

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA POR TRES
IMPORTANTES EMPRESAS ALFARERAS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO**

DEISY LORENA JAIME GUANAY

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL
CEAD SOGAMOSO
13 DE OCTUBRE DE 2018**

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA POR TRES
IMPORTANTES EMPRESAS ALFARERAS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO**

DEISY LORENA JAIME GUANAY

**PROYECTO DE APLICACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA
AMBIENTAL**

ASESOR

**BIVIANA ESPERANZA ROCHA GIL
INGENIERA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

CEAD SOGAMOSO

13 OCTUBRE DE 2018

DEDICATORIA

Principalmente a Dios quien me permitió llegar hasta este momento tan importante en mi vida, quien con su infinita bondad nunca permitió que me rindiera en el camino a pesar de las adversidades. A mis padres Pablo Jaime Pacheco a quien le debo el poder estudiar esta profesión, además por su apoyo incondicional y su gran afecto hacia mí, a mi mama María Helena Guanay por darme la motivación constante y enseñarme a luchar por lo que quiero, infinitas gracias a los dos quienes me formaron con buenos principios y siempre han estado para mí, los amo papitos.

A mis hermanos quienes también me apoyan y se sienten orgullosos de lo que he logrado hasta el momento, a mi hijo Samuel quien es el motor de mi vida, todo lo que haga de ahora en adelante es por ti y para ti eres lo mejor que tengo en mi vida, te amo. Igualmente, a mi pareja Andrés quien me ha acompañado desde el inicio de esta meta y me ha brindado su apoyo y amor en cada uno de los propósitos que me he propuesto en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi padre ya que gracias a su apoyo he podido culminar esta meta, a la asesora de proyecto la ingeniera ambiental Biviana Rocha por brindarme su conocimiento para que el desarrollo de este proyecto fuera exitoso, y por ayudarme a despejar todas las dudas que me surgieron en este proceso.

Igualmente, también agradezco a los gerentes de cada una de las empresas que se vincularon a la realización de este proyecto, por haberme brindado la información necesaria y la oportunidad de poner en práctica el conocimiento adquirido en mi formación académica.

RESUMEN

Teniendo en cuenta la relevancia que tiene el cambio climático en la actualidad y debido a los altos índices de contaminación atmosférica en la ciudad de Sogamoso, se hace necesario realizar un diagnóstico que calcule la huella de carbono corporativa a tres empresas alfareras de la ciudad, con el fin de poder establecer acciones que lleven a reducir los impactos que producen al medio ambiente y de igual manera se reduzcan los gases de efecto invernadero.

La huella de carbono corresponde a la cuantificación de la cantidad total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que son liberadas de forma directa o indirecta a la atmosfera, como consecuencia del desarrollo de las actividades. Por lo cual el desarrollo del presente proyecto presenta un análisis de los resultados obtenidos a través del cálculo de la huella de carbono tomando un año base para cada empresa suscrita al proyecto.

Se realizó una revisión documental de las diferentes metodologías existentes a nivel nacional para poder realizar el cálculo de huella de carbono, también se investigó los diferentes parámetros que se deben tener en cuenta para el cálculo de la misma y finalmente se optó por implementar la herramienta MATRIZ HC MVC diseñada por la corporación ambiental empresarial CAEM en alianza con el proyecto MVC , también se tuvieron en cuenta los lineamientos que establece la “guía para el cálculo y reporte de la huella de carbono” de la secretaria distrital de medio ambiente de Bogotá.

Para alimentar la matriz empleada, se necesitó conocer el consumo de energía para cada año base en cada uno de las empresas, igualmente la cantidad de combustible que utilizan para sus procesos productivos , de esta manera se determinaron cuáles son las actividades de mayor

emisión de manera directa (alcance 1) e indirecta (alcance 2) de cada empresa ,para cada uno de ellos se halló el factor de emisión y equivalencia de GEI , de esta manera se determinó la cantidad de emisión para cada alcance , lo que finalmente nos generó la huella de carbono total.

Como resultado se logró establecer la huella de carbono de cada una de las empresas lo que permitió direccionar la implementación de tecnologías que permitan disminuir las emisiones de GEI, procurar la disminución de consumos energéticos reduciendo costos ambientales, comprender y manejar los riesgos asociados a los GEI, e identificar oportunidades de reducción, entre otros.

Palabras Clave:

Contaminación, gases de efecto invernadero, huella de carbono, incertidumbre, sumidero de gases de efecto invernadero.

ABSTRAC

Taking into account the relevance of climate change today and due to the high rates of air pollution in the city of Sogamoso, it is necessary to make a diagnosis that calculates the corporate carbon footprint to three pottery companies in the city, with In order to be able to establish actions that lead to reduce the impacts that they produce to the environment and in the same way reduce greenhouse gases.

The carbon footprint corresponds to the quantification of the total amount of greenhouse gas (GHG) emissions that are released directly or indirectly to the atmosphere, as a consequence of the development of activities. Therefore, the development of the present project presents an analysis of the results obtained through the calculation of the carbon footprint taking a base year for each company subscribed to the project.

a documentary review of the different existing methodologies at the national level was carried out in order to calculate the carbon footprint, the different parameters that should be taken into account for the calculation of the same were also investigated and finally the Matriz tool was chosen HC MVC designed by the business environmental corporation CAEM in partnership with the MVC project, also took into account the guidelines established by the "guide for the calculation and reporting of the carbon footprint" of the district secretary of environment of Bogotá.

To feed the matrix used, it was necessary to know the energy consumption for each base year in each of the companies, as well as the amount of fuel they use for their production processes, in this way they were determined which are the activities of highest emission in a way direct (scope

1) and indirect (scope 2) of each company, for each of them was found the GHG emission and equivalence factor, in this way the amount of emission for each scope was determined, which finally generated the total carbon footprint.

As a result, it was possible to establish the carbon footprint of each of the companies, which allowed redirecting the implementation of technologies that reduce GHG emissions, seek to reduce energy consumption, reduce environmental costs, and understand and manage the risks associated with GHGs, and identify reduction opportunities, among others.

Keywords:

Pollution, greenhouse gases, carbon footprint, uncertainty, greenhouse gas sink.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACION	5
ESTADO DEL ARTE.....	7
HUELLA DE CARBONO A NIVEL MUNDIAL.....	7
PROTOCOLO DE KYOTO	7
HUELLA DE CARBONO EN COLOMBIA	10
HUELLA DE CARBONO EN BOYACA	13
OBJETIVOS	16
GENERAL.....	16
ESPECIFICOS	16
MARCO DE REFERENCIA	17
TEORICO	17
MARCO CONCEPTUAL	19
MARCO LEGAL.....	21
MARCO GEOGRAFICO	28
LADRILLERA EMALCO.....	28
LADRILLOS EL SOL.....	29
LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL).....	30
MARCO INSTITUCIONAL	31
METODOLOGIA.....	33
Alcance 1	34
Generación de fuentes fijas.....	34
Alcance 2	35
DISEÑO METODOLÓGICO.....	36
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	38
POBLACIÓN.....	38
MUESTRA	39
MAPEO.....	40
FUENTES DE INFORMACIÓN	41
FUENTES PRIMARIAS	41

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso

FUENTES SECUNDARIAS	41
Estudios isocinetico de cada empresa	41
Documentos desarrollados por CAEM en la empresa Emalc	41
Facturas y documentación de los combustibles y energía adquirida en cada empresa.....	41
Guía por MVC sobre huella de carbono corporativa	42
TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
DIAGNOSTICO:	42
RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO	45
LADRILLERA EMALCO (EMPRESA ALFARERA COLOMBIANA SAS.).....	45
LIMITES	50
LIMITES ORGANIZACIONALES	50
LIMITES OPERACIONALES.....	51
AÑO BASE SELECCIONADO	51
RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES ENERGÉTICAS	52
EMISIONES DIRECTAS.....	54
EMISIONES INDIRECTAS.....	54
EMISIONES TOTALES	55
ANÁLISIS DE RESULTADOS	56
CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE	57
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	59
LADRILLOS EL SOL.....	62
PROCESO PRODUCTIVO.....	62
LIMITES.....	64
LIMITES ORGANIZACIONALES	64
LIMITES OPERACIONALES.....	64
AÑO BASE SELECCIONADO	65
RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES ENERGÉTICAS.....	66
EMISIONES DIRECTAS.....	67
EMISIONES INDIRECTAS	67
EMISIONES TOTALES	68
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	70
CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE	71

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso

ESTRATEGIAS DE MITIGACION Y COMPENSACION.....	73
LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL).....	75
PROCESO PRODUCTIVO.....	75
LIMITES.....	85
LIMITES ORGANIZACIONALES.....	85
LIMITES OPERACIONALES.....	85
AÑO BASE SELECCIONADO.....	86
RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES ENERGÉTICAS.....	87
EMISIONES DIRECTAS.....	88
EMISIONES INDIRECTAS.....	88
EMISIONES TOTALES.....	89
ANALISIS DE RESULTADOS.....	91
CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE.....	91
ESTRATEGIAS DE MITIGACION.....	93
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION.....	96
RECURSOS DISPONIBLES.....	99
PRESUPUESTO.....	101
LADRILLERA EMALCO.....	102
LADRILLERA EL SOL.....	103
LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL).....	104
CRONOGRAMA.....	105
CONCLUSIONES.....	106
RECOMENDACIONES.....	109

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Posición de los diversos países en 2011 respecto al protocolo de Kioto</i>	9
<i>Ilustración 2. Resultados generales inventario GEI año 2012</i>	11
<i>Ilustración 3. Ubicación ladrillera Emalco</i>	28
<i>Ilustración 4. Ubicación Ladrillos el Sol</i>	29
<i>Ilustración 5. Ubicación Ladrillera Ladincol</i>	30
<i>Ilustración 6. Ladrilleras Vinculadas al proyecto</i>	40
<i>Ilustración 7. Aplicación de encuesta gerente Emalco</i>	43
<i>Ilustración 8. Proceso Extracción de Arcilla Ladrillera Emalco</i>	46
<i>Ilustración 9. Máquina Extrusora y de Corte Ladrillera Emalco</i>	47
<i>Ilustración 10. Patios de Secado</i>	48
<i>Ilustración 11. Horno Túnel Ladrillera Emalco</i>	49
<i>Ilustración 12. Inyección de Carbón al Horno Túnel Ladrillera Emalco</i>	50
<i>Ilustración 13. Banda Transportadora Proceso de Humectación Ladrillos el sol</i>	62
<i>Ilustración 14. Zona de Secado Ladrillos el Sol</i>	63
<i>Ilustración 15. Etapa de Enfriamiento Ladrillos El Sol</i>	64
<i>Ilustración 16. Extracción de Material Ladincol</i>	76
<i>Ilustración 17. Trituración de material</i>	77
<i>Ilustración 18. Banda transportadora</i>	78
<i>Ilustración 19. Homogenización del producto</i>	79
<i>Ilustración 20. Máquina extrusora de corte y cargue del producto</i>	80
<i>Ilustración 21. Secado del Producto</i>	81
<i>Ilustración 22. Patios de Secado del Producto</i>	82
<i>Ilustración 23. Producto Quemado</i>	84
<i>Ilustración 24. Enfriamiento del Producto</i>	85

LISTA DE GRAFICAS

<i>Grafica 1. huella de carbono 2016 por alcance</i>	55
<i>Grafica 2. Porcentajes de emisión de GEI 2016 por alcance</i>	56
<i>Graficas 3. Huella de carbono 2014 por alcance</i>	69
<i>Graficas 4. porcentajes de emisión GEI 2014 por alcance</i>	69
<i>Grafica 5. Huella de carbono 2017 por alcance Ladincol</i>	89
<i>Grafica 6. Porcentajes de emisión GEI 2017 por alcance Ladincol</i>	90
<i>Grafica 7. Emisiones reportadas en cada alcance por cada empresa</i>	97
<i>Grafica 8. Caracterización de la huella de carbono para cada empresa</i>	98

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Normatividad ambiental aplicadas al proyecto.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 2. Principios de contabilidad y reporte de gases de efecto invernadero (GEI)</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 3. Cuantificación de emisiones línea base año 2016 ladrillera Emalco.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 4. fuentes de emisión por alcances ladrillera Emalco</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 5. Consumo alcances ladrillera Emalco.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 6. Cuantificación alcance 1 emisiones directas Emalco</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 7. Interpretacion de la incertidumbre</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 8. Cuantificación de emisiones línea base año 2014 ladrillos el Sol.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 9. Fuentes de emisión por alcances ladrillos el sol.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 10. Consumo de alcances identificados ladrillos el sol.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 11. Cuantificación alcance 1 ladrillos el sol.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 12. Emisiones totales ladrillos el sol.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 13. Interpretación de incertidumbre</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 14. Cuantificación de emisiones línea base año 2018 ladincol</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 15. Consumo de alcances Ladincol</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 16. Cuantificacion alcance 1 emisiones directas Ladincol</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 17. Cuantificacion alcance 2 emisiones indirectas Ladincol.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 18. Emisiones totales por alcance.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 19. Interpretación de la incertidumbre</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 20. Reporte de emisiones para cada empresa.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 21. Presupuesto realización del proyecto</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 22. Presupuesto medidas de mitigación ladrillera Emalco</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 23. Presupuesto medidas de mitigación ladrillera El Sol</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 24. Presupuesto medidas de mitigación Ladincol.....</i>	<i>104</i>

INTRODUCCION

Uno de los grandes desafíos ambientales para el ser humano actualmente, es combatir el cambio climático, debido a esto las organizaciones y aun las personas han venido implementado el cálculo de la huella del carbono que es un indicador fundamental al momento de conocer la dinámica de los Gases Efecto Invernadero (GEI), lo que implica no solo conocerla sino medirla y divulgarla, así de esta manera tomar las medidas necesarias para controlar, reducir y mitigar las emisiones y sus impactos.

La ciudad de Sogamoso en los últimos años ha registrado grandes cantidades de partículas contaminantes en el aire, provenientes en mayor parte del sector alfarero a pesar de las campañas que ha realizado la corporación autónoma de Boyacá (Corpoboyacá), han hecho caso omiso utilizando carbón a cambio de utilizar como combustible el coque, lo que ha afectado gravemente la calidad de aire en la ciudad.

Con base a los datos revelados, las partículas en el aire durante 2016 alcanzaron a ser de 33 microgramos por metro cúbico, mientras que en lo que va el 2017 la cifra aumentó a 40 microgramos. El máximo de partículas que debe haber en el aire es de 50 microgramos por metro cúbico, según la resolución 610 de 2010, pero en años anteriores al 2016, se obtuvieron mediciones de hasta 63 microgramos por metro cúbico.¹ (Caracol radio 2016)

Para el cálculo de la huella de carbono, se tuvo en cuenta la metodología establecida en Green House Gas Protocol, donde se incluyeron las emisiones de gases de efecto invernadero clasificadas en alcance 1 lo que hace referencia al consumo total de combustibles fósiles, se halló el alcance 2 que hace referencia al consumo de energía eléctrica para cada una de las empresas.

