



**Formulación del sistema de gestión para la determinación de la huella de carbono de la
compañía**

Karen Dahiana Lopera Piedrahita

Informe de practica académica presentado
para optar al título de ingeniera ambiental

Modalidad de práctica
Semestre de industria

Asesor
John Dairo Zapata Ochoa, PhD. En Geografía

Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería
Ingeniería ambiental
Medellín
2024

Cita	(Lopera Piedrahita, 2024)
Referencia	(Lopera Piedrahita, K. 2024). <i>Formulación del sistema de gestión para la determinación de la huella de carbono de la compañía</i> . Informe de práctica, ingeniería ambiental Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

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

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que han contribuido a mi formación profesional durante esta etapa tan importante en mi vida. Un reconocimiento especial a muchos de los profesores por su dedicación y acompañamiento, por impartir su valioso conocimiento e inspirándome en este camino continuo del aprendizaje. Agradezco infinitamente a mi familia por su amor, apoyo y acompañamiento incondicional. Finalmente agradezco a todos los profesionales y mentores que me han guiado en este camino profesional.

Contenido

<i>Resumen</i>	8
<i>Abstract</i>	9
<i>Introducción</i>	10
<i>1 Planteamiento del problema</i>	13
<i>4 Marco teórico</i>	16
<i>5 Metodología</i>	20
<i>Figura 1. Límites de estudio que se pueden plantear en un sistema</i>	21
<i>6 Resultados</i>	24
<i>Figura 3. Mapa de procesos de la compañía</i>	24
<i>7 Discusión</i>	34
<i>8 Conclusiones</i>	37
<i>Referencias</i>	38
<i>Anexos</i>	40

Lista de tablas

Tabla 1. Usos del suelo.....	10
Tabla 2. Categorías definidas según los alcances.....	20
Tabla 3. Información general de la empresa	24
Tabla 4. Inventario de emisiones directas e indirectas – Línea forestal.....	26
Tabla 5. inventario de emisiones directas e indirectas – Línea industrial.....	29
Tabla 6. Inventario de emisiones directas e indirectas – Línea de producto.....	31
Tabla 7. Inventario de emisiones directas e indirectas – sede administrativa.....	33

Lista de figuras

<i>Figura 1. Límites de estudio que se pueden plantear en un sistema.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 3. Mapa de procesos de la compañía.....</i>	<i>24</i>

Siglas, acrónimos y abreviaturas

GEI	Gases de efecto invernadero
GHG protocol	Greenhouse gas protocol
ROE	Reporte obligatorio de gases de efecto invernadero
FSC	Forest Stewardship Council

Resumen

Ante la urgencia del cambio climático, se ha despertado un creciente interés para enfrentarlo, por lo que en respuesta a esto se ha estado incrementado el establecimiento de normas y leyes para la regulación de impactos que afecten el medio ambiente y la regulación mediante el reporte de emisiones de GEI. EL Grupo Núcleos e Inversiones Forestales S.A busca fortalecer su compromiso con su responsabilidad ambiental, por lo que este trabajo es una propuesta a la formulación de un sistema de gestión para la determinación de la línea base de su huella de carbono, en línea con estándares globales, este sistema permitirá realizar informes, inventarios, identificación de fuentes de emisiones y seguimientos más efectivos de las emisiones de gases de efecto invernadero. La metodología escogida se apoya firmemente en el GHG protocol y la norma ISO 14064, este enfoque metodológico busca establecer un marco de trabajo en el que el Grupo Núcleos e inversiones forestales S.A se anticipe a futuras regulaciones, reforzando su competitividad y reafirmando su compromiso con la responsabilidad ambiental.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, normatividad, gestión ambiental, cambio climático, huella de carbono, inventario, sostenibilidad, ISO 14064, GHG protocol, cadena de valor.

Abstract

Given the urgent nature of climate change, there is a growing interest in tackling this challenge. In response, there has been an increase in the establishment of regulations and laws aimed at controlling environmental impacts, including the regulation of greenhouse gas (GHG) emissions reporting. The company Núcleos e Inversiones Forestales S.A. is committed to enhancing its environmental responsibility. Therefore, this document proposes the development of a management system to determine the baseline for its carbon footprint, in line with global standards. This system will enable the company to produce detailed reports, inventories, and identify emission sources, thereby facilitating more effective monitoring of greenhouse gas emissions. The chosen methodology relies heavily on the GHG Protocol and the ISO 14064 standard. This methodological approach aims to establish a framework whereby the company Núcleos e Inversiones Forestales S.A. can stay ahead of future regulations, thus enhancing their competitiveness and reaffirming their commitment to environmental responsibility

Keywords: Greenhouse gases, regulations, environmental management, climate change, carbon footprint, inventory, sustainability, ISO 14064, GHG protocol, value chain

Introducción

En la actualidad se ha adquirido una gran conciencia sobre la necesidad de acciones con respecto al cambio climático, ya que este representa una de las mayores amenazas para nuestro planeta, por lo que la gestión sostenible de los recursos naturales y la gestión ambiental en general juegan un papel fundamental para la conservación y el desarrollo económico sostenible.

Las empresas reforestadoras ocupan un lugar destacado en la lucha contra el cambio climático, dentro de la cuales se encuentra el Grupo Núcleos de madera ya que es propietario de las plantaciones forestales, su compromiso frente a la sostenibilidad y responsabilidad ambiental se ve respaldado por la obtención del certificado FSC¹ el cual promueve el manejo sostenible de los bosques. En este contexto el grupo comprende tres líneas económicas principales, entre las cuales la reforestación con fines comerciales influye positivamente en la captura de dióxido de carbono (CO₂) el cual es un gas de efecto invernadero (GEI). Sin embargo, la responsabilidad ambiental comprende toda su cadena de valor, desde la obtención de la materia prima, hasta la transformación de la madera y la distribución de los productos transformados.

El grupo núcleos de madera, hace parte de la organización Ardila Lule, esta cuenta con una planta de transformación de la madera e impregnadora ubicada en el municipio de Yarumal, una planta en Itagüí, un vivero en el municipio de Barbosa y los predios donde se encuentran las plantaciones forestales se agrupan en cuatro núcleos los cuales se encuentran en el municipio de caldas, Yarumal, Yolombó y en el corregimiento de San Antonio de Prado en el municipio de Medellín. La empresa presenta la siguiente distribución de usos de suelo en su patrimonio:

Tabla 1. Usos del suelo

Cobertura	Caldas	Prado	Yarumal	Yolombo	Total
Plantación (ha)	1312	1309	970	2007	5599
Regeneración (ha)	16	12	544	0	572
Área disponible (ha)	441	332	610	202	1585
Vegetación natural (ha)	1111	926	1141	1278	4456
Vías (ha)	70	48	84	46	247

¹ Forest Stewardship Council (FSC): Es una certificación voluntaria para la silvicultura sostenible que promueve una gestión de los bosques ambientalmente sana, socialmente beneficiosa y económicamente viable.

Otros (ha)	32	31	10	35	108
Total (ha)	2981	2658	3359	3568	12566

Pese a los esfuerzos y logros en materia de la sostenibilidad ambiental, conservación y respeto por las comunidades que ha conseguido el Grupo Núcleos, se identificaron desafíos en la gestión de la huella carbono y recolección de los datos, ya que el grupo cuenta con una amplia diversidad operacional. Sin embargo la importancia al desarrollar este proyecto radica en que primero, es una oportunidad para fortalecer la competitividad del grupo y seguir demostrando su compromiso con la responsabilidad ambiental, segundo, adelantarse a los lineamientos de la ley de acción climática (Ley 2169 de 2021) tercero el grupo núcleos provee de créditos de carbono a las filiales para compensar su huella de carbono y por último este trabajo cuenta como principal insumo que ayudara al grupo Núcleos a cuantificar el impacto ambiental de las diferentes actividades económicas, y este a su vez es una oportunidad para identificar oportunidades de reducción de emisiones de GEI.

En este contexto, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un sistema de gestión para la huella de carbono, que permita más adelante no solo la medición de los GEI sino también la identificación y consideración a implementar estrategias efectivas de mitigación y/o reducción.

Para el desarrollo de este se adoptará la metodología GHG protocol apoyándola con la norma ISO 14064. Estas herramientas ayudan a establecer un marco riguroso para la identificación de fuentes de gases de efecto invernadero, la clasificación según sea su origen, para el reporte de las emisiones de GEI, su posterior cuantificación, entre otras. La estrategia se diseñará en fases según los alcances de la metodología. A través de esta metodología se busca cumplir no solo con los estándares ambientales, sino también proporcionar al grupo Núcleos de madera una herramienta integral para la toma de decisiones con respecto a acciones de mitigación, reducción y aumento en la eficiencia de las operaciones.

La ISO 14064 proporciona herramientas para el diseño y desarrollo de los inventarios, para el seguimiento y desarrollo del informe. Lo que permitió en el proyecto contar con una mayor confiabilidad y transparencia en el desarrollo

Por otro lado, el GHG protocol basa su metodología en tres alcances, los cuales son:

- Alcance 1. Emisiones directas de GEI: Estas emisiones proviene de fuentes que son propios o están controlados por la empresa.
- Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad
- Alcance 3. Otras emisiones indirectas: Son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.²

Ahora bien, ambas guías establecen que se deben definir los límites organizacionales según sea la operación de la organización y la relación entre las partes involucradas, esto permite la categorización de las emisiones según el alcance. Para los reportes se pueden establecer dos enfoques, el de participación accionaria que se basa básicamente en reportar las emisiones de GEI de acuerdo con la proporción que posee en la estructura accionaria, y el enfoque de control es cuando la organización ejerce control sobre sus operaciones ya sea de manera financiera u operacional. De igual manera también se debe plantear un año base que permite la comparación interna de los resultados y los informes que se tengan en torno a la medición de GEI.

En términos generales en este proyecto se desarrollaron los debidos procedimientos, guías formatos de recolección de información y se estableció el inventario de GEI. Para mayor practicidad se hizo una distinción entre las diferentes líneas de operación de la empresa, ya que como se menciona anteriormente el grupo núcleos esta conformado por dos plantas, una industrial y otra de producto, que serían la línea industrial y línea de producto respectivamente, la línea forestal que corresponde al vivero y los núcleos donde se tienen las plantaciones y la sede administrativa.

² Las emisiones de alcance 3 es opcional y en ello se centra principalmente la definición de los límites operativos.

1 Planteamiento del problema

Siendo una realidad los retos a los que se encuentra el mundo hoy ante los efectos del cambio climático donde la sostenibilidad y la reducción de GEI se han convertido en prioridades críticas. El mundo industrial en general y más puntualmente las empresas reforestadoras con fines comerciales como es el caso donde se implemento este proyecto enfrentan desafíos debido a la extensas y diversificadas que son sus operaciones ya que requieren un método eficaz, estandarizado y muy ordenado para gestionar y cuantificar su huella de carbono. Esta organización carecía de un sistema que permitiera el seguimiento de la línea base y posteriormente llevar a una medición precisa y reporte de estas emisiones según los criterios internacionales establecidos por el GHG protocol y la norma ISO 14064, esto en principio ya que en Colombia se vienen adelantando procesos y normatividades en torno al reporte obligatorios de emisiones de GEI como lo es la ley de cambio climático 2169 de 2021, este será exigible a partir de la expedición y cuando el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible expida la reglamentación para el artículo que habla sobre esto.

