. ´ (Ministerio del Medio Ambiente, 2021)

## **Huella de Carbono en Boyacá**

La Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá, 2019), participó en el webinar organizado por la ANDI sobre herramientas para la acción climática en la región, durante su desarrollo abordaron las estrategias que ejecuta la Corporación mediante alianzas interinstitucionales.

Junto con estas alianzas que se fortalecen de manera voluntaria, se programa un nivel más alto de elaboración de planes de gestión de cambio climático territorial, así mismo impulsar al sector privado, de mitigar su propia huella de carbono que genera debido a su proceso de producción, estas acciones si lugar a duda ayudan a nivel departamental a implementar arduamente a la reducción de los gases de efecto invernadero.

La corporación ha sido pionera en generar acciones oportunas para hacer frente al cambio climático. Una de ellas es el componente de reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), donde en asociación con 36 empresas del departamento se trabaja colectivamente, en un proceso que abarca diferentes periodos, un periodo común de reducción de emisiones de gases GEI, una periodo de medición de la huella de carbono de cada una de las empresas participantes, la certificación de emisiones por parte de un ente externo verificador (ICONTEC) y la organización de un unilateral de todos lo participantes para cumplir de manera conjunta con meta de reducción de emisiones. (Corpoboyacá, 2021)

La institución en relación con la mitigación y adaptación a los efectos de este fenómeno adelanta en la formulación del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial, contiguamente con la Gobernación de Boyacá, lo que permitirá al departamento contar con una herramienta de planeación con acciones a corto, mediano y largo plazo. Durante la etapa de formulación se adelantarán mesas de participación con diferentes actores dentro de los que tiene

un papel protagónico el sector productivo, las empresas de la región, de igual manera en los diferentes municipios de manera participativa, buscan adelantar este proceso que conllevan a planificar a corto plazo, los planes de cambio climático, hacia un mejor medio ambiente sin gases de efecto invernadero´ (Corpoboyacá, 2021)

Otra de las habilidades que hacen parte del plan de trabajo es Boyacá verde , decisión que busca atenuar el impacto de la crisis climática mediante reparación ecológica, la reivindicación de áreas afectadas en la región ,no solo se orienta en el área rural de cobertura departamental, también en las ciudades con la implementación de reservas naturales, con la que se debe realizar una reconstrucción urbana que declare un patrimonio natural en sus diferentes lugares que gozan de diversidad ecológica en cuanto a fauna y flora. (Corpoboyacá, 2021)

Este Componente ha incentivado la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), con el apoyo de la Dirección de Cambio Climático y Gestión de Riesgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, lograr la adhesión de manera voluntaria de las empresas participantes que cada día aumentan en participación, para bien de la región. (Corpoboyacá, 2021)

Estas empresas crearon un espacio conjuntivo y se han apoyado para obtener materiales con el fin de mejorar el ejercicio ambiental en relación de emisiones atmosféricas y calidad del aire, y crear una ‘bolsa regional’ para transacciones e intercambio de unidades de carbono , es de esta manera como se piensa a manera de instituciones del estado, ayudar de manera participativa y conjunta, que convoque a todos los sectores a que realicen su plan de gestión de cambio climático territorial y corporativo , utilizando las diferentes herramientas y procesos que lo guías al desarrollo de medición de la huella de carbono. (Corpoboyacá, 2021)



## **Industria de la Minería de Carbón Subterránea**

El objetivo de la minería del carbón es extraer carbón del suelo, esporádicamente junto con diferentes minerales que se encuentran en la capa del subsuelo. Gracias a su alto contenido energético, el carbón se ha manejado considerablemente para originar electricidad desde la década de 1880.

El carbón se utiliza para la elaboración de combustible en las empresas que fabrican el acero de igual manera para la mayoría de las cementeras el propósito es extraer hierro de rocas para el acero y materia prima para fabricar un componente del cemento llamado coque´. (Granados, 2019)

La mayoría de las aberturas de carbón son excesivamente profundas para la minería a cielo abierto y requieren la minería subterránea, la destreza que en este momento representa alrededor del 60% de producción mundial de carbón en minería subterránea, y se utiliza la técnica de cámaras y pilares que avanza a lo largo de la grieta, mientras pilares y maderas se permanecen de pie para sostener el techo de la mina. Una vez que las minas de cámaras y pilares se han perfeccionado llegando a un punto de pausa (limitado por la geología, la ventilación, o la economía), la cámara y pilar, nombrada segunda minería o minería de retirada, es usualmente iniciada´ (Granados, 2019)

Los mineros pican el carbón en los pilares, rescatando de este modo tanto carbón de la fisura. Por otra parte, el área de trabajo en la extracción de los pilares es llamada una sección pilar. Los módulos pilar recientes manejan equipos reconocidos a distancia, conteniendo grandes soportes de techos móviles hidráulicos, que pueden sugerir derrumbes hasta que los mineros y su equipo dejen el área de trabajo, los soportes móviles de techo son parecidos a una mesa grande de comedor, pero con gatos hidráulicos como piernas, después de que los grandes mantos de

carbón han sido extraídos, las piernas del soporte móvil techo se reducen y se retira a una zona segura, el techo de la mina normalmente se hunde una vez que el soporte de techo móvil deja el área, es así el procedimiento que se utiliza para la extracción del carbón en la minería de carbón bajo tierra´ (Julca, 2020).

### **Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14064-1:2020**

Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. Este instrumento especifica los elementos y requisitos para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel de la organización. Contiene requisitos para el diseño, desarrollo, gestión, informe y verificación del inventario de GEI de una organización. La serie 14064 es neutral ante los programas de GEI. (Castro, 2022)

Si se aplica un programa de GEI, los requisitos de dicho programa son adicionales a los requisitos de la serie ISO 14064, también ha sido inspeccionada técnicamente, los cambios trascendentales son los siguientes: Se ha incrustado algo nuevo en cuanto a los límites pronunciando e incluso la expansión de emisiones indirectas. Este cambio registra al aumento de organizaciones que están reconociendo la importancia de las emisiones indirectas y desplegando inventarios de GEI que contienn varios tipos de emisiones indirectas´. (Castro, 2022)

## **Marco de Referencia**

### **Marco Conceptual**

Durante el desarrollo del proyecto aplicado medición de huellas de carbono para empresa de explotación minera de carbón Construcairos S.A.S, surgen múltiples conceptos y definiciones que se convierten en un referente para la aclaración de dudas presentadas, a lo que se presentan a continuación referentes con en la NTC ISO 14064-1 de 2020 que clasifica los términos en cuatro grupos descritos a continuación:

### **Términos Referentes a los Gases de Efecto Invernadero**

#### ***Gas de efecto invernadero GEI***

Unidad gaseosa de la atmósfera que es tanto natural como creada por el hombre, y que absorbe y emite luz en longitudes de onda particulares en el espectro infrarrojo emitido por la superficie, la atmósfera y las nubes de la Tierra. (Oliva, 2014, pág. 4).

#### ***Emisión de gases de efecto invernadero***

Masa total de un GEI liberada a la atmósfera en un determinado período (Oliva, 2014, pág. 4).

#### ***Reservorio de gas de efecto invernadero GEI***

Unidad, distinto a la atmósfera, que tiene la cabida de acumular los GEI y de acopiar para libértalos. (Oliva, 2014, pág. 4).

#### ***Remoción de gas de efecto invernadero GEI***

Retirar un GEI de la atmósfera mediante sumideros de GEI (Oliva, 2014, pág. 4).

#### ***Factor de emisión GEI***

Coefficiente que corresponde a los datos del movimiento de GEI con la emisión de GEI (Oliva, 2014, pág. 4).

***Factor de remoción de gas de efecto invernadero***

Coeficiente que relaciona los datos de la actividad de GEI con la remoción de GEI.

(Oliva, 2014, pág. 4).

***Emisión directa de gas de efecto invernadero***

Emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización. (Oliva, 2014, pág. 4).

***Remoción directa de gas de efecto invernadero***

Pertenecen o son controlados por la organización. (Oliva, 2014, pág. 4).

***Emisión indirecta de gas de efecto invernadero***

Descarga de GEI resultante de las operaciones y actividades de una organización, pero proveniente de fuentes de GEI que no pertenecen ni son controladas por la organización. (Oliva, 2014, pág. 4).

***Potencial de calentamiento global PCG***

Índice, basado en las propiedades de radiación de los GEI que mide la fuerza de radiación tras la emisión de un pulso de una unidad de masa de un GEI dado en la atmósfera actual integrado en un periodo determinado, con relación a la unidad del dióxido de carbono (CO). (Oliva, 2014, pág. 4).

***Equivalente de dióxido de carbono CO:***

Unidad para comparar el forzamiento radiactivo de un GEI con el del dióxido de carbono. (Oliva, 2014, pág. 4).

## **Términos del Proceso de Inventario de los GEI**

### ***Datos de actividad del gas de efecto invernadero***

´Componente cuantitativo de las acciones que da término a una emisión de GEI o una disminución de GEI.

Ejemplo cuando se presenta la subida de energía, uso combustible o electricidad extenuados, material originario, servicio prestado, y espacio de tierra presuntuosa (ICONTEC, (2020)) Datos primarios: ´Valor cuantificado de un proceso o una actividad procedente a partir de una comprobación directa o de un cálculo utilizado en el en procesamiento de datos directas (ICONTEC, (2020))

### ***Datos específicos del lugar***

Datos primarios originarios intrínsecamente de los límites de la organización (ICONTEC, (2020))

### ***Declaración sobre los gases de efecto invernadero***

Es basada en hechos y objetiva que aprovisiona el objeto de la verificación validación la declaración sobre las GEI el cual es entregada como un informe de GEI un plan de proyecto de GET (ICONTEC, (2020)) Inventario de gases de efecto invernadero: Lista de fuentes de GEI y sumideros de GEI y sus emisiones de GEI y remociones de GEI cuantificadas´. (ICONTEC, (2020))

### ***Proyecto de gases de efecto invernadero***

Actividad o actividades que alteran las situaciones de una línea base de GEI y producen la disminución de las emisiones de GEI o el aumento de las remociones de GEI. (ICONTEC, (2020))

### ***Presentación de gases de efecto invernadero***

Guía o esquema facultativo u necesario internacional, nacional o local que registra, contabiliza o gestiona emisiones de GEI remociones de GEI disminuciones de emisiones de GEI o acrecentamientos de remociones de GEI fuera de la organización o del proyecto de GEI. (ICONTEC, 2020).

### ***Informe de gases de efecto invernadero***

Instrumento autónomo destinado a notificar información referente a los GEI de una organización o de un plan de GEI a sus beneficiarios presentidos. (ICONTEC, (2020))

### ***Año base***

Etapla identificada para intenciones de cotejar emisiones de GEI o eliminaciones de GE u otra investigación relativa a los GEI en un determinado tiempo.

### ***Iniciativa de reducción de los gases de efecto invernadero***

Actividad o iniciativa específica, no organizada como un proyecto de GEI, implementada por una organización de forma discreta o continua, para reducir o prevenir las emisiones de GEI directas o indirectas o aumentar las remociones de GEI directas o indirectas. (ICONTEC, (2020))

### ***Seguimiento***

Apreciación eterna o habitual de las emisiones de GEI las eliminaciones de GEI u otros datos coherentes con los GEI. (ICONTEC, (2020))

### ***Incertidumbre***

Medida asociada con el resultado de la cuantificación que determina la dispersión de los valores que se podrían atribuir razonablemente al conjunto cuantificada.

