

# *Formulación de Estrategias Ambientales a partir de La Huella Corporativa en la Empresa Sudelec S.A.*

## *Formulation of Environmental Strategies from The Corporate Footprint in The Company Sudelec S.A.*

---

Laura Daniela Torres Buitrago, Federico Smith González, Astrid del Socorro Altamar Consuegra

*Facultad de Ingeniería, Universidad Libre, Bogotá, Colombia*

*Laurad-torres@unilibre.edu.co, federico-smithg@unilibre.edu.co,*

*astridd.altamarc@unilibre.edu.co*

<https://orcid.org/0000-0001-6965-7076>

<https://scholar.google.com/citations?user=cMiB9TAAAAAJ&hl=es>

*Fecha de recepción: febrero de 2021*

*Fecha de aceptación: noviembre de 2021*

### **Resumen**

Las emisiones totales estimadas de GEI (Gases efecto invernadero) directos provenientes de la industria manufacturera en Colombia durante el año 2014 son de 236.973 Gg de CO<sub>2</sub>e en Colombia (IDEAM y PNUD, 2018). donde la ciudad de Bogotá aporta el 12% de dichas emisiones. Durante los últimos años se han venido adelantando diferentes estudios para la recopilación de información acerca de la naturaleza de las emisiones GEI, pero ninguna de estas resaltando los beneficios del reporte voluntario de la huella de carbono corporativa. A partir de esto, surge el presente estudio centrado en la formulación de estrategias ambientales para Sudelec S.A, una empresa productora de electrodomésticos y gasodomésticos en la ciudad de Bogotá. El análisis se realiza a todo el proceso productivo desde recepción y transporte de materia prima hasta entrega al cliente mediante la utilización de la guía para los inventarios organizacionales de emisiones de gases efecto invernadero desarrollada por la Corporación Ambiental Empresarial – CAEM, igualmente se plantean estrategias de prevención, mitigación y compensación teniendo en cuenta los resultados encontrados. El periodo de estudio se centró en los años 2017, 2018,2019, encontrando resultados de 564,66 t CO<sub>2</sub>e, 650,85 t CO<sub>2</sub>e y 710,24 t CO<sub>2</sub>e respectivamente, provenientes principalmente de las fuentes de emisión directa que corresponden al alcance tipo 1, el cual es el mayor aportante de t CO<sub>2</sub>e representando un 78% en promedio. Lo anterior se atribuye al consumo de combustibles fósiles y gas natural genérico. Como estrategia de compensación a la huella de carbono se propone la siembra de la especie *Quercus humboldtii* (Roble andino).

**Palabras claves:** gases efecto invernadero, huella de carbono, mitigación, producción más limpia, gestión ambiental, estrategias ambientales.

## **Abstract**

The total estimated direct GHG (Greenhouse Gas) emissions from the manufacturing industry in Colombia during 2014 are 236,973 Gg of CO<sub>2</sub>e in Colombia (IDEAM y PNUD, 2018). where the city of Bogotá contributes 12 % of these emissions. During the last years, different studies have been carried out to collect information about the nature of GHG emissions, but none of these highlighting the benefits of the voluntary reporting of the corporate carbon footprint. From this, the present study arises focused on the formulation of environmental strategies for Sudelec S.A, a company that produces household and gas appliances in the city of Bogotá. The analysis is carried out throughout the production process from reception and transportation of raw material to delivery to the client by using the guide for organizational inventories of greenhouse gas emissions developed by the Environmental Business Corporation - CAEM, strategies of prevention, mitigation and compensation considering the results found. The study period was focused on the years 2017, 2018, 2019, finding results of 564.66 t CO<sub>2</sub>e, 650.85 t CO<sub>2</sub>e and 710.24 t CO<sub>2</sub>e respectively, coming mainly from direct emission sources that correspond to the standard scope 1, which is the largest contributor of t CO<sub>2</sub>e, representing 78% on average. This is attributed to the consumption of fossil fuels and generic natural gas. As a strategy to compensate for the carbon footprint, the planting of *Quercus humboldtii* (Andean oak) is proposed.

**KeyWords:** greenhouse gases, carbon footprint, mitigation, cleaner production, environmental management, environmental strategies.

## Introducción

Las actividades humanas emiten GEI (Gases de efecto Invernadero) gracias a que año tras año ha evolucionado la industrialización en el mundo, volviéndose una competencia por producir más o generar mayores ganancias en las actividades que desarrollan (Zabala G, 2008). sin dar ni retribuir el valor merecido a los recursos naturales que son explotados y usados sin medida.