La ausencia de un sistema estandarizado plantea diversas preguntas como: ¿cómo puede la organización establecer un sistema de gestión de la huella de carbono que cumpla con los estándares internacionales y que integre todas las áreas de la operación? ¿Qué estrategias y herramientas pueden aplicarse para asegurar la trazabilidad y transparencia de los datos, especialmente en las indirectas que son más difíciles de verificar? ¿Cuáles son las herramientas principales que integran un sistema de gestión y como se pueden implementar en organizaciones con operaciones tan diversas?

Este proyecto busca responder a estos interrogantes mediante el desarrollo e implementación de un sistema de gestión estructurado y específico para la huella de carbono, que se alinee con las normativas internacionales y las del país y de igual manera permita a la empresa tomar decisiones y crear estrategias direccionadas hacia la sostenibilidad.

2 Justificación

La presión regulatoria entorno al ambiente se viene adelantando en gran medida en términos de la adopción de prácticas más sostenibles. Dentro de la compañía donde se desarrolló este proyecto se reconoce la necesidad de implementar un sistema para la gestión de la huella de carbono. Por lo que este proyecto responde a la necesidad interna y aborda un tema importante dentro de la ingeniería ambiental que es la gestión de las emisiones de GEI.

La selección de este tema surge de una observación de las limitaciones en los métodos de recolección y análisis de datos de emisiones de la empresa. El proyecto busca estandarizar el proceso y mejorar la trazabilidad y transparencia, permitiendo a la empresa cumplir con normativas ambientales y tomar decisiones más estratégicas en torno a la sostenibilidad.

La implementación de este sistema fortalecerá la responsabilidad corporativa, el sistema de sostenibilidad, y reputación en el mercado una vez se haga la respectiva certificación de la huella de carbono. Por otro lado, este proyecto no solo es una respuesta necesaria a un desafío, sino que también esta una contribución en pequeña medida a las prácticas de ingeniería ambiental.

3 objetivos

3.1 Objetivo general

Realizar el levantamiento de información de línea base que comprende los procedimientos, guías y formatos de recolección de información, además de establecer un inventario de GEI, para la estructuración del sistema de gestión integral para la huella de carbono en el Grupo Núcleos de Madera, basado en el protocolo GHG Protocol y la norma ISO 14064.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las principales fuentes de emisiones de GEI en diferentes operaciones del Grupo Núcleos.
- Diseñar un protocolo para la obtención del registro de la información relacionada con emisiones de GEI.
- Evaluar posibles estrategias de mitigación y reducción de emisiones basadas en los resultados y análisis de datos.

4 Marco teórico

Siendo una certeza que el cambio climático es hoy probablemente el mayor desafío al que se enfrenta la humanidad y aceptando también que las emisiones de gases de efecto invernadero son la principal causa que acelera el cambio climático, urge encontrar soluciones que conduzcan a la mitigación de los efectos ya de por sí intensos. Los bosques pueden funcionar con mayor facilidad como sumideros de carbono, sin embargo, es conveniente analizar el tiempo de residencia de este carbono en los bosques (Nunes et al., 2019a). Si bien los bosques tienen un rol crucial como sumideros de carbono, hay que ir más allá de verlos como una solución a corto plazo. Comprender cuánto tiempo pueden almacenar el carbono, ayudara a implementar estrategias más sostenibles y de largo plazo para mitigar los impactos que genera la emergencia climática de manera efectiva.

Para dar más contexto sobre esta problemática que enfrentamos tenemos que entender que la radiación solar, principalmente en forma de luz visible, atraviesa la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Allí, la energía del sol es absorbida y es devuelta como calor en forma de radiación infrarroja de onda más larga. Normalmente esta radiación escaparía al espacio. Los GEI, como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nítrico y otros, tienen la capacidad de absorber una parte de la radiación infrarroja atrapando el calor y evitando que este ya no se irradie al espacio (Filonchyk et al., 2024).

El dióxido de carbono es un importante impulsor del calentamiento global a largo plazo, lo que subraya la necesidad de energía renovable, eficiencia energética y tecnologías de captura de carbono. El metano tiene un alto potencial de calentamiento global y contribuye significativamente al cambio climático a corto plazo, lo que requiere una mejor gestión de los desechos. El óxido nítrico, a pesar de sus bajas emisiones, tiene profundos efectos de calentamiento y potencial de agotamiento del ozono, lo que destaca la importancia de optimizar controles de emisiones en la producción agrícola y la industria alimentaria (Weng et al., 2024). La comprensión de cómo cada gas contribuye a la emergencia climática, muestra que no hay soluciones únicas. Abordar el problema requiere una acción conjunta en múltiples fuentes, desde el uso de energías renovables hasta la gestión de residuos y la optimización de prácticas agrícolas.

A pesar de la importancia de las medidas de adaptación frente al cambio climático, su eficacia a menudo se ve limitada por la falta de integración de acciones que aborden tanto las causas como los síntomas de la vulnerabilidad. Hay evidencia de que los procesos de adaptación son en gran

medida fragmentados, incrementales y con una capacidad limitada para el cambio transformacional (Filho et al., 2023).

Ante la realidad del cambio climático global, que también se está produciendo por la gran pérdida de cobertura forestal en todo este planeta, provocada por el avance de la frontera agropecuaria, la ocurrencia masiva de incendios rurales y la sobreexplotación de recursos, sumado a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera procedentes de la actividad industrial y el transporte de personas y mercancías, la humanidad tiene un enorme desafío para garantizar su supervivencia (Nunes et al., 2019b).

Como menciona Jerneck et al. (2010) la ciencia de la sostenibilidad es un intento de unir las ciencias naturales y sociales para buscar soluciones creativas a estos complejos desafíos. Al integrar enfoques multidisciplinarios, desempeña un papel crucial en la comprensión y abordaje del cambio climático, adicionalmente permite desarrollar estrategias efectivas para hacer frente a este desafío.

En este mismo contexto, el sector industrial en general tiene un importante rol en la mitigación del cambio climático y en consecuencia en la reducción de emisiones de GEI ya que han surgido varios trabajos que detallan las causas del aumento de las temperaturas atmosféricas, que apuntan principalmente a actividades humanas de desarrollo económico. (Al-Amin et al., 2015). Adicionalmente, como menciona Cadez y Czerny (2016) la gestión ambiental corporativa representa un componente integral de la estrategia empresarial, cuyo objetivo es reducir la huella ecológica de una empresa.

La definición de “huella de carbono” es sorprendentemente vaga dado el crecimiento en el uso del término durante la última década. El termino en si tiene sus raíces en la literatura sobre la “huella ecológica”. (Matthews et al., 2008). Entonces en este contexto, el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (s. f.)³ define la huella de carbono como un indicador que busca cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (directas e indirectas), medidas en emisiones de CO₂ equivalente, que son liberadas a la atmosfera debido a las actividades humanas.

Con referencias a las definiciones de huella de carbono corporativa, la huella de carbono de las empresas forestales puede definirse como la emisión total de dióxido de carbono causada directa o indirectamente en el proceso de producción y gestión forestal (Wang et al., 2023a).

³ Consultado. 15 de marzo de 2024

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) define escenarios de limitación de las emisiones de GEI para mantener el calentamiento global por debajo de los 2 °C o incluso de los 1,5 °C. El escenario de 2 °C requeriría una reducción del 25% de las emisiones para 2030 en comparación con 2010 y la consecución de la neutralidad de carbono para 2070. Para el escenario de 1,5 °C, la reducción es mayor, todavía del 45% para 2030 en comparación con 2010, lo que permitiría alcanzar la neutralidad de carbono en 2050. Tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático son desafíos tecnológicos, económicos, sociales e institucionales que serán cada vez más difíciles de superar sin una acción rápida para reducir las emisiones de GEI. (Auger et al., 2021)

Por su parte en Colombia en 2021 se sanciona la ley de acción climática, ley 2169 de 2021, la cual, en términos generales, busca crear medidas que permitan a Colombia alcanzar la carbono neutralidad a 2050. El Artículo 16. Hace hincapié sobre el reporte obligatorio de emisiones directas e indirectas y el reporte de los inventarios de GEI.

Como se mencionó anteriormente, la huella de carbono es un indicador ambiental clave para la medición del impacto de las actividades humanas con respecto al cambio climático por lo que se crea la necesidad de implementar una metodología rigurosa como lo es el protocolo de gases de efecto invernadero (GHG protocol) y la norma ISO 14064. Este protocolo establece marcos estandarizados globales integrales para medir y gestionar los GEI de operaciones, cadenas de valor y acciones de mitigación del sector público y privado (GHG protocol, s. f.), mediante una clasificación en tres alcances diferenciando entre emisiones directas e indirectas de la organización. Por otro lado, la ISO 14064 proporciona herramientas para el diseño, gestión de inventarios, cuantificación y seguimiento de GEI. Por lo que la adopción de estas herramientas y el marco legal podría permitir establecer bases sólidas para el desarrollo del proyecto.

Ahora bien, en términos de las empresas forestales se menciona que las emisiones directas de carbono suelen atribuirse a diversas actividades de gestión forestal (por ejemplo, silvicultura, cuidado y cosecha), perturbaciones forestales (por ejemplo, incendios forestales, enfermedades de las plantas) y cambios en el uso y cobertura del suelo. Las emisiones indirectas de carbono suelen estar asociadas al consumo de electricidad o calor en las instalaciones forestales y las emisiones de carbono implícitas que se producen en los proveedores o clientes. Al controlar tanto las emisiones directas como las indirectas, las empresas forestales pueden mitigar eficazmente su huella de

carbono (Wang et al., 2023b). Controlar tanto las emisiones directas como las indirectas ayuda a la gestión eficaz de la huella de carbono. Al considerar no solo las emisiones generadas por sus operaciones, sino también las derivadas de su cadena de suministro, las empresas pueden identificar de manera más precisa los puntos críticos de emisiones, y, por ende, implementar estrategias de mitigación más efectivas.

5 Metodología

En este proyecto se desarrolló un sistema de gestión de huella de carbono, enfocado en gestionar, identificar y elaborar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero. Este sistema está diseñado para abarcar todas las operaciones de la empresa, incluyendo la administrativa. Para asegurar un enfoque metódico y más ordenado, alineado con los objetivos establecidos, dentro de la metodología se adoptaron principalmente dos herramientas y fuentes de información que son el protocolo de gases de efecto invernadero GHG protocol junto con la norma ISO 14064. Estas herramientas establecieron un marco riguroso para el desarrollo de este proyecto y a su vez proporcionó una flexibilidad para adaptarse a las necesidades de la empresa. Se comenzó identificando la cadena de valor de cada uno de los procesos que se tienen en la empresa, seguido de la identificación de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, posteriormente se categorizaron estas fuentes según los alcances establecidos por el GHG protocol y se desarrollaron los respectivos procedimientos, guías y formatos para la recolección de información.