### ***Emisión indirecta significativa de gas de efecto invernadero***

Descargas de GEI cuantificadas e informadas de la organización que se desempeñan con los criterios de significancia establecidos por la organización ( (ICONTEC, (2020))

## **Términos Pertinentes al Material Biogénico y el Uso del Suelo**

### ***Biomasa***

Material de principio biológico, excluyendo el material introducido en formaciones geológicas y el material convertido en material fosilizado'. (ICONTEC, (2020))

### ***Carbono biogénico***

Carbono procedente de la biomasa (ICONTEC, (2020))CO **biogénico**: CO<sub>2</sub> logrado mediante la oxidación de carbono biogénico' (ICONTEC, (2020))Emisión de GEI biogénica antropogénica: 'Emisión de GEI a partir de material biogénico como resultado de las actividades humanas. (ICONTEC, (2020))

### ***Cambio directo en el uso del suelo CDUS***

Cambio en el uso humano del suelo dentro de los límites pertinentes'. (ICONTEC, (2020))

### ***Uso del suelo***

Uso o gestión del hombre del suelo intrínsecamente de los límites oportunos, los límites adecuados son los límites de informe (ICONTEC, (2020))

### ***Emisión de GEI biogénica no antropogénica***

Emisión de GEI a partir de material biogénico derivada por catástrofes naturales que se presentan (por ejemplo, incendios e infestación por insectos) o por el avance natural (por ejemplo, incremento, descomposición) (ICONTEC, (2020))

## **Términos Relativos a las Organizaciones, las Partes Interesadas y la Revisión**

Disposición de fundamentos o procesos de producción (estacionarios o móviles), que se pueden hacer falta dentro de un límite geográfico único, una unidad de la organización o una causa de producción (ICONTEC, (2020))

### ***Organización***

Persona o grupo de personas que tienen sus propios compromisos, potestades y relaciones para conseguir sus objetivos. (ICONTEC, (2020))

### ***Parte responsable***

Personas responsables y confiables de entregar la afirmación sobre los GEI y la información de soporte sobre los GEI. (ICONTEC, (2020))

Usuario previsto: Sujeto u organización descrito por quienes comunican de lo concerniente con los GEI como aquel que utiliza la información para la toma de decisiones.

### ***Límites de la organización***

Conjunto de acciones o instalaciones en las cuales la organización realiza una vigilancia operativa o financiera o tiene una contribución en el capital conveniente. (ICONTEC, (2020))

Los límites de informe e integridad de emisiones de GEI o remociones de GEI encaminadas desde el interior de los límites de la empresa, así como las emisiones indirectas evidentes originadas por las ejecuciones y actividades de la empresa´ (ICONTEC, (2020))Verificación: Proceso de evaluación de una afirmación de datos e información para determinar si la declaración es realmente correcta y acorde a los criterios (ICONTEC, (2020))Validación: Proceso de evaluación de la discreción de los supuestos, las limitaciones y las metodologías que sustentan una declaración sobre el resultado de actividades futuras. (ICONTEC, (2020))Verificador: persona ideal e imparcial con la responsabilidad de realizar e informar sobre una verificación. (ICONTEC, (2020))

### ***Validador***

Persona competente e imparcial con la responsabilidad de establecer y comunicar sobre una confirmación. (ICONTEC, (2020))



Nivel de seguridad, categoría de confianza en la declaración sobre los GEI. (ICONTEC, (2020).

### Marco Normativo

Se relaciona la normatividad vigente en que se aplica en temas de gestión ambiental y emisiones atmosféricas, en Colombia se busca fortalecer y actualizar los puntos de referencia normativos técnicos, que busquen la reducción de gases de efecto invernadero GEL.

**Tabla 1**

Normatividad vigente

Normatividad	Tema Jurídico	Aplicabilidad
Ley 697/2001	Uso Legítimo y Eficiente de la Energía: Provoca el uso racional y eficientemente de la energía y origina la utilización de energías alternativas. Plantea el inicio del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía.	Fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana.
Ley 1715/2014	Tiene por objeto causar el progreso y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, especialmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su unificación al mercado eléctrico, su cooperación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible.	Establece el marco legal y los instrumentos para la promoción del aprovechamiento de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable.
Decreto 3450/2008	Instituye de manera parcial que, en el territorio de la República de Colombia, todos los beneficiarios del servicio de energía eléctrica reemplazarán, las fuentes de iluminación de baja actividad lumínica, utilizando las fuentes de iluminación de mayor virtud lumínica aprovechables en el mercado.	Determinación del cumplimiento de la norma en la institución, puesto que desde el año 2011 se prohíbe la distribución, importación, comercialización y utilización de fuentes de iluminación de baja eficacia lumínica.
Decreto 3683/2003	Reglamenta la Ley 697 de 2001 y crea una Comisión Intersectorial:	Formulación de los lineamientos de las políticas

Resolución 0453/2004	<p>Reglamenta el uso racional y eficiente de la energía, de tal forma que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la aptitud del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convenidas de energía.</p>	<p>y diseño de los instrumentos para el fomento y la promoción de las fuentes no convencionales de energía, con prelación en las zonas no interconectadas; así como la ejecución de proyectos en Eficiencia Energética en Colombia.</p>
Circular 3 DE 2007	<p>Por la cual se adoptan los procedimientos, requerimientos y razonamientos y se instituye el desarrollo para la aprobación nacional de proyectos de atenuación de emisiones de gases de efecto invernadero que prefieren al Módulo de Desarrollo Limpio.</p>	<p>Por la cual se patrocinan los procedimientos, requerimientos y juicios y se establece el modo para la conformación territorial de proyectos de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.</p>
Circular 3 DE 2007	<p>Reseña algunos lineamientos consagrados en el Decreto Nacional 2331 de 2007, por el cual se establece una medida tendiente al uso racional y eficiente de energía eléctrica, estableciendo que todas las edificaciones u oficinas donde se encuentre cualquier entidad oficial sean de nivel nacional o territorial.</p>	<p>Estimación de la adaptación de tecnologías de mayor vigor energética, en especial a lo que se refiere al uso de lámparas fluorescentes petrificas en lugar de bombillas incandescentes.</p>
Directiva 8/2009	<p>Comparte directrices sobre la aceptación de medidas necesarias que beneficien a asegurar el suministro energético colmado y oportuno, entre ellas apagar la luz en las sumisiones que no se ocupan de manera continua, tales como salas de juntas, baños, archivos o depósitos, coger la iluminación solamente cuando no haya luz natural suficiente, evidenciar que los equipos queden desconectados y la luz apagada al salir de las oficinas, apagar las luces de los edificios sede de las entidades públicas, a partir de las 7 p. m., hacer programas de ahorro de energía eléctrica y agua y en especial.</p>	<p>Comprobación de ahorro de energía en la institución frente a uso de luces en horarios inoportunos y desperdicio del servicio. Descubrimiento del programa de ahorro de energía y su apreciación parcial.</p>

---

*Nota:* En la tabla anterior se relaciona, la normatividad vigente en Colombia, aplicada a las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Fuente autor propio

## Metodología

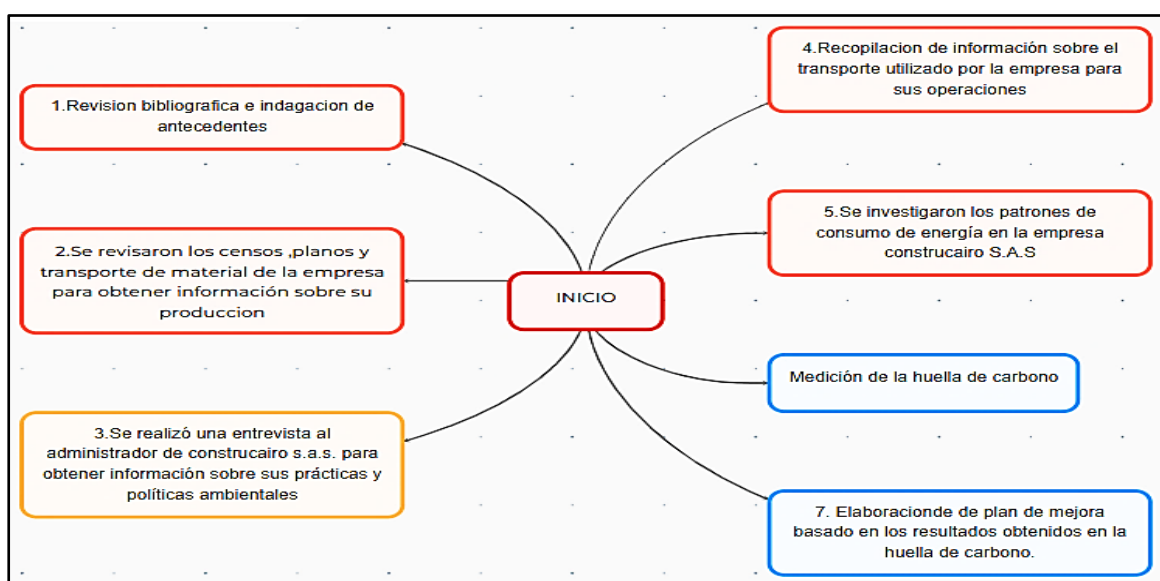
En el siguiente esquema se muestra la metodología manejada en el desarrollo del presente proyecto aplicado, importante para alcanzar los objetivos planteados en el cálculo de la HC según la metodología de la Norma ISO 14064 -1 2020 para la empresa Construcairo S.A.S.

### Tipo de estudio

Proceso metodológico llevado a cabo que se relaciona en el siguiente esquema.

### Figura 1.

*Metodología usada para el desarrollo del trabajo*



*Nota:* En la anterior figura se demuestra el proceso que realizó, para el levantamiento de información.

*Fuente:* Autoría Propia

Revisión bibliográfica e indagación de antecedentes: En la exploración de bibliografía se revisan diferentes citas y páginas de internet en cuanto a tesis de grado, libros, artículos, documentos, entre otras, que facilitaron la mayoría de información concerniente con inventarios de emisiones de GEI, en minas de carbón, con implementación de planes de gestión y mitigación de emisiones atmosféricas.

Visita a instalaciones de la empresa Construcairo s.a.s con el fin de realizar un diagnóstico de las condiciones naturales del entorno: gracias a la autorización de los dueños de la mina de carbón Construcairo s.a.s, para ingresar a las instalaciones, donde se visualiza los diferentes procesos que se requieren para la extracción de carbón, de igual manera se identifican las principales fuentes de emisiones GEI en todas las áreas de la empresa, identificando el tipo de gas que se genera después de los procesos de combustión. En el recorrido de toda la empresa construcairo s.a.s se encontró el tipo de combustibles que se requiere para el movimiento de la maquinaria, tales como malacates, motosierras y motobombas, y el uso de energía que se usa para funcionamiento de los compresores y martillos perforadores e iluminación de toda la empresa. Así mismo en la visita de inspección realizada en el interior de la compañía, se identifica el área de acopio de residuos sólidos que también son fuente de emisiones atmosféricas. La información recolectada se relaciona en el apéndice A, llamado formato de seguimiento in situ con código HC-01 (Ver apéndices)

### **Diagnóstico y entrevista al jefe de Producción y Administrador de la Empresa**

#### **Construcairo s.a.s.**

Se dialogó con el jefe de producción de la empresa Construcairo S.A.S, el Señor Carlos Alberto Gómez, el cual explica sobre el avance como industria minera, y sus pretensiones que tiene para acompañar a desarrollo de la región, sin que se cause daño al medio ambiente, logrando certificaciones en normas ambientales, que se acoplen al compromiso que tienen como organización que busca apoyar y crear acciones que conlleven a la mitigación del cambio climático y así reducir e impacto ambiental. Durante la entrevista fueron suministrados los documentos necesarios para el inventario de gases de efecto invernadero EI, tales como facturas

mes a mes de servicios públicos, compra de combustibles y todo lo requerido que genere emisiones atmosféricas. Apéndice B entrevista HC 02.