¹ Caracol Radio

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 2

Para la cuantificación total de las emisiones de gases de efecto invernadero se utilizó la herramienta matriz de la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM) filial de la cámara de comercio de Bogotá, la cual utiliza factores de emisión validados por el proyecto MVC Colombia – ICONTEC. Esta herramienta utiliza como fórmula metodológica para el cálculo de las emisiones, multiplicar cada actividad por los factores de emisión de gases de efecto invernadero y de esta manera obtener la huella de carbono.

Finalmente se realizó una descripción de los resultados obtenidos para cada empresa identificando la cantidad de emisiones para cada alcance, de esta manera se evaluaron las áreas de mayor consumo de combustibles y de energía eléctrica.

Tomando en cuenta lo anterior, se plantea la formulación del siguiente proyecto que busca conocer la medida de la huella de carbono de tres de las empresas más importantes del sector ladrillero y de esta manera plantear alternativas que lleven a cada entidad a reducir la emisión de los gases contaminantes, además de controlar, reducir y mitigar los daños causados por esta

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del aire en la ciudad de Sogamoso es causada principalmente por el uso de combustibles fósiles debido a que la base de la economía del municipio es el parque industrial, el sector alfarero y los productores de cal, lo que ha generado una producción de gases contaminantes como dióxido de carbono, monóxido de carbono, compuestos de azufre, óxidos nitroso y material particulado por encima de los límites permitidos según lo contemplado en la resolución 610 de 2010, esto es debido a la falta de control en las emisiones a cada proceso productivo que se realiza.

La industria alfarera ubicada en el Valle de Sogamoso tiene más de cien años de tradición en la fabricación de productos como ladrillos y tejas. La ciudad de Sogamoso es el principal centro de producción artesanal de ladrillo en Boyacá, dada la abundancia de arcilla y cal que posee su suelo. Por otra parte, en sus cercanías se encuentran minas de carbón que, junto con la madera, son utilizados como combustibles en los hornos de cocción (*Buitrago y Salazar, 2013*). Debido a estas condiciones muchas personas de escasos recursos y oriundas de la región se interesan en la instalación de hornos artesanales para fabricar ladrillos y tejas siendo una oportunidad para garantizar su subsistencia; ha sido tanto así que para 2013 dependían de esta actividad 273 familias, participando en las labores del proceso productivo 370 niños con edades entre cinco y siete años (*Sarmiento, 2006*).

Teniendo en cuenta las dinámicas actuales de Cambio Climático propiciados por el consumo de combustibles fósiles (Carbón, Gasolina, ACPM, Gas Natural) es prioridad-conocer las emisiones de CO₂ y otros GEI para formular controles que minimicen y compensen los impactos ambientales asociados al cambio climático. Es por eso que se hace necesario realizar el cálculo de la huella de carbono a tres empresas alfareras del municipio de Sogamoso que contaminan

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 4

debido a su actividad productiva, esta situación ha afectado gravemente a la ciudad ya que no solamente es una problemática ambiental sino social y económica ya que muchas personas dependen de esta actividad y se han presentado casos de mortandad debido a los índices de contaminación.

En un diagnóstico realizado por la universidad de la Salle y Corpoboyacá realizado en el año 2013 sobre las emisiones generadas por las distintas fuentes de contaminación en Sogamoso se determinó que el 56,39 % de contaminantes atmosféricos es generado por el sector alfarero, frente a esta problemática se plantea la formulación del presente proyecto el cual pretende analizar la huella de carbono generada en cada empresa ladrillera identificando las emisiones de gases de efecto invernadero para plantear acciones que reduzcan sus emisiones y que además optimicen sus procesos productivos.

JUSTIFICACION

El cambio climático es una gran problemática que viene afectando al planeta globalmente y que pone en riesgo la calidad de vida futura para los seres humanos, esta situación ha motivado a distintas organizaciones a realizar el cálculo de su huella de carbono y de esta manera conocer los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que emiten debido a sus actividades productivas y de esta manera tomar medidas que lleven a la minimización de la misma. Aunque la implementación de este proceso no es de obligatorio cumplimiento en las empresas, realizarlo permite tener un beneficio como la competitividad frente a productos menos contaminantes, reducción de los efectos negativos del efecto invernadero, llegar a la optimización de los recursos energéticos reduciendo el uso de combustibles fósiles, y generar un compromiso ambiental con el medio ambiente.

El municipio de Sogamoso durante los últimos años ha sido una de las ciudades con mayores índices de contaminación debido a las altas emisiones de material particulado generado por el sector industrial y en mayor parte por la industria alfarera. Desde mi formación como ingeniera ambiental, propongo implementar la evaluación de la huella de carbono a tres empresas alfareras importantes de la ciudad como lo son EMPRESA ALFARERA COLOMBIANA (EMALCO), LADRILLERA EL SOL Y LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL) para calcular sus balances de Gases Efecto Invernadero (GEI), en términos de cantidad de CO₂-Equivalente (Huella de Carbono), asociados a su proceso de producción , y de esta manera plantear alternativas que permitan-disminuir los gases de efecto invernadero que produce cada una, con los resultados se pretende plantear y recomendar acciones menos contaminantes que pueden adoptar las industrias donde se beneficien tanto ellas como la comunidad Sogamoseña y los que viven cerca las industrias mencionadas.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 6

Al realizar el presente proyecto se garantiza que cada empresa conozca su huella de carbono corporativa para un tiempo establecido midiendo sus emisiones en alcance 1 y 2 que hace referencia a emisiones directas y emisiones indirectas, lo cual sería la base para la toma de decisiones frente a los GEI generados y al impacto ambiental que genera pudiendo establecer políticas ambientales que lleven a reducción y compensación por medio de mecanismos de desarrollo sostenible.

ESTADO DEL ARTE

HUELLA DE CARBONO A NIVEL MUNDIAL

PROTOCOLO DE KYOTO

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

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

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

Los gases para los que se impusieron límites de emisión fueron seis: dióxido de carbono (CO²), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafloruro de azufre (SF₆). Los objetivos de reducción nacionales oscilaron entre el 8% para la UE y otras partes, 7% para EEUU, 6% para Japón y Canadá, 0% para Rusia

(recuperación de los niveles de 1990), etc. Por otro lado, a algunos países industrializados se les permitía incrementar sus emisiones, como a Australia (8%) o Islandia (10%). La reducción de las emisiones de GEI perseguida, comparada con los niveles de emisión proyectados para 2010 sin la puesta en marcha del objetivo, se estimó en un 29%.

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

El primer periodo del acuerdo fue ratificado por 191 países, más la Unión Europea, que actúa como Parte del Protocolo independientemente de sus estados miembros y divide los esfuerzos de reducción entre éstos. Estados Unidos no llegó a ratificar el acuerdo pese a haberlo firmado en 1998 bajo la presidencia de Bill Clinton. La ratificación de este país se vio complicada por la negativa por parte del Congreso, tras lo que se produjo el anuncio de la retirada del mismo por parte la Administración Bush en 2001. Tras este acontecimiento, la suerte del Protocolo cayó en manos de Rusia, pues para que el acuerdo entrase en vigor era necesaria su ratificación por un mínimo de 55 partes que fueran responsables de al menos el 55% de las emisiones globales.

Tras la ratificación del acuerdo por parte de Rusia en noviembre de 2004, el Protocolo entró en vigor el 16 de febrero de 2005. Rusia era inicialmente reticente a formar parte del acuerdo, pero la gran presión por parte de la UE, junto con la financiación de la reconversión industrial y la modernización de sus instalaciones (principalmente las petroleras), facilitaron el proceso.

Posición de los diversos países en 2011 respecto al protocolo de Kioto. Fuente
(INGENIEROS.ES , 2017)

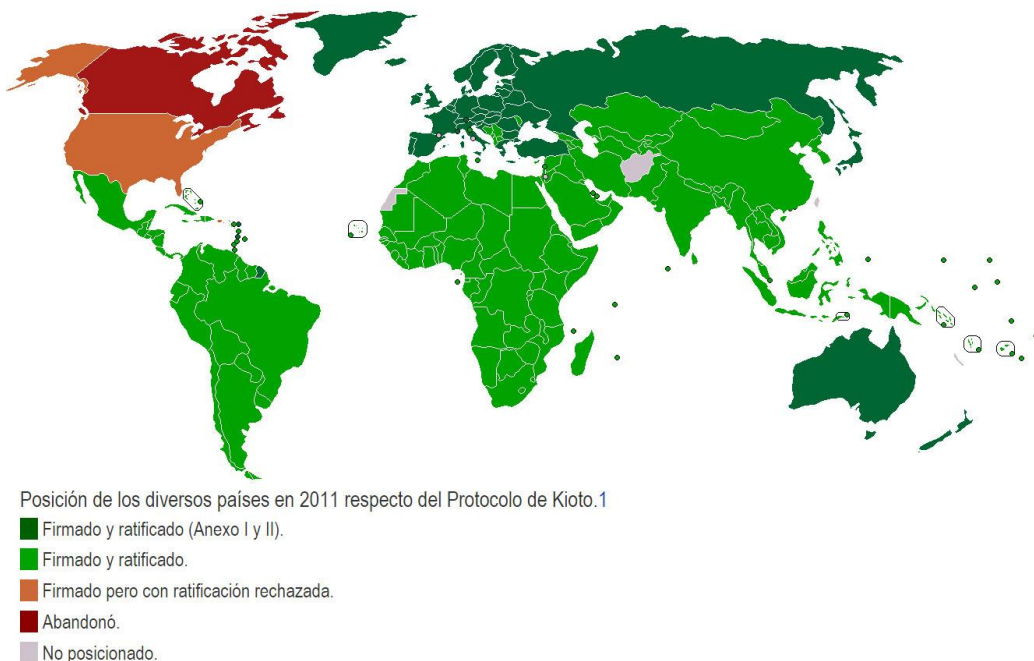


Ilustración 1. Posición de los diversos países en 2011 respecto al protocolo de Kioto

Fuente: (INGENIEROS.ES , 2017)

EU –ETS (Emissions Trading System)

El Emissions Trading System - piedra angular de la política de la Unión Europea para combatir el cambio climático; primer sistema internacional (y el más grande) de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero cubriendo cerca de 11.000 centrales eléctricas y plantas industriales en 30 países. Creado en 2005, trabaja bajo el principio de "cap and trade": existe un "tope" o límite en la cantidad total de gases de efecto invernadero que pueden ser emitidos por fábricas, centrales eléctricas y otras instalaciones. Dentro de este límite, las empresas reciben derechos de emisión que pueden vender o comprar unos a los otros. Cada empresa debe entregar derechos de emisión suficientes para cubrir todas sus emisiones, de lo contrario, reciben altas multas por incumplimiento. Si una empresa reduce sus emisiones, puede conservar esos derechos de emisión en reserva para cubrir sus necesidades futuras, o bien venderlos a otras empresas que carecen de derechos de emisión. (INGENIEROS.ES , 2017)

HUELLA DE CARBONO EN COLOMBIA

El Gobierno de Colombia no tiene legislada una ley de obligatorio cumplimiento sobre el cálculo de la huella de carbono que está orientado a reducir las emisiones de GEI.

Esto tendría relevancia ante el eventual ingreso del país a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, lo cual genera una serie de compromisos formales en torno al medio ambiente y al cambio climático.

Además de esto Colombia al firmar y ratificar en la convención del marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (CMNUCC) se comprometió entre otros temas, a reportar periódicamente en sus comunicaciones nacionales de cambio climático y ahora en sus informes bienales de actualización, sus emisiones de GEI en cada uno de los cuatro módulos que contempla el IPCC. Estos son energía, residuos, procesos industriales y uso de los productos, agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU por sus siglas en ingles).

El último inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia se realizó en 2012, debido a que aún no se cuentan con estadísticas del país actualizadas para todos los sectores y actividades. También se realizó el inventario del 2010 y una actualización de los inventarios presentados anteriormente a la CMNUCC (1990, 1994, 2000,2004) esto para obtener resultados comparables bajo la metodología IPCC (2006). A continuación, se presentan en detalle los resultados del inventario de GEI para el año 2012 y el comportamiento histórico basado en los resultados de los inventarios para los 6 años calculados (1990, 1994, 2000,2004).

(Pulido Guio , Jimenez , Turriago, & Mendoza, 2012)

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 11

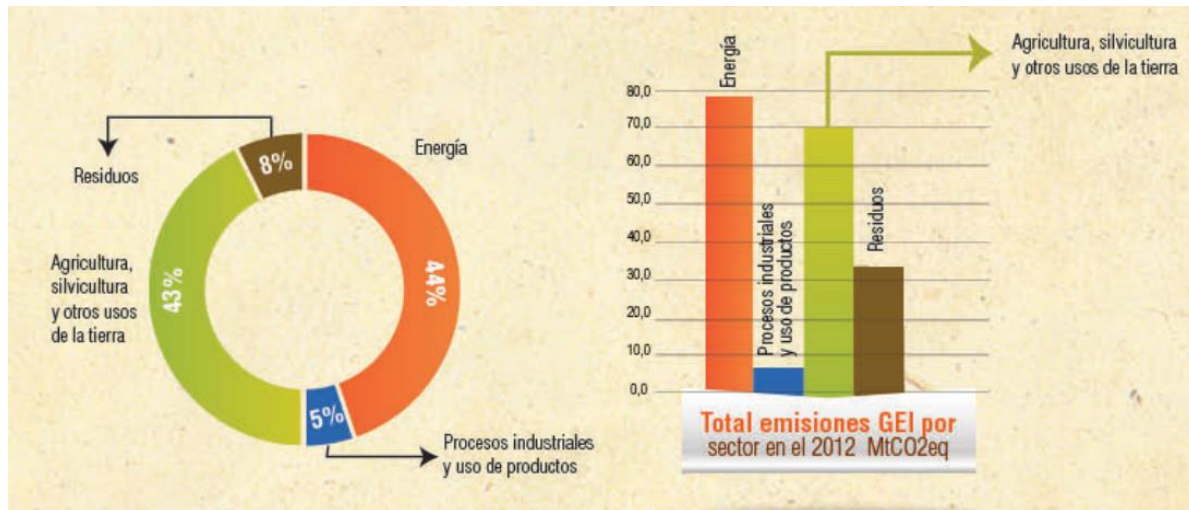


Ilustración 2. Resultados generales inventario GEI año 2012

Fuente- Tomado cartilla inventario nacional de gases de efectos invernadero Colombia

En Colombia la fundación natura es una organización no gubernamental líder en la realización de proyectos de protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

Debido al cambio climático la fundación desarrollo como estrategia el programa MVC COLOMBIA (mecanismo de mitigación voluntaria de emisiones de Gases de Efecto

Invernadero-GEI) donde por medio de una plataforma tecnológica se realizan transacciones de bonos de carbono voluntario generado en las empresas que se vinculen a esta iniciativa mitigando las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

La fundación natura lleva a cabo estos proyectos en asocio con la Corporación Ambiental Empresarial CAEM que pertenece a la cámara de comercio de Bogotá, y quien es la encargada de dar a conocer la implementación y los beneficios del programa MVC COLOMBIA.