En Colombia, el avance industrial ha sido manipulado por fines políticos, y ha presentado barreras sociales y territoriales, haciendo que evolucione a una velocidad lenta e improductiva. (Katmanovttz, 2014). Aproximadamente desde 1915 comenzó la industrialización en Bogotá de una manera parsimoniosa pero segura, consolidando a la capital como un punto de llegada para un sinnúmero de industrias de sectores productivos y económicos; pero solo hasta 1965 surge Sudelec S.A como una industria metalmecánica que fabrica y comercializa electrodomésticos y gasodomésticos.

Este tipo de industrias tienen una participación de emisiones del 12% en la ciudad según un estudio realizado por el IDEAM y PNUD (IDEAM y PNUD, 2018).

Sus actividades producen gases tales como: vapor de agua, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), clorofluorocarbonos (CFC), que tienen afectaciones en el medio ambiente por lo que, si no se generan alternativas de mitigación, se podrían presentar sanciones económicas y legales para este tipo de empresas.

Desde la Cumbre de Rio se ha estado trabajando y aplicando el concepto sin acuñar claramente el término, lo que comúnmente se ha llamado inventario de gases de efecto invernadero (GEI) y análisis de ciclo de vida para la categoría de calentamiento global es lo que posteriormente se ha definido como Huella de Carbono. (Álvarez, 2015).

La huella de carbono es un indicador capaz de integrar los impactos provocados por las actividades del hombre en el entorno, medido en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y se presenta como una excelente herramienta de gestión y un estímulo para adoptar una estrategia proactiva en el logro de la sustentabilidad de las organizaciones. (Valderrama, 2011).

## **Materiales y Métodos**

### ***Área de estudio***

El área de estudio seleccionada reside en la empresa Sudelec S.A, ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad Kennedy con dirección Carrera 68D No 39 F 34 Sur. Esta compañía es una industria metalmeccánica colombiana que fabrica y comercializa electrodomésticos y gasodomésticos marca SUECO, llevando bienestar a los hogares de sus clientes y brindándoles productos que mejoran su calidad de vida. Es importante resaltar que el estudio se realizó en el periodo comprendido entre 2017-2019 analizando los consumos energéticos producidos dentro de su proceso productivo.

### **Metodología**

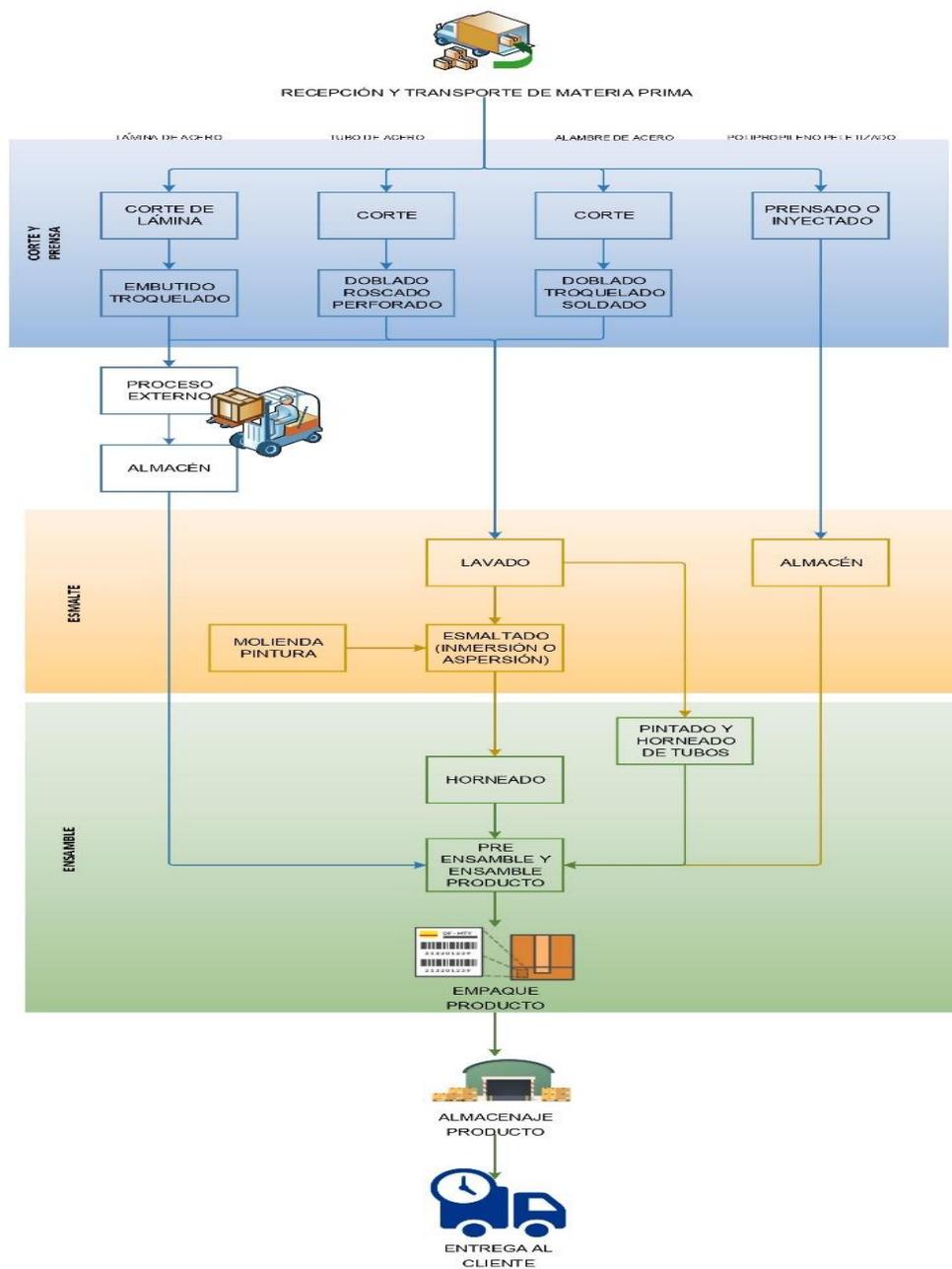
El presente estudio se basa en el análisis de los consumos energéticos del ciclo productivo presente en la empresa Sudelec S.A siguiendo las directrices de La guía para los inventarios organizacionales de emisiones de gases efecto