El GHG protocol basa su metodología en tres alcances, las cuales son:

- Alcance 1. Emisiones directas de GEI: estas emisiones provienen de fuentes que son propios o están controladas por la empresa
- Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad
- Alcance 3. Otras emisiones indirectas: son consecuencias de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa.

Para este trabajo se establecieron unas categorías dependiendo de los alcances y operatividad específica de la organización y las líneas económicas que lo comprenden, ya que se estuvo en campo en diferentes ocasiones, se establecieron estas categorías según las fuentes identificadas:

Tabla 2. Categorías definidas según los alcances

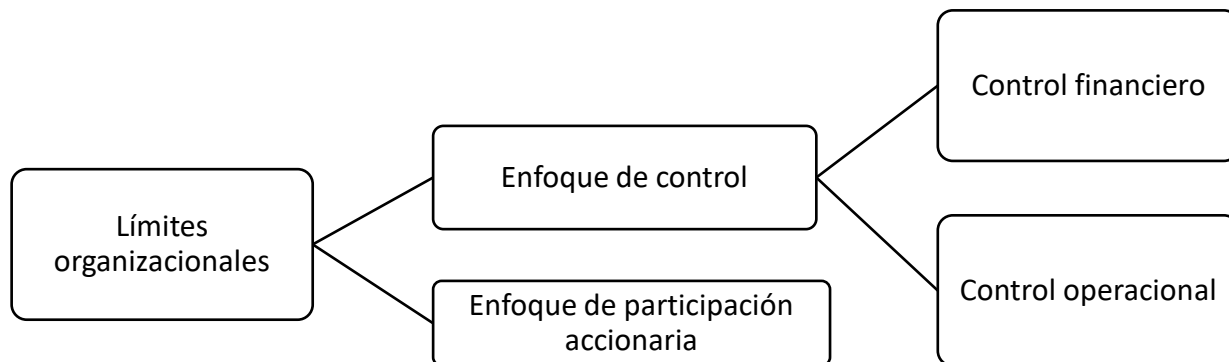
Alcance	Categoría
Alcance 1. Emisiones directas	Emisiones por combustibles fósiles
	Emisiones fugitivas por tratamiento de aguas residuales
	Emisiones fugitivas por uso de extintores y refrigerantes
	Emisiones procesos industriales
	Emisiones por actividades agrícolas
Alcance 2. Emisiones indirectas asociadas a la electricidad	Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica
	Emisiones por transporte
Alcance 3. Otras emisiones indirectas	Emisiones por generación de residuos
	Emisiones por combustibles fósiles

Por otro lado, la ISO 14064 proporcionó herramientas para el diseño y desarrollo de los inventarios, seguimiento y el desarrollo del informe. Lo que permitió en el proyecto contar con una mayor confiabilidad y transparencia a la hora de desarrollarlo.

Tanto la norma como el protocolo adoptado en este proyecto establecen la necesidad de identificar los límites organizacionales según sea la necesidad de la compañía. La organización

debe consolidar sus emisiones y remociones de GEI a nivel de instalación, ya que la organización puede estar compuesta de una o mas instalaciones, por medio de los siguientes enfoques:

Figura 1. Límites de estudio que se pueden plantear en un sistema



Enfoque de participación accionaria: Según GHG protocol este enfoque es un método utilizado para reportar las emisiones de GEI basándose en la proporción de su participación en una organización. Este enfoque refleja el interés económico que una empresa tiene en una operación. La idea es que la cantidad de control o beneficio económico que una empresa tiene sobre una operación debería guiar como contabiliza sus emisiones de GEI.

Enfoque de control: Según GHG protocol bajo este enfoque una empresa contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce control. El control puede definirse tanto en términos de control financiero como operacional.

- **Control financiero:** Una empresa tiene control financiero sobre sus operaciones si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas. Este tipo de control se mide básicamente por la influencia que tiene sobre los beneficios y los riesgos asociados con los activos de la operación
- **Control operacional:** Implica la autoridad para gestionar las políticas y procedimientos diarios de una operación. Si la organización tiene la facultad plena para implementar sus políticas operativas, es porque tiene control operacional.

Ahora bien, para establecer este límite organizacional y a su vez para crear el inventario de GEI se hizo un reconocimiento de toda la cadena de valor, visitando todos los puntos de trabajo que componen la organización en diferentes ocasiones, lo que permitió crear un mapa de procesos que a su vez da un panorama general para la identificación de las emisiones de GEI. Fueron diferentes visitas en campo que se realizaron en los diferentes puntos donde se encuentran las plantaciones conocidas como núcleos, en estas se visitaron los campamentos, donde residen las personas que llevan las labores de silvicultura y/o cosecha, y a los puntos específicos donde se desarrollan las actividades de silvicultura o cosecha, también se visitaron ambas plantas tanto la industrial como la de producto. Estas visitas fueron fundamentales para conocer de primera mano

toda la cadena de valor e identificar las principales fuentes de emisiones de GEI según fuera la actividad y categorizarlas

Bajo esta metodología se establecieron todas las actividades que se llevan a cabo dentro de la empresa y las que se incluyeron en este proyecto. Para mayor practicidad se hizo una clasificación según las operaciones las cuales se dividieron en las principales líneas:

- Línea forestal: comprende el vivero, y los diferentes núcleos donde se encuentran las plantaciones donde se realiza toda la parte de silvicultura y cosecha.
- Línea industrial: Comprende la planta de producto ubicada en los llanos de Cuivá donde se desarrollan las actividades del aserrío
- Línea de producto: Es la planta de producto ubicada en Itagüí, donde se da la transformación secundaria de la madera
- Sede administrativa: Es la oficina en Medellín donde se supervisa y coordina el proceso de producción.

Basada en la estructura integral de la empresa, donde hay control significativo de aspectos financieros y sobre las operaciones diarias y decisiones estratégicas en múltiples niveles, el enfoque de control operacional es el que se estableció en este proyecto. Este enfoque se identificó que permite a la empresa reflejar con mayor precisión su impacto directo en las emisiones de GEI, ya que puede influir directamente en cómo se realizan las operaciones en cada una de las líneas de negocio.

Después de haber determinado el límite organizacional en términos de operaciones, se definió el año base, se hizo la identificación de las emisiones de GEI y se clasificaron según su alcance en directas o indirectas.

Definición del año base

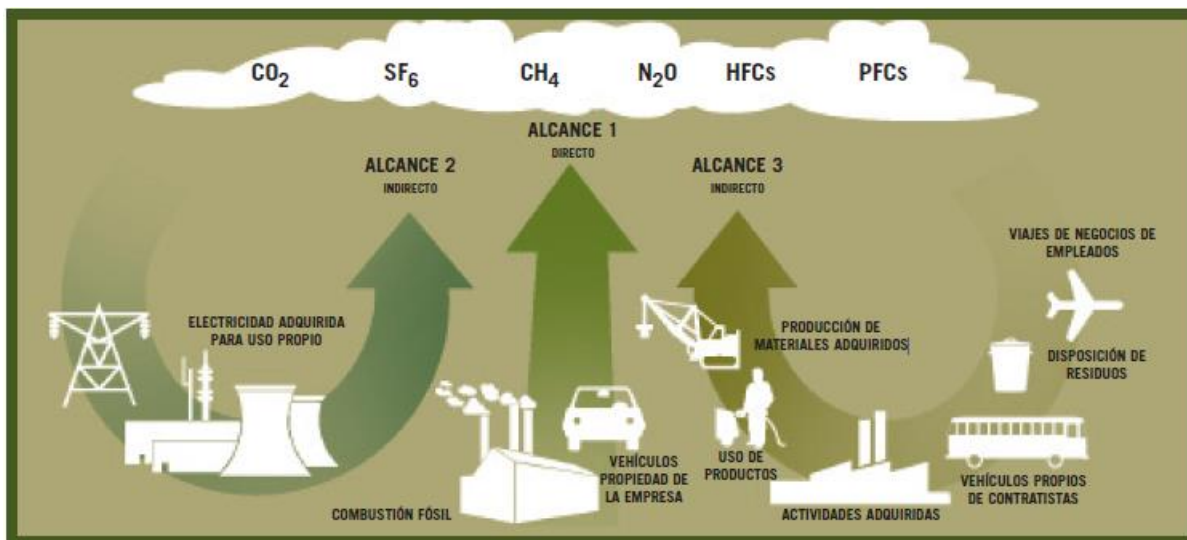
El año base es básicamente el primer año que sirve como insumo para hacer posteriores comparaciones con los años próximos.

El año base que se selecciona debe contar con datos que se puedan verificar, la disponibilidad de datos debe mostrar qué tan representativo dentro de la operación en este periodo.

El año base designado para esta medición es el año 2023. Se seleccionó este año como base, por la disponibilidad de registros, datos e información verificable necesaria para llevar el completo registro, además, el año 2023 es representativo en las operaciones, donde no hubo proyectos, decisiones o actividades que pudieran alterar la huella de carbono.

Los GEI a considerar, son los establecidos en el protocolo de Kioto: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆. Cada gas tiene una capacidad diferente de potenciar el efecto invernadero, que su vez se contempla bajo un factor llamado potencial de calentamiento global-PCG.

Figura 2. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor



Nota. Fuente: Greenhose gases protocol

Inventario de Gases de efecto invernadero

Para establecer el inventario de gases de efecto invernadero, se implementaron diferentes estrategias que facilitaron esclarecer e identificar las fuentes que se encuentran dentro de la organización, dentro de estas estrategias creadas se encuentra:

- Se han desarrollado un conjunto de procedimientos que especifican las responsabilidades asignadas a cada proceso, también incluyen la documentación necesaria y los registros que se deben mantener, como y con que frecuencia se deben revisar y actualizar estos documentos, los pasos a seguir para definir el inventario de GEI y las directrices detalladas para la generación de informes de verificación. Estos informes son esenciales tanto para la verificación del inventario de GEI como para la comunicación con partes interesadas externas.
- Se establecieron formatos de recolección sistemática de datos e información relacionada con las fuentes de emisiones de GEI. Estos formatos están diseñados para asegurar la consistencia y precisión de los datos recopilados a lo largo del tiempo
- Para incrementar la efectividad de los formatos, se ha creado unas guías detalladas que explican como utilizar estos formatos correctamente. Estas guías ayudan a garantizar que la información se recoja de manera uniforme en toda la organización

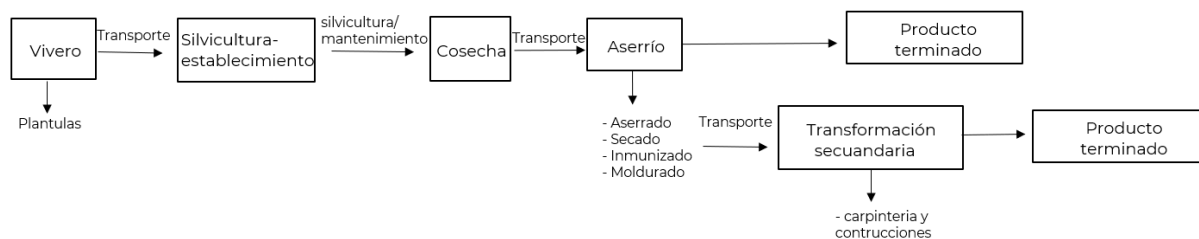
Este sistema de gestión que integran procedimientos, formatos y guías se ha diseñado de acuerdo con las necesidades específicas de cada línea económica de la empresa. Esto significa que la línea forestal y las líneas industrial, de producto y la sede administrativa tiene sistemas de gestión adaptados a sus actividades particulares, dada la diversidad y singularidad de estas. Este enfoque asegura que las estrategias y herramientas de gestión sean eficaces, permitiendo una gestión mas precisa y focalizada.