Finalmente se concluye con la toma de fotografías donde se identificaron todos factores de emisores atmosféricas, que son de vital importancia para el cálculo de la huella de carbono, entre ellos se tienen las emisiones fugitivas procedentes del arranque de mineral de carbón, el consumo de energía eléctrica y el consumo de los diferentes combustibles, estos datos utilizados para la cuantificación incluyen las cantidades y sus características como patrón para determinar las emisiones.

### **Unificación y selección de información recolectada**

Inicia con la unificación de todos los datos tales como consumos mes a mes de energía eléctrica, consumo de combustibles tales como: aceites, ACPM y gasolina, Cantidades de producción de carbón, generación de residuos sólidos y vertimientos de aguas subterráneas e industriales. Esta información se unifica con el fin de estimar el inventario de GEI.

El cálculo huella de carbono en la empresa Construcairo S.A.S teniendo ya definido y compilada toda la información, en correlación a las diferentes descargas de gases de efecto invernadero, coligadas a la organización y que establece la huella de carbono de acuerdo con el enfoque de cuantificación elegido que dará como resultado en toneladas de equivalente dióxido de carbono CO<sub>2</sub>eq

### **Descripción de Construcairo S.A.S**

La organización Construcairos S.A.S, se desempeña en la extracción de carbón mineral térmico, localizada en el sector “El Olivo” en la senda San José del municipio de Tópaga. Según escritura L285-PG3456, la organización construcairo S.A.S. desarrolla las actividades de explotación y despacho de carbón en un predio de 3.000 metro cuadrados. El título minero otorgado es el GAFA-14/14214 a la mina “El Pino”, cuya operación tiene a cargo la organización desde el año 2011. El carbón extraído es vendido a las empresas termoeléctricas del departamento para la generación de electricidad.

El predio cuenta con una vía de acceso en buen estado y hay bosques de eucalipto en la periferia de este. El espacio físico de la empresa está dividida en dos: el área operativa y las oficinas: El área operativa está conformada por la mina, el cuarto de máquinas, el patio de trabajo, patio de estériles, la tolva de despacho y los camerinos. Las oficinas están a la entrada del predio y tienen los equipos de cómputo para desarrollar las acciones administrativas de la sociedad.

Para el sostenimiento de la mina se emplea madera de eucalipto que es adquirida de forma legal a proveedores certificados del territorio. Cuenta con 15 trabajadores en el área operativa y 3 en labores administrativas. La operación de la mina se realiza en dos turnos de 8 horas de lunes a sábado. Los meses de mayor operación son de enero a noviembre con picos de producción en los meses con precipitaciones bajas en donde aumenta la demanda del mineral energético por parte de las termoeléctricas.

Construcairos es una compañía por acciones simplificadas censada el día 4 de mayo de 2017 en la cámara de comercio de Sogamoso con número de matrícula 0000071272. Esta empresa se dedica principalmente a extracción de carbón bajo tierra, mediante los métodos como

el barroteo con una herramienta llamada pico método manual y la perforación con martillo picador método por medio fluido hidráulico.

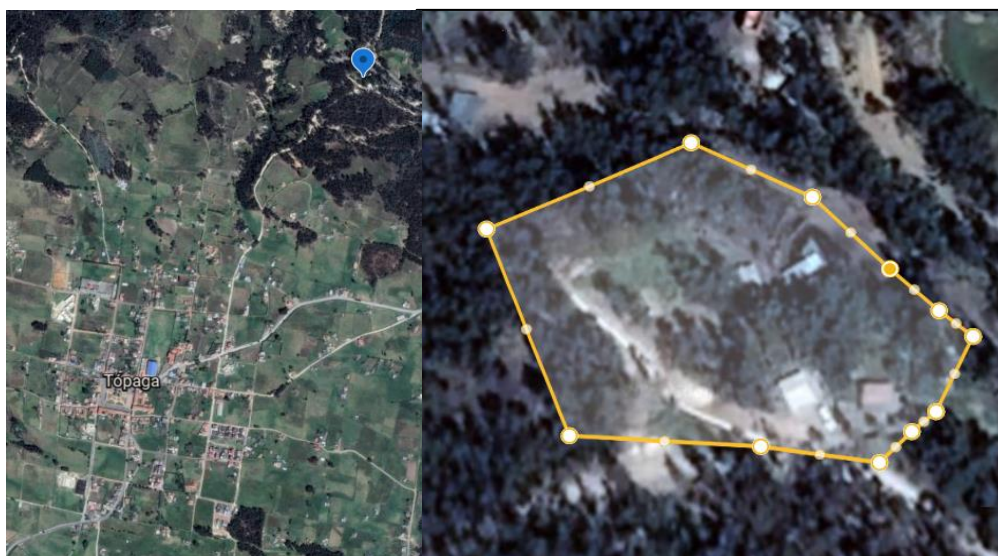
## Ubicación de la empresa construcairos S.A.S

### *Límites Geográficos*

Compañía localizada en el sector “El Olivo” en la vereda ‘San José’ del municipio de Tópaga.

### **Figura 2.**

*Ubicación límites y área*



*Nota:* En la anterior figura se demarca el área de influencia de la mina de carbón construcairo s.a.s, y sus límites colindantes.

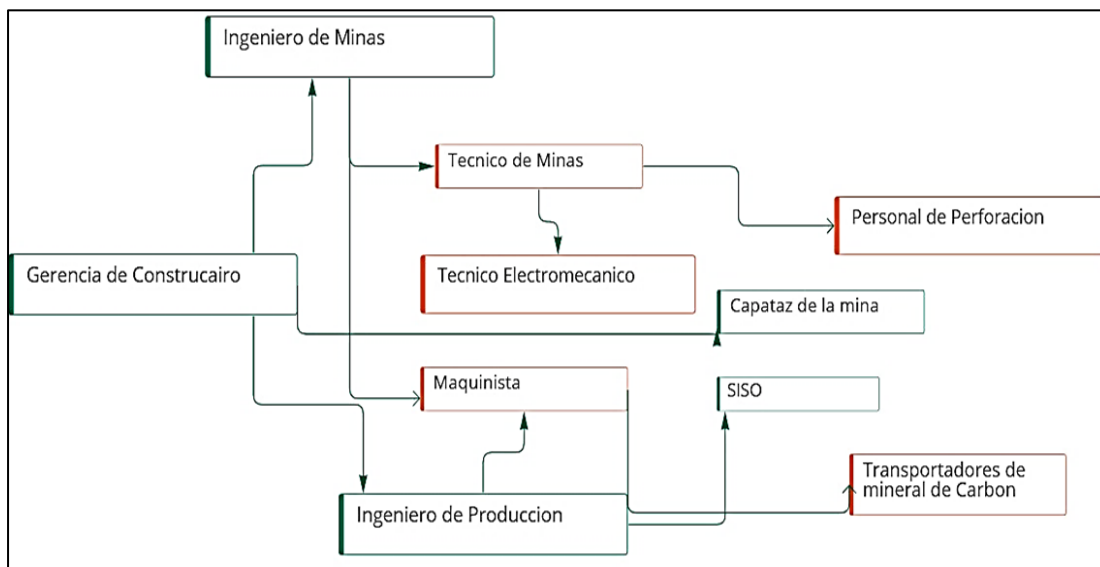
*Fuente:* Google Earth, 2022

## Organigrama de la Empresa Construcairo S.A.S

Enseguida se muestra el organigrama, de la empresa construcairo S.A.S que es necesario para que la actividad de extracción de carbón se lleve a cabo

**Figura 3.**

*Organigrama de Construcairo S.A.S.*



*Nota:* En el anterior organigrama se muestra la organización de personal que fue establecida para el desarrollo de las actividades del proyecto minero.

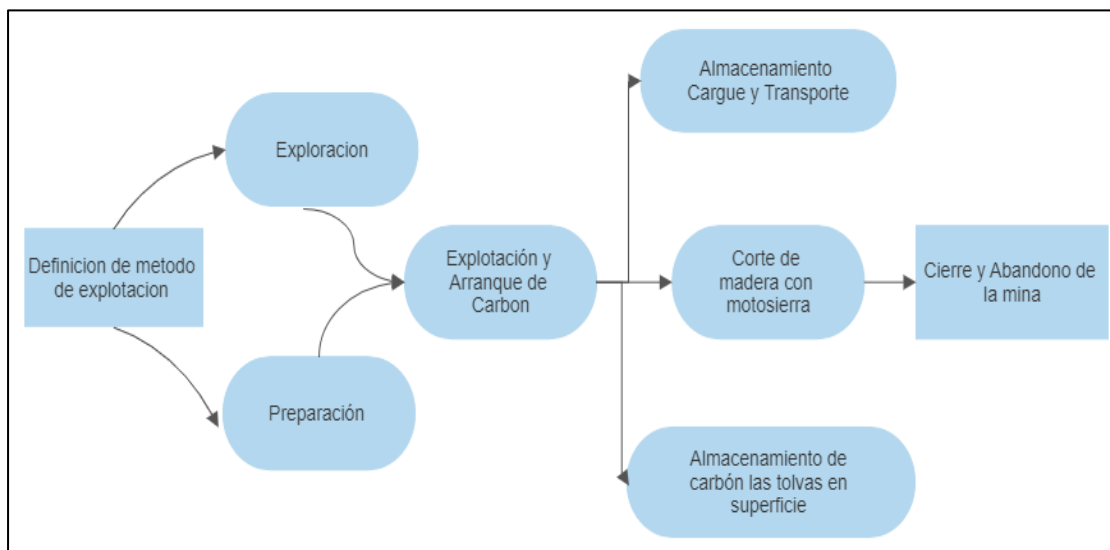
*Fuente:* Autoría Propia

La empresa en su organigrama cuenta con personal eficiente para ejecutar los diferentes actividades, en la extracción del mineral de carbón, entre los cuales se cuenta con un ingeniero de minas encargado de la planificación y explotación de la mina, seguidamente de dos tecnólogos quienes llevan el control de la producción diaria, también se cuenta con personal maquinista, de perforación y capataz ,quienes llevan el control de apertura de socavones de la mina de carbón, finalmente se cuenta con encargada de la seguridad industrial de la empresa y transportadores de materia prima hacia su disposición final.

### **Proceso de explotación de carbón de Construcairo S.A.S**

En la Figura 4 se observa el proceso de explotación de carbón en cada una de sus etapas de extracción del carbón.



**Figura 4.***Procesos de explotación de carbón*

*Nota:* En la anterior figura podemos evidenciar el proceso que se lleva a cabo en la empresa construcairo s.a.s, que fue definido para llevar a cabo la explotación de carbón y sus diferentes etapas productivas.

*Fuente:* Autoría Propia

***Exploración***

El proceso como tal inicia con localización del manto y ubicación de la bocamina, este proceso se llama exploración, que es cuando se determina el punto exacto de inicio de excavación (Construcairo S.A.S, 2022).

***Preparación***

Es importante saber que el carbón se extrae mediante dos métodos: subterráneo y a cielo abierto, en el caso de la empresa Construcairo S.A.S emplea el método de extracción subterránea, en cual se inicia mediante pilares y extracción por tajos, una vez localizado el manto de carbón se procede a excavar de forma manual un túnel con medidas de ingreso adecuadas, a medida que va profundizando la excavación, se va sosteniendo el terreno con palancas de madera para evitar derrumbes. (Construcairo S.A.S, 2022).