invernadero (Fundación Natura, 2014). El análisis se realizó a cinco procesos productivos a saber: recepción y transporte de materia prima, corte y prensa, esmalte, ensamble, entrega al cliente como se aprecia en la figura 1.

La “calculadora de emisiones” es una herramienta que permite determinar la huella de carbono corporativa, la cantidad de GEI medidos en CO<sub>2</sub> eq (Dióxido de carbono equivalente) que son emitidos a la atmósfera por el desarrollo de las actividades propias de la entidad, de acuerdo con su emisión. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2015).

Con base en esta herramienta y las bases de datos de información de la industria en estudio se establece el informe de la huella de carbono voluntario, el cual debe ser actualizado anualmente, preferiblemente en el mes de enero, de allí parten a tomar las medidas necesarias para su prevención, mitigación y compensación.

Figura 1. Proceso productivos Sudelec S.A.



Fuente: autores, 2021.

La información primaria utilizada como lo es materia prima, equipos, maquinaria, consumos energéticos, producción y tiempos de uso, se recolectaron para el periodo de tiempo comprendido entre los años 2017-2019. Se plantearon 2 alcances: Tipo I el cual abarca los consumos de combustibles fósiles (Gasolina y ACPM) y gas natural genérico; Tipo II que abarca energía eléctrica adquirida, como se muestra en la tabla 1. Dichos consumos son facilitados por la empresa basándose en los recibos suministrados por las entidades públicas encargadas de la cuantificación de estas mismas y el control administrativo que realiza la compañía.