6 Resultados

En esta sección se detallan los resultados obtenidos del análisis y el planteamiento que se propuso en un principio, enfocado en establecer una línea base detallada de la huella de carbono para la compañía, empleando las ya mencionadas herramientas bases, GHG protocol y la ISO 14064. En un comienzo se estableció dar prioridad a los alcances 1 y 2 ya que el alcance 3 según la metodología era completamente opcional, sin embargo, se logró abarcar todos los alcances y establecer el respectivo sistema de gestión.

Dentro de la metodología se esclarece cómo se logró la identificación de la cadena de valor de la empresa, la cual fue una herramienta bastante útil para el desarrollo de este proyecto ya que reconocerla implica identificar cada paso del proceso productivo y tener una gestión eficiente de las emisiones,

Figura 3. Mapa de procesos de la compañía



Al determinar el mapa de procesos e identificar la cadena de valor de la organización se obtuvo al mismo tiempo información relevante como:

Tabla 3. Información general de la empresa

Datos generales de la empresa	
Sector de la empresa	Sector maderero
Cantidad de procesos de la empresa	10
Cantidad total de colaboradores	235

La cantidad de procesos identificados se asocian principalmente a los que se asocian con algunas fuentes de emisiones de GEI

Procedimientos, formatos y guías

Procedimientos: El procedimiento tiene como objetivo establecer los parámetros generales que guiarán la recolección de datos y la clasificación de los alcances establecidos para la huella de carbono. Este procedimiento está diseñado para alinearse con los requerimientos del GHG Protocol y la norma ISO 14064, con el propósito de simplificar el proceso de recolección de información, la gestión efectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero y, como consecuencia, facilitar la medición precisa, abarcando los alcances 1, 2 y 3 establecidos en el protocolo anteriormente mencionado.

Lo que quiere decir es que los procedimientos planteados se establecen unas pautas esenciales para definir la línea base de la huella de carbono, incluso en el desarrollo de esta, se encuentra ya planteada esa línea base, por lo que da más una idea del porqué de las decisiones y de lo establecido. Esta herramienta incluye una clara definición de términos claves para el entendimiento en sí de la huella de carbono, la selección del año base y los principales requerimientos que se deben compilar en los informes de GEI según la ISO 14064. adicionalmente los procedimientos anticipan la posibilidad de identificar nuevas fuentes de emisiones, según la variabilidad en los procesos.

Formatos: La implementación de formatos específicos para la recolección de información es fundamental para la medición de huella de carbono. Varios de estos formatos están diseñados para tomar datos en campo, lo que mejora significativamente la trazabilidad y facilita la recopilación de datos. La exactitud y transparencia del proceso se ven reforzadas, especialmente porque muchas emisiones son indirectas y no están bajo el control de la empresa, pero son bastante significativas. Entonces de esta forma detallar esta información permite el seguimiento efectivo y facilita la identificación de áreas potenciales de mejora.

Adicionalmente, los otros formatos que se han desarrollado no se utilizan específicamente en la recolección en campo, pero son esenciales para los alcances 1 y 3. Estos formatos ayudan a mantener la información clara y organizada, asegurando que todos los datos relevantes estén disponibles para análisis y reportes efectivos. Los nombres de los formatos se han implementado son:

Para la línea forestal son:

- Formato de consumo de combustible
- Formato de consumo de fertilizantes y/o pesticidas
- Formato de registro de transporte
- Formato de registro de trayectos en vuelos

Para la línea industrial, de producto y la sede administrativa son:

- Formato de consumo de combustible de maquinaria amarilla
- Formato de registro de transporte
- Formato de registro de trayectos de vuelo

Guías de usos de formato: El objetivo de las guías establecidas en este proyecto tiene como objetivo describir la metodología para la recolección de datos esenciales para la huella de carbono, proporcionando una herramienta que facilite a todas las partes interesadas la toma de datos, el uso de estos formatos y el posterior análisis de las fuentes de emisiones, asegurando que la información sea confiable y consistente. Se estableció una para la línea forestal y otra para la línea industrial, de producto y la sede administrativa, así se garantiza una consistencia, precisión y fiabilidad de los datos.

Nota: Los procedimientos, formatos y guías van en los archivos anexos a este trabajo final

Anexo 1. Procedimiento Control de huella de carbono- Línea forestal

Anexo 2. Formatos de recolección de información

Anexo 3. Guías para el manejo de formatos de la línea forestal

Anexo 4. Procedimiento Control de huella de carbono- Línea Industrial, línea de producto y sede administrativa

Anexo 5. Formatos de recolección de información

Anexo 6. Guías para el manejo de formatos de la línea forestal

Inventarios de Gases de efecto invernadero

En este procedimiento se establecen ciertos pasos a seguir para la identificación de las emisiones, que son los siguientes:

- Identificar fuentes de emisiones de GEI
- Categorizar los datos según corresponda con los diferentes alcances planteados
- Crear base de datos que permita llevar la trazabilidad de la información recolectada.
- Crear formatos para la recolección de los datos sobre las actividades.

Para la identificación de las fuentes de emisiones, se comienza por reconocer cada una de las actividades que se desarrollan dentro de la organización es decir se hace una identificación de la cadena de valor del proceso como se menciona anteriormente, luego se categorizan las emisiones en directas e indirectas para relacionarlas con cada uno de los tres alcances.

Línea forestal

Tabla 4. Inventario de emisiones directas e indirectas – Línea forestal

Alcances GEI	Categoría	Fuente de emisión
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	Emisiones por combustibles fósiles	Móvil- Camioneta renting
		Móvil- Camioneta servicios generales
	Emisiones fugitivas por tratamiento de aguas residuales	Móvil- Transporte de ingenieros
		Móvil- Transporte supervisores
Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas a la electricidad	Emisiones fugitivas por uso de extintores	Aguas residuales domesticas
		extintor de dióxido de carbono CO2
	Emisiones procesos industriales	Extintor HCFC-123
		Extracción de madera
Emisiones por actividades agrícolas	Uso de fertilizantes y/o fungicidas nitrogenados	
	Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica	Fuentes convencionales
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	Emisiones por transporte	Móvil- vuelos corporativos
		Móvil- Desplazamientos por parte de los colaboradores a las sedes de trabajo
	Emisiones por generación de residuos	Disposición final de residuos
Emisiones por combustibles fósiles		Estacionaria- Tractores
	Estacionaria- Cargadores	
	Móvil- Motosierras	
		Móvil- Guadaña

Este consumo de combustibles fósiles se atribuye a las actividades de:

- **Alcance 1:** Transporte que corresponde a la línea forestal
 - **Camioneta renting:** Se refiere al contrato de arrendamiento de una camioneta proporcionada por la compañía.
 - **Camioneta servicios generales:** Esta camioneta es propiedad de la empresa y es utilizada para diversas actividades operativas, como la prestación servicios de mantenimientos en distintas ubicaciones de la empresa.
 - **Transporte de ingenieros y Transporte de supervisores:** Aunque el medio de transporte es propio de cada persona, la organización ofrece un auxilio de movilización para compensar los gastos de desplazamiento durante el horario laboral, dado que las distancias que recorren diariamente son significativas.
- **Alcance 3:** Dentro de la línea forestal hay diversos procesos que generan emisiones de GEI. Estas emisiones se clasifican dentro del alcance 3, ya que provienen de actividades llevadas a cabo por contratistas, quienes poseen y controlan completamente la maquinaria utilizada en estos procesos. La recolección de esta información es una responsabilidad compartida entre los contratistas que deben diligenciar formatos y proporcionar información adicional requerida como las facturas, y quienes proporcionan esta información recogida en campo al área responsable

Los procesos identificados y la fuente de emisión son los siguientes:

- **Silvicultura:** Se tienen dos procedimientos que corresponden al establecimiento y el mantenimiento de las plantaciones. En este proceso se identifica el uso de guadañas las cuales funcionan con una mezcla de combustible y aceite 2T y el uso de motosierras, las cuales son las fuentes de emisiones
- **Cosecha:** En este proceso las fuentes de emisiones provienen de uso de Motosierras las cuales funcionan con una mezcla de combustible y aceite 2T, los Tractores, y cargadores.
- **Vías:** la fuente de emisiones identificadas en este proceso es la maquinaria como las Volquetas para el mantenimiento de vías y maquinaria amarilla para el establecimiento de esta

Para el caso donde se identifique la mezcla de combustible con aceite 2 tiempos (2T) es importante revisar en que proporción se usa el aceite y en qué proporción se usa la gasolina, también es necesario verificar si este aceite contiene algún tipo de combustible fósil. En caso de que sí, se debe considerar el porcentaje en que se presenta ese combustible fósil dentro del aceite.

Para hacer este reporte se procede de la siguiente manera:

$$1. \text{Consumo de combustible} = \frac{\text{Consumo anual de la mezcla (galones)} * \% \text{ en el que se encuentra el combustible}}{100}$$

$$2. \text{Consumo de aceite } 2T = \frac{\text{Consumo anual de la mezcla (galones)} * \% \text{ en el que se encuentra el aceite } 2T}{100}$$

Dado que el aceite 2T contiene algún tipo de combustible se debe realizar la siguiente operación adicional:

$$2.1 \text{ Consumo de CF por el aceite } 2T = \frac{\text{Consumo de aceite } 2T * \% \text{ en el que se encuentra el CF}}{100}$$

CF: combustible fosil presente en el aceite 2T

El consumo de la ecuación 1 y 2.1 son los que se deben reportar y deben ser reportados por separado

Emisiones fugitivas por aguas residuales: Dentro de las operaciones de organización se cuenta con diferentes STARD para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Para estimar estas emisiones ya que se cuenta con bastantes sistemas sépticos distribuidos en diferentes instalaciones de la compañía, se recomienda identificar una muestra representativa de sistemas sépticos, es decir escoger determinados sistemas que cuenten con características distintas como la capacidad y el tiempo de operación para realizar los muestreos correspondientes para el análisis en laboratorio de DBO (ya que solo se generan ARD), contar con datos adicionales como los días de operación en el año, el caudal.