El objetivo de este proyecto es reducir la concentración de CO² y Gases de Efecto Invernadero en la atmosfera, el proyecto MVC o también llamado carbono cero lo que busca es que las empresas se interesen por calcular su huella de carbono y de esta manera pueden invertir en las transacciones de bonos de carbono o invertir en proyectos de:

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 12

- Reforestación
- Deforestación evitada
- Restauración áreas degradadas
- Restauración y protección de cuencas
- Implementación de sistemas productivos sostenibles
- Bosques Urbanos y/o empresariales

La huella de carbono actualmente es el principio de una estrategia de responsabilidad empresarial voluntaria de lucha contra el cambio climático, en la que idealmente, se debe iniciar un ciclo de trabajo que conduzca a la identificación de los indicadores y fuentes de emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI) y posteriormente a la reducción de emisiones de estos gases GEI (principalmente dióxido de carbono- CO_2 , metano- CH_4 , óxido nitroso- N_2O , compuestos hidrofluorocarbonados-HCFs, perfluorocarbonados-PFCs, y el hexafloruro de azufre- SF_6) generados por las actividades propias de la compañía, a través de estrategias de ahorro, eficiencia energética y mejoramiento tecnológico.

Otra entidad que se dedica a que las empresas se vinculen a calcular la huella de carbono es la corporación FENALCO solidario Colombia quien acompaña a las empresas en el proceso de responsabilidad con el medio ambiente y hacer que las organizaciones que se vinculen crezcan rentablemente y sostenible con el medio ambiente, reduciendo de esta manera los impactos que generan en el medio ambiente en cumplimiento de sus actividades.

HUELLA DE CARBONO EN BOYACA

En Boyacá hay diversas empresas, pero como anteriormente se dijo son pocas las que están comprometidas con el medio ambiente y más aun con el cambio climático, la Corporación Autónoma de Boyacá (CorpoBoyacá) desde el año 2016 ha venido instruyendo e invitando a las diferentes empresas a que calculen la huella de carbono, es por eso que implemento la estrategia BOYACÁ 2030, 20% MENOS CARBONO, que busca:

- 1) Que cada empresa aprenda a medir o calcular su huella de carbono;
- 2) Formular un plan de reducción o compensación de esta huella;
- 3) ejecutar el plan para mitigar o compensar, mediante acciones al interior de la empresa o a través de compensaciones con proyectos de reforestación o vinculación a través de la compra de bonos de carbono.

Esta estrategia fue adoptada por la Corporación en su actual Plan de Acción por lo que, capacitar al sector productivo en este tipo de reportes, es una prioridad en el proceso de acompañamiento y asesoría hacia la adopción de buenas prácticas, negocios verdes y producción limpia. (CorpoBoyaca , 2016)

Por eso la corporación ha implementado diferentes talleres de capacitación a diferentes empresas boyacenses que estén interesadas en calcular su huella de carbono, fue así como se llevó a cabo el pasado 16 de agosto del 2016 una capacitación a empresas de diferentes sectores económicos, las personas capacitadas en su mayoría eran personas encargadas de la parte ambiental de las empresas vinculadas. Las personas que entrenaron a las empresas son parte de los seis delegados empresariales (entre 22 participantes) que lograron la certificación GHG del “World Resources Institute” en la capacitación realizada en esta materia en el año 2015, ellos se

han comprometido a liderar el entrenamiento a las distintas empresas de Boyacá que estén interesados en calcular, reportar y mitigar su huella de carbono y de esta manera generar beneficios no solo económicos sino también ambientales.

A partir de esto públicamente no se conoce que empresas han medido su huella de carbono a excepción de Termopaipa quien ha sido una de las primeras empresas en comprometerse en beneficio del medio ambiente y realizar compensación a los impactos que realizan.

En su plan de desarrollo ambiental en el año 2016 decidieron calcular su huella de carbono con el fin de conocer el inventario corporativo de las emisiones de efecto invernadero (GEI) derivado de las actividades y procesos industriales de la Planta de Generación.

Según un boletín informativo de la empresa, para revisar detalladamente el impacto de estas emisiones en la capa de ozono, GENSA (gestión energética) contrató la firma internacional ONF Andina, reconocida por ser una de las primeras empresas mundiales administradora de espacios forestales y experta en la metodología BILAN CARBONE® (Método Francés que permite evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero) la cual es compatible con la norma internacional ISO 14064-1 (Cuantificación y reporte de emisiones y remociones de GEI emisiones y remociones de GEI en organizaciones) y con el Protocolo de GEI del WorldResourcesInstitute (WRI). La primera medición se realizó teniendo como periodo base el comprendido entre el 1 de julio de 2014 hasta el 30 de junio de 2015, dicha medición dio como resultado una generación total de 1.409.708 toneladas de CO₂; así para el primer periodo de medición, o año base, se tiene un total de 1,116 ton CO₂ eq., por cada Megavatio-Hora generado en la planta (generación bruta de energía eléctrica).

Para la Directora Ejecutiva de ONF Andina, Caroline Merle, “los resultados de la Huella de Carbono deben ser vistos como un diagnóstico o una “foto” inicial, a partir del cual se puede

identificar oportunidades interesantes de reducción de emisiones de GEI. Sin duda, la Huella de Carbono de Termopaipa es un insumo fundamental para definir un proceso de estructuración y seguimiento más integral conocido como Estrategia de Carbono, la cual muestra todo el compromiso empresarial de GENSA en materia de lucha contra el cambio climático y posiciona la empresa dentro de las más proactivas en la materia, en el sector energético colombiano. Al reducir las emisiones de GEI en su central termoeléctrica año tras año, GENSA contribuirá no solamente al esfuerzo mundial para mitigar los efectos del calentamiento del planeta, pero también generará un beneficio local para la comunidad, aportando al mejoramiento ambiental de la región.”

(Acosta Rodriguez, 2016)

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluación de la huella de carbono producida por tres importantes empresas alfareras de la ciudad de Sogamoso, para establecer el aporte de contaminantes atmosféricos y de esta manera diseñar estrategias de mitigación y compensación.

ESPECIFICOS

Conocer los procesos de producción y el sistema de gestión ambiental que constituye cada empresa alfarera

Identificar las fuentes de emisión que generan mayor cantidad de gases a la atmosfera en cada área evaluada

Plantear alternativas de mitigación y compensación que lleven a la reducción de índices de la huella de carbono

MARCO DE REFERENCIA

TEORICO

INDUSTRIA ALFARERA Y SU CONTAMINACION EN SOGAMOSO

Solo en 1994, según la Secretaría de Salud de Boyacá, la principal causa de morbilidad en la población fueron las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), con 57,3 por ciento. Únicamente en el hospital San José de Sogamoso, donde en los 80 los casos de IRA no superaban los 3.500 al año, se llegó a tener más de 9.000 en 1994.

Para el 2007, la segunda causa de muerte en Sogamoso fue la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, con 40 casos registrados, y aunque hubo un notable descenso para el 2010, cuando se registraron 27 muertes, las autoridades ambientales y de salud del departamento ya analizaban diferentes alternativas para enfrentar el alto índice de muertes por enfermedades respiratorias.

Precisamente para ese año, la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá) y la Gobernación del departamento formularon un proyecto para erradicar las fuentes de emisiones contaminantes en los sectores artesanales de producción de ladrillo y cal que —según un diagnóstico de calidad del aire realizado por Corpoboyacá y Universidad de La Salle— producían en el 2013 el 56,39 por ciento del total de las emisiones contaminantes del valle de Sogamoso.

Se propuso, entonces, cerrar 150 de los 600 hornos que se habían identificado, y que aquellos que quedaban funcionando se tecnificaran o se asociaran en pequeñas microempresas para reducir el gas carbono que afectaba en gran medida a niños y a adultos mayores.

No era la primera vez que se intentaban medidas similares para frenar el deterioro ambiental en la región. El director de Corpoboyacá, Ricardo López, aseguró que desde hacía dos décadas se

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 18

propusieron proyectos desde la Gobernación departamental, el Gobierno nacional e, incluso, la Procuraduría General de la Nación, sin que diera mayores resultados. Lo que se estaba negociando era nada menos que la sostenibilidad económica de, paradójicamente, una importante zona industrial del país, con una población que en muchos casos no tenía sus necesidades básicas satisfechas

De acuerdo con el funcionario, otro de los grandes resultados del proyecto ha sido la adopción de pequeños hornos: “Se ha promovido que 280 productores de ladrillos y 120 de cal se asocien en grupos de 10 o más. Estos, con nuestra asesoría, realizaron mejoramientos a los hornos y cambiaron el combustible que usaban por uno más limpio”.

Para lograrlo, en el año 2013 se expidió la Resolución 618 que les obliga a usar coque como combustible, pues genera menos partículas contaminantes, así como la implementación de sistemas de ductos y chimeneas, a la par que se hace la reconversión tecnológica.

López reconoce que la voluntad de la comunidad ha sido fundamental en el éxito del proyecto, que en el primer semestre del 2015 logró evitar que 25.000 toneladas de gas carbónico llegaran a la atmósfera.

“Eso nos genera unos bonos de carbono que pagan a 25.000 pesos la tonelada. Es decir que, con el cierre de los 150 hornos y la reconversión de los otros, estaremos generando, cada seis meses, 620 millones de pesos que serán invertidos en proyectos para la población”, indicó López.

(Revista catorce trece , 2016)

MARCO CONCEPTUAL

Es importante abordar algunos conceptos relacionados en la NTC ISO 14064-1 de 2006 y el Protocolo GHG; como referentes generales para emprender el Cálculo de la Huella de Carbono:

Año base: Periodo histórico especificado, con el propósito de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo.

Emisiones de gases de efecto invernadero: Masa total de un GEI liberado a la atmósfera en un determinado periodo.

Emisión directa de gases de efecto invernadero: Emisión de GEI proveniente de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización

Emisión indirecta de gases de efecto invernadero por energía: Emisión de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización.

Equivalente de dióxido de carbono CO₂e: Unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono. El equivalente de dióxido de carbono se calcula utilizando la masa de un GEI determinado, multiplicada por su potencial de calentamiento global.

Factor de emisión de CO₂: Es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de producción.

Fuentes de gases de efecto invernadero: Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmósfera

Gases de efecto invernadero – GEI: Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas, dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 20

Algunos de los GEI son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Huella de carbono: La huella de carbono es la cantidad de gases efecto invernadero – GEI emitidos a la atmósfera por emanación directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto.

Incertidumbre: Parámetro asociado con el resultado de la cuantificación, que caracteriza la dispersión de los valores que se podrían atribuir razonablemente a la cantidad medida.

Instalación única: Conjunto de métodos de producción (estáticos o móviles) que se pueden definir dentro de un límite geográfico único, de una unidad de la organización, o de una técnica de producción.

Organización: Compañía, corporación, firma, empresa, autoridad, institución, o una parte o combinación de ellas, que esté constituida formalmente o no, sea pública o privada, y tenga sus propias funciones y administración.

Potencia de calentamiento global PCG: Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad, basado en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo específico.

Sumidero de gases de efecto invernadero: Unidad o proceso que remueve un GEI de la atmósfera.

(secretaría distrital de ambiente subdirección de políticas y planes ambientales 2015, 2015, págs. 6-7)

MARCO LEGAL

En la siguiente tabla se mencionan las principales normas vigentes relacionadas con la calidad del aire, la energía a nivel nacional, y también sobre la huella de carbono a nivel nacional e internacional, sobre las cuales está basada el presente proyecto.

Tabla 1. Normatividad ambiental aplicadas al proyecto

RESOLUCIÓN 601 DE 2006. Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia

RESOLUCIÓN 650 DE 2010. Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire”

CALIDAD DE AIRE

RESOLUCIÓN 610 DE 2010. Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006”.

RESOLUCIÓN 2154 de 2010. Por la
cual se ajusta el Protocolo para el
Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del
Aire adoptado a través de la Resolución
650 de 2010 y se adoptan otras
disposiciones²

Ley 697 – 2001: Uso Racional y
Eficiente de la Energía: Fomenta el uso
racional y eficiente de la energía y
promueve la utilización de energías
alternativas. Plantea la creación del
Programa de Uso Racional y Eficiente de
Energía (PROURE). (*GALLO GRANADA,*
2012)

ENERGIA

Decreto 3683 – 2003:Reglamenta la
Ley 697 de 2001 y crea una Comisión
Intersectorial: Reglamenta el uso racional y
eficiente de la energía, de tal forma que se
tenga la mayor eficiencia energética para

² (IDEAM)

asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía. Para ello se crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía. (GALLO GRANADA, 2012)

ISO 14.064 e ISO 14.065 Las normas ISO 14.064 e ISO 14.065 tienen como objetivo dar credibilidad y confiabilidad a los reportes de emisión de GEI y a las declaraciones de reducción o eliminación de GEI (en particular en el caso de empresas sometidas a obligaciones de reducciones de emisiones, en el marco del Protocolo de Kioto, el EU-ETS). Las normas pueden ser usadas por organizaciones que participan en el comercio, en proyectos o mecanismos voluntarios de reducción de emisiones. Se

NORMATIVA INTERNACIONAL

pueden aplicar a todos los tipos de GEI, no estando limitadas al CO₂.

Mientras el ISO 14.064 (implementado en el 2006) se divide en tres partes y se enfoca en la contabilización, reducción y verificación de GEI de empresas y administraciones, el ISO 14.065 (implementado en el 2007) apunta a entregar confiabilidad en los procesos de verificación y validación, definiendo requisitos a las organizaciones que realizan validaciones o verificaciones de emisiones de GEI.

ISO 14067: Publicada en mayo de 2013, esta norma internacional pretende actuar como esquema único de medición y cálculo. Especifica los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación de la huella de carbono de un producto y/o servicio de una organización. La especificación, que se basa en otras normas ISO y también en

PAS 2050, tiene como novedad la inclusión de los principios, requisitos y directrices para la cuantificación y la comunicación de la Huella de Carbono de productos.