**Tabla 1.** Clasificación de fuentes de emisión de acuerdo con los alcances planteados.

<b>ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA</b>						
<b>Fuente de emisión</b>	<b>Combustible Refrigerante Aislante</b>	<b>Origen Información (Proceso Empresa)</b>	<b>Forma de registro</b>	<b>Responsable</b>	<b>Soportes Asociados Información</b>	<b>Periodicidad</b>
Horno TKF	Gas natural Genérico	ESMALTE	Registros consumos GN	Dpto. Producción Dpto. Gestión amb.	Facturación Registros prod.	Mensual
Vehículo 1	Gasolina corriente	Transporte	Registros consumos gasolina corriente	Dpto. Materiales Dpto. Gestión amb.	HV vehículo control gastos	Mensual
Vehículo 2	ACPM	Transporte	Registros consumos ACPM	Dpto. Materiales Dpto. Gestión amb.	HV vehículo control gastos	Mensual
Vehículo 3	ACPM	Transporte	Registros ACPM	Dpto. Materiales Dpto. Gestión amb.	HV vehículo control gastos	Mensual
Vehículo 4	ACPM	Transporte	Registros mensuales consumos gasolina corriente	Dpto. Materiales Dpto. Gestión amb.	HV vehículo control gastos	Mensual
Vehículo 5	ACPM	Transporte	Registros consumos gasolina corriente	Dpto. Materiales Dpto. Gestión amb.	HV vehículo control gastos	Mensual
Equipo montacargas HYSTER	Gasolina corriente	Transporte	Registros consumos gasolina corriente	Dpto. Materiales Dpto. Gestión amb.	HV vehículo control gastos	Mensual
Secador	Gas natural genérico	Esmalte	Registros consumos gasolina corriente	Dpto. Producción Dpto. Gestión amb.	Facturación Registros prod.	Mensual
<b>ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA</b>						
<b>Fuente de emisión</b>	<b>Combustible Refrigerante Aislante</b>	<b>Origen Información (Proceso Empresa)</b>	<b>Forma de registro</b>	<b>Responsable</b>	<b>Soportes Asociados Información</b>	<b>Periodicidad</b>
Consumo de energía eléctrica	Energía eléctrica adquirida	Lectura de medición CELSIA - EPSA S.A.ESP	Registro consumos energía eléctrica	Dpto. Gestión amb.	Facturación de CELSIA EPSA S.A.ESP	Mensual

**Fuente:** autores, 2021.

## Resultados y Discusión

### Año 2017

Las emisiones para la huella de carbono se calcularon con la herramienta de gestión de la información y el cálculo del inventario de Gases de Efecto Invernadero de la fundación Natura.

El total de las emisiones de la organización para el año 2017 es de 564.66 t CO<sub>2</sub>e, con una incertidumbre de (+/-) 7.7%, lo anterior, de acuerdo con la orientación del Greenhouse Gas Protocol sobre la evaluación de la incertidumbre, se considera un inventario con una precisión buena. También se puede observar en la tabla 2, que la mayor contribución a la huella de carbono de la organización en el año 2017 está relacionada con emisiones directas asociadas a las fuentes fijas (Alcance 1), seguidas por las emisiones indirectas asociadas a consumos eléctricos (Alcance 2).

**Tabla 2.** Emisiones discriminadas por alcance 2017.

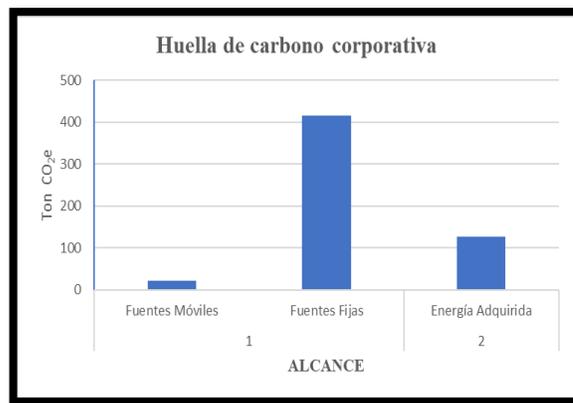
ALCANCE	CANTIDAD (t CO <sub>2</sub> e)
Alcance 1	437,87
Alcance 2	126,79
TOTAL HCC	564,66

**Fuente:** autores, 2021.

Las fuentes fijas del Alcance 1 tuvieron un total de 415.43 t CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de (+/-) 9.2% y solo 0,21 t CO<sub>2</sub>e y 0.20 t CO<sub>2</sub>e de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O respectivamente. Las fuentes móviles

tuvieron un total de 22.00 t CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de (+/-) 12.55%. (Figura 2).

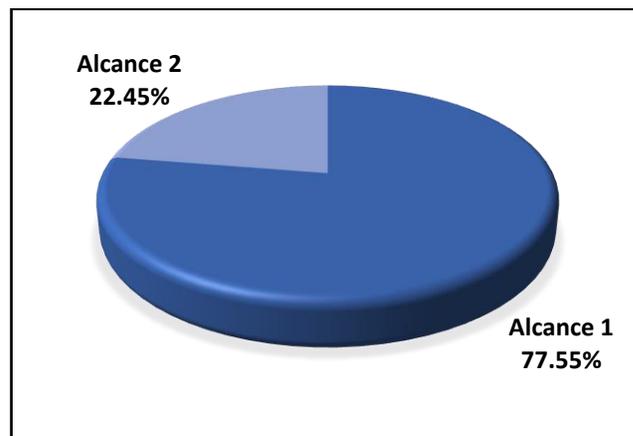
**Figura 2.** Resultados de la huella de carbono por tipo de fuente y alcance para el año 2017.