Emisiones fugitivas por uso de extintores: Para evitar la doble contabilidad y para practicidad del proceso, se contabilizan los extintores que son usados en el año para incidentes por conatos de incendios. Los extintores que deben ser reportados son los extintores de dióxido de carbono CO₂ y Extintor HCFC-123. La información del uso de estos puede ser suministrada por el área de seguridad y salud en el trabajo ya que son quienes llevan la trazabilidad de estos usos

Emisiones procesos industriales: El tipo de proceso industrial con el que se cuenta en la línea forestal es la extracción de la madera, donde es necesario reportar la cantidad extraída durante el año de medición. Esta información es proporcionada por el personal del área forestal de la compañía

Emisiones por actividades agrícolas: Las emisiones por actividades agrícolas están asociadas al uso de fertilizantes y pesticidas en el vivero y las plantaciones. En esta categoría se deben reportar específicamente los pesticidas y fertilizantes que contienen nitrógeno. A la hora de hacer el reporte se deben considerar datos como:

- La cantidad de cada uno de los fertilizantes o pesticidas aplicados por año y especificar el lugar correspondiente a dicha aplicación. Esta información puede ser suministrada por los ingenieros de cada núcleo y el vivero ya que ellos ya cuentan con un sistema para el reporte de estos
- El porcentaje de nitrógeno que contiene cada fertilizante y cada pesticida. Esta información se puede obtener de la matriz de riesgo químico, ya que esta cuenta con la información necesaria y es un archivo al que tiene acceso el área de sostenibilidad

Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica: La información relacionada con el consumo de electricidad de la línea forestal, se toma de los datos de facturación.

Es recomendable contar con un inventario sobre el tipo de luminarias, tipo y cantidad de equipos de cómputo, Tipo y cantidad de fotocopiadoras, otros equipos electrónicos. Con el fin de identificar posibilidades de reducción de consumo de energía eléctrica.

Emisiones por transporte: Para las emisiones generadas por el transporte se tuvieron en cuenta las derivadas por vuelos corporativos y el desplazamiento de los colaboradores a las sedes de trabajo. Como estos vehículos no son controlados por la empresa se consideraron en el alcance 3.

- Para los vuelos corporativos se tiene el formato de recolección de la información requerida para su reporte.
- Para conocer la información requerida sobre los desplazamientos por parte de los colaboradores a los centros de trabajo se hizo una encuesta virtual la cual fue enviada a todo el personal de interés

Adicionalmente el área de recursos humanos suministra la información que solicita el área de sostenibilidad para calcular los desplazamientos, así mismo se recomienda en las inducciones agregar información sobre los medios de transporte utilizados para el desplazamiento hacia los espacios de trabajo de los nuevos colaboradores y así asegurar la obtención de esta información.

Emisiones por generación de residuos: Se identifican la generación de residuos ordinarios, reciclables y residuos peligrosos no hospitalarios. Dado que la compañía hace una correcta entrega de estos residuos a gestores certificados, la cantidad anual de residuos generados se toma de los certificados proporcionados por dichos gestores.

Línea industrial

Tabla 5. inventario de emisiones directas e indirectas – Línea industrial

Alcances GEI	Categoría	Fuente de emisión
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	Emisiones por combustibles fósiles	Móvil- Maquinaria amarilla Estacionaria- Caldera
	Emisiones fugitivas por tratamiento de aguas residuales	Aguas residuales domesticas
	Emisiones fugitivas por uso de extintores	Extintor de dióxido de carbono CO2 Extintor HCFC-123
Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas a la electricidad	Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica	Fuentes convencionales
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	Emisiones por transporte	Móvil- Desplazamientos por parte de los colaboradores a las sedes de trabajo Móvil- Transporte corporativo
	Emisiones por generación de residuos	Generación de residuos ordinarios Generación de residuos industriales
	Emisiones por combustibles fósiles	Móvil- Transporte de madera verde

Emisiones por combustibles fósiles: El consumo de combustibles fósiles asociados a la operación y mantenimiento de los proyectos, se obtiene a partir de los datos y registros suministrados por la organización como las facturas de suministro y los formatos diligenciados por los responsables.

Este **consumo de combustibles fósiles** se atribuye a las actividades de:

Alcance 1: Transporte que corresponde a la línea industrial

- **Caldera:** La planta industrial está equipada con tres calderas dedicadas al secado de madera. Estas calderas operan utilizando biocombustible, específicamente madera de pino. Para asegurar una gestión sostenible, se tienen formatos detallados que permiten la trazabilidad completa del consumo de madera de cada caldera, a su vez este es el insumo principal para hacer el reporte de consumo. Además, cada tres años se lleva a cabo un estudio isocinético que permite medir con precisión los contaminantes emitidos por las chimeneas de las calderas y conocer el estado de estas
- **Maquinaria amarilla:** Es una herramienta la cual se utiliza principalmente dentro de la planta para el transporte de la madera entre los diferentes procesos

Alcance 3: Transporte de madera verde

Dentro de la línea industrial se tiene el transporte de la madera verde desde los núcleos hasta la planta. Estas emisiones se clasifican dentro del alcance 3, ya que provienen de actividades llevadas a cabo por contratistas, quienes poseen y controlan completamente los vehículos utilizados en este proceso. La recolección de esta información es una responsabilidad compartida entre los contratistas que deben diligenciar formatos y proporcionar información adicional requerida como las facturas, y quienes proporcionan esta información recogida en campo al área responsable

Emisiones fugitivas por aguas residuales: Dentro de las operaciones de organización se cuenta con diferentes STARD para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Para estimar estas emisiones ya que se cuenta con bastantes sistemas sépticos distribuidos a lo largo de la planta industrial, se recomienda identificar una muestra representativa de sistemas sépticos, es decir escoger determinados sistemas que cuenten con características distintas como la capacidad y el tiempo de operación para realizar los muestreos correspondientes para el análisis en laboratorio de DBO (ya que solo se generan ARD), contar con datos adicionales como los días de operación en el año y el caudal.

Emisiones fugitivas por uso de extintores: Para evitar la doble contabilidad y para practicidad del proceso, se contabilizan los extintores que son usados en el año para incidentes por conatos de incendios. Los extintores que deben ser reportados son los extintores de dióxido de carbono CO₂ y Extintor HCFC-123. La información del uso de estos puede ser suministrada por el área de seguridad y salud en el trabajo ya que son quienes llevan la trazabilidad de estos usos

Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica: La información relacionada con el consumo de electricidad, se toma de los datos de facturación.

Es recomendable contar con un inventario sobre el tipo de luminarias, tipo y cantidad de equipos de cómputo, tipo y cantidad de fotocopiadoras, otros equipos electrónicos. Con el fin de identificar posibilidades de reducción de consumo de energía eléctrica.

Emisiones por transporte: Para las emisiones generadas por el transporte se tuvieron en cuenta las derivadas por vuelos corporativos, el desplazamiento de los colaboradores a las sedes de trabajo en su propio automóvil y en transporte corporativo. Como estos vehículos no son controlados por la empresa se consideraron en el alcance 3.

- Para los vuelos corporativos se tiene el formato de recolección de la información requerida para su reporte.
- Para conocer la información requerida sobre los desplazamientos por parte de los colaboradores a los centros de trabajo se hace una encuesta virtual la cual debe ser enviada a todo el personal de interés

Adicionalmente el área de recursos humanos suministra la información que solicita el área de sostenibilidad para calcular los desplazamientos, así mismo se recomienda en las inducciones agregar información sobre los medios de transporte utilizados para el desplazamiento hacia los espacios de trabajo de los nuevos colaboradores y así asegurar la obtención de esta información.

Emisiones por generación de residuos: Se identifican la generación de residuos ordinarios, reciclables y residuos peligrosos no hospitalarios. Dado que la compañía hace una correcta entrega de estos residuos a gestores certificados, la cantidad anual de residuos generados se toma de los certificados proporcionados por dichos gestores

Línea de producto

Tabla 6. Inventario de emisiones directas e indirectas – Línea de producto

Alcances GEI	Categoría	Fuente de emisión
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	Emisiones por combustibles fósiles	Móvil- Camioneta Diesel
		Móvil- Camioneta gasolina
	Emisiones fugitivas por refrigerantes	Móvil- Montacarga gas
		Aires acondicionados residencial y comercial
Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas a la electricidad	Emisiones fugitivas por uso de extintores	Extintor de dióxido de carbono CO ₂
		Extintor HCFC-123
	Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica	Fuentes convencionales
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	Emisiones por transporte	Móvil- vuelos corporativos
	Emisiones por generación de residuos	Móvil- Desplazamientos por parte de los colaboradores a las sedes de trabajo Generación residuos ordinarios

Emisiones por combustibles fósiles: El consumo de combustibles fósiles asociados a la operación y mantenimiento de los proyectos, se obtiene a partir de los datos y registros suministrados por la organización como las facturas de suministro y los formatos diligenciados por los responsables.

Este consumo de combustibles fósiles se atribuye a las actividades de:

Transporte que corresponde a la línea de producto

- Camionetas: Estas camionetas son propiedad de la empresa y es utilizada para diversas actividades operativas

Emisiones fugitivas por refrigerantes: Se debe realizar un inventario de cada uno de los aires acondicionados que se cuentan en esta área de la compañía, donde se reporte el tipo de refrigerante, la capacidad del equipo (Btu), llevar reporte de las fechas de los mantenimientos de los aires y la información que pueda suministrar quien esté haciendo este mantenimiento.

Emisiones fugitivas por uso de extintores: Para evitar la doble contabilidad y para practicidad del proceso, se contabilizan los extintores que son usados en el año para incidentes por conatos de incendios. Los extintores que deben ser reportados son los extintores de dióxido de carbono CO₂ y Extintor HCFC-123. La información del uso de estos puede ser suministrada por el área de seguridad y salud en el trabajo ya que son quienes llevan la trazabilidad de estos usos

Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica: La información relacionada con el consumo de electricidad, se toma de los datos de facturación.

Es recomendable contar con un inventario sobre el tipo de luminarias, tipo y cantidad de equipos de cómputo, Tipo y cantidad de fotocopiadoras, otros equipos electrónicos. Con el fin de identificar posibilidades de reducción de consumo de energía eléctrica.

Emisiones por transporte: Para las emisiones generadas por el transporte se tuvieron en cuenta las derivadas por vuelos corporativos y el desplazamiento de los colaboradores a las sedes de trabajo. Como estos vehículos no son controlados por la empresa se consideraron en el alcance 3.