### ***Explotación y Arranque***

En este proceso ya localizado el manto de carbón, se inicia con el arranque de este mediante el sistema de martillos que funcionan con presión de aire, la cantidad depende del ancho de los tambores. (Construcairo S.A.S, 2022).

### ***Almacenamiento Cargue y Transporte***

Teniendo una cantidad considerable de carbón dentro de la mina, inicia el proceso de transporte, el cual se hace por medio de coches o vagonetas que son movidas con malacates mecánicos hasta la superficie de la mina. (Construcairo S.A.S, 2022).

### ***Almacenamiento de carbón las tolvas***

Unas ves teniendo el mineral de carbón fuera de la mina, se ubican zonas de almacenamiento, llamadas tolvas que tiene capacidad de hasta 80 toneladas, allí inicia la disposición final del carbón, ya cuando lo transportan en volquetas hacia los patios de acopio de los clientes de la empresa Construcairo S.A.S.

### ***Corte de madera con motosierra***

Este proceso se realiza en la superficie de la mina de carbón, en una zona de acopio, allí se despieza la madera a las medidas requeridas para el sostenimiento de los barrancos dentro de la mina, el uso de la motosierra es gradual dos a tres veces por semana, con combustible gasolina. (Construcairo S.A.S, 2022).

### ***Cierre y Abandono del yacimiento de Carbón***

En este último proceso, el cierre de la mina de carbón es cuando ya la totalidad del manto del mineral ha sido explotado, por lo general toda la zona que comprende la mina de Construcairo S.A.S, se hace un cerramiento de la bocamina con relleno de material estéril, y se

retiran todas las instalaciones administrativas, dejando totalmente señalizado el área.

(Construcairo S.A.S, 2022).

### **Actividades de la organización**

La organización Construcairo S.A.S. estableció el enfoque de control, dado que considera todas las emisiones y remociones de GEI en las instalaciones sobre las cuales tiene el control operacional. (Construcairo S.A.S, 2022).

Periodo de Estudio. En la cuantificación de las emisiones de GEI la organización Construcairo S.A.S escogió como año base el ciclo comprendido entre el primero de enero de 2019 y el 31 de diciembre de 2019.

### ***Proceso Productivo***

La organización Construcairo S.A.S., tiene un promedio de producción semanal de 411 toneladas de carbón. Las actividades de explotación se desarrollan de enero a noviembre con picos de producción en las temporadas secas (de mayo a junio). El mes de diciembre es empleado para hacerle mantenimiento a la mina en especial para renovar el sostenimiento y ampliar los frentes de explotación.

Para que la atmosfera en el frente de explotación sea apta para que se puedan adelantar trabajos mineros se implementó un sistema de ventilación que genera 3,13 m<sup>3</sup> de aire limpio por minuto. Este sistema funciona con un compresor eléctrico KAESER y una red de 1,5 kilómetros de mangueras de 3" distribuidas en los socavones del proyecto minero. Del mismo modo, para evacuar las aguas freáticas que se infiltran a medida que se avanza la explotación se emplea una electrobomba de 4 HP. Estas aguas son tratadas con un sistema de aireación y carbón activado que neutraliza el pH del recurso hídrico y una serie de sedimentadores para decantar las partículas sólidas antes de ser vertidas en el rio Sasha. (Construcairo S.A.S, 2022).

**Figura 5.***Compresor eléctrico KAESER*

*Nota:* En la figura 5 se evidencia el Compresor eléctrico KAESER, que es utilizado para el sistema de aireación dentro de la mina, este compresor ejerce movimiento mediante utilización de energía eléctrica y también envía la presión de martillos hidráulicos dentro de la mina de carbón

*Fuente:* Autoría Propia.

**Figura 6.***Electrobomba de 4 HP*

*Nota:* En la figura 6 se muestra la Electrobomba de 4 HP que es utilizada para succión de agua subterránea que sale dentro de la mina de carbón, utiliza energías eléctricas.

*Fuente:* Autoría Propia

### **Proceso de Extracción de Carbón en Construcairo s.a.s**

El proceso de extracción del carbón comienza en el frente de explotación, en donde el mineral es arrancado de las entrañas de la montaña usando martillos neumáticos. El compresor de referencia Kaeser ASD 40 se localiza en el cuarto de máquinas y suministra aire comprimido a través de mangueras de tres pulgadas para mover el percutor de los martillos. El compresor funciona con energía eléctrica y suministra 10 bares de presión de aire. (S.A.S, 2022)  
(Construcairo, 2022)

Una vez se ha desprendido un volumen de carbón significativo, es extraído en vagones de 1 Tonelada que son movilizados a través de rieles gracias a la energía mecánica de un camión adaptado como malacate. Este sistema es operado con un motor de combustión que funciona con A.C.P.M. Los vagones vierten el carbón en una tolva cuya capacidad es de 25 Toneladas. Cuando la tolva está llena el carbón es descargado directamente en los vehículos de los clientes, que por las condiciones de la mina y de la tolva son generalmente volquetas con capacidad de carga de 14 toneladas. El sostenimiento de la mina se lleva a cabo con postes en madera, cada puerta es levantada con un distanciamiento de 2 metros. Los maderos tienen un diámetro mínimo de entre 30 y 40 cm y una longitud de 2,5 metros. La madera es adquirida a empresas del sector y cortada con una motosierra STIHL que funciona con gasolina. (Construcairo, 2022)

**Figura 7.**

*Tolva de despacho del carbón y boca mina*



*Nota:* En la figura 7 se evidencia el proceso de almacenamiento, despacho y bocamina de Construcairo s.a.s, proceso que genera emisión de partículas en suspensión.

*Fuente:* Autoría Propia

**Descripción del Año Base en Construcairo S.A.S**

El inventario de gases de efecto invernadero para la empresa Construcairo S.A.S., busca cuantificar en un periodo de tiempo las emisiones correspondientes a la operación de la mina y las labores administrativas de la organización. Para lo cual, es preciso instaurar un año base que sirva de comparación con periodos futuros y establecer una tendencia con el comportamiento de emisiones. Para la cuantificación de las emisiones de GEI en la organización Construcairo S.A.S., se escogió como año base el tiempo incluido entre el primero de enero y el 31 de diciembre de 2019, en relación con el año contable de la organización (Construcairo, 2022)

La selección de este periodo como año base se efectúa porque Construcairo S.A.S., considera que el año 2019 representa la tendencia de producción antes de la llegada de la pandemia. Además, cuenta con los soportes y registros contables de las fuentes de emisión reportadas, en el cual se tiene información representativa, confiable y verificable de sus fuentes

de emisión en comparación con años anteriores. Cualquier cambio en el año base será expuesto por la organización Construcairo S.A.S. en inventarios futuros, instituyendo un procedimiento que considere contextos como: cambios en los límites operantes, propiedad y control de fuentes de GEI, cambios en técnicas de cuantificación, progresos en la calidad de los datos, cambios en factores de emisión, superar el umbral de significancia entre otros (Construcairo, 2022)

## Resultados del inventario GEI en Construcairo s.a.s

### Identificación de los Límites del Informe

En esta sección se presenta la descripción y categorización de las fuentes de emisoras de GEI producidas por la organización Construcairo S.A.S

**Tabla 2**

#### *Orígenes de GEI*

Inventario de Categoría de GEI	Subcategoría de Fuente	Fuente Presente en Construcairo S.A. S	Clave de Notación
	GEI directas a partir de combustión estacionaria	Consumo de A.C.P.M. para la operación del Malacate y gasolina para la operación de la motosierra.	C
Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones directas de combustión móvil	No hay parque automotor.	NC
	Emisiones fugadas directas producidas por el desprendimiento de GEI en métodos antropogénicos	Emisiones fugadas procedentes de la explotación de carbón bajo tierra.	C
Emisiones indirectas de GEI por Energía importada	Emisiones indirectas por la electricidad importada.	Consumo de energía eléctrica	C
	Emisiones indirectas por la energía importada excluyendo electricidad.	No hay consumo ni suministro de vapor, calefacción o enfriamiento	NC
Emisiones indirectas de GEI por transporte	Emisiones producidas por el transporte y distribución, fletes pagados por la organización por insumos.	No se estimaron dado que no se dispone información suficiente	NE
	Emisiones originadas por el transporte, fletes pagados de suministro de carbón.	No se generan, los clientes asumen el transporte del carbón	NC
	Emisiones causadas por el desplazamiento diario de empleados	No se estimaron dado que no se dispone información suficiente	NE
	Emisiones causadas por el transporte de clientes y visitantes	No se estimaron por falta de información	NE



Inventario de Categoría de GEI	Subcategoría de Fuente	Fuente Presente en Construcairo S.A. S	Clave de Notación
	Emisiones originadas por viajes de negocios	No se calcularon debido a que no se cuenta con la información	NE
Emisiones indirectas de GEI por bienes traídos por la organización	Emisiones derivadas de productos comprados	Sin información para el caculo de HC.	NE
	Emisiones procedentes de bienes de capital comprados	Falta información para facilitar el calculo	NE
Emisiones indirectas de GEI asociados con el uso de productos de la organización	Emisiones provenientes de la etapa de uso de productos de la organización	Las emisiones asociadas al consumo del carbón vendido a las termoeléctrica son asumidas por dichas empresas	NC
Emisiones indirectas de GEI por otras fuentes	Cualquier emisión que no fue identificada en otra categoría.		NE

*Nota:* En la anterior tabla se realiza la identificación de las fuentes de emisión, que resultan del proceso productivo de la explotación de carbón de la empresa Construcairo S.A.S.

NC: No se consume NE: No se estimaron C: Se consume

### **Emisiones y Exclusiones de GEI Directas**

En el presente informe se cuantificaron las emisiones directas asociadas a la combustión permanente, emisiones directas de combustión móvil y emisiones fugadas directas originadas por la liberación de GEI en procedimientos antropogénicos

### **Emisiones Directas a Partir de Combustión Estacionaria**

Para el desarrollo de las acciones de la organización **Construcairo S.A.S.** se requiere del consumo de combustibles líquidos. A continuación, se describen los consumos de combustibles durante el periodo de estudio.

#### **A.C.P.M**

El malacate opera con un motor de combustión de A.C.P.M. adaptado para jalar los vagones y sacar a la superficie el carbón. El combustible es adquirido semanalmente en varias

estaciones de servicio de la zona y acopiado en las infraestructuras de la organización. En el año de estudio se adquirieron 2400 galones. Estos datos fueron obtenidos de la descripción realizada por el capataz de la mina: El consumo diario es de 8 galones y se trabajan 6 días a la semana. A continuación, se presentan los consumos de A.C.P.M.

### Figura 8.

*Motor diésel del malacate mecánico*



*Nota:* En la figura anterior se evidencia una fuente estacionaria con emisiones de GEI, que su medio de combustión es el ACPM, es utilizada a diario como malacate que extrae el carbón desde el interior de la mina.

*Fuente: Autoría propia*

### Tabla 3

*Consumos de combustibles año base 2019*

Consumos de Combustibles en <i>Construcairo S.A. S</i>			
Consumo Diario (Galones)	Consumo Semanal (Galones)	Consumo Mensual (Galones)	Consumo Anual (Galones)
8	48	200	2400

*Nota:* En la tabla 3 se describe el consumo de combustibles del año base 2019, representado en consumo diario, semanal, mensual y anual, que es utilizado para el funcionamiento de maquinaria en la empresa *construcairo s.a.s*

### ***Gasolina***

El sostenimiento de la mina se lleva a cabo con postes en madera. Los maderos tienen un diámetro mínimo de entre 30 y 40 cm y una longitud de 2,5 metros. La madera es adquirida a empresas del sector y adecuada con una motosierra STIHL que funciona con gasolina. El consumo mensual es de 2 galones y el anual de 24.