**Fuente:** autores, 2021.

En cuanto a la distribución por alcances, se tiene que el alcance que más representatividad tiene en el resultado final es igualmente el alcance 1; relacionado con las emisiones directas asociadas al consumo de gas (Figura 3).

**Figura 3.** Distribución de los porcentajes por cada uno de los alcances 2017.



**Fuente:** autores, 2021.

## Año 2018

Seguidamente se resumen los resultados generales obtenidos en el inventario de GEI de la empresa Sudelec para el año 2018, la huella de carbono muestra un total de 650.85 t CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de (+/-) 11.35% que de acuerdo con la orientación del Greenhouse Gas Protocol sobre la evaluación de incertidumbre se considera un inventario con una precisión buena. El total de las emisiones se sigue viendo representado en mayor parte por el alcance 1 con mayor participación de las fuentes fijas, asociado al consumo de combustibles gaseosos (Gas Natural Genérico). (Ver Tabla 3).

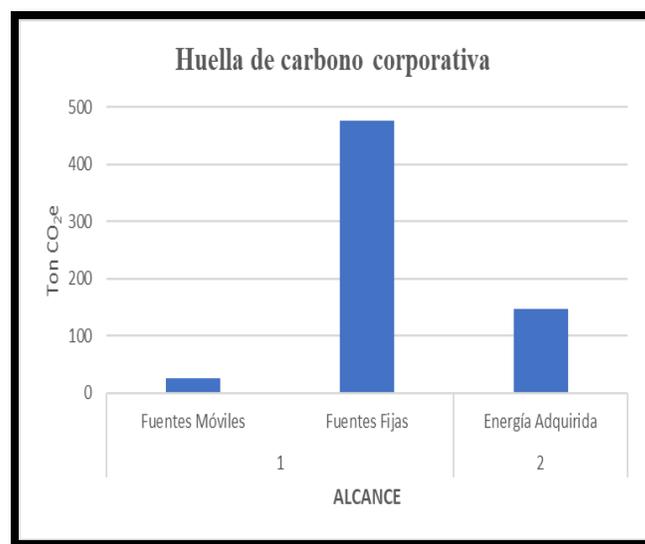
**Tabla 3.** Emisiones discriminadas por alcance 2018.

ALCANCE	CANTIDAD (t CO <sub>2</sub> e)
Alcance 1	503,12
Alcance 2	147,73
<b>TOTAL HCC</b>	<b>650,85</b>

**Fuente:** autores, 2021.

El total de las emisiones en el año 2018 para las fuentes fijas en el alcance 1 se dio en 475.99 t CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de (+/-) 14.91%; en cuanto a las emisiones de los gases CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O tuvieron un total de 0.24 t CO<sub>2</sub>e y 0.23 t CO<sub>2</sub>e respectivamente. Las fuentes móviles tuvieron un total de 26.62 t CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de (+/-) 17.55%. (Figura 4).

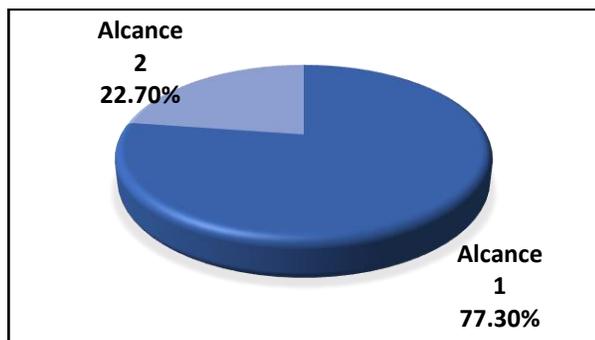
**Figura 4.** Resultados de la huella de carbono por tipo de fuente y alcance para el año 2018.



**Fuente:** autores, 2021.

En cuanto a la distribución por alcances (Figura 5), se tiene que el alcance que más representatividad tiene en el resultado final es igualmente el alcance 1 con más de una tercera parte del total, asociado al consumo de combustibles gaseosos (Gas Natural Genérico).

**Figura 5.** Distribución de los porcentajes por cada uno de los alcances 2018.



Fuente: autores, 2021.

## Año 2019

Finalmente, el tercer y último año escogido para la elaboración del inventario fue el 2019 con una emisión total de 710.24 t CO<sub>2</sub>e y una incertidumbre de (+/-) 8.56%; que de acuerdo con la orientación del GHG Protocol su precisión es idónea. Como se puede observar, la mayor contribución a la huella de carbono de la organización para este año está relacionada con emisiones directas asociadas a las fuentes fijas (Alcance 1), seguidas por las emisiones indirectas asociadas a consumos eléctricos (Alcance 2). Esta conducta viene en aumento, ya que tiene el

consecutivo a superar las emisiones del año 2016 y 2017. (Ver Tabla 4).