Para los vuelos corporativos se tiene el formato de recolección de la información requerida para su reporte.

Para conocer la información requerida sobre los desplazamientos por parte de los colaboradores a los centros de trabajo se hizo una encuesta virtual la cual fue enviada a todo el personal de interés

Adicionalmente el área de recursos humanos suministra la información que solicita el área de sostenibilidad para calcular los desplazamientos, así mismo se recomienda en las inducciones agregar información sobre los medios de transporte utilizados para el desplazamiento hacia los espacios de trabajo de los nuevos colaboradores y así asegurar la obtención de esta información.

Emisiones por generación de residuos: Se identifican la generación de residuos ordinarios, reciclables y residuos peligrosos no hospitalarios. Dado que la compañía hace una

correcta entrega de estos residuos a gestores certificados, la cantidad anual de residuos generados se toma de los certificados proporcionados por dichos gestores.

Sede administrativa

Tabla 7. Inventario de emisiones directas e indirectas – sede administrativa

Alcances GEI	Categoría	Fuente de emisión
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	Emisiones fugitivas por uso de extintores	Extintor de dióxido de carbono CO2 Extintor HCFC-123
	Emisiones fugitivas por refrigerantes	Aires acondicionados residenciales y comerciales
Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas a la electricidad	Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica	Fuentes convencionales Móvil- vuelos corporativos
	Emisiones por transporte	Móvil- Desplazamientos por parte de los colaboradores a las sedes de trabajo
Alcance 3: Otras emisiones indirectas	Emisiones por generación de residuos	Generación de residuos ordinarios

Al determinar y clasificar tanto los alcances como las categorías y las fuentes de emisiones, junto con los formatos de recolección de información y los demás archivos que soportan esta línea base para la estructuración del sistema de gestión integral para la huella de carbono se recolectan la respectiva información que corresponde tanto al año base como para el presente año, que este ya es en si el insumo principal que ayudara al posterior calculo de la huella de carbono, esta información recolectada se plasma en una base de datos construida específicamente para la trazabilidad de información recolectada.

La metodología implementada permitió alcanzar los resultados esperados, brindando un valioso insumo y referencia para la gestión continua de la huella de carbono. Esto resalta la importancia de adoptar enfoques estructurados.

7 Discusión

La empresa la cual tiene un enfoque forestal desempeña un papel importante en cuanto a los proyectos de secuestro de carbono tanto en su preparación, desarrollo y ejecución. Por lo que la huella de carbono es de gran importancia contabilizarla para así obtener el secuestro neto de carbono.

En este proyecto se estableció un sistema de gestión para determinar la línea base de la organización, siguiendo específicamente los parámetros de la norma ISO 14064 y lo del GHG protocol. Los resultados obtenidos demostraron una alineación con las expectativas teóricas, donde los formatos de recolección de datos han facilitado una toma precisa de las emisiones. Sin embargo, se observó que con respecto a la toma de datos de las emisiones indirectas hay ciertos desafíos en cuanto a la trazabilidad y verificación, esto es básicamente por que los procesos en campo, entendiendo el proceso en campo como una de esas actividades que se desarrollan en la línea forestal, son mayores, muy dinámicos y quienes suministran en primera estancia esta información no hacen parte directa de la organización.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, es importante resaltar que la empresa lleva a cabo sus operaciones de extracción forestal o silvicultura utilizando fuentes que no son propias. Es decir, la maquinaria y los insumos necesarios para estas actividades no están bajo el control directo de la empresa. Esto sugiere que las emisiones directas podrían reducirse considerablemente en este proceso. Sin embargo, al analizar la situación y basarnos en fuentes relacionadas con la medición de la huella de carbono en industrias madereras, se puede concluir que las emisiones más significativas provienen de fuentes indirectas, particularmente relacionadas con el transporte de la madera y los procesos mencionados anteriormente. Por esta razón, es fundamental categorizar e identificar correctamente las emisiones del alcance 3. Aunque este alcance es opcional según el protocolo utilizado, proporciona información sumamente valiosa para la toma de decisiones estratégicas enfocadas en la reducción de la huella de carbono.

Otro desafío para el control de información relacionada con la huella de carbono es la considerable extensión de las operaciones de la empresa, que integra diversas líneas económicas. La complejidad de gestionar datos precisos sobre emisiones se incrementa debido a la diversidad de actividades, como la silvicultura, la transformación de la madera y las operaciones logísticas y/o

administrativas. Lo que señala que se requiere un sistema de gestión adaptado a cada sector, la cual añade más complejidad al proceso y control de la huella de carbono.

Así pues, partiendo de las observaciones y resultados obtenidos, se evidencia que el sistema implementado fortalece la gestión de las emisiones directas y que se deben desarrollar estrategias adicionales para mejorar la toma de datos de las emisiones indirectas, sin embargo, al identificar estos desafíos se implementa el reforzamiento de la información con el área encargada de la administración de estas actividades ya que ellos cuentan a su vez con un registro sobre todo de costos que se generan en estas actividades.

Otra estrategia clave que se debe reforzar es la constante promoción de la distribución de responsabilidades. Para que el sistema de gestión funcione eficazmente y la información sea completamente transparente, es esencial que todas las partes involucradas se comprometan y reconozcan que están participando en un esfuerzo colaborativo. Convencer a los colaboradores sobre la importancia de la medición de la huella de carbono es fundamental. Esto se puede lograr a través de capacitaciones que expliquen cómo sus acciones individuales y colectivas impactan el medio ambiente y cómo un sistema de gestión de emisiones puede contribuir no solo a la sostenibilidad de la empresa, sino también a su competitividad a largo plazo ya que al gestionar o medir las emisiones la empresa proyecta una imagen responsable ante sus clientes, lo que refuerza su reputación como organización comprometida con la sostenibilidad y el cambio climático. Además, es importante destacar que la medición de la huella de carbono no solo cumple y/o se adelanta a las normativas ambientales, sino que también refuerza el compromiso de la empresa con la responsabilidad social. Hacer visible cómo sus esfuerzos contribuyen directamente a la reducción de emisiones y la mejora del entorno puede ser una motivación para que sean parte activa en este proceso. Este enfoque conjunto no solo mejora la eficacia, sino que también asegura la integridad y la transparencia del trabajo.

La metodología implementada no solo permitió alcanzar los resultados esperados, sino que también proporciona un recurso valioso para la gestión continua de la huella de carbono de la empresa. Al estructurar de manera clara los procesos de recolección y análisis de datos, se crea una base sólida que facilita el seguimiento de las emisiones a lo largo del tiempo y permite identificar oportunidades de mejora de manera más precisa. Este enfoque a su vez fortalece la capacidad de la empresa para tomar decisiones estratégicas bien informadas en relación con su huella ecológica. La claridad en los métodos y la organización en los procesos destacan la relevancia de adoptar

enfoques estructurados y adaptados a la realidad de las operaciones, lo que resulta clave para gestionar de forma sostenible y responsable la huella de carbono en el largo plazo.

8 Conclusiones

En esta formulación, se estableció un sistema de gestión para la determinación de la huella de carbono de las diferentes líneas económicas de la organización que fueron planteadas en el desarrollo de este trabajo, con un enfoque en alinear la práctica con la norma ISO 14064 y el GHG protocol. El método adoptado incluyó el desarrollo e implementación de formatos, procedimientos y guías para la recolección de datos tanto de emisiones directas como indirectas, a su vez el reconocimiento de procesos para establecer los inventarios de GEI.

Los resultados indican que las herramientas diseñadas han facilitado la recolección precisa de datos sobre emisiones directas cumpliendo con los objetivos iniciales del proyecto, proporcionando una estructura coherente y transparente para la documentación y seguimiento de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero asociadas a las operaciones de la empresa. A través de la implementación de estos protocolos unificados, se ha logrado una visión de las principales fuentes de emisiones dentro de la organización. Al mismo tiempo, se destacaron desafíos en la trazabilidad y verificación de las emisiones indirectas, principalmente debido al dinamismo de los procesos en campo y la participación de terceros externos a la organización. De igual forma al identificar estos retos, se plantean procesos que refuercen la información que es suministrada principalmente en el consumo de combustibles para las actividades de silvicultura y cosecha que pertenecen a la línea forestal.

El informe final generado como parte de este proyecto documenta de manera efectiva el procedimiento utilizado y los resultados alcanzados, proporcionando una herramienta para la toma de decisiones estratégicas y optimizadoras. Este informe refleja tanto el estado actual de las emisiones de GEI del grupo y a su vez establece una base sólida para las acciones futuras orientadas a la sostenibilidad. La documentación y resultados obtenidos demuestran que, aunque el sistema de gestión no incluye el cálculo directo de las emisiones de GEI, la metodología empleada es suficientemente práctica para guiar a la empresa hacia una gestión más sostenible y responsable. Cabe añadir que es muy importante identificar las fuentes de emisiones de carbono de esta manera se puede desarrollar medidas de prevención y control razonables y eficientes.

En conclusión, los resultados cumplieron con las expectativas del proyecto, y a su vez se proporcionó una herramienta valiosa para mejorar continuamente la estrategia y gestión ambiental de la empresa, esto es muy significativo para avanzar en la reducción de la huella de carbono.

Referencias

- Al-Amin, A. Q., Rasiah, R., & Chenayah, S. (2015). Prioritizing climate change mitigation: An assessment using Malaysia to reduce carbon emissions in future. *Environmental Science & Policy*, 50, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.02.002>
- Auger, C., Hilloulin, B., Boisserie, B., Thomas, M., Guignard, Q., & Rozière, E. (2021). Open-source carbon footprint estimator: Development and university declination. *Sustainability*, 13(8), 4315. <https://doi.org/10.3390/su13084315>
- Cadez, S., & Czerny, A. (2016). *Climate change mitigation strategies in carbon-intensive firms*. *Journal Of Cleaner Production*, 112, 4132-4143. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.099>
- Colombia. (2021). *Ley de acción climática, Ley 2169 de 2021*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>
- Filho, W. L., Salvia, A. L., Balogun, A.-L., Pereira, M. J. V., Mucova, S. A. R., Ajulo, O. M., Ng, A., Gwenzi, J., Mashonjowa, E., Aina, Y. A., Li, C., Totin, E., Pinho, P., Campbell, D., Chanza, N., & Setti, A. F. F. (2023). Towards more sustainable responses to natural hazards and climate change challenges via transformative adaptation. *Cities (London, England)*, 141(104525), 104525. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104525>
- Filonchyk, M., Peterson, M. P., Zhang, L., Hurynovich, V., & He, Y. (2024). Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO₂, CH₄, and N₂O. *The Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>
- Greenhouse gas protocol (s. f.). *What is GHG protocol*. <https://ghgprotocol.org/>
- Jerneck, A., Olsson, L., Ness, B., Anderberg, S., Baier, M., Clark, E., Hickler, T., Hornborg, A., Kronsell, A., Lövbrand, E., & Persson, J. (2010). Structuring sustainability science. *Sustainability Science*, 6(1), 69-82. <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0117-x>
- Matthews, H. S., Hendrickson, C., & Weber, C. L. (2008). *The Importance of Carbon Footprint Estimation Boundaries*. *Environmental Science & Technology*, 42(16), 5839-5842. <https://doi.org/10.1021/es703112w>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (s. f.). *Huella de carbono*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/mitigaci/huella-de-carbono>
- Mbow, H.-O.P.; Reisinger, A.; Canadell, J.; O'Brien, P. *Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems (SR2)*; IPCC: Geneva, Switzerland, 2017.