### **Figura 9.**

#### *Motosierra para corte de madera*



*Nota:* Motosierra que se usa para el corte de madera, su combustible es la gasolina

*Fuente:* autoría propia

### **Figura 10.**

#### *Patio de acopio de madera*



*Nota:* En la anterior figura se evidenciamos el patio de acopio de residuos de madera.

**Tabla 4***Consumos de gasolina*

Consumos de Gasolina	
Consumo Mensual (Galones)	Consumo Anual (Galones)
2	24

*Nota:* En la anterior tabla se tiene como resultado del consumo de Combustible Gasolina para el año base 2019, que se presentó en el proceso de explotación de carbón de la empresa Construcario S.A.S.

**Emisiones de GEI procedentes de biocombustibles.**

La organización Construcario S.A.S., registra que en el año de estudio se comercializaba combustible tipo B10 y E10 de acuerdo con la normatividad contenida en la Resolución 40184 de 2018. La Federación Nacional de Biocombustibles, presenta los porcentajes de la fracción biogénica que contienen los combustibles según el departamento.

**Tabla 5***Comparación de porcentajes en fracción biogénica, entre los combustibles de gasolina y ACPM*

Tipo De Mezcla	Combustible	% Origen Fósil	% Origen Biogénico
B10	Diesel	90	10
E10	Gasolina	90	10

*Nota:* De acuerdo con lo anterior, los consumos de gasolina y diésel se presentan desagregados de acuerdo con el origen en la siguiente tabla.

**Tabla 6***Consumos de gasolina y diésel por fracción biogénica*

Consumo (Galones)	GASOLINA		Consumo (Galones)	DIESEL	
	Fracción Fósil (90%)	Fracción biogénico (10%)		Fracción Fósil (90%)	Fracción biogénico (10%)
24	21,6	2,4	2400	2160	240

*Nota:* En la anterior tabla se puede evidenciar los consumos de gasolina y diésel de manera desagregada por fracción biogénica.

**Emisiones directas de combustión móvil**

La organización Construcairo S.A.S., no tiene parque auto motor a su cargo, por lo tanto, no se reportan emisiones directas asociadas a la combustión móvil.

**Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos.**

Los métodos geológicos de formación del carbón provocan CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>, son conocidos conjuntamente como gas de veta o gas grisú. Está atrapado en la veta de carbón hasta que el carbón está expuesto o se distribuye durante las operaciones mineras o posteriores a la explotación minera, que pueden incluir la administración, el procesamiento y el transporte de carbón, la oxidación del carbón a baja temperatura, y la combustión suelta del carbón. En estos puntos, los gases emitidos se designan emisiones fugitivas. La técnica para establecer estas emisiones parte de la cantidad de carbón explotado, que durante el año de estudio que fue de 19.740 Toneladas

Este dato fue suministrado por el área financiera de la organización Construcairo S.A.S. Para la cuantificación de las emisiones se asumió un promedio mensual de 1.645 Toneladas de carbón explotadas mensuales.

**Emisiones indirectas de GEI**

Para la cuantificación de las emisiones indirectas generadas por parte de la organización Construcairo S.A.S, se tuvo en cuenta la significancia de estas fuentes y su aporte al proceso productivo o la transversalidad de la industria. En el presente inventario se cuantificaron las emisiones asociadas a: emisiones indirectas de GEI por energía concernida y emisiones indirectas por otros orígenes de GEI.

### **Emisiones Indirectas generadas por la electricidad importada**

Para el desarrollo y realización de las acciones mineras de la organización Construcairo S.A.S. el uso de la energía eléctrica es fundamental. Para que la atmosfera en el frente de explotación sea apta para que se puedan adelantar trabajos mineros se implementó un sistema de ventilación que genera 3,13 m<sup>3</sup> de aire limpio por minuto. Este sistema funciona con un compresor eléctrico KAESER y una red de 1,5 kilómetros de mangueras de 3" distribuidas en los socavones del proyecto minero. Del mismo modo, para evacuar las aguas freáticas que se infiltran a medida que se avanza la explotación se emplea una electrobomba de 3 HP. Toda la iluminación externa y en la boca mina es eléctrica.

#### **Figura 11.**

En la figura 11 se presenta el transformador eléctrico, que se utiliza para suministrar la energía que se utiliza para la empresa Construcairo S.A.S



*Nota:* mediante el transformador visto en la imagen, llega la energía eléctrica que abastece a la mina construcairo s.a.s

*Fuente:* Autoría Propia

**Tabla 7***Consumos de energía mes a mes*

<b>Consumos de Energía Mes a Mes</b>											
Enero	Febrero	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi	Octub	Novie	Dicie
29622	69159	82328	83263	79023	81233	71274	86923	89820	96240	80280	34789

*Nota:* En la tabla anterior se evidencia los consumos de energía mes a mes para el año 2019

### **Emisiones Indirectas de GEI por Otras Fuentes de Energía Importada Diferentes A La Electricidad.**

La organización **Construcairo S.A.S.**, no tiene suministro de vapor o de fuentes de energía diferentes a la electricidad, por lo tanto, estas emisiones no ocurren.

### **Emisiones Indirectas de GEI por Transporte.**

Están asociadas el desplazamiento del carbón, insumos, bienes, empleados y clientes de la organización Construcairo S.A.S. A pesar de que estas emisiones no fueron cuantificadas porque no se sitúa de la información necesaria o no suceden, se reportan las fuentes de emisión para depositar los principios de transparencia e integridad.

### **Emisiones Causadas por El Transporte y Distribución, Fletes Pagados por la Organización por Insumos**

Las emisiones asociadas al transporte de materias primas de la organización Construcairo S.A.S., por parte de terceros, no fueron cuantificadas dado que no se contaba con datos y la construcción de la información resultaba imposible.

### **Emisiones causadas por el transporte fletes pagados por despacho**

Las emisiones asociadas al transporte del carbón extraído por Construcairo S.A.S., pertenecen a los consumidores que en su totalidad son las organizaciones de generación de

energía y/o sus intermediarios, por lo tanto, estas emisiones no son consideradas como responsabilidad de la organización.

### **Emisiones originadas por el desplazamiento habitual de trabajadores**

Las emisiones asociadas al transporte de los trabajadores de Construcairo S.A.S., no fueron cuantificadas dado que no se contaba con datos y la construcción de la información resultaba imposible.

### **Emisiones causadas por el transporte de clientes y visitantes**

Las emisiones asociadas al transporte de los clientes y visitantes a las instalaciones de Construcairo S.A.S., no fueron cuantificadas dado que no se contaba con datos y la construcción de la información resultaba imposible.

### **Emisiones causadas por viajes de negocios**

Las emisiones asociadas a los viajes de negocios de los directivos de Construcairo S.A.S., no fueron cuantificadas dado que no se contaba con datos y la construcción de la información resultaba imposible

### **Gases de GEI generados por productos utilizados por la organización**

Surgen de los productos y bienes de capital adquiridos por parte de la organización Construcairo S.A.S. A pesar de que estas emisiones no fueron cuantificadas porque que no se cuenta con la información o no ocurren, se reportan las fuentes de emisión para conservar los principios de transparencia e integridad.

### **Emisiones indirectas provenientes de productos comprados**

Las emisiones asociadas a los productos comprados por parte de Construcairo S.A.S., no fueron cuantificadas dado que no se contaba con datos y la construcción de la información resultaba imposible



**Descargas indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización**

La organización Construcairo S.A.S. no tiene emisiones asociadas con el uso de productos de la organización, es decir el carbón explotado es vendido en su totalidad y no hay emisiones indirectas asociados a productos de la organización.

**Emisiones indirectas de GEI por otras fuentes**

La organización Construcairo S.A.S. no tiene emisiones indirectas asociadas a otras fuentes de emisión dentro de los límites organizacionales.

### Enfoque de cuantificación

En el cálculo de emisiones de GEI en la organización Contrucairo S.A.S., se seleccionaron varios métodos de cálculo según el origen de cada una de las emisiones cuantificadas, esto permite minimizar la incertidumbre y genera resultados que reflejan con coherencia de las acciones de la organización. Enseguida se describe el enfoque utilizado en las fuentes de emisión cuantificadas.

**Tabla 8**

*Enfoque empleado en las fuentes de emisión para el inventario de GEI*

Inventario de Categoría de GEI	Subcategoría de Fuente	Fuente Presente en Construcairo S.A.S	Clasificación de los Datos Usados	Enfoque de Cuantificación
Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones directas a partir de combustión estacionaria	Consumo de A.C.P.M. para la operación del Malacate y gasolina para la operación de la motosierra.	Secundarios: Partiendo de los datos suministrados por funcionarios se modelaron los consumos totales.	Modelado Datos de actividad en volúmenes de combustibles líquidos.
	Emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos.	Emisiones fugitivas procedentes de la explotación de carbón bajo tierra.	Primarios: Datos sobre la producción de carbón suministrados por el área financiera.	Modelado: Datos de producción mensuales proyectados en el año de estudio.
Gases de efecto invernadero indirectas de energía importada	Emisiones indirectas por la electricidad importada.	Consumo de energía eléctrica	Primarios: Datos suministrados por la empresa de energía a través del recibo de cobro	Medición: Datos de actividad sobre el consumo de energía.

*Nota:* Con la anterior tabla se muestra la clasificación de las emisiones atmosféricas

## Cuantificación y remoción de GEI

Se cuantifica la cantidad total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que fueron liberadas directa e indirectamente a la atmósfera en el año 2019. A continuación, se presentan las emisiones.

### Resultados de emisiones directas provenientes de biocombustibles

En la organización Construcairo S.A.S., se generaron 1,67 Ton de CO<sub>2</sub>e proveniente de la quema de la fracción de origen biogénico contenida en los combustibles líquidos. El consumo de bioetanol tuvo un aporte de 0,01 Ton de CO<sub>2</sub>e. Por su parte el consumo de Biodiesel tuvo un aporte de 1,66 Ton de CO<sub>2</sub>e. En la tabla 8 se presentan resumidos los resultados de las emisiones por consumo de biocombustibles.

**Tabla 9**

*Resultados de las emisiones por consumo de biocombustibles*

Biomasa		Emisiones Totales [Ton CO <sub>2</sub> e/Año]	Representación [%]
	Fuentes Móviles	1,67	100,00%
Biomasa	Fuentes Fijas	0,00	0,00%
	Emisiones de Proceso	0,00	0,00%
	<b>Total, CO<sub>2</sub> Biomasa</b>	<b>1,67</b>	<b>100,00%</b>

*Nota:* Evidenciamos el resultado de biomasa que fue de 1,67 de CO<sub>2</sub>

### Resultados de emisiones directas

Las emisiones generadas de manera directa en la organización Construcairo S.A.S., representan el 98,15% del total de las emisiones de GEI con 10.761 Ton de CO<sub>2</sub>e. Estas emisiones proceden de los consumos de combustible y de las emisiones fugitivas de metano.

**Tabla 10***Resultado de emisiones directas del Año 2019*

Emisiones	Fuentes	Huella de Carbono [Ton CO <sub>2</sub> e/Año]	Representación [%]	Incertidumbre [%]
	Combustión estacionaria	22,12	0,20%	+/-19,83%
Emisiones Directas	Emisiones fugitivas carbón	10.739,35	97,94%	+300,00%
	<b>Subtotal</b>	<b>10.761,47</b>	<b>98,15%</b>	<b>+299,38%</b>

*Nota:* En la anterior tabla se determina el resultado de emisiones directas del año base 2019 y se discrimina la cantidad total de emisiones teniendo en cuenta la fuente de contribución de GIE.