PAS 2050 Es una especificación disponible públicamente que proporciona un método claro y consistente para medir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero derivadas del ciclo de vida de los productos y/o servicios de todo tipo de organizaciones. Fue desarrollada en 2008 por British Standards International (BSI) y fue actualizada en 2011. Proporciona un modelo de gestión que incluye la evaluación interna de las emisiones asociadas al ciclo de vida de los bienes y servicios de la organización, la evaluación de las emisiones de otros productos y procesos alternativos, un marco comparativo de emisiones de varios productos utilizando los mismos

parámetros, una base de referencia para
desarrollar programas destinados a reducir
las emisiones, así como informes
específicos sobre responsabilidad
corporativa

NTC 6000:

Esta norma, especifica los principios y
los requisitos que le permitan a una
organización desarrollar e implementar
actividades de manera organizada,
verificable y sostenible respecto a la
gestión de la huella de carbono - GHC de
bienes y servicios (denominados
colectivamente “productos”).

HUELLA DE CARBONO
NORMATIVA
COLOMBIANA

Adicionalmente, permite a las
organizaciones que cuentan con un Sistema
de Gestión Ambiental – SGA, identificar
aspectos específicos que deben tener en
cuenta para evidenciar la gestión de la
huella de carbono - GHC.³

NTC 5947⁴

Especificación para el análisis de
emisiones de gases de efecto invernadero
durante el ciclo de vida de bienes y
servicios.

Datos obtenidos de (instituto colombiano de normas tecnicas y certificacion , 2013) elaboración propia

MARCO GEOGRAFICO

Para la realización del presente proyecto se vincularon tres empresas ladrilleras que sobresalen por el compromiso que tienen con el medio ambiente y por los cambios de reconversión tecnológica que han tenido bajo los programas que implementa la corporación autónoma de Boyacá (Corpoboyacá) para la reducción de emisiones en la zona alfarera de la ciudad, estas empresas son la ladrillera Emalco, ladrillos el Sol y Ladincol.

LADRILLERA EMALCO

Esta empresa se dedica a la producción de elementos elaborados en arcilla como bloques, ladrillo estructural, bloque estructural y rejilla que son utilizados en la construcción. Está ubicada en el km 3 vía Sogamoso – Morca.



Ilustración 3. Ubicación ladrillera Emalco

Fuente: tomado de google Earth

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 29

LADRILLOS EL SOL

Esta es una empresa alfarera que nació en el año 2010, está ubicada en el kilómetro 4 de la vía entre Sogamoso y Morca, vereda Ombachita. Se dedica a la explotación, transformación y comercialización de productos a base de arcilla para el sector de la construcción.

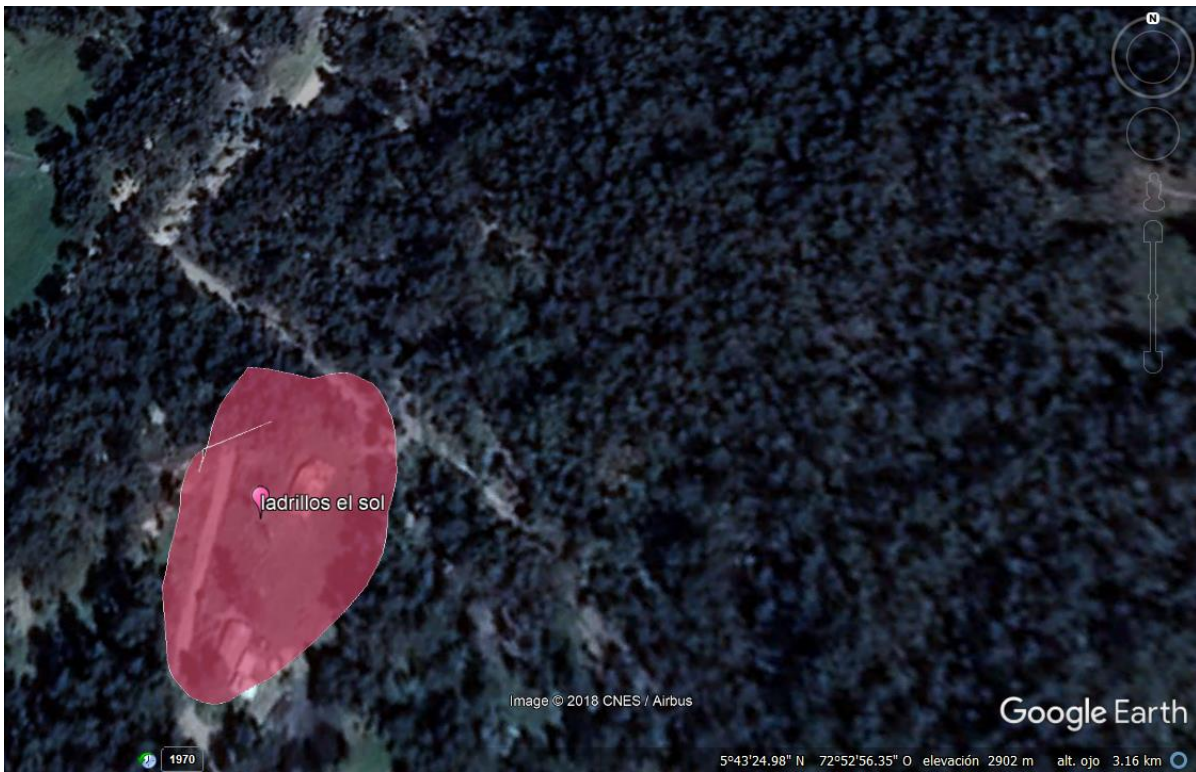


Ilustración 4. Ubicación Ladrillos el Sol

Fuente: tomado de Google Earth

LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL)

Esta empresa se dedica a la fabricación de materiales de construcción a base de arcilla como bloques, ladrillo presado semiprensado. Se encuentra localizada en el Kilómetro 3 Vía Sogamoso Morca Vereda Ombachita Finca la Esperanza.



Ilustración 5. Ubicación Ladrillera Ladincol

Fuente: Tomado de Google Earth

MARCO INSTITUCIONAL

Para el desarrollo del presente proyecto se involucran las siguientes entidades ambientales una de ellas la Corporación Autónoma de Boyacá CORPOBOYACA que tiene por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables, así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio de Medio Ambiente.⁵

Se tuvo en cuenta las metodologías que ha aplicado la entidad para el análisis de la huella de carbono, ya que desde el año 2015 vienen trabajando estos proyectos con algunas empresas del departamento, además que se ha encargado de manejar proyectos que ayuden a la reducción de contaminantes en la ciudad de Sogamoso.

A nivel nacional para el desarrollo del presente proyecto se tomó como referente la entidad CAEM (Corporación Ambiental Empresarial), esta entidad es filial de la Cámara de Comercio de Bogotá, es una organización sin ánimo de lucro fundada en 1983, que promueve la gestión ambiental empresarial eficiente y replicable con el fin incrementar la productividad y la creación de valor compartido. Esta entidad ambiental trabaja en diferentes proyectos acerca de la huella de carbono y su propósito es que las empresas reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y se interesen por realizar el cálculo de la huella de carbono.

Otra entidad es la secretaria de desarrollo y medio ambiente de la ciudad de Sogamoso quien brinda información acerca de la oferta ambiental con que cuenta la ciudad y contribuye en acciones que lleven al desarrollo sostenible, en cuanto al tema del proyecto ha sido la encargada de apoyar a Corpoboyacá, en las ferias que se han realizado en años anteriores sobre la huella

⁵ (Corpoboyaca, 2016)

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 32

de carbono un ejemplo de ello es la estrategia ambiental llamada “Boyacá 2030, 20 % menos emisiones contaminantes” lo que plantea para ese año es que sobre todo en la ciudad de Sogamoso que es donde se ven más afectadas las personas por la alta contaminación, se haya disminuido los índices de contaminación por carbono.

En la ciudad de Sogamoso para el año 2014 en agosto, la cámara de comercio de Sogamoso, lanza la feria de emprendimiento y la innovación donde varias empresas participaron y concursaban con sus proyectos, entre ellas salió seleccionada el proyecto de innovación que propuso ladrillos el sol, empresa que analizaremos para el cálculo de la huella de carbono corporativa.

El sector alfarero de Sogamoso quienes son los principales generadores de contaminación ambiental, es por eso que se decidió plantear la idea de la huella de carbono a este sector, donde se vincularon tres empresas alfareras ubicadas en la vía que conduce al municipio de Morca, estas tres ladrilleras se dedican a la explotación de arcilla para la creación de productos para la construcción como bloques y ladrillos de diferentes tipos.

Las tres ladrilleras relacionadas EMALCO, LADRILLOS EL SOL Y LADINCOL son empresas pertenecientes a una misma familia que por años ha seguido la tradición, cada una maneja diferentes procesos productivos, pero están comprometidos con el medio ambiente y buscan implementar nuevas tecnologías que con lleven a mejorar sus procesos donde de igual manera minimicen sus impactos ambientales.

Finalmente la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) quien desde su formación y pedagogía me orientaron en el programa de Ingeniería Ambiental para adquirir los conocimientos necesarios y aplicarlos al desarrollo del presente proyecto.

METODOLOGIA

Para el cálculo de la huella de carbono se analiza la cantidad de emisiones contaminantes que arrojan a la atmosfera estas tres empresas alfareras, directas e indirectas (fijas, móviles) y se hará uso de la matriz HC_MVC definida en el marco del proyecto “Mecanismo para la mitigación voluntaria de gases efecto invernadero en Colombia – MVC” de la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM) y la Fundación Natura, con apoyo de otros organismos. Además, se tiene en cuenta los lineamientos del documento “Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa” de la Secretaria Distrital de Ambiente, que se fundamenta en el GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol).

Para la recolección de datos se toma un año base según los últimos estudios en cada empresa sobre monitoreo de emisiones atmosféricas, luego de esto se definen los sectores específicos de la empresa que se van a analizar y así identificar sus fuentes de emisión, como se trabajara con el sector alfarero las principales fuentes directas a analizar son los hornos, por último, se analiza una fuente fija indirecta como es el consumo de energía.

Para la contabilidad y el reporte de los gases de efectos invernadero se tienen en cuenta los principios de relevancia, integridad, consistencia, precisión y transparencia.

Tabla 2. Principios de contabilidad y reporte de gases de efecto invernadero (GEI)

RELEVANCIA

Asegura que el inventario de GEI refleje de manera apropiada las emisiones y que sea un elemento objetivo en la toma de decisiones tanto de usuarios como de externos.

INTEGRIDAD	Conlleva a hacer el cálculo de manera integral, abarcando todas las fuentes de emisión de GEI y las actividades incluidas en el límite del inventario.
CONSISTENCIA	Utiliza metodologías consistentes que permiten comparaciones significativas en las emisiones a lo largo del tiempo.
PRECISION	Asegura que el cálculo no contenga errores sistemáticos con respecto a las emisiones reales. Permite tomar decisiones con la certeza de que la información reportada es creíble
TRANSPARENCIA	Se refiere al grado en que la información relacionada a los procesos, procedimientos, suposiciones y limitaciones es presentada de forma clara, efectiva, neutral y comprensible, haciendo referencia a todas las fuentes de datos.

Obtenido de GHG Protocol

Teniendo en cuenta la tabla anterior para cada empresa se hace un reporte de los siguientes alcances:

Alcance 1: Emisiones directas de GEI provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa, así como, las provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados por la empresa.

Se analizó para este alcance en cada empresa:

Generación de fuentes fijas: que son el resultado de la combustión de los diferentes tipos de hornos que hay en cada empresa.

Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad Emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa (electricidad adquirida y consumida, se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa).

A partir de los datos analizados en la herramienta utilizada, se realiza una mejor interpretación de los resultados los cuales serán plasmados en gráficas, lo que finalmente nos llevara a proponer unas acciones de mitigación y compensación para de esta manera disminuir sus emisiones contaminantes y su huella de carbono

DISEÑO METODOLÓGICO

Para la aplicación de la metodología descrita anteriormente se deben seguir los siguientes lineamientos específicos:

Realizar visitas a las empresas suscritas al proyecto, elaborar encuestas aplicadas a los gerentes, y de allí se analizar y observar los procesos productivos, para de esta manera establecer las emisiones asociadas a cada actividad a partir de esto se clasifican en emisiones directas o indirectas y se definen los alcances de contabilidad para cada uno.

Para la identificación de cada alcance se debe tener en cuenta aspectos como el tipo de combustible que utiliza cada horno, determinar la cantidad de combustible utilizada a lo largo del año, esto para el alcance 1. Para el alcance 2 se debe determinar el equipo de maquinaria de la empresa, equipos electrónicos, luminarias y demás equipos que consuman energía eléctrica e identificar la cantidad consumida en kilovatios al año.

Luego de esto se procede a elegir un año base que será el último año en que la empresa cuente con emisiones verificables, a partir de este se podrá comparar el cálculo de la huella de carbono anualmente en la empresa, buscando que cada vez se disminuyan menos las emisiones de gases de efecto invernadero y a su vez se implementen y mejoren las medidas de mitigación establecidas para cada año.

A partir de la recolección de datos, estos se relacionan con los factores de emisión para cada alcance (1 y 2), con el fin de conocer la cantidad de GEI emitidos, estos datos se incluyen

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 37

además en la matriz HC_MVC donde esta nos arroja el cálculo total de la huella de carbono generado en cada empresa y nos genera los datos específicos para cada alcance analizado , además nos genera las gráficas de acuerdo a los resultados y partiendo de allí , se analizan estos resultados para poder proponer las estrategias de mitigación y compensación .

De esta manera se determina en qué lugar de la empresa se generó mayor cantidad de emisiones, y así se poder establecer procesos de mejora continua en cada empresa para optimizar la competitividad entre cada una y además que con las estrategias de compensación y mitigación se disminuyen los impactos ambientales generados en cada actividad y a su vez reducir la huella de carbono generada.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo el presente proyecto, el método de investigación desarrollado es de tipo exploratorio ya que primero fue necesario primero obtener información acerca de los métodos existentes en relación al cálculo de la huella de carbono para posteriormente reunir la mayor cantidad de datos suministrados por cada ladrillera y de soporte documental, considerando que los resultados obtenidos son la base para la toma de decisiones organizacionales que implican costos y tiempo, además de la información recolectada se tuvo en cuenta todos los requerimientos y recomendaciones del documento “Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa”.

El método se fundamenta en la medición de gases de efecto invernadero que genera cada empresa ladrillera, además de la observación de los alcances y procesos que se analizan para llevar a cabo el cálculo de la huella de carbono corporativa, dentro de los alcances analizados se encuentran los procesos de obtención de los ladrillos, el consumo energético adquirido, y el consumo de combustibles en los procesos de cocción para cada ladrillera.

POBLACIÓN

El proceso de la alfarería en la ciudad de Sogamoso es una de las actividades que mayor contaminación genera, es por esto que se realizó el cálculo de la huella de carbono a tres empresas que se dedican a la extracción y transformación de la arcilla en productos para la construcción, debido a esta problemática se analizan tres hornos (dos de tipo túnel y uno de tipo colmena).

La población que se analizó en el presente proyecto es la conformada por las tres empresas ladrilleras (Emalco, Ladrillos el sol, Ladincol) ubicadas en la vía que va de Sogamoso a Morca.