- Nunes, L. J. R., Meireles, C., Gomes, C. J. P., & De Almeida Ribeiro, N. (2019). *Forest Management and Climate Change Mitigation: A Review on Carbon Cycle Flow Models for the Sustainability of Resources*. *Sustainability* (Basel), 11(19), 5276. <https://doi.org/10.3390/su11195276>
- Wang, H., Wu, J., Lin, W., & Luan, Z. (2023). Carbon footprint accounting and influencing factors analysis for forestry enterprises in the key state-owned forest region of the greater khingan range, northeast China. *Sustainability*, 15(11), 8898. <https://doi.org/10.3390/su15118898>
- Weng, Z., Lu, S., Cheng, X., Pan, C., Wang, G., Dong, D., Li, Z., Zhao, Z., Gu, L., Dong, L., Niu, Z., Li, C., Xu, L., Zhou, Y., & Zhou, G. (2024). Greenhouse gas emissions and carbon and water footprints during processing of Lei bamboo shoots. *Journal Of Cleaner Production*, 143110. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143110>

Anexos

Anexo 1. Procedimiento Control de huella de carbono- Línea forestal

Generalidades

Tiene como principal objetivo establecer los parámetros generales que guiarán la recolección de datos y la clasificación de los alcances establecidos para la huella de carbono. Este procedimiento está centrado para la línea forestal, que incluye tanto las diversas áreas de plantaciones (núcleos) como el vivero. Este procedimiento está diseñado para alinearse con los requerimientos del GHG Protocol y la norma ISO 14064, con el propósito de simplificar el proceso de recolección de información, la gestión efectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero y, como consecuencia, facilitar la medición precisa, abarcando los alcances 1, 2 y 3 establecidos en el protocolo anteriormente mencionado.

Este procedimiento abarca varios aspectos fundamentales que guían la implementación y gestión del sistema que son:

Principios de la norma ISO 14064 y el GHG protocol:

- **PERTINENCIA**
“Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiadas para la necesidad del usuario previsto”. Este principio hace referencia principalmente a elegir correctamente la información sobre GEI que se va a incluir. El principio está relacionado con la definición del alcance.
- **INTEGRIDAD**
“Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI”. Este principio se enfoca en hacer el reporte y la contabilidad de tal manera en que todo lo importante sea integrado, es decir que se deben considerar cada fuente de emisión de GEI y actividad. Cualquier exclusión debe ser debidamente justificada
- **COHERENCIA**
“Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI”. Este principio implica que los resultados y/o informes puedan ser comparados a lo largo del tiempo, por lo que hay que documentar y usar métodos consistentes que permitan dar cumplimiento a este principio.
- **EXACTITUD**
“Reducir el sesgo y la incertidumbre en la medida de lo posible”. Busca que se garantice la calidad de la información, de forma que permita la toma de decisiones con datos confiables.
- **TRANSPARENCIA**
“Divulgar la información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable”. Este principio está relacionado con cuan claro y abierto se debe comunicar la información, contando con los debidos soportes que justifiquen los datos.

Responsabilidades organizacionales

Se especifican las responsabilidades compartidas entre diferentes áreas de la organización para asegurar una gestión efectiva, trazabilidad y reporte de la huella de carbono. Cada área debe proporcionar la información necesaria para la correcta gestión de las emisiones.

Documentación y registros

Se enfatiza la importancia de mantener documentación adecuada y registros precisos. Incluye formatos de recolección de información y registro de la información recolectada, categorizada según el alcance de emisiones

Revisión y actualización

Se destaca la necesidad de revisar y actualizar periódicamente los procedimientos y formatos para asegurar que sigan siendo relevantes y efectivos. La frecuencia de revisión esta determinada por la representatividad de los datos y los cambios en normas y procedimientos.

Establecimiento de los limites organizacionales

El procedimiento detalla como establecer limites del sistema para la medición de GEI, lo que incluye definir si se adopta un enfoque de control operacional o por participación accionaria. Además, se define los alcances de emisiones (1, 2, 3) para la contabilidad y reporte de GEI.

Definición del año base

El procedimiento detalla el porque se define el año base escogido.

Inventario de emisiones

Primeramente, enfatiza en los paso a paso que se deben seguir para la identificación de emisiones, las cuales son:

- Identificar fuentes de emisiones de GEI
- Categorizar los datos según corresponda con los diferentes alcances planteados
- Crear base de datos que permita llevar la trazabilidad de la información recolectada.
- Crear formatos para la recolección de los datos sobre las actividades.

Se establecen los alcances, categorías y fuentes de emisiones pertenecientes a la línea forestal, se da una explicación a que hace referencia cada fuente de emisión, quien debe proporcionar la información para registrar en la base de datos y se detalla por categoría la carga de responsabilidades según el área de operación.

Generación de informe

Se establece una guía base para la generación del informe de GEI, sea para la certificación de estos o para presentar a las partes interesadas. Esta guía esta soportada por la Norma ISO 14064-1: 2020 y detalla que información debe contener este informe y que información recomendada podrían incluir.

Anexo 2. Formatos de recolección de información

Formato de consumo de combustibles

Este formato es de uso de los contratistas donde registran los consumos de combustibles que consumen según sea su actividad y Equipo/ vehículo, la importancia de tener conocimiento de esta información tan detallada es evaluar oportunidades de mejora y optimización de los procesos

				Código:
REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Versión: 1.0
				Página: 1 de 1
Núcleo				Tipo de combustible:
Contratista				Equipo/Vehículo:
				Silvicultura ___ Cosecha ___ Vias ___
Fecha	Lugar de Operación	Horas de operación	Cantidad de combustible usado en Galones	Observaciones

Formato de consumo de fertilizantes

En este formato se registran los productos que se aplican tanto en vivero como en los diferentes núcleos que contengan Nitrógeno en su composición

					Código:
REGISTRO DE CONSUMO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Núcleo					
Encargado					
Fecha de aplicación	Nombre del producto	% Nitrógeno	Cantidad aplicada	Unidad	¿Como se encuentra el compuesto?

Formato registro de medio de transporte

Este formato es especialmente para los ingenieros de núcleos, los supervisores de los núcleos, los autos que se tienen bajo la modalidad de renting y otros autos que estén bajo la operación de la línea forestal

					Código:
REGISTRO CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE MEDIO DE TRANSPORTE					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Nombre				Tipo de combustible:	Vehículo:
Fecha	km Inicial	km Final	Cantidad combustible inicial (Galones)	Cantidad combustible Final (Galones)	Observaciones

Formato de registro de viajes corporativos

REGISTRO VIAJES CORPORATIVOS						Código:
						Versión: 1.0
						Página: 1 de 1
Fecha	Destino Inicial	Destino Final	Km recorridos	Tipo de asiento	Número de personas	Observaciones

La información que se requiere en cada uno de estos formatos es información muy detallada que compete a áreas diferentes a la de sostenibilidad por lo que es una manera mas practica para estas áreas de suministrar la información requerida, la demás información se adquiere pidiendo ya sea las facturas completas de la energía, datos muy puntuales de los colaboradores, entre otros.

Anexo 3. Guías para el manejo de formatos de la línea forestal

Esta guía tiene como objetivo principal describir la metodología para la recolección de datos esenciales para la huella de carbono, proporcionando una herramienta que facilite a todas las partes interesadas la toma de datos, el uso de estos formatos y el posterior análisis de las fuentes de emisiones, asegurando que los datos sean confiables y consistentes.

Formato de consumo de combustibles

REGISTRO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE				Código:
				Versión: 1.0
				Página: 1 de 1
Núcleo			Tipo de combustible:	Equipo/Vehículo:
Contratista			Silvicultura ___ Cosecha ___ Vías ___	
Fecha	Lugar de Operación	Horas de operación	Cantidad de combustible usado en Galones	Observaciones

Núcleo: Municipio donde se está haciendo la labor

Fecha: DD/MM/AÑO

Contratista: quien está llevando a cabo las actividades correspondientes

Lugar de operación: Finca y/o como ellos establezcan el punto de operación

Tipo de combustible: Diesel, gasolina, propano, etanol, etc.

Horas de operación: cuantas horas estuvo funcionando el equipo/maquinaria

Equipo/Vehículo: Motosierras, guadañas, cargadores, tractores etc.

Cantidad de combustible usado: Consumo de combustible en galones

Silvicultura ___ cosecha ___ vías ___

Son las actividades a las que va dirigida este formato, quien lo esté diligenciado debe poner que procedimiento se encuentran haciendo

Observaciones: dentro de las observaciones poner si se hizo mezcla con aceite 2T y el porcentaje que se usó en relación con el combustible

Formato de consumo de fertilizantes

					Código:
REGISTRO DE CONSUMO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Núcleo					
Encargado					
Fecha de aplicación	Nombre del producto	% Nitrógeno	Cantidad aplicada	Unidad	¿Como se encuentra el compuesto?

Núcleo: Lugar donde se hace la aplicación **% Nitrógeno:** Información que se encuentra en la ficha de seguridad

Encargado: Encargado del Núcleo **Cantidad Aplicada:** Cuanto se uso

Fecha de aplicación: DD/MM/AÑO **Unidad:** kilogramos

Nombre del producto: Nombre comercial del producto **Como se encuentra el compuesto:** De que forma se encuentra el nitrógeno en el producto (nitrato, amoniaco, etc.)

Formato de registro de medio de transporte

					Código:
REGISTRO CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE MEDIO DE TRANSPORTE					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Nombre		Tipo de combustible:		Vehículo:	
Fecha	km Inicial	km Final	Cantidad combustible inicial (Galones)	Cantidad combustible Final (Galones)	Observaciones

Nombre: De quien pertenece el vehículo **Kmi- Kmf:** inicio y final de la semana laboral

Tipo de Combustible: Diesel, gasolina, gas, etc. **Combustible inicial:** cuanto combustible había al inicio de la semana laboral

Vehículo: modelo del vehículo **Combustible final:** cuanto combustible había al inicio de la semana laboral

Fecha: DD/MM/AÑO en el que se está haciendo el registro **Observaciones:** Las veces que tanqueo el vehículo en la semana y cuantos galones se tanquearon

Nota: Al registrar la cantidad de combustible restante al finalizar la semana, es importante hacerlo antes de tanquear. Esto nos permite calcular con precisión el consumo de combustible semanal, basándonos en el recorrido específico de cada vehículo. En la sección de observaciones, se indica si se realizó el tanqueado al inicio o al final de la semana laboral, especificando también la cantidad de combustibles en galones que se tanqueo.