### **Resultados de GEI directas a partir de combustión estacionaria**

Las emisiones generadas de manera directa a partir de la combustión estacionaria en la organización Construcairo S.A.S., fueron de 22,12 Ton de CO<sub>2</sub>e. El consumo de diésel para la operación de los malacates generó 21,93 Ton de CO<sub>2</sub>e, por su parte, el consumo de gasolina para la operación de la motosierra tuvo un aporte de 0,19 Ton de CO<sub>2</sub>e.

**Tabla 11***Resultado de emisiones directas del Año 2019*

Origen de Emisión	Tipo de Combustible	Consumo		Emisiones CO <sub>2</sub> e (Ton)	Incertidumbre
		Unidad	Cantidad		
Emisiones directas por combustión estacionaria	Gasolina	Galón	2,16	21,93	+/- 20 %
	ACPM	Galón	2160	0,19	+/- 20%
<b>Subtotal: Combustión estacionaria</b>				<b>22,12</b>	<b>+/- 19,8 %</b>

*Nota:* En la anterior tabla se muestra el resultado de emisiones directas estacionarias

## Resultado Emisiones fugitivas directas producidas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos

Las emisiones fugitivas procedentes de la explotación de carbón bajo tierra fueron el mayor aporte y representan el 98,15 % del total de las emisiones de la organización Construcairo S.A.S., con **10.739,35** Ton de CO<sub>2</sub>e. Este resultado evidencia el alto nivel de emisiones que genera la explotación de carbón por la liberación del metano.

**Tabla 12**

*Los resultados emisiones fugadas directas producidas por la liberación de GEI*

Fuente de Emisión	Tipo de Emisión	Explotación		Emisiones CO <sub>2</sub> e (Ton)	Incertidumbre
		Unidad	Cantidad		
Emisiones evadidas directas ocasionadas por la liberación de GEI en métodos antropogénicos.	Emisiones fugadas procedentes de la explotación de carbón bajo tierra.	Tonelas	19.740	10.739,35	+/- 300 %
<b>Subtotal</b> emisiones fugitivas directas				10.739,35	+/- 300 %

*Nota:* En la tabla anterior se presentan los resultados emisiones fugitivas directas causadas por la liberación de GEI en sistemas antropogénicos.

## Emisiones indirectas de GEI por energía importada

La organización CONSTRUCAIRO S.A.S., generó 203,31 Ton de CO<sub>2</sub>e por el consumo de electricidad. Estas emisiones representan el 1,85 % del total de las emisiones de GEI. Si bien su participación porcentual es baja representa una oportunidad de reducción de emisiones de GEI importante con la implementación de soluciones fotovoltaicas que reducirían en cierto porcentaje las emisiones que se generan, al usar la energía eléctrica para desarrollar el movimiento de cualquier equipo o máquina.

**Tabla 13***Emisiones de GEI por el consumo de electricidad.*

Emisiones	Fuentes	Huella de Carbono [Ton CO <sub>2</sub> e/Año]	[%]	Incertidumbre [%]
Emisiones Indirectas De GEI Por Energía Importada	Emisiones indirectas por la electricidad importada.	203,31	1,85	+/- 20,47
	<b>Subtotal</b>	<b>203,31</b>	<b>1,85</b>	+/- 20,47

*Nota:* Con la anterior información, se evidencia las emisiones de GEI Asociadas al consumo de electricidad.

El consumo de 883.945 KWh de energía eléctrica durante el año base generó la emisión de 203,31 Ton de CO<sub>2</sub>e.

**Tabla 14***Consumo de las Emisiones de GEI Durante el Año de Estudio 2019.*

Fuente de Emisión	Tipo de Emisión	Consumo		Emisiones CO <sub>2</sub> e (Ton)	Incertidumbre
		Unidad	Cantidad		
Emisiones indirectas de GEI por energía importada	Emisiones indirectas por la electricidad importada.	KWh	883.945	203,31	+/- 20,47
	<b>Subtotal emisiones indirectas</b>			<b>203,31</b>	

*Nota:* En la anterior tabla se presentan los consumos de electricidad y el resultado de las emisiones de GEI durante el año de estudio.

## Resultados totales del inventario GEI en construcairo s.a.s

**Tabla 15**

*Descargas totales de GEI, relacionado con el inventario del año base 2019*

Emisiones	Fuentes	Emisión CO <sub>2</sub> [Ton CO <sub>2</sub> e/Año o]	Emisiones CH <sub>4</sub> [Ton CO <sub>2</sub> e/Año]	Huella De Carbono [Ton CO <sub>2</sub> e/Año]	Representac ión [%]	Incertidumbre [%]
	Fuentes Móviles	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
Directas	Fuentes Fijas	22,11	0,00	22,12	0,20%	+/- 19,83%
	Emisiones de Proceso	0,00	10.739,35	10.739,35	97,94%	+/- 300,00%
	<b>Subtotal</b>	<b>22,11</b>	<b>10.739,35</b>	<b>10.761,47</b>	<b>98,15%</b>	<b>+/- 99,38%</b>
Indirectas	Energía Adquirida	203,31	0,00	203,31	1,85%	+/- 20,47%
Eléctrica	<b>Subtotal</b>	<b>203,31</b>	<b>0,00</b>	<b>203,31</b>	<b>1,85%</b>	<b>+/- 20,47%</b>
Otras Indirectas	Fuentes Móviles	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	Otras Fuentes	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	<b>Subtotal</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00%</b>	<b>+/- 0,00%</b>
<b>Total, HCC</b>		<b>225,42</b>	<b>10.739,35</b>	<b>10.964,78</b>	<b>100,00%</b>	<b>+/- 293,83%</b>

*Nota:* En la anterior tabla, se relaciona los resultados totales del inventario GEI del año base 2019, por fuente emisora y cantidad de gas de efecto invernadero identificado en los procesos productivos en la explotación minera de la empresa Construcairo S.A.S.

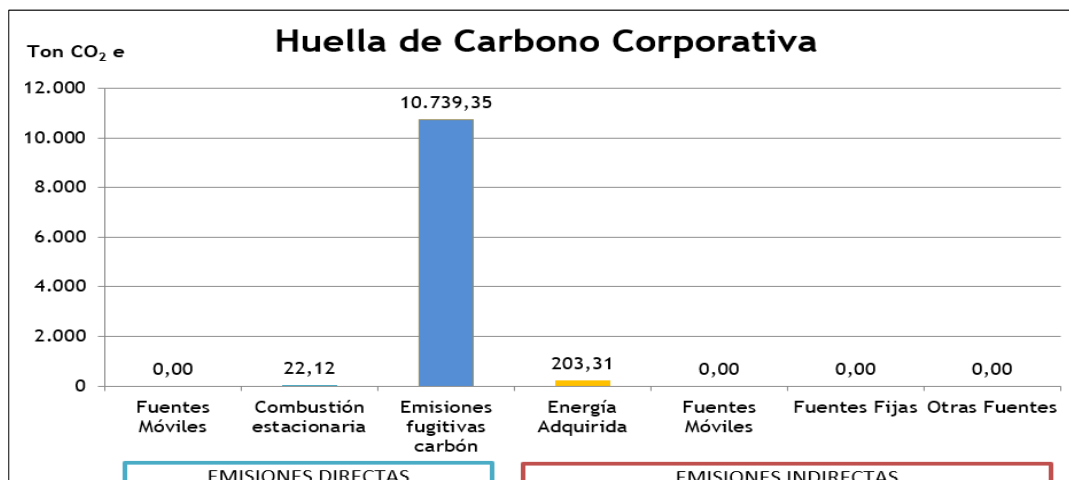
Las emisiones totales de la organización Construcairo S.A.S., son de **10.964,78 Ton de CO<sub>2</sub>e**, con una incertidumbre de +/- 293,83%. Esta incertidumbre se debe a la alta variación que se relaciona en el cálculo. Las emisiones fugitivas están directamente relacionadas con la explotación de carbón representan una emisión porcentualmente mayor que el resto de las emisiones. Esto se debe al factor que emite y la cantidad de carbón explotado. El resultado evidencia que la actividad minera desarrollada en el departamento de Boyacá y en general en todo el país se lleva a cabo de manera artesanal y “arcaica”. El IPCC resalta la necesidad de

aprovechar el gas de las vetas como una medida a mejorar los GEI en el sector minero energético y una alternativa de eficiencia energética en el aprovechamiento de este.

En consecuencia, de la explotación de minería de carbón bajo tierra, demuestra que es el sector industrial con mayor aporte en contaminación de la atmosfera, debido al grado de desprendimiento de gases que salen de la boca mina a diario, esto significa que a futuro la transición energética, reemplazaría a este tipo de industrias que afectan día a día al medio ambiente.

**Figura 12.**

*Resultados por fuente de emisión.*



*Nota:* En la gráfica se representa el resultado de GEI, por fuente de emisión, dando como resultado final un porcentaje considerable en las emisiones fugitivas de carbón con un 10,739,35 Ton de CO<sub>2</sub>e, siendo la mayor fuente emisora con el desprendimiento del gas metano CH<sub>4</sub>

### **Cálculo de la incertidumbre del inventario de GEI**

La estimación de la incertidumbre del inventario se realizó atendiendo a los lineamientos metodológicos propuestos en el documento denominado “GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty”, disponible en la página Web del GHG Protocolo (2022). El cálculo de la incertidumbre total del inventario combina la incertidumbre de los datos de actividad (cargas ambientales) y la incertidumbre de



los factores de emisión. Para el cálculo de la incertidumbre se empleó la herramienta validada dentro del acuerdo metodológico establecido entre el Proyecto MVC Colombia y el ICONTEC.

Los resultados de la incertidumbre de cada fuente de emisión han sido presentados a lo largo del informe en las secciones correspondientes.

### **Metodología, factores de emisión y PCG utilizados en el inventario**

El presente informe ha sido preparado atendiendo a los lineamientos metodológicos del “Estándar Corporativo De Contabilidad Y Reporte – Ghg Protocol”, desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD) y para reportar las estimaciones de emisiones se realizó según las directrices de la norma ISO 14064-1:2006. El cálculo de la huella de carbono se hizo usando la herramienta desarrollada por la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM). Para el cálculo de emisiones de combustibles se emplea la metodología que relaciona datos de la actividad con factores de emisión, según recomendación del numeral 4.3.3 “Selección de las metodologías de cuantificación” de la Norma ISO 14064-1:2020; teniendo en cuenta que es la metodología más ampliamente usada y permite validaciones y actualizaciones mediante el reajuste de los factores de emisión.

A continuación, se hace un resumen de los factores de emisión empleados:

**Tabla 16***Factores de emisión empleados en el cálculo*

Carga Ambiental	Factor de Emisión	Unidad	Fuente Bibliográfica
Diesel B10 (mezcla comercial)	10,27 0,00004 0,00004	Kg CO <sub>2</sub> /gal	FECOC UPME 2016
Gasolina E10 (mezcla comercial)	7,618		
Biodiesel Palma	0,00026		
Bioetanol Anhidrico	0,00003	Kg CO <sub>2</sub> /gal	FECOC UPME 2016
Emisiones de proceso minería	6,28	KgCO <sub>2</sub> /KWh	
extracción de carbón subterráneo	5,92 383,55		
Energía eléctrica adquirida	0,199		

*Nota:* Los datos utilizados en la tabla anterior, son datos ya definidos por de la Norma ISO 14064-1:2020, y que son identificados en el inventario de GEI.

**Tabla 17***IPCC 5th Assesment Report*

GEI	AR5 (2014)
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	28
N <sub>2</sub> O	265
SF <sub>6</sub>	23500
NF <sub>3</sub>	16100

*Nota:* Con la anterior tabla se muestra el IPCC que se reporta para cada gas de efecto invernadero.