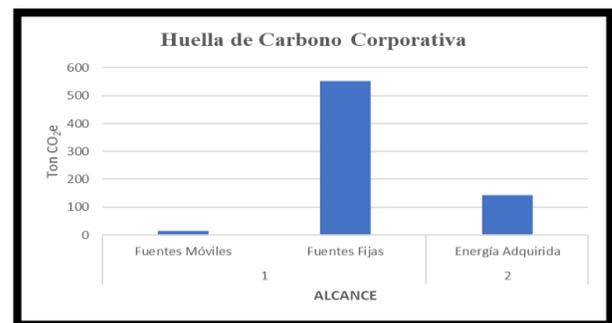
**Tabla 4.** Emisiones discriminadas por alcance 2019.

ALCANCE	CANTIDAD (t CO <sub>2</sub> e)
Alcance 1	567,93
Alcance 2	142,30
<b>TOTAL HCC</b>	<b>710,24</b>

Fuente: autores, 2021.

En cuanto al gas de efecto invernadero con mayor presencia sigue siendo el CO<sub>2</sub>, igual que los dos años anteriores, siendo las fuentes fijas de 551.84 t CO<sub>2</sub>e y una incertidumbre de (+/-) 10.56%; las fuentes móviles tuvieron una emisión total de 15.52 t CO<sub>2</sub>e como se observa en la figura 6.

**Figura 6.** Resultados de la huella de carbono por tipo de fuente y alcance para el año 2019.

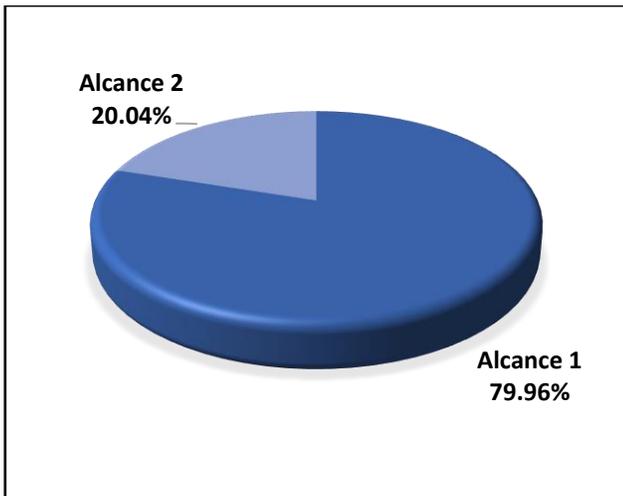


Fuente: autores, 2021.

Con respecto a la discriminación de porcentaje total, el alcance 1 se muestra como el principal

aportador de emisiones con respecto a todos los años tomados en cuenta para la elaboración del inventario (Figura 7), atribuyéndole este al funcionamiento del Horno TKF el cual es alimentado mediante combustible gaseosos (Gas Natural Genérico).

**Figura 7.** Distribución de los porcentajes por cada uno de los alcances 2019.



**Fuente:** autores, 2021.

La “Calculadora de la HC” elaborada por la Corporación Ambiental de Empresarios (CAEM) y la Fundación Natura, demostró en este estudio el incremento en las emisiones anuales, teniendo mayor relevancia el alcance 1 por su exponencial aumento, y el alcance 2 manteniéndose constante y demostrando una leve disminución para el año 2019 en comparación con los años anteriores. Sudelec S.A ha venido creciendo como empresa y de la manera su producción, en base a su misma Política Ambiental de preservar y ser amigablemente sostenible está en la disposición de implementar las estrategias ambientales necesarias para compensar y mitigar sus emisiones