MUESTRA

La muestra para cada ladrillera se tuvo en cuenta las siguientes características, para la ladrillera EMALCO esta cuenta con un horno tipo túnel modular para la cocción de sus productos donde se queman 1,152 ton/mes de productos, allí se fabrican cinco tipos de productos cerámicos entre ladrillos estructurales (ladrillo portante y ladrillo rejilla), macizos (adoquín) y divisorios (bloque No 5- Bloque No 4).

En la LADRILLERA EL SOL cuenta con dos hornos tipo colmena donde en cada hornada utilizan 11 toneladas de carbón, sus productos son ladrillos estructurales y divisorios, resaltándose más el bloque No 5.

Para la ladrillera LADINCOL, esta trabaja con un tipo horno túnel en cual viene en funcionamiento desde este año, ya que anteriormente funcionaba con un horno colmena y de llama dormida. Sus principales productos son bloque No 4 y 5, ladrillo rejilla, ladrillo estructural y ladrillo prensado.

Es así como se definen los tipos de hornos que son analizados en el presente proyecto y que de acuerdo a los procesos que se llevan en cada uno se calculara su huella de carbono y se definirán las estrategias de compensación y mitigación ambiental para cada ladrillera.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 40

MAPEO

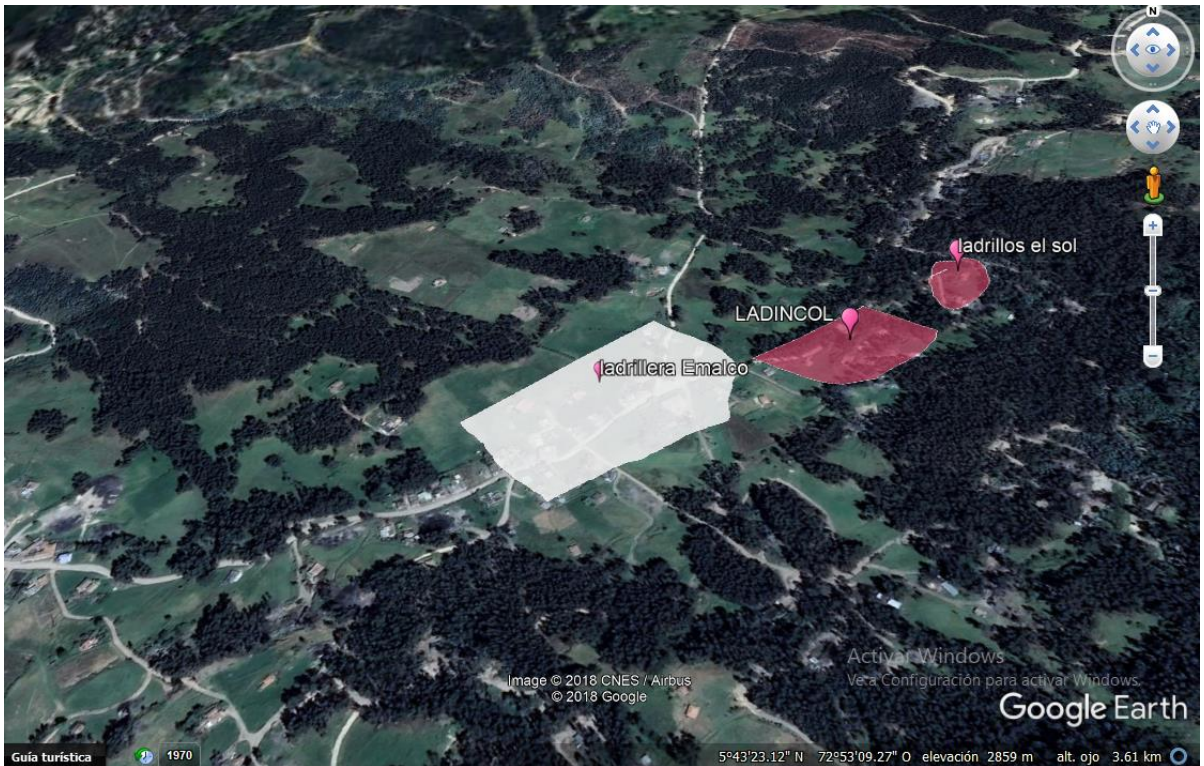


Ilustración 6. Ladrilleras Vinculadas al proyecto

Fuente: Tomado De Google Earth

FUENTES DE INFORMACIÓN

FUENTES PRIMARIAS

Se aplicó una encuesta a los gerentes de cada ladrillera donde se formularon preguntas acerca del estado ambiental en que se encuentra cada empresa y datos generales que sirvieron como fuente para analizar cada empresa. Las encuestas aplicadas son de propia autoría y se encuentran incluidas en los anexos.

Además, también se observó directamente los procesos de cada empresa en mediante visitas de campo, y se llevó a cabo un registro fotográfico.

FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes secundarias se tomaron en cuenta los siguientes documentos:

Estudios isocinetico de cada empresa: En estos documentos se logró saber los contaminantes que expulsa cada horno y su cantidad, de esta manera se puede saber si la empresa está cumpliendo la normatividad ambiental colombiana.

Documentos desarrollados por CAEM en la empresa Emalco: La corporación CAEM desarrollo en la ladrillera Emalco un estudio de la reconversión tecnológica del horno colmena a horno túnel para conocer la reducción de los contaminantes atmosféricos.

Facturas y documentación de los combustibles y energía adquirida en cada empresa: con esta documentación se conoció el consumo de combustibles y de energía por mes

Guías propuestas por CAEM sobre el cálculo de la huella de carbono: el documento orienta en los pasos para calcular la huella de carbono corporativa por el uso de combustibles fósiles.

Guía por MVC sobre huella de carbono corporativa: orienta al cálculo de la huella de carbono corporativa en diferentes sectores productivos.

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo del proyecto se tuvieron en cuenta las anteriores fuentes de información, pero la base para su desarrollo fue la recolección de datos de las fuentes primarias que fueron la encuesta, la observación directa y el análisis de los documentos con los que contaba cada empresa ya que, a partir de esto, se estableció el año base para cada empresa.

Se realizaron tres visitas a las empresas que se desarrollaron así:

DIAGNOSTICO: se lleva a cabo en la primera visita a la empresa donde se realizó una encuesta a los gerentes se obtuvieron respuestas que dieron idea de cómo funciona cada empresa, y se identificaron las fuentes de emisiones de GEI (fijas y móviles) para cada empresa.

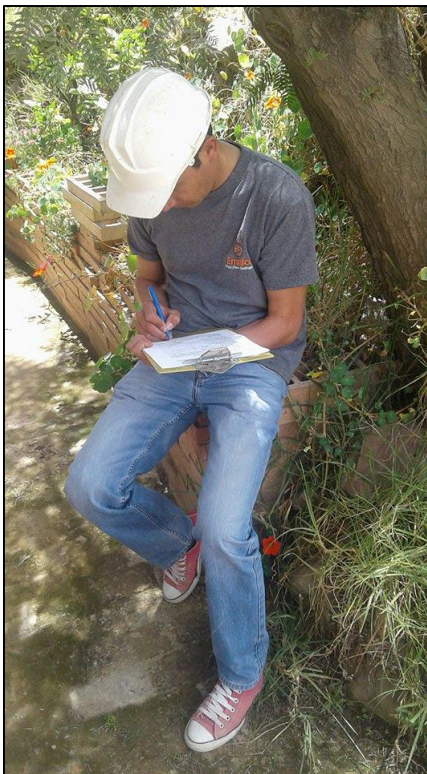


Ilustración 7. Aplicación de encuesta gerente Emalco

Fuente: Autor

Levantamiento de información: En una segunda y tercera visita a la empresa, se corrobora dicha información se estableció como funciona cada horno y los procesos que realizan en cada ladrillera, y por medio de la información suministrada en documentos y de manera directa con las personas que atendieron cada visita se logró la recolección de datos y cargas ambientales sobre consumo de los combustibles y la energía adquirida en cada empresa ,con la información recolectada se diligenció la herramienta para el cálculo de las emisiones y la huella de carbono para cada empresa ladrillera.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 44

De esta manera se identificaron las actividades y áreas que generan mayor emisión de contaminantes, y así proponer las alternativas que lleven a la disminución de la huella de carbono.

RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO

LADRILLERA EMALCO (EMPRESA ALFARERA COLOMBIANA SAS.)

Es una empresa alfarera que se dedica a la fabricación de ladrillo estructural, divisorios y macizos a través de la transformación de arena y arcilla, de esta manera cumple con las necesidades de las constructoras de la región.

La empresa ha estado evolucionando en sus procesos productivos con el fin de mejorar su eficiencia y de reducir los impactos ambientales del mismo, por eso han cambiado el horno colmena que tenían y ahora disponen de un horno túnel que tiene 67 metros de largo el cual tiene tres zonas en las que se distribuyen sus procesos precalentamiento, quema y enfriamiento.

A continuación, se relacionan las principales etapas del proceso productivo:

El proceso productivo comienza con la extracción del material arena, arcilla traído de minas cercanas a la empresa combinado con chamote (residuos del proceso y ceniza del horno)



*Ilustración 8.*Proceso Extracción de Arcilla Ladrillera Emalco

Fuente: Autor

De allí por medio de unas bandas transportadoras pasa al zarando con un grosor de 4 mm y de allí pasa a la tolva de almacenamiento. En esta tolva pasa a la maquina extrusora donde la humedecen con agua, luego pasa a la cámara de vacío que es la que le da la dureza, luego pasa la boquilla que es la que de la forma al producto y ya en la cortadora se le dan las medidas necesarias.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 47



Ilustración 9. Máquina Extrusora y de Corte Ladrillera Emalco

Fuente: Foto Tomada por el Autor

En ese momento los operarios los ponen en la mesa de rodillos los cuales llevan a los patios de secado, donde duran de 3 a 5 días, al segundo día le hacen el arralado para que estos sequen más rápido

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 48



*Ilustración 10.*Patios de Secado

Fuente: Fotos Tomadas por el Autor

Después del tiempo de secado es llevado a las vagonetas y cada una de estas es cargada con 1188 bloques que se arman en dos paquetes, se hace el ingreso al horno por medio de un elevador tipo tijera, este proceso es realizado cada cuatro horas. Ya estando en el horno su proceso de precalentamiento, quema y enfriamiento tarda ochenta y ocho horas es decir 4 días en salir. Luego de este proceso se procede a trasportar el producto hasta lugar de almacenamiento para su posterior comercialización.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 49



Ilustración 11.Horno Túnel Ladrillera Emalco

Fuente: Foto Tomada por el Autor

En el horno se maneja una temperatura de 100 a 130°C, como combustible se usa el carbón térmico que alimenta la tolva y luego por inyección de aire comprimido sube hasta una manguera donde se hace la inyección de carbón.





Ilustración 12. Inyección de Carbón al Horno Túnel Ladrillera Emalco

Fuente : Fotos Tomadas por el Autor

LIMITES

LIMITES ORGANIZACIONALES

Los límites organizacionales para la ladrillera Emalco se establecen bajo el control operacional de esta su única sede ubicada en la ciudad de Sogamoso- Boyacá, a la cual se realizará el cálculo de las emisiones que generan.

LIMITES OPERACIONALES

De acuerdo al tipo de emisiones identificadas, se definen los siguientes alcances:

ALCANCE 1:

En este alcance se incluyen emisiones directas como es la combustión del carbón térmico como combustible para el horno túnel.

ALCANCE 2:

En este alcance se incluyen emisiones indirectas que incluyen el uso de aparatos, y luminarias para el desarrollo de las actividades de oficina, y las máquinas de producción que requieren de energía, es decir el consumo de energía eléctrica.

AÑO BASE SELECCIONADO

Para el cálculo de la huella de carbono de la ladrillera Emalco se ha seleccionado el año 2016 como base para la cuantificación y medición de GEI, ya que este es el último reporte de emisiones en que se han hecho mediciones por parte de la ladrillera, además de que cuenta con datos sobre el consumo de los combustibles y energía eléctrica.

Tabla 3. Cuantificación de emisiones línea base año 2016 ladrillera Emalco

ALCANCE 1	
Combustibles Fósiles	Cantidad kg/m^3
Carbón térmico	58444.8
ALCANCE 2	
Consumo De Energía Eléctrica	Cantidad KW/H

Energía eléctrica	30,369
-------------------	--------

Datos obtenidos de información en la empresa (elaboración propia)

A continuación, se relacionan las fuentes de emisión identificadas y los alcances identificados:

Tabla 4. fuentes de emisión por alcances ladrillera Emalco

Tipo de fuente	Alcance 1	Alcance 2
Fuentes fijas	Consumo de carbón para el funcionamiento del horno túnel	Consumo de energía eléctrica
Otras fuentes	No se identificaron fuentes	Consumo de energía eléctrica

Fuente: el autor

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES ENERGÉTICAS

Luego de la recopilación de datos con los que cuenta la ladrillera para el año 2016, se realizó el cálculo de la huella de carbono utilizando la siguiente fórmula, donde:

$$\text{carga ambiental} * \text{factor de emisión} = \text{emisiones de GEI}$$

Carga ambiental: actividad que genera emisiones

Factor de emisión: cantidad de GEI emitidos por cada unidad de la actividad

Emisiones de gases de efecto invernadero: cantidad determinada de dióxido de carbono equivalente (CO2 eq).

Tabla 5. Consumo alcances ladrillera Emalco

ALCANCE 1			
Combustibles Fósiles	Cantidad kg/ m³año	Factor Emisión CO2 (kg CO2 /t)	Huella De Carbono(D) (Ton Co2 E)
Carbón térmico	58444.8	2534,813	148,147
ALCANCE 2			
Consumo De Energía Eléctrica	Cantidad KW/H	Factor De Emisión	Huella De Carbono(D) (Ton Co2 E)
Energía eléctrica	30,369	0,199	6,043

Datos informados por la empresa (elaboración propia)

Igualmente se utilizó la matriz HC_MVC donde se diligenciaron los datos recopilados del año 2016:

EMISIONES DIRECTAS

En las emisiones directas tenemos el consumo de carbón que se utiliza para la operación del horno túnel, generando en total 1.488,62 ton CO₂ Eq, lo que equivale al 99,53 % del porcentaje total de las emisiones generadas por la empresa alfarera colombiana –EMALCO, estos datos son validados por el último estudio que realizó la corporación CAEM en el año 2016, a continuación, se relaciona la tabla generada:

Tabla 6. Cuantificación alcance 1 emisiones directas Emalco

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO ₂ e/año)	EMISIONES SF ₆ (t CO ₂ e/año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO ₂ e/año)	% DEL TOTAL	INCERTIDUMBRE %
1	Fuentes Móviles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	Fuentes Fijas	1.481,47	0,47	6,68	0,00	0,00	1.488,62	99,53%	+/- 19,91%
	Emisiones de Proceso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	SUBTOTAL	1.481,47	0,47	6,68	0,00	0,00	1.488,62	99,53%	+/- 19,91%

Datos obtenidos herramienta Excel

EMISIONES INDIRECTAS

El consumo de energía se calculó de acuerdo a los datos de las facturas y su consumo lo que se evidencia 6,98 Ton Co₂ equivalente a un porcentaje de 0,47 % sobre el total de emisiones generadas por la empresa.