### **Gestión de la información**

Para la gestión de la información relacionada con el inventario de GEI, se adoptó la herramienta propuesta por el Proyecto MVC COLOMBIA, la cual se encuentra incluida en la herramienta de cálculo de huella de carbono.

### **Política de Recálculo**

La organización Construcairo S.A.S. utilizo para el recalcu del año base una tolerancia en 5% del total del inventario de GEI, teniendo presente que si se llega a realizar algún tipo de proceso tecnificado y este cambie y supere el valor de significancia se recalculara el inventario de GEI del año base.

## Plan De Mejora de Acuerdo a los Resultados de Huella de Carbono

De acuerdo con los resultados logrados en el inventario de gases de efecto invernadero, se diseña un plan estratégico que logre y conlleve a la disminución progresiva de emisiones atmosféricas, sabiendo que como seres humanos tenemos un compromiso importante con la descarbonización con mitigación de contaminantes que tiene el potencial de calentamiento global.

En las siguientes tablas, se diseña varios métodos que ayudan al cuidado del medio ambiente, que tienen que ver con el uso eficiente de energía realizando cambio de iluminación por tecnología LED que reduce las emisiones de hasta un 40%. La arborización que es una forma posible y económica de favorecer a la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero GEI, ya que un árbol es capaz de absorber entre 130 y 3700 kilogramos de CO<sub>2</sub> a lo extenso de su fase de vida.

Por último, se propone la medida de reducción de emisiones atmosféricas, a través del aprovechamiento del CH<sub>4</sub>, procedente de las vetas de carbón sienta la mayor fuente de emisión de GEI.

### Tabla 18

#### *Medidas de reducción de reducción a través del aprovechamiento del gas metano CH<sub>4</sub>*

Medida propuesta	Aprovechamiento de gas metano contenido en las vetas del carbón
Objetivo	<p>Disminuir la emisión de gas metano contenido en los mantos del carbón, aprovechándolo como un energético para generar electricidad para el auto consumo.</p> <p>Reducir las emisiones de GEI de alcance 2 por el consumo de energía eléctrica.</p> <p>Reducir el precio de energía potencial consumida.</p>

---

Descripción General	<p>Esta medida está en la implementación de tecnologías para la captura y aprovechamiento del CH<sub>4</sub>.</p> <p>Actividades:</p> <p>Cálculo de reservas de carbón y cálculo de concentraciones de metano.</p> <p>Cotización y selección de proveedores.</p> <p>Implementación de la tecnología de extracción y captura del metano.</p> <p>Implementación de tecnología para la generación de electricidad a partir del metano</p>
Fuente GEI Relacionada	Captura de CH <sub>4</sub>
Origen de GEI	Emissiones fugitivas contenidas en los mantos de carbón y descargados en el momento de explotación.
Potencial de reducción pretendido	3.000 TnCO <sub>2</sub> e
Costo de implementación de medidas	\$100'000.000
Plazo de ejecución	Cuatro años
Indicadores de seguimiento	<p>Las medidas de gestión complementados en la medida efectuada son:</p> <p>M<sub>3</sub> de metano aprovechados</p> <p>Uso de energía por mes: KW/mes</p> <p>Generación de energía en: KW/mes</p> <p>Valor de energía por mes: \$/mes</p>
Seguimiento de avances	<p>El seguimiento se puede verificar teniendo en cuenta:</p> <p>Costo de factura de energía después de implementada la acción. \$/mes</p> <p>KW consumidos por mes (KW/mes)</p>
Beneficios	<p>Los co-beneficios que se implementada son:</p> <p>Ahorro económico.</p> <p>Reducción de las emisiones de CH<sub>4</sub></p> <p>Carbono neutralidad</p>

---

**Tabla 19***Mantenimiento y ampliación del banco de condensadores*

Medida propuesta	Reducir emisiones de CO <sub>2</sub>
Objetivo	Minimizar la presencia de energía reactiva en el consumo general del recurso Disminuir el costo de la energía utilizada.
Descripción General	Reducir las emisiones de GEI de alcance 2 por el uso de energía. Esta medida se enmarca en un mantenimiento preventivo de maquinaria. Mantenimiento al banco de condensadores de los compresores. Revisión periódica. Identificación de necesidades y reparaciones. Programación de reparaciones necesarias. Revisión funcionamiento banco de condensadores. Documentación de la medida implementada.
Fuente GEI Relacionada	Maquinaria e infraestructura tecnológica
Origen de GEI	Consumo de energía eléctrica
Potencial de reducción pretendido	40 TON CO <sub>2</sub> E
Costo de implementación de medidas	Costo condensador: \$500,000 Costo instalación: \$250.000
Plazo de ejecución	Tres meses
Indicadores de seguimiento	Los indicadores de gestión asociados a la medida implementada son: Factor de potencia: KW -KVAh, Costo de energía por mes: \$/mes Eliminación de las penalizaciones
Seguimiento de avances	Una vez implementada la medida el seguimiento se realizará teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Disminución energía reactiva. (KVAh/mes) , Reducir el costo del consumo de energía. (\$/mes)
Beneficios	medida implementada es el Ahorro económico.

*Nota:* En la anterior tabla se muestra la medida de reducción de emisiones atmosféricas que se generan por el uso de energía.

**Tabla 20***Cambio de luminarias de sodio por luminarias LED (ahorradoras)*

Medida propuesta	Reducir el consumo de energía eléctrica
Objetivo	Disminuir el uso de energía, mediante cambio de luminarias LED Reducir las emisiones de GEI de alcance 2 por el uso de energía. Disminuir el costo de energía consumida.
Descripción General	Esta medida se enmarca en un cambio tecnológico. Sustitución de 20 luminarias en planta y oficinas. Actividades: Inventario luminarias a cambiar. Cotización y selección de proveedores. Compra de la cantidad de luminarias definidas. Sustitución de luminarias. Disposición adecuada de las luminarias reemplazadas. Documentación de la medida implementada.
Fuente GEI Relacionada	Iluminación (uso de luminarias)
Origen de Potencial de reducción pretendido	Consumo de energía eléctrica 0,22 ton CO <sub>2</sub> e
Costo de implementación de medidas	Costo luminarias: \$7'9800.000 Costo instalación: \$21'000.000
Plazo de ejecución	Cuatro meses
Indicadores de seguimiento	Los indicadores de gestión asociados a la medida implementada son: Consumo de energía eléctrica por mes: Kwh/mes Consumo de energía eléctrica por luminaria: Kwh/luminaria Costo de energía eléctrica por mes: \$/mes

Seguimiento de avances	El seguimiento se puede verificar teniendo en cuenta: Costo de factura de energía eléctrica después de implementada la acción. \$/mes Kwh consumidos por mes (Kwh/mes).
Beneficios	Los co-beneficios asociados a la medida implementada son: Ahorro económico. Reducción de las emisiones Mejorar calidad de iluminación

*Nota:* En la anterior tabla se muestra la medida de reducción de emisiones atmosféricas que se generan por el uso de energía.

### **Tabla 21**

#### *Mejoramiento de la gestión de la información*

Medida propuesta	Reducir el consumo de energía eléctrica que es utilizada para el movimiento de las máquinas y equipos.
Objetivo	Disminuir los niveles de incertidumbre en el cálculo de la huella de carbono formados por la administración de la información.
Descripción General	Esta medida se incluye en la depreciación de la incertidumbre de los inventarios de 'huella de carbono' determinada. Uso de la información Actividades Saber el origen de la información Como reconocer la información. Instaurar un responsable del registro de la información Instituir los puntos asociados al registro de la información.
Fuente GEI Relacionada	Se instauran todas las fuentes en donde corresponde la información de consumos y operación
Origen de GEI	Consumo de combustibles, consumo de energía, producción de residuos.
Potencial de reducción pretendido	El uso de la información permite un cálculo más exacto de la 'huella de carbono' lo cual comprime el porcentaje de incertidumbre.
Costo de implementación de medidas	Esta medida obtiene de capacitación y entrenamiento al personal relacionado con la recolección de la información. El presupuesto depende de las horas asignadas a esta formación.

Plazo de ejecución	tres meses.
Indicadores de seguimiento	Los indicadores de gestión asociados a la medida implementada son: Cálculo de 'huella de carbono'. Porcentaje dado de incertidumbre Número de personas que fueron capacitadas
Seguimiento de avances	Una vez implementada la medida el seguimiento se realizará teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Reducción factor de incertidumbre
Co beneficios	Los co-beneficios asociados a la medida implementada son: Reducción del factor de incertidumbre Mejorar la calidad de los datos y por lo tanto el resultado del cálculo.

---

*Nota:* En la anterior tabla se define una medida de reducción de emisiones atmosféricas

*Fuente:* Autoría Propia



## Conclusiones

En la determinación del resultado se obtuvieron las emisiones de GEI totales, para el año base 2019, generadas de manera directa en la organización CONSTRUCAIRO S.A.S, que representan el 98,15% del total de las emisiones de GEI con **10.964,78** Toneladas de CO<sub>2</sub>eq, estas emisiones provienen de los consumos de combustible y de las emisiones fugitivas de metano, y de forma indirecta por consumo de energía eléctrica generó 203,31 Ton de CO<sub>2</sub>eq, las cuales equivalen al 1,85 % del resultado máximo de las emisiones de GEI.

Teniendo el resultado del cálculo de la huella de carbono en la empresa CONSTRUCAIRO S.A.S, se procedió a establecer un plan de mejora, el cual puede adoptarse para mitigar los gases de efecto invernadero emitidos por su actividad económica en los próximos años, en los cuales se seguirá con la explotación de mineral de carbón, de manera que se implemente las diferentes medidas de mitigación en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero.

Durante el desarrollo del proyecto aplicado seleccionando como tema de profundización, las emisiones atmosféricas contaminantes, se establece la importancia de la preservación del nuestro hábitat, y buscar alternativas y soluciones que conlleven a la disminución de estos impactos ambientales ocasionados por las emisiones atmosféricas, de igual manera se resalta la necesidad de que el gobierno nacional, luche contra cambio climático en nuestro país, poniendo como ejemplo a nivel mundial un precedente, en donde la comunidad internacional de manera voluntaria inicie lo más pronto posible, medidas de mitigación de GEI, que actualmente están ocasionando y provocando el calentamiento global, junto con el efecto invernadero.

## Recomendaciones

Después del proceso realizado en la ejecución de la norma NTC ISO 14064-1-2020 en la mina de carbón Construcairo S.A.S, se logra analizar varios aspectos de gran relevancia para el sector minero de nuestro país, y es así como realice varias recomendaciones, como instrumento de medida que pueden adaptar las empresas que bajo su voluntad quieren hacer su medición de 'huella de carbono', y posteriormente plantear las medidas de reducción de emisiones atmosféricas de esta actividad:

Realizar la medición de huella de carbono en la empresa construcairos s.a.s, cada año teniendo en cuenta el resultado de emisiones inicial en el año base, esto con el fin conocer la cantidad de CO<sub>2</sub>eq que se generan anualmente.

Plantear alternativas de mitigación de CO<sub>2</sub>eq teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la medición de GEI'.

Se debe plantear la utilización de tecnologías eficientes tales como: energía solar para suministro y consumo de la misma organización y suspender la maquinaria de uso de combustible.

A nivel general se recomienda tomar como referencia a la empresa construcairo s.a.s, para motivar a todas las organizaciones que intervienen los ecosistemas, mediante su actividad económica, para que incluyan este tipo de proyectos dentro de sus procesos productivos.

Plantear la política ambiental dentro de la empresa construcairo s.a.s, con el fin de motivar al personal trabajador y administrativo en los aspectos de relevancia respecto al cambio climático mediante actividades de remediación ambiental.