Formato registro de viajes corporativos

REGISTRO VIAJES CORPORATIVOS						Código:
						Versión: 1.0
						Página: 1 de 1
Fecha	Destino Inicial	Destino Final	Km recorridos	Tipo de asiento	Número de personas	Observaciones

Fecha: DD/MM/AÑO en la que se realizó el vuelo **Km recorridos:** en algunos casos las aerolíneas proporcionan esta información así se puede tener más precisión a la hora de tomar los datos

Destino inicial: Desde donde inicio el recorrido **Tipo de asiento:** Clase económica/ Primera clase

Destino Final: donde finalizó el recorrido **Números de personas:** Cuantas personas que pertenecen a la organización realizaron este vuelo

Nota 1: Varias aerolíneas ofrecen la opción de pagar extra para compensar las emisiones de CO2 asociada al vuelo. El espacio de observaciones sirve para detallar acciones de este tipo

Nota 2: El tipo de asiento es relevante para la recolección de estos datos, ya que la clase en la que se viaja influye en el consumo y la cantidad de residuos generados.

Nota 3: Si en un viaje se incluye escalas, registrar cada segmento del vuelo por separado. Por ejemplo, si el vuelo es Medellín a Bogotá con una escala en Cali, se registran los vuelos como Medellín-Cali y Cali-Bogotá.

Nota 4: Para fines de este registro, clasificamos como vuelos cortos aquellos que son nacionales y como vuelos largos los que son internacionales.

Nota 5: en caso de que los vuelos hayan sido ida y regreso, registrarlos contiguamente pero por separado

Anexo 4. Procedimiento Control de huella de carbono- Línea Industrial, línea de producto y sede administrativa

Generalidades

Tiene como principal objetivo establecer los parámetros generales que guiarán la recolección de datos y la clasificación de los alcances establecidos para la huella de carbono. Este procedimiento está diseñado para alinearse con los requerimientos del GHG Protocol y la norma ISO 14064, con el propósito de simplificar el proceso de recolección de información, la gestión efectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero y, como consecuencia, facilitar la medición precisa, abarcando los alcances 1, 2 y 3 establecidos en el protocolo anteriormente mencionado.

Este procedimiento abarca varios aspectos fundamentales que guían la implementación y gestión del sistema que son:

Principios de la norma ISO 14064 y el GHG protocol:

- PERTINENCIA

“Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiadas para la necesidad del usuario previsto”. Este principio hace referencia principalmente a elegir correctamente la información sobre GEI que se va a incluir. El principio está relacionado con la definición del alcance.

- **INTEGRIDAD**

“Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI”. Este principio se enfoca en hacer el reporte y la contabilidad de tal manera en que todo lo importante sea integrado, es decir que se deben considerar cada fuente de emisión de GEI y actividad. Cualquier exclusión debe ser debidamente justificada

- **COHERENCIA**

“Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI”. Este principio implica que los resultados y/o informes puedan ser comparados a lo largo del tiempo, por lo que hay que documentar y usar métodos consistentes que permitan dar cumplimiento a este principio.

- **EXACTITUD**

“Reducir el sesgo y la incertidumbre en la medida de lo posible”. Busca que se garantice la calidad de la información, de forma que permita la toma de decisiones con datos confiables.

- **TRANSPARENCIA**

“Divulgar la información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable”. Este principio está relacionado con cuan claro y abierto se debe comunicar la información, contando con los debidos soportes que justifiquen los datos.

Responsabilidades organizacionales

Se especifican las responsabilidades compartidas entre diferentes áreas de la organización para asegurar una gestión efectiva, trazabilidad y reporte de la huella de carbono. Cada área debe proporcionar la información necesaria para la correcta gestión de las emisiones.

Documentación y registros

Se enfatiza la importancia de mantener documentación adecuada y registros precisos. Incluye formatos de recolección de información y registro de la información recolectada, categorizada según el alcance de emisiones

Revisión y actualización

Se destaca la necesidad de revisar y actualizar periódicamente los procedimientos y formatos para asegurar que sigan siendo relevantes y efectivos. La frecuencia de revisión está determinada por la representatividad de los datos y los cambios en normas y procedimientos.

Establecimiento de los límites organizacionales

El procedimiento detalla como establecer límites del sistema para la medición de GEI, lo que incluye definir si se adopta un enfoque de control operacional o por participación accionaria. Además, se define los alcances de emisiones (1, 2, 3) para la contabilidad y reporte de GEI.

Definición del año base

El procedimiento detalla por qué se define el año base escogido.

Inventario de emisiones

Primeramente, enfatiza en los paso a paso que se deben seguir para la identificación de emisiones, las cuales son:

- Identificar fuentes de emisiones de GEI
- Categorizar los datos según corresponda con los diferentes alcances planteados
- Crear base de datos que permita llevar la trazabilidad de la información recolectada.
- Crear formatos para la recolección de los datos sobre las actividades.

Se establecen los alcances, categorías y fuentes de emisiones pertenecientes a la línea forestal, se da una explicación a que hace referencia cada fuente de emisión, quien debe proporcionar la información para registrar en la base de datos y se detalla por categoría la carga de responsabilidades según el área de operación.

Generación de informe

Se establece una guía base para la generación del informe de GEI, sea para la certificación de estos o para presentar a las partes interesadas. Esta guía esta soportada por la Norma ISO 14064-1: 2020 y detalla que información debe contener este informe y que información recomendada podrían incluir.

Anexo 5. Formatos de recolección de información

Formato consumo de combustibles.

Este formato es de uso en las plantas en Yarumal y en Itagüí. La importancia de tener conocimiento de esta información tan detallada es evaluar oportunidades de mejora y optimización de los procesos

REGISTRO CONSUMO DE COMBUSTIBLE MAQUINARIA AMARILLA					Código:
					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Nombre				Tipo de combustible:	Tipo de maquinaria:
Fecha	Horario de operación	Cantidad combustible inicial (Galones)	Cantidad combustible Final (Galones)	Cantidad de combustible tanqueado (Galones)	Observaciones

Formato de registro de medio de transporte

Este formato aplica para el caso del transporte corporativo, el transporte de los vehículos que pertenecen a la compañía y están bajo operación de las líneas industriales y de producto y para el transporte de la madera verde hasta la planta

REGISTRO CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE MEDIO DE TRANSPORTE					Código:
					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Nombre		Tipo de combustible:		Tipo de vehículo:	
Fecha	km Inicial	km Final	Cantidad combustible inicial (Galones)	Cantidad combustible Final (Galones)	Observaciones

Formato de registro de viajes corporativos

REGISTRO VIAJES CORPORATIVOS						Código:
						Versión: 1.0
						Página: 1 de 1
Fecha	Destino Inicial	Destino Final	km recorridos	Tipo de asiento	Número de personas	Observaciones

Anexo 6. Guías para el manejo de formatos de la línea forestal

Tiene como principal objetivo describir la recolección de datos esenciales para la huella de carbono, proporcionando una herramienta que facilite a todas las partes interesadas la toma de datos, el uso de estos formatos y el posterior análisis de las fuentes de emisiones, asegurando que los datos sean confiables y consistentes.

Formato consumo de combustibles.

REGISTRO CONSUMO DE COMBUSTIBLE MAQUINARIA AMARILLA					Código:
					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Nombre		Tipo de combustible:		Tipo de maquinaria:	
Fecha	Horario de operación	Cantidad combustible inicial (Galones)	Cantidad combustible Final (Galones)	Cantidad de combustible tanqueado (Galones)	Observaciones
Nombre: Nombre del operador de la maquinaria			Horas de operación: cuantas horas estuvo funcionando la maquinaria		
Tipo de combustible: Diesel, gasolina, propano, etanol, etc.			Cantidad de combustible inicial y final: Consumo de combustible en galones al inicio y final del uso		
Tipo de maquinaria: nombre comercial de la maquinaria			Cantidad de combustible tanqueado: si se tanqueo al final del turno poner la cantidad		
Fecha: DD/MM/AÑO			Observaciones		

Formato de registro de medio de transporte

REGISTRO CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE MEDIO DE TRANSPORTE					Código:
					Versión: 1.0
					Página: 1 de 1
Nombre				Tipo de combustible:	Tipo de vehículo:
Fecha	km Inicial	km Final	Cantidad combustible inicial (Galones)	Cantidad combustible Final (Galones)	Observaciones
Nombre: A quien pertenece el vehículo			Kmi- Kmf: inicio y final de la semana laboral		
Tipo de Combustible: Diesel, gasolina, gas, etc.			Combustible inicial: cuanto combustible había al inicio de la semana laboral		
Vehículo: modelo del vehículo			Combustible final: cuanto combustible había al inicio de la semana laboral		
Fecha: DD/MM/AÑO en el que se está haciendo el registro			Observaciones: Las veces que tanqueo el vehículo en la semana y cuantos galones se tanquearon		

Nota: Al registrar la cantidad de combustible restante al finalizar la semana, es importante hacerlo antes de tanquear. Esto nos permite calcular con precisión el consumo de combustible semanal, basándonos en el recorrido específico de cada vehículo. En la sección de observaciones, se indica si se realizó el tanqueo al inicio o al final de la semana laboral, especificando también la cantidad de combustibles en galones que se tanqueo.

Formato de registro de viajes corporativos

REGISTRO VIAJES CORPORATIVOS						Código:
						Versión: 1.0
						Página: 1 de 1
Fecha	Destino Inicial	Destino Final	km recorridos	Tipo de asiento	Número de personas	Observaciones
Fecha: DD/MM/AÑO en la que se realizó el vuelo			Km recorridos: en algunos casos las aerolíneas proporcionan esta información así se puede tener más precisión a la hora de tomar los datos			
Destino inicial: Desde donde inicio el recorrido			Tipo de asiento: Clase económica/ Primera clase			
Destino Final: donde finalizo el recorrido			Números de personas: Cuantas personas que pertenecen a la organización realizaron este vuelo			

Nota 1: Varias aerolíneas ofrecen la opción de pagar extra para compensar las emisiones de CO2 asociadas al vuelo. El espacio de observaciones sirve para detallar acciones de este tipo.

Nota 2: El tipo de asiento es relevante para la recolección de estos datos, ya que la clase en la que se viaja influye en el consumo y la cantidad de residuos generados.

Nota 3: Si en un viaje se incluye escalas, registrar cada segmento del vuelo por separado. Por ejemplo, si el vuelo es Medellín a Bogotá con una escala en Cali, se registran los vuelos como Medellín-Cali y Cali-Bogotá.

Nota 4: Para fines de este registro, clasificamos como vuelos cortos aquellos que son nacionales y como vuelos largos los que son internacionales.

Nota 5: en caso de que los vuelos hayan sido ida y regreso, registrarlos contiguamente, pero por separado