## Formulación de las Estrategias Ambientales

### *Estrategias de prevención*

**Tabla 5.** Estrategias de prevención propuestas para el manejo de huella de carbono corporativa.

ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO SUDELEC S. A					
TIPO DE MEDIDA	PROGRAMA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO DE LA MEDIDA	AREA DE IMPLEMENTACIÓN
PREVENCIÓN	Prevención de la contaminación atmosférica	Sustitución de maquinaria y equipos obsoletos	Realizar la identificación de la maquinaria y equipos que requieren combustible para su funcionamiento. De acuerdo con esta identificación, determinar si dichos artefactos se encuentran dentro del periodo de vida útil establecido por el fabricante. De haber sido excedido este periodo, la organización debería evaluar la posibilidad de compra de maquinaria nueva que garantice una operación y uso eficiente del combustible suministrado.	Evitar el consumo de combustible derivado de una operación ineficiente de la máquina.	Operativa
	Prevención de la contaminación atmosférica	Ejecución de mantenimientos preventivos de maquinarias y equipos.	Realizar mantenimientos preventivos de la maquinaria para evitar posibles fallas de funcionamiento que puedan ocasionar uso ineficiente de combustible.	Evitar el consumo de combustible derivado de una operación ineficiente de la máquina.	Operativa
	Uso racional y eficiente de la energía	Revisión periódica y monitoreo continuo de las instalaciones.	La revisión periódica y monitoreo de las instalaciones deberá incluir el chequeo del adecuado funcionamiento de luminarias y bombillas, así como el consumo innecesario de energía eléctrica.	Evitar el consumo innecesario de energía eléctrica derivado de un uso ineficiente en las instalaciones.	Administrativa Operativa
	Uso racional y eficiente de la energía	Aprovechamiento de luz natural	La organización podría evaluar la posibilidad de realizar las adecuaciones pertinentes en las áreas en donde se pueda realizar un mayor aprovechamiento de iluminación natural. Entre estas adecuaciones, se puede contemplar la construcción de ventanas o la aplicación de pinturas claras en los espacios que ya cuenten con este tipo de iluminación, para lograr espacios mejor iluminados.	Evitar el uso de energía eléctrica para la iluminación de espacios en donde se puede aprovechar la iluminación natural.	Administrativa Operativa
	Uso racional y eficiente de la energía	Ejecución de mantenimientos preventivos de maquinarias y equipos.	Realizar mantenimientos preventivos de la maquinaria para evitar posibles fallas de funcionamiento que puedan ocasionar uso ineficiente de energía.	Evitar el consumo de energía eléctrica derivado de una operación ineficiente de la máquina.	Operativa

**Fuente:** autores, 2021.

## Estrategias de mitigación

**Tabla 6.** Estrategias de mitigación propuestas para el manejo de huella de carbono corporativa.

ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO SUDELEC S. A					
TIPO DE MEDIDA	PROGRAMA	MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO DE LA MEDIDA	AREA DE IMPLEMENTACIÓN
MITIGACIÓN	Uso racional y eficiente de la energía	Sustitución de aparatos eléctricos y electrónicos obsoletos.	Realizar la identificación de la maquinaria y equipos que requieren energía eléctrica para su funcionamiento. De acuerdo con esta identificación, determinar si dichos artefactos se encuentran dentro del periodo de vida útil establecido por el fabricante. De haber sido excedido este periodo, la organización debería evaluar la posibilidad de compra de maquinaria nueva que garantice una operación y uso eficiente de la energía.  En lo posible, elegir aparatos eléctricos que cuenten con una óptima clasificación energética.	Reducir el consumo de energía eléctrica.	Administrativa Operativa
	Uso racional y eficiente de la energía	Ejecución de mantenimientos preventivos de maquinarias y equipos.	Realizar mantenimientos preventivos de la maquinaria para evitar posibles fallas de funcionamiento que puedan ocasionar uso ineficiente de energía.	Evitar el consumo de energía eléctrica derivado de una operación ineficiente de la máquina.	Operativa
	Prevención de la contaminación atmosférica	Aprovechamiento de calor residual del horno de secado	Para la actividad de secado de piezas pintadas, se propone determinar el tiempo optimo en el cual se puede detener la operación del horno antes de lo habitual (sin afectar el proceso), de manera que el calor residual termine de realizar el secado de las piezas.	Reducir el consumo de gas natural genérico	Operativa
	Prevención de la contaminación atmosférica	Sustitución de maquinaria que usa Diesel como combustible	Evaluar qué maquinaria y equipos pueden sustituir las maquinas que no pueden operar con un combustible diferente al Diesel.	Reducir el uso de combustibles fósiles	Operativa