## Referencias

- Atiaja, L. (2023). *Simulación de escenarios hacia una transición de una movilidad sostenible del sector del transporte del Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29569>
- Blanco, C. y Rojas, N. (2023). Aplicación de un prototipo anóxico calizo para tratamiento de drenajes ácidos producidos de forma sintética, variando la concentración de Fe<sup>+</sup>  
<sup>2</sup>. *Tecnología y ciencias del agua*, 14(1), 391-431.
- Bohórquez, V. (2010). Cuantificación y análisis de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el ciclo de vida del etanol obtenido de la caña de azúcar, con base en las directrices del IPCC 2006. Caso de estudio: Ingenio Providencia SA.
- Castro, G. (2016). Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por las operaciones y el turismo en el Parque Nacional Natural Chingaza.  
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/62444>
- Chen, Y. (2021). Estudio de los factores conductores de las emisiones de CO<sub>2</sub> en base a la Identidad de Kaya de un conjunto de países del continente asiático (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/356458>
- Chica, M. (2022). Plan de gestió en gases de efecto invernadero para redució n y mitigació n de la huella de carbono generada en los procesos productivos de panasa (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica De Pereira)
- Corpoboyacá. (2021). *Corporacion Autonoma Regional de Boyacá*.  
<https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/boyaca-se-convierte-en-la-primera-region-del-pais-en-trabajar-para-reducir-las-emisiones-de-gases-efecto-invernadero/>
- De Piérola. (2021). Protocolo de Kioto: objetivos alcanzados al término de su vigencia en el 2020.
- Farfán, T. (2019). Efecto invernadero. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15726>
- GHG, Protocol. (2018). GHG Protocol guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty.

- González, A. y Pacheco, P. (2023). La Educación Popular Ambiental para el enfrentamiento al cambio climático en una comunidad. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 11(1).
- Granados, M. (2019). Estado del arte de los controles a la exposición a polvo de carbón en trabajadores de minas de socavón: una revisión sistemática desde la perspectiva de la higiene industrial. <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/9262>
- ICONTEC. (15 de 04 de (2020). *Herramientas para la gestión del cambio climático*. <https://tienda.icontec.org/>
- Ingenieros, Es. (2017). *Doce años del Protocolo de Kioto*. Noticias: <https://www.ingenieros.es/noticias/ver/doce-anos-del-protocolo-de-kioto/6513>
- Julca, D. (2020). El cierre de minas: un reto de la minería moderna. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17950>
- Martínez, G. y Sánchez, D. (2023). Aprovechamiento de los residuos generados en las granjas lecheras de Boyacá para producción de biogás como combustible para consumo y generación de energía (Bachelor's thesis, Ingeniería de Sistemas-Virtual).
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Minambiente*. Obtenido de. <https://www.minambiente.gov.co/cop26/conozca-los-principales-temas-que-negocia-colombia-en-la-cop26/>
- Norma ISO 14064. (2006). Metodología para calcular la huella de carbono. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14064:-2:ed-2:v1:es>
- Orosco, L. (2022). Derecho internacional ambiental y cambio climático: implicaciones del Acuerdo de París en la regulación peruana. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/18555>
- Oyhantçabal, W. Rodríguez, G. (2023). Acción climática en la agricultura: la experiencia de países miembros de la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe. <https://repository.eclac.org/handle/11362/48724>
- Paredes, A. (2023). Evaluación de los principales potenciales almacenes geológicos para el secuestro de CO2 en el Perú.

Pugley, D. (2021). América Latina frente a la COP26. Posiciones y perspectivas. *Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época*, (58), 1.

Tello, A. y García, J. (2018) Potencial liderazgo chino en la lucha global contra el cambio climático en el sigloXXI Potential Chinese Leadership in the Global Fight against Climate Change in the 21st Century.


Wikiwand. (2002). *Minería de carbón*.

[https://www.wikiwand.com/es/Miner%C3%ADa\\_del\\_carb%C3%B3n](https://www.wikiwand.com/es/Miner%C3%ADa_del_carb%C3%B3n)

## Apéndices

### Apéndice A

#### Formato de recolección de información en campo

		<b>CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA</b> <b>FORMATO DE SEGUIMIENTO IN SITU</b> <b>PROYECTO APLICADO UNAD</b>						Código: HC-01-2019											
<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>																			
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b>		CONSTRUCAIRO S.A.S				<b>NIT:</b>		46234564-8											
<b>DIRECCIÓN:</b>		VEREDA SAN JOSE				<b>TELÉFONO:</b>		3144717401											
<b>MUNICIPIO:</b>		TOPAGA				<b>DEPARTAMENTO:</b>		BOYACA											
<b>GEORREFERENCIA:</b>		LATITUD		W72°49'39.685"		LONGITUD		N 5°46'22.45347"		<b>PAIS:</b>		COLOMBIA							
<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA:</b>		EXPLORACION Y EXTRACCION DE CARBON				<b>NÚMERO DE EMPLEADOS:</b>		25											
<b>SECTOR PRODUCTIVO:</b>		INDUSTRIAL		SUBSECTOR		N/A		<b>PERMISOS AMBIENTALES:</b>		SI		X NO							
<b>INFORMACIÓN DE CONTACTO</b>																			
<b>PERSONA ENTREVISTADA:</b>		CARLOS ALBERTO GOMEZ				<b>CARGO:</b>		ADMINISTRADOR DE LA MINA											
<b>TELÉFONO DE CONTACTO:</b>		3214563234				<b>TIEMPO EN LA EMPRESA:</b>		12 AÑOS											
<b>INFORMACIÓN DE SEGUIMIENTO</b>																			
<b>AÑO BASE:</b>		2019		<b>CONSUMO DE ENERGÍA:</b>		SI		<b>VERTIMENTOS DE AGUAS:</b>		SI		<b>USO DE COMBUSTIBLE:</b>		SI					
<b>FUENTE DE EMISIÓN:</b>		<b>DESCRIP:</b>		<b>CONSUMO:</b>		<b>FUENTE DE EMISIÓN:</b>		<b>DESCRIP:</b>		<b>CANT:</b>		<b>FUENTE DE EMISIÓN:</b>		<b>PROCEDENCIA:</b>					
<b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>				CAN/día		UND		Oficinas		2									
		ACPM		8		Gal		Computa		3				Personal de Obra		KgCO <sub>2</sub> /pers	19		
		Gasolina		2		Gal		Compres		2		No recicl		Si		Interior de la mina		Kg DQO	Si
		Biodisel		10%		Gal		Lamparas		5		Reciclab		Si		Vertimientos del C		KgCO <sub>2</sub> /pers	Si
		Biogasolina		10%		Gal		Equipos		2						Aguas lluvias		Kg DBO	Si
		Carbon		68		Tonelad		Motobo		4									
		Leña				Kg													
		Gas Natural		N/A		Nm3													
		Propano				Nm3													
<b>CANTIDAD DE CARBON:</b>				1644 toneñadas				<b>CANTIDAD DE CARBON EXPLOTADO EN AÑO BASE:</b>						xxxxx					
<b>SOPORTES DE RECOLECCION DE INFORMACION HUELLA DE CARBONO</b>																			
<b>SOPORTE:</b>		<b>CARGA AMBIENTAL:</b>		<b>MESES ASOCIADOS:</b>				<b>APLICACION:</b>		<b>OBSERVACIONES:</b>									
Facturas de Consumo de Energia		CO <sub>2</sub>		Enero a Diciembre 2019				SI		Soporte de facturas mes a mes ENERO a DICIEMBRE									
Reibos de compra de Gasolina		CO <sub>2</sub>		Enero a Diciembre 2020				SI		Se compra esporadicaente cuando se requiere									
Recibo de Compra de ACPM		CO <sub>2</sub>		Enero a Diciembre 2021				SI		Se compra esporadicaente cuando se requiere									
Factura de Compra de Insumos de Aseo		CO <sub>2</sub>		Enero a Diciembre 2022				SI		Se compra esporadicaente cuando se requiere									
Registro de Salida de Carbon Mensual		CO <sub>2</sub>		Enero a Diciembre 2023				SI		Registro de salida de toneladas mensual									
Factura de Cargue de Extintores		Anhídrido carbónico		Enero a Diciembre 2024				SI		Recarga una vez al año									
<b>ENTREGA DE INFORMACIÓN</b>																			
<b>NOMBRE:</b>										<b>FECHA DE LA VISITA:</b>									
<b>FIRMA:</b>										25/09/2019									

## Apéndice B

Formato de segunda visita a la empresa construcairo s.a.s,

		<b>CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO CORPORATIVA</b> <b>FORMATO DE SEGUIMIENTO <i>IN SITU</i></b> <b>PROYECTO APLICADO UNAD</b>			Código: HC-02-2019	
<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA</b>						
<b>NOMBRE DE LA EMPRESA:</b>	CONSTRUCAIRO S.A.S	<b>NIT:</b>	46234564-8			
<b>DIRECCIÓN:</b>	VEREDA SAN JOSE	<b>TELÉFONO:</b>	3123474835			
<b>MUNICIPIO:</b>	TOPAGA	<b>DEPARTAMENTO:</b>	BOYACA			
<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA:</b>	EXPLORACION Y EXTRACCION DE CARBON	<b>NÚMERO DE EMPLEADOS:</b>	23			
<b>NUMERO DE VISITA</b>	2	<b>PERMISOS AMBIENTALES</b>	SI	X	NO	
<b>INFORMACIÓN DE CONTACTO</b>						
<b>PERSONA ENTREVISTADA</b>	ALBA XIOMARA CARDOZO LOPEZ	<b>CARGO:</b>	PROPIETARIA DE LA MINA DE CONSTRUCAIRO S.A.S			
<b>TELÉFONO DE CONTACTO:</b>	3123474835	<b>TIEMPO EN LA EMPRESA</b>	13 AÑOS			
<b>INFORMACIÓN DE SEGUIMIENTO</b>						
CATEGORIA DE LA FUENTE	CARGA AMBIENTAL	FUENTE DE EMISION		OBSERVACIONES		
Emisiones Directas por Combustion Extacionaria	CO <sub>2</sub>	Malacate Mecanico, Motosierra y Motobombas		Combustible Gasolina y ACPM		
Emisiones Fugadas de la Actividad de Explotacion	CH <sub>4</sub>	Liberado de la Extraccion de Carbon		Emision de CH <sub>4</sub>		
Emisiones Indirectas por la Energía Electrica	CO <sub>2</sub>	Compresor, Bombillas, Computadores, Motobombas Electricas		Alumbrado Interno y Externo		
Emisiones producidas por el transporte y distribución	CO <sub>2</sub>	Vehiculos Usados		Esporadicamente		
Registro de Salida de Carbon Mensual	CO <sub>2</sub>	1650 Ton Aproximadamente				
Residuos Solidos	CO <sub>2</sub>	Residuos Generados en el Exterior de la Mina de Carbon				
Factura de Cargue de Extintores	Anhídrido carbónico	Extintores		1 Recarga al Año		
<b>OBSERVACIONES</b>						
Se realiza segunda visita a la mina de carbon construcairo s-a-s, con el fin de corroborar la informacion suministrada en la primera visita, se logro entrevistar a la propietaria de empresa quien entrega los datos exactos de consumos de energia y combustibles, de igual manera las cantidades de carbon extraida de la mina.						
<b>ENTREGA DE INFORMACIÓN</b>						
<b>NOMBRE:</b> ALBA XIOMARA CARDOZO LOPEZ					<b>FECHA DE LA VISITA</b>	
<b>FIRMA:</b>					15/01/2019	