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO ₂ e/año)	EMISIONES SF ₆ (t CO ₂ e/año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO ₂ e/año)	% DEL TOTAL	INCERTIDUMBRE %
2	Energía Adquirida	6,98	0,00	0,00	0,00	0,00	6,98	0,47%	+/- 14,14%
	SUBTOTAL	6,98	0,00	0,00	0,00	0,00	6,98	0,47%	+/- 14,14%

Tabla 7. Cuantificación alcance 2 emisiones indirectas Emalco

EMISIONES TOTALES

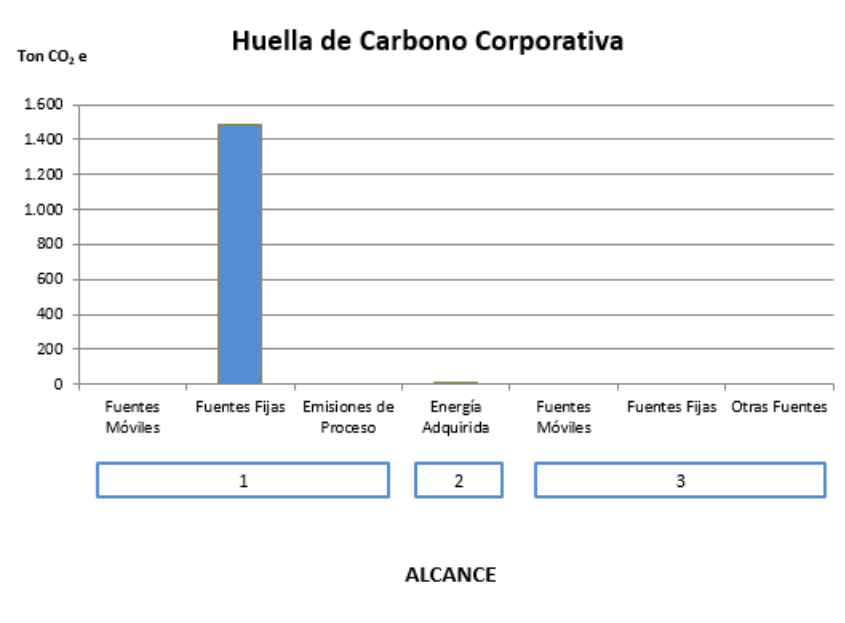
A continuación, se genera un resumen de las emisiones totales de la empresa alfarera colombiana EMALCO para los alcances analizados es decir 1 y 2:

Tabla 8.emisiones totales por alcance Emalco

ALCANCE	CANTIDAD (t CO ₂ e)
Alcance 1	1.488,62
Alcance 2	6,98
Alcance 3	0,00
TOTAL HCC	1.495,60

Datos obtenidos herramienta Excel

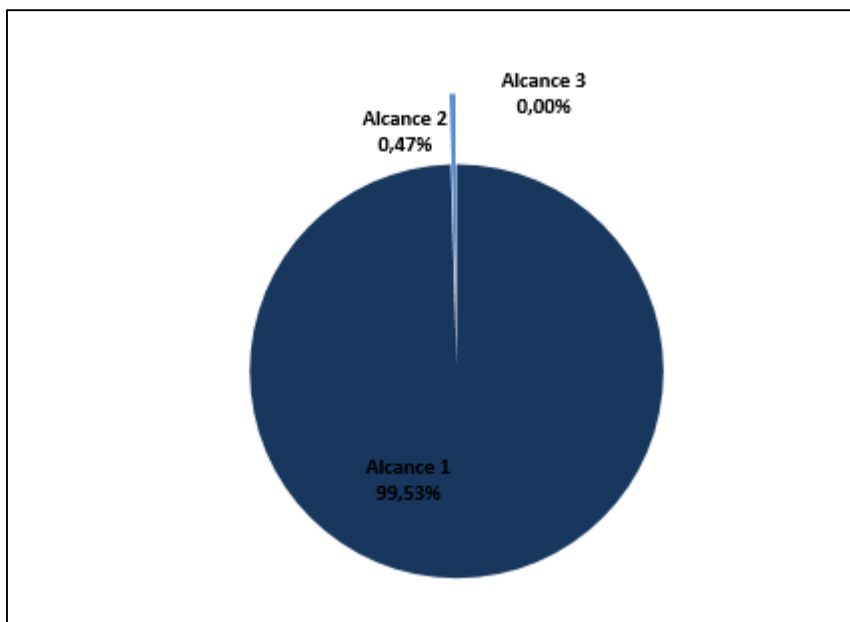
A continuación, se presenta gráficamente las emisiones generadas por tipo de fuente y de alcance:



Grafica 1.huella de carbono 2016 por alcance.

En esta grafica se evidencia el aporte realizado por cada una de las fuentes y se diferencian las emisiones generadas por alcance. Lo que representa que el alcance 1 fue el mayor generador de

GEI y es generado por las fuentes fijas equivalente a 1488,62 Ton de CO₂e. A continuación, se representa el porcentaje que representa cada alcance para el reporte total de la huella de carbono.



Grafica 2. Porcentajes de emisión de GEI 2016 por alcance

Datos obtenidos herramienta Excel

ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los datos analizados se establece que para el último reporte de emisiones con que cuenta la empresa para el año 2016 el tipo de alcance que más genera cantidad de CO₂, es el alcance 1 (emisiones directas) con un porcentaje total de 99,53% equivalente a 1.488,62 toneladas de CO₂ es decir el consumo de combustible es el mayor generador de Gases De Efecto Invernadero –GEI-, seguido del consumo de energía eléctrica (alcance 2) con un porcentaje de 0,47 del total de emisiones generadas.

Para el alcance 1 que es el que mayor emisión genera su única fuente fija es el consumo de carbón térmico en el horno túnel, este horno funciona las 24 horas del día ya que este es la base del proceso productivo y es donde se determina la calidad del producto.

Para el alcance 2 que corresponde al consumo de energía eléctrica apporto el 0,47 % del total de la huella equivalente a 6.98 Ton de CO₂e.

La huella total de carbono generada en la empresa Emalco equivale a 1495,60 Ton de CO₂e.

CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de los parámetros se refiere a la incertidumbre asociada a la cuantificación de los parámetros utilizados como insumos (datos de actividad o factores de emisión) en los modelos de cálculo de la huella de carbono. Este tipo de incertidumbre puede ser evaluada mediante análisis estadísticos, determinaciones de la precisión del equipo de medición o monitoreo físico, y valoraciones expertas. La cuantificación y el análisis de las incertidumbres de los parámetros permiten una mayor precisión e integridad en los reportes de la huella de carbono de la empresa, preparándola para posibles verificaciones del inventario de GEI bajo normas, como la ISO 14064.

A continuación, se relacionan los rangos de interpretación:

Tabla 7. Interpretacion de la incertidumbre

DATA ACCURACY	INTERVALS AS PERCENT OF MEAN VALUE
High	± 5 %
good	± 15 %

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 58

fair $\pm 30 \%$

Poor $\pm \text{more than } 30 \%$

Datos obtenidos de la (Corporacion ambiental empresarial CAEM, 2017) Fuente: IPCC

La herramienta utilizada ya tiene las formulas incorporadas para el cálculo de la incertidumbre para cada uno de los datos de emisiones de GEI reportados. Para el cálculo de la huella de carbono de la ladrillera Emalco presenta un porcentaje de incertidumbre de $\pm 19,81$ indicando una calificación good. Lo que indica que se ha realizado una buena recopilación de los consumos de las fuentes de GEI para el año base 2016

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

De acuerdo con la huella de carbono para la empresa y los resultados analizados, se proponen las siguientes medidas de mitigación con el fin de reducir la emisión de CO_{2e} a la atmosfera, para cada el alcance 1 y el alcance 2. La siguientes fichas contiene medidas de mitigación y control donde especifica el tiempo en que deben ser aplicadas unas a corto y otras a largo plazo, además se relacionan los costos que implica cada medida, cabe aclarar que estas medidas son responsabilidad de la empresa ya que cada una de ellas requiere de una inversión económica por lo tanto tambien de esto depende su desarrollo.

ALCANCE 1. EMISIONES DIRECTAS			
OBJETIVO			
Disminuir las emisiones contaminantes que alteran la calidad del aire.			
META			
Controlar los impactos ambientales provenientes del horno túnel cuando este está en funcionamiento.			
FUENTE DE GENERACIÓN			
horno túnel			
MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
Disminución de emisiones CO ₂ a la atmosfera Optimizar el funcionamiento del horno tipo túnel Implementar al ducto del horno un filtro que retengan los gases contaminantes Disminución de emisiones de material particulado			
ACTIVIDADES A DESARROLLAR			
Realizar un cambio de combustible a gas natural o carbón de tipo coque, determinados por un cálculo de eficiencia energética. Instalar válvulas al ducto del horno para evacuación de material particulado el cual permite su fácil manejo y transporte del mismo Humedecer tres veces al día el área de producción ya que esta emite material particulado Realizar mantenimiento semestralmente a la maquinaria y al horno túnel			
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN			
Aplicar durante el funcionamiento del horno túnel			
INDICADOR DE			

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 60

SEGUIMIENTO	Monitoreo de la calidad del aire	RESPONSABLE	Ingeniero ambiental	
PRESUPUESTO				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
gas natural	u			
válvulas para el ducto del horno	u	1	\$120.000	\$120.000
Riego de agua	m ³	2000	\$1.608	\$3.216.000
mantenimiento maquinaria	u	2	\$1.000.000	\$2.000.000
CRONOGRAMA DE EJECUCION				
ACTIVIDAD		TIEMPO		
Reconversión de combustible		tres meses		
Riego de agua control de material particulado		enero a diciembre (anualmente)		
Mantenimiento de maquinaria		cada seis meses (anualmente)		
Monitoreo de polvo		cada seis meses		
Monitoreo gases de combustión		cada seis meses		

ALCANCE 2. EMISIONES INDIRECTAS
OBJETIVO
Implementar medidas que permitan racionar el consumo de energía eléctrica
META
Disminuir el consumo de la energía eléctrica en la empresa
FUENTE DE GENERACIÓN
energía consumida en la empresa
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Generar acciones que reduzcan el consumo de energía Disminución en los costos de la factura eléctrica
ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Utilizar en el área de oficina y baños bombillas ahorradoras tipo led. Apagar los equipos de cómputo en periodos de descanso (hora de onces, almuerzo) Cambiar la maquina extrusora por una que tenga mayor capacidad de extracción y que tenga bajo consumo de energía
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN
Aplicar durante el proceso de producción

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 61

INDICADOR DE SEGUIMIENTO	Facturas de energía	RESPONSABLE	coordinador ambiental	
PRESUPUESTO				
descripción	unidad	cantidad	precio unitario	precio total
bombillas ahorradoras	u	6	\$ 20.000	\$120.000
maquina extrusora	u	1	\$70.000.000	\$70.000.000
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN				
ACTIVIDAD		TIEMPO		
instalación de bombillas ahorradoras		1 mes		
apagar los equipos eléctricos de la oficina cada vez que no se estén usando		todos los días (anualmente)		
cambio de la maquina extrusora de arcilla		1 año a 2 años		

LADRILLOS EL SOL

Ladrillos el sol S.A.S. Es una empresa que se dedica a la explotación y transformación y comercialización de productos a base de arcilla, fue fundada a finales del año 2010, su planta de producción está ubicada en la Vereda Ombachita - Sector Buenavista- en el municipio de Sogamoso- Boyacá.

PROCESO PRODUCTIVO

Se inicia con el proceso de extracción de arcilla y arena, aunque la planta cuenta con talud para su extracción está casi no se realiza, es decir la arcilla es traída de yacimientos cercanos. De allí pasa por el proceso de tamizaje, donde es conducida a un molino donde se realiza la humectación.



Ilustración 13. Banda Transportadora Proceso de Humectación Ladrillos el sol - Fuente: autor

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 63

Debe quedar bajo una buena humedad para que sea de fácil manejo, se hace la compresión de aire por una bomba de vacío para que pase a la etapa de moldeo y corte donde se definen las diferentes formas de acuerdo al tipo de producto que vaya a ser fabricado.

Luego pasa a la zona de secado donde el producto dura de cuatro a cinco días, se hace el arralado al segundo día. Posteriormente pasa la etapa de cocción cabe recalcar que la empresa cuenta con dos hornos tipo colmena, este proceso tarda 48 horas y manejan una temperatura de 800 a 1000°C.



Ilustración 14. Zona de Secado Ladrillos el Sol

Fuente: Autor

Luego pasa a la etapa de enfriamiento que dura 24 horas y finalmente se hace el despacho y comercialización del producto.



Ilustración 15. Etapa de Enfriamiento Ladrillos El Sol

Fuente: Autor

LIMITES

LIMITES ORGANIZACIONALES

Los límites organizacionales para LADRILLOS EL SOL se establecen bajo el control operacional de esta su única sede ubicada en la ciudad de Sogamoso- Boyacá, a la cual se realizará el cálculo de las emisiones que generan.

LIMITES OPERACIONALES

De acuerdo al tipo de emisiones identificadas, se definen los siguientes alcances:

ALCANCE 1:

En este alcance se incluyen emisiones directas como es la combustión del carbón térmico como combustible.

ALCANCE 2:

En este alcance se incluyen emisiones indirectas que incluyen la energía utilizadas en los procesos de producción y además la utilizada en el uso de aparatos electrónicos, y luminarias para el desarrollo de las actividades de oficina.