**Fuente:** autores, 2021.

## Estrategias de compensación

De acuerdo con la responsabilidad socioambiental de Sudelec, la Fundación Planet entidad sin ánimo de lucro ubicada en la localidad de Kennedy ofrece el servicio de “Siembras Empresariales”, un plan que adopta la siembra de un grupo de 50 árboles con sus respectivos cuidados (Adecuación del terreno, Siembra de árboles, concientización y actividades, caminatas ecológicas, Registro fotográfico y de video satelital, Cajones Ecológicos para el reciclaje). Además, por el aporte se emite certificado de donación, según lo establecido en el artículo 225 del Estatuto Tributario que atribuye al 15% de descuento en el valor total de la declaración de renta del año anterior al de la donación. En un estudio realizado en el Parque Ecológico La Poma ubicado en la Sabana de Bogotá (Díaz, 2015). se determinó la captura de carbono de 6 diferentes arboles representativos de la ciudad, siendo el Roble (Figura 8) uno de ellos y de ahí su selección. Aunque su crecimiento es lento, a la edad de 10 años logra almacenar 189,28 kg de CO<sub>2</sub>e al día por cada uno de ellos.

El lugar escogido se encuentra ubicado entre la localidad de Suba y Engativá de la

ciudad de Bogotá (Figura 9), actualmente está en un estado de vulnerabilidad alta, debido a que se desea reemplazar su cobertura vegetal con construcciones causando un desequilibrio en la biodiversidad presente. La siembra de esta especie nativa ayuda ecológicamente en la regulación y oferta hídrica, protección de suelos y refugio de algunas especies (VIVA, 2020). como alguno de los beneficios de estos árboles.

Figura 8. Descripción general del Roble.



Fuente: Fundación natura, 2020.

**Figura 9.** Zona propuesta para la implementación de las medidas de compensación.



**Fuente:** Google Earth. Mapa Urbano del Humedal Tibabuyes [Mapa online]. 1:100.

La donación tiene un costo de setecientos cincuenta mil pesos (\$750.000) como inversión única, cada árbol tiene un costo de quince mil pesos (\$15.000) ubicados en 0,5 Ha del Humedal Tibabuyes, la Fundación *Planet* cubre el mantenimiento y los cuidados requeridos hasta el ciclo final de vida de estos árboles que tienen una longevidad aproximada de 60 años. Cuando los árboles tengan una edad joven y empiecen a madurar se estima una captación de 1.237 t CO<sub>2</sub> eq/año luego de 10 años de vida de este grupo de árboles.

## Conclusiones

Se puede concluir que la huella de carbono de Sudelec S.A para el año 2017 es de 564.66 t CO<sub>2</sub>e, mientras que para el año 2018 se tuvo un aumento con un total de 650.85 t CO<sub>2</sub>e y finalmente para el año 2019 las emisiones siguieron aumentando con un total de 710.24 t CO<sub>2</sub>e, estos resultados están estrechamente relacionados con la producción de unidades/año con un aumento del 15% de 2017 a 2018 y de 1.6% entre los años 2018 a 2019. A partir de los resultados encontrados en el presente estudio, la propuesta de plantación de robles compensaría durante los primeros diez años de vida las t CO<sub>2</sub>e que se generaron en los 3 años de estudio apuntando a convertirse en el año 2040 una empresa de 0 emisiones de GEI, siendo ambientalmente sostenible, rentable y consciente de la gran ayuda que significaría para el planeta esta iniciativa. Con una participación aproximada del 75% de las emisiones totales de cada año de estudio, las fuentes fijas del Alcance tipo 1 predominan, dicho comportamiento se asocia al alto consumo de gas natural genérico utilizado por el horno TKF en el proceso de horneado.

## Referencias

Álvarez, G. A. R. (2015). *Conceptos básicos de la huella de carbono*. Asociación española de normalización y certificación (AENOR).

Díaz, B. (2015). Análisis de captura de carbono en seis especies forestales nativas(3 Esciofitas - 3 Heliofitas) Plantadas Confines de Restauración en el Parque Ecologico La Poma (Pep). *Revista Mutis* 5(2), 46-54.

Fundación Natura. (2014). *Guía para elaborar Inventarios Corporativos de Gases Efecto Invernadero / Catacolí, Alejandra*. Fundación Natura, CAEM.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP. (2018). *Segundo Reporte Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*.

Katmanovttz, S. (2014). Los orígenes de la industrialización en Colombia 1890-1929. *Cuadernos de Economía*, 5(5), 80-85.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2015). *Guía para el cálculo y reporte de la Huella de Carbono Corporativa*. PIGA (Plan Institucional de Gestión Ambiental).

Valderrama, J. O. (2011). Huella de carbono, un concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. *Scielo. La serena*, 4(3), 3-8.

Viva, E. (15 de diciembre de 2020). *VIVARIUM*. En: <http://esferaviva.com/vivarium-el-roble-andino/>

Zabala G, I. &. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Scielo*, 32(63), 18.