AÑO BASE SELECCIONADO

Para el cálculo de la huella de carbono de LADRILLOS EL SOL se ha seleccionado el año 2014 como base para la cuantificación y medición de GEI, ya que este es el último reporte de emisiones con el que cuenta la empresa, en la siguiente tabla se relacionan los resultados obtenidos en el cálculo para el año 2014 respectivamente:

Tabla 8. Cuantificación de emisiones línea base año 2014 ladrillos el Sol

ALCANCE 1	
Combustibles Fósiles	Cantidad $\frac{kg}{m^3}$ año
Carbón térmico	60.000
ALCANCE 2	
Consumo De Energía	Cantidad KW/H año
Eléctrica	
Energía eléctrica	497.1139

Datos suministrados por la empresa (elaboración propia)

A continuación, se relacionan las fuentes de emisión identificadas y los alcances para cada uno de ellos:

Tabla 9. Fuentes de emisión por alcances ladrillos el sol

Tipo de fuente	Alcance 1	Alcance 2
Fuentes fijas	Consumo de carbón para el funcionamiento de un horno tipo colmena.	Consumo de energía eléctrica
Otras fuentes	No se identificaron fuentes	Consumo de energía eléctrica

Fuente: El Autor

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES ENERGÉTICAS

Luego de la recopilación de datos con los que cuenta la ladrillera para el año 2016, se realizó el cálculo de la huella de carbono utilizando la siguiente formula:

$$\text{carga ambiental} * \text{factor de emision} = \text{emisiones de GEI}$$

Tabla 10. Consumo de alcances identificados ladrillos el sol

ALCANCE 1			
Combustibles Fósiles	Cantidad $\frac{kg}{m^3}$ año	Factor De Emisión $KgCO_2 ek/g$	Huella De Carbono(D) (Ton Co2 E)
Carbón Boyacá	60.000	3052,795	183,167
ALCANCE 2			

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 67

Consumo De Energía Eléctrica	Cantidad KW/año	Factor De Emisión	Huella De Carbono(D) (Ton Co2 E)
Energía eléctrica	497.1139	0,199	98.93

Fuente: El Autor

Igualmente, para la determinación de la huella de carbono se hizo uso de la matriz HC_MVC donde se diligenciaron los datos recopilados del año base 2014:

EMISIONES DIRECTAS

En las emisiones directas tenemos el consumo de carbón que se utiliza para la operación de los dos hornos tipo Colmena, generando en total 184,07 ton CO₂ Eq, lo que equivale al 13,87 % del porcentaje total de las emisiones generadas por la empresa LADRILLOS EL SOL, a continuación, se relaciona la tabla generada:

Tabla 11. Cuantificación alcance 1 ladrillos el sol

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO ₂ e/año)	EMISIONES SF ₆ (t CO ₂ e/año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO ₂ e/año)	% DEL TOTAL	INCERTIDUMBRE %
1	Fuentes Móviles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	Fuentes Fijas	183,17	0,06	0,84	0,00	0,00	184,07	13,87%	+/- 19,90%
	Emisiones de Proceso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	SUBTOTAL	183,17	0,06	0,84	0,00	0,00	184,07	13,87%	+/- 19,90%

Datos obtenidos herramienta Excel

EMISIONES INDIRECTAS

El consumo de energía se calculó de acuerdo a los datos de las facturas y su consumo lo que se evidencia 1.43, 36 Ton Co₂ al año, equivalente a un porcentaje de 86,13 % sobre el total de emisiones generadas por la empresa.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 68

Tabla 12.. Cuantificación emisiones indirectas ladrillos el sol

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO ₂ e/año)	EMISIONES SF ₆ (t CO ₂ e/año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO ₂ e/año)	% DEL TOTAL	INCERTIDUMBRE %
2	Energía Adquirida	1.143,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1.143,36	86,13%	+/- 14,14%
	SUBTOTAL	1.143,36	0,00	0,00	0,00	0,00	1.143,36	86,13%	+/- 14,14%

EMISIONES TOTALES

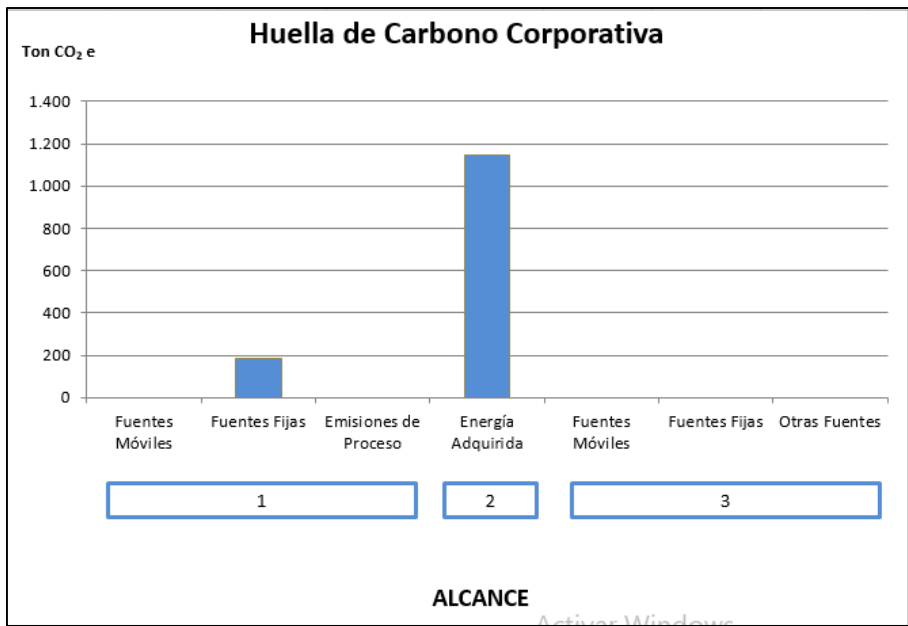
A continuación, se genera un resumen de las emisiones totales de la empresa LADRILLOS EL SOL relacionándose también el valor generado de huella de carbono para el alcance 1 y 2 para el año 2014.

Tabla 13.. Emisiones totales ladrillos el sol

ALCANCE	CANTIDAD (t CO ₂ e)
Alcance 1	184,07
Alcance 2	1.143,36
Alcance 3	0,00
TOTAL HCC	1.327,43

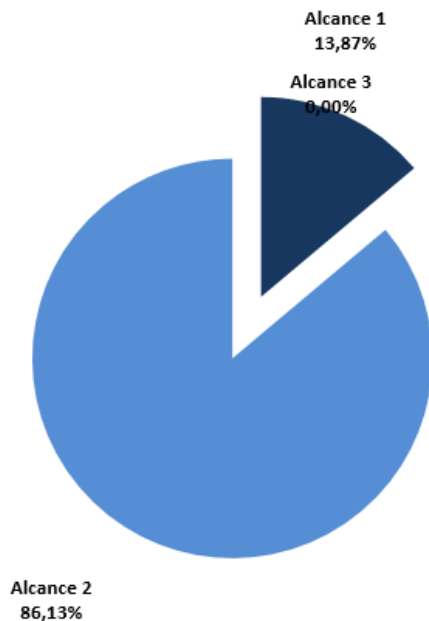
A continuación, se presenta gráficamente las emisiones generadas por tipo de fuente y de alcance:

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 69



Graficas 3. Huella de carbono 2014 por alcance

Fuente Herramienta CAEM



Graficas 4. porcentajes de emisión GEI 2014 por alcance

Fuente Herramienta CAEM

En las anteriores graficas se evidencia el aporte por cada una de las fuentes y se representan los porcentajes de emisión para cada uno de los alcances analizados. Donde se establece que la mayor generación de emisiones se da en el alcance 2 con un porcentaje de 86,13 % proveniente de la energía adquirida en la empresa y el alcance 1 está representado por el 13,87 % proveniente del consumo de combustible generado en la fuente fija.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los datos analizados se establece que para el último reporte de emisiones con que cuenta la empresa para el año 2014 el tipo de alcance que más genera cantidad de CO₂, es el alcance 2 (emisiones indirectas) con un porcentaje total de 86,13 % y 1.143,36 toneladas de CO₂ en ese año es decir que el consumo de energía eléctrica adquirida es el mayor generador de gases de efecto invernadero –GEI.

En las etapas donde se consume energía eléctrica de los procesos de producción es en la zona extracción, molienda, amasado y en la zona de corte en esta la empresa cuenta con dos cortadores, en cada una de ellas hay equipos que requieren de energía eléctrica. Además de esto se suma la iluminación y los equipos de cómputo de las zonas administrativas y de los baños para uso de los empleados en la planta.

El aporte que registró menor incidencia en la huella de carbono es la fuente fija correspondiente al alcance 1 en que se analizó el consumo de combustible es decir el carbón utilizado para el horno colmena. Lo que genero 184,07 TonCO_{2e} en ese año que representa el 13,87 % del total de la huella de huella de carbono, en este proceso la empresa tiene implementado un stoker que lleva a la reducción del combustible.

Finalmente, la empresa Ladrillos el Sol genera un total de 1.327,4284 ton/Co₂ eq , lo que equivale a su huella de carbono para el año 2014.

CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de los parámetros se refiere a la incertidumbre asociada a la cuantificación de los parámetros utilizados como insumos (datos de actividad o factores de emisión) en los modelos de cálculo de la huella de carbono. Este tipo de incertidumbre puede ser evaluada mediante análisis estadísticos, determinaciones de la precisión del equipo de medición o monitoreo físico, y valoraciones expertas. La cuantificación y el análisis de las incertidumbres de los parámetros permiten una mayor precisión e integridad en los reportes de la huella de carbono de la empresa, preparándola para posibles verificaciones del inventario de GEI bajo normas, como la ISO 14064.

A continuación, se relacionan los rangos de interpretación:

Tabla 12. Interpretación de incertidumbre

DATA ACCURACY	INTERVALS AS PERCENT OF MEAN VALUE
High	± 5 %
good	± 15 %
fair	± 30 %
Poor	± more than 30 %

Fuente: IPCC

La herramienta utilizada ya tiene las formulas incorporadas para el cálculo de la incertidumbre para cada uno de los datos de emisiones de GEI reportados. Para el cálculo de la huella de carbono de empresa ladrillos el sol presenta un porcentaje de incertidumbre de ± 12,49

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 72

indicando una calificación high. Lo que indica que se ha realizado una buena recopilación de los consumos de las fuentes de GEI para el año base 2014.

ESTRATEGIAS DE MITIGACION

Las siguientes actividades son responsabilidad de la empresa, estas tablas solo describen acciones que previa a una evaluación ambiental contribuyen a una prevención y mitigación de los impactos identificados al realizar el cálculo de la huella de carbono.

ALCANCE 1. EMISIONES DIRECTAS				
OBJETIVO				
controlar las emisiones contaminantes provenientes de la cocción de los productos a base de arcilla				
META				
Reducir la cantidad de gases de efecto invernadero anualmente en la empresa				
FUENTE DE GENERACIÓN				
horno colmena				
MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
Disminución de emisiones CO_2 a la atmosfera Optimizar el funcionamiento del horno tipo colmena Implementar al ducto del horno un filtro que retengan los gases contaminantes Disminución de emisiones de material particulado				
ACTIVIDADES A DESARROLLAR				
Realizar un cambio de combustible a gas natural o carbón de tipo coque, determinados por un cálculo de eficiencia energética. Optar por una modernización tecnológica a futuro como lo es cambiar un horno colmena por un horno tipo túnel lo que permitiría aumentar la cantidad y la calidad de los productos, igualmente el consumo de combustible para su funcionamiento también se reduciría. Humedecer tres veces al día el área de producción ya que esta emite material particulado Realizar mantenimiento semestralmente a la maquinaria y al horno Realizar por lo menos una vez al año un estudio isocinetico que mida la cantidad de contaminantes emitidos al aire por el horno Instalar un filtro de mangas al ducto del horno lo que disminuirá las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera				
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN				
Aplicar durante el funcionamiento del horno colmena				
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	monitoreo calidad de aire		RESPONSABLE	Ingeniero ambiental
PRESUSPUESTO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 74

cambio de horno colmena a horno túnel	u	1	90.000.000	90.000.000
cambio de combustible a gas natural	u	1		
Riego de agua	m ³	2000	\$1608	\$3.216.000
auditoría ambiental	u	1	\$4000.000	\$4000.000
filtro de mangas	u		\$100.000	\$100.000
CRONOGRAMA DE EJECUCION				
ACTIVIDAD		TIEMPO		
Cambiar de horno Colmena a tipo túnel		un año		
riego de agua		anualmente		
estudio isocinetico		semestralmente		

ALCANCE 2. EMISIONES INDIRECTAS				
OBJETIVO				
Implementar medidas que permitan racionar el consumo de energía eléctrica				
FUENTE DE GENERACIÓN				
energía consumida en la empresa				
META				
Disminuir el valor económico de las facturas eléctricas				
MEDIDAS DE MITIGACIÓN				
Generar acciones que reduzcan el consumo de energía Disminución en los costos de la factura eléctrica				
ACTIVIDADES A DESARROLLAR				
Utilizar en el área de oficina y baños bombillas ahorradoras tipo led. Apagar los equipos de cómputo en periodos de descanso (hora de onces, almuerzo) Verificar buena ventilación de los equipos. disponer de un panel solar , que cubra solo la energía requerida para el área administrativa y de esta manera se ahorraría en consumos energéticos				
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN				
Aplicar durante el día de trabajo				
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	facturas de energía	RESPONSABLE	Ingeniero ambiental	
PRESUPUESTO				
Descripción	unidad	cantidad	precio unitario	precio total

bombillas ahorradoras	u	7	\$20.000	\$140.000
panel solar	u	1	\$290.000	\$290.000
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN				
ACTIVIDAD		TIEMPO		
instalación de bombillas ahorradoras		1 mes		
instalación de panel solar		2 meses		

LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL)

Ladrillos industriales de Colombia es una empresa que se dedica a la explotación y transformación y comercialización de productos a base de arcilla, Tiene procesos de fabricación como la extracción mecánica con retroexcavadora de las arcillas, cocción en horno tipo túnel. Realiza procedimientos mecanizados de corte del producto con mediano grado tecnológico, se hace una selección de materiales y una buena calidad, así como la aplicación de normas en materia de seguridad industrial y salud ocupacional y el principal producto que se fabrica es el bloque, ladrillo rejilla, ladrillo estructural, ladrillo prensado.

PROCESO PRODUCTIVO

Extracción y selección y transporte de la materia prima: el 100% de las la exploración y extracción de la materia prima (arcilla) se realiza en la mina a cielo abierto con retroexcavadora, luego esta es transportada a la respectiva tolva de almacenamiento en volquetas.



Ilustración 16.Extracción de Material Ladincol

Fuente: autor

Las fuentes de donde se extrae la arcilla para la mezcla y preparación de la misma son seleccionadas ya que cuentan con las características que le brindan resistencia, impermeabilidad y calidad al producto.

Trituración y Tamizado de la materia prima: Es la molida en seco de la mezcla de la materia prima explotada en la mina más un porcentaje de chamote. La mezcla de la arcilla y arena se realiza bajo unas cantidades y condiciones previamente establecidas para obtener un proceso efectivo y crear un producto de alta calidad y resistencia.



Ilustración 17. Trituración de material - Fuente: autor

Al llegar a la arcilla al molino se obtiene una granulometría de 8mm y luego pasa por una zaranda para ser cernida y lograr una granulometría de 2 mm y se almacena en un tolva o cajón alimentador y de ahí pasa por una banda transportadora hasta llegar a la maquina mezcladora de allí pasa por banda transportadora a la extrusora para su posterior procedimiento.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 78



Ilustración 18. Tamizado del producto

Fuente: Autor





Ilustración 19. Homogenización del producto

Fuente: Autor

Corte y secado del producto: el bloque o ladrillo se elabora utilizando procesos mecánicos de primer orden, con una extrusora. Para fabricar 70.000 mil piezas mensuales se necesitan 10 colaboradores La extrusora utiliza energía eléctrica para su funcionamiento y actúa de la siguiente forma: la mezcla sale de una tolva y llega a la mezcladora realiza la homogenización con agua de ahí pasa por banda transportadora a la extrusora a tiro forzado por una boquilla para el moldeo del producto, saliendo la arcilla lista para ser cortada por un cortador automático. Luego es retirado y colocado en unos zorrillos metálicos y posteriormente lo llevan al patio de secado.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 80



*Ilustración 20.*Maquina extrusora de corte y cargue del producto

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 81



Ilustración 21. Secado del Producto

Fuente: Autor

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 82

Secado del producto: la mayor parte del secado del producto se realiza de manera natural, por economía, y por q no se tiene implementado un cuarto de secado, bajo una cubierta para evitar las pérdidas o daños por lluvia, Allí permanece el producto de 5 a 8 días dependiendo del factor climático, tiempo en el cual se encuentra listo para su cocción.



Ilustración 22. Patios de Secado del Producto

Fuente: Autor

Quema del producto: Una vez listo el producto para la cocción, se organiza en vagonetas para su ingreso al horno, estas son llevadas por rieles a un elevador para realizar su ingreso por medio de un gato neumático, el cual es accionado en los tableros de manejo del horno y es este quien realiza el empuje e ingreso de las vagonetas, estas pasan a una zona de precalentamiento, luego pasa a cocción y finalmente pasa a la zona de enfriamiento, todo esto de manera automática; este proceso se repite en determinadas horas para una producción continua; el operador debe estar pendiente de las temperaturas, alimentación de la tolva de molino con carbón, el buen funcionamiento de motores y horno en general; una vez sacada la vagoneta con el material cocinado es cargado en camiones o apilado en patios de almacenamiento para posterior despacho.



Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 84



Ilustración 23. Producto Quemado - Fuente : Autor





Ilustración 24. Enfriamiento del Producto

Fuente: Autor

LIMITES

LIMITES ORGANIZACIONALES

Los límites organizacionales para LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL) S.A.S se establecen bajo el control operacional de esta su única sede ubicada en la ciudad de Sogamoso- Boyacá, a la cual se realizará el cálculo de las emisiones que generan.

LIMITES OPERACIONALES

De acuerdo al tipo de emisiones identificadas, se definen los siguientes alcances:

ALCANCE 1:

En este alcance se incluyen emisiones directas como es la combustión del carbón térmico como combustible.

ALCANCE 2:

En este alcance se incluyen emisiones indirectas que incluyen el uso de energía adquirida no solo para la parte administrativa, sino también para el uso de maquinaria en la empresa.

AÑO BASE SELECCIONADO

Para el cálculo de la huella de carbono de LADINCOL SAS se ha seleccionado el año 2017 como base para la cuantificación y medición de GEI, durante el periodo de enero a octubre del presente año.

Tabla 13. Cuantificación de emisiones línea base año 2018 ladincol

ALCANCE 1

Combustibles Fósiles	Cantidad $\frac{kg}{m^3}$ mes
Carbón térmico	37,315

ALCANCE 2

Consumo De Energía	Cantidad KW/H al mes
Eléctrica	
Energía eléctrica	466.6555

Datos informados por la empresa (elaboración propia)

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EMISIONES ENERGÉTICAS

Luego de la recopilación de datos con los que cuenta la ladrillera para el año 2017, se realizó el cálculo de la huella de carbono utilizando la siguiente formula:

$$\text{carga ambiental} * \text{factor de emision} = \text{emisiones de GEI}$$

Carga ambiental: actividad que genera emisiones

Factor de emisión: cantidad de GEI emitidos por cada unidad de la actividad

Emisiones de gases de efecto invernadero: cantidad determinada de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq).

Tabla 14. Consumo de alcances Ladincol

ALCANCE 1			
Combustibles Fósiles	Cantidad $\frac{kg}{m^3}$ año	Factor De Emisión <i>kgCO₂ ek/g</i>	Huella De Carbono(D) (Ton Co2 E)
Carbón térmico	372,786	3052,795	1.138,039
ALCANCE 2			
Consumo De Energía Eléctrica	Cantidad KW/H	Factor De Emisión	Huella De Carbono(D) (Ton Co2 E)
Energía eléctrica	466,655	0,199	92,8643

Datos obtenidos herramienta Excel (elaboración propia)

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 88

Igualmente, para la determinación de la huella de carbono se hizo uso de la matriz HC_MVC donde se diligenciaron los datos recopilados del año base 2017 (*periodo enero-octubre*), los datos se recopilan a continuación:

EMISIONES DIRECTAS

En las emisiones directas tenemos el consumo de carbón que se utiliza para la operación del horno túnel, generando en total 1.144,67 ton CO₂ Eq, lo que equivale al 99,82 % de Porcentaje total de las emisiones generadas por la LADINCOL SAS., a continuación, se relaciona la tabla generada de emisiones directas para el año 2017:

Tabla 15. Cuantificación alcance 1 emisiones directas Ladincol

ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO ₂ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES CH ₄ (t CO ₂ e/año)	EMISIONES N ₂ O (t CO ₂ e/año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO ₂ e/año)	EMISIONES SF ₆ (t CO ₂ e/año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO ₂ e/año)	% DEL TOTAL	INCERTIDUMBRE %
1	Fuentes Móviles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	Fuentes Fijas	1.139,08	0,37	5,22	0,00	0,00	1.144,67	99,82%	+/- 0,22%
	Emisiones de Proceso	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00%	+/- 0,00%
	SUBTOTAL	1.139,08	0,37	5,22	0,00	0,00	1.144,67	99,82%	+/- 0,22%

Datos obtenidos de la herramienta Excel

EMISIONES INDIRECTAS

El consumo de energía se calculó de acuerdo a los datos de las facturas y su consumo lo que se evidencia 2,04 Ton Co₂ equivalente a un porcentaje de 0,18% sobre el total de emisiones generadas por la empresa.

Tabla 16. Cuantificación alcance 2 emisiones indirectas Ladincol

2	Energía Adquirida	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	0,18%	+/- 107,52%
	SUBTOTAL	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	0,18%	+/- 107,52%

Datos obtenidos de herramienta Excel

EMISIONES TOTALES

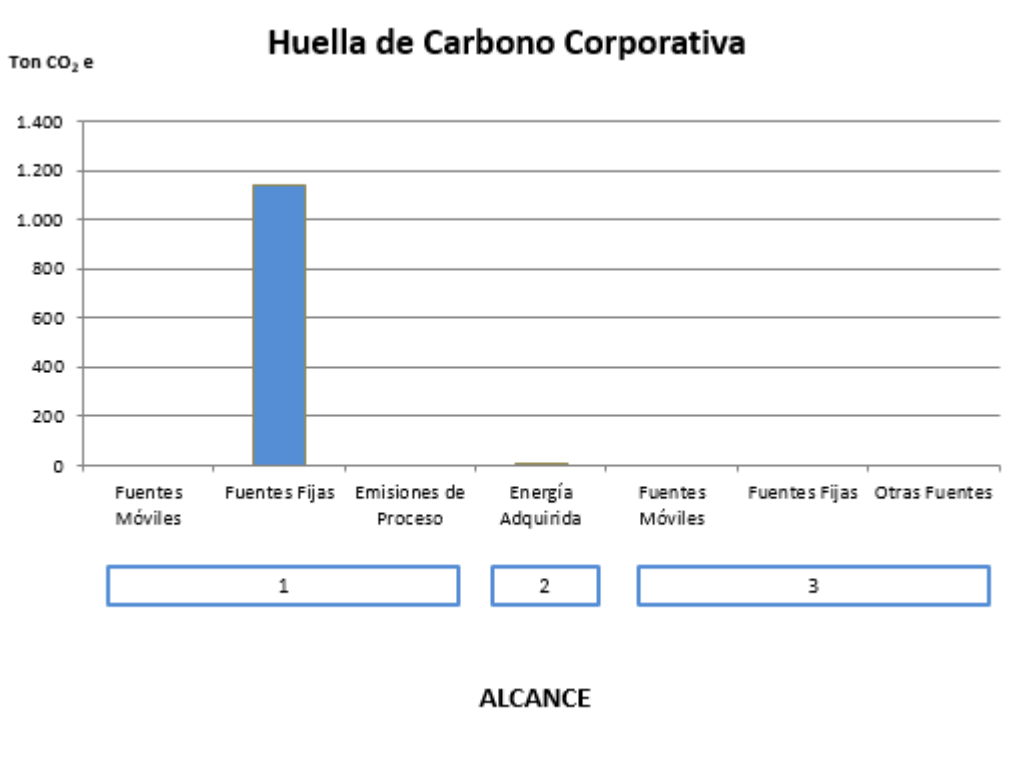
A continuación, se genera un resumen de las emisiones totales de los ladrillos industriales de Colombia LADINCOL SAS para los alcances analizados es decir 1 y 2:

Tabla 17. Emisiones totales por alcance

ALCANCE	CANTIDAD (t CO ₂ e)
Alcance 1	1.144,67
Alcance 2	2,04
Alcance 3	0,00
TOTAL HCC	1.146,71

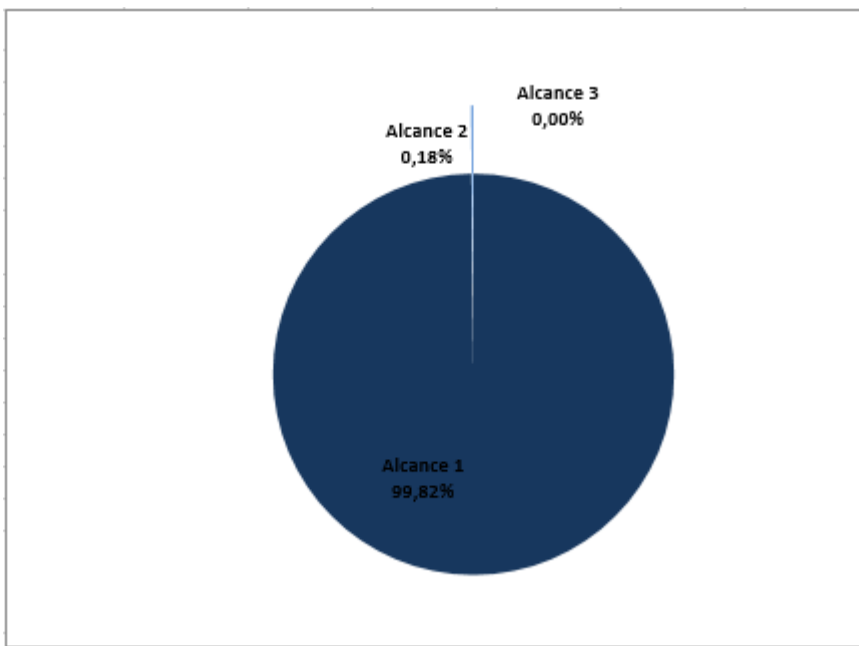
Resultados obtenidos herramienta Excel

A continuación, se presenta gráficamente las emisiones generadas por tipo de fuente y de alcance:



Grafica 5.Huella de carbono 2017 por alcance Ladincol

Fuente Herramienta CAEM



Grafica 6. Porcentajes de emisión GEI 2017 por alcance Ladincol

Fuente Herramienta CAEM

En las gráficas anteriores se observa el aporte realizado por cada una de las fuentes y sus porcentajes de emisión por alcance analizado en la huella de carbono. Representando así que el alcance 1 generado por fuentes fijas (consumo de combustible carbón) aporto 1.144.67 Ton de CO₂e representando el 99.82 % del total de la huella de carbono.

El alcance 2 está representado por el 0,18 % generado por el consumo de la energía eléctrica.

ANALISIS DE RESULTADOS

Según los resultados analizados para el año 2017 en el periodo de enero a octubre la empresa ladrillos industriales de Colombia LADINCOL SAS, el alcance que más predomina emisiones de gases de efecto invernadero es el alcance 1 que corresponde a las emisiones directas derivadas del uso de carbón como combustible en un principio del periodo para el horno colmena y en los dos últimos meses con el funcionamiento de horno túnel, generando una cantidad de 1.144,67 ton CO₂ e que corresponde al 99,82 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero.

Para el alcance 2 que corresponde a la energía adquirida, se generó un 2,04 ton CO₂ eq. Lo que corresponde al 18% total de emisiones generadas. Este alcance corresponde a algunas máquinas del proceso que requieren de energía eléctrica, además de los equipos de cómputo y área administrativa que también requiere de energía eléctrica para su funcionamiento,

De esta manera se concluye que la huella de carbono corporativa generada por la empresa LADINCOL SAS es 1.146,71 ton CO₂.

CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de los parámetros se refiere a la incertidumbre asociada a la cuantificación de los parámetros utilizados como insumos (datos de actividad o factores de emisión) en los modelos de cálculo de la huella de carbono. Este tipo de incertidumbre puede ser evaluada mediante análisis estadísticos, determinaciones de la precisión del equipo de medición o monitoreo físico, y valoraciones expertas. La cuantificación y el análisis de las incertidumbres de los parámetros permiten una mayor precisión e integridad en los reportes de la huella de carbono

de la empresa, preparándola para posibles verificaciones del inventario de GEI bajo normas, como la ISO 14064.

A continuación, se relacionan los rangos de interpretación

Tabla 18. Interpretación de la incertidumbre

DATA ACCURACY	INTERVALS AS PERCENT OF MEAN VALUE
High	± 5 %
good	± 15 %
fair	± 30 %
Poor	± more than 30 %

Fuente: IPCC

La herramienta utilizada ya tiene las formulas incorporadas para el cálculo de la incertidumbre para cada uno de los datos de emisiones de GEI reportados. Para el cálculo de la huella de carbono de empresa ladrillos industriales de Colombia LADINCOL presenta un porcentaje de incertidumbre de $\pm 0,29$ indicando una calificación high. Lo que indica que se ha realizado una buena recopilación de los consumos de las fuentes de GEI para el año base 2017 en el periodo de enero a octubre.

ESTRATEGIAS DE MITIGACION

Las siguientes actividades son responsabilidad de la empresa, estas tablas solo describen acciones que previa a una evaluación ambiental contribuyen a una prevención y mitigación de los impactos identificados. En las siguientes fichas se describen detalladamente las acciones planteadas para el alcance 1 y el alcance 2 analizados en la huella de carbono.

ALCANCE 1. EMISIONES DIRECTAS			
OBJETIVO			
Establecer medidas que permitan disminuir las emisiones contaminantes provenientes de las emisiones directas de la empresa Ladincol SAS.			
META			
Generar menos emisiones contaminantes anualmente en la empresa			
FUENTE DE GENERACIÓN			
horno túnel			
MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
Disminución de emisiones CO_2 a la atmosfera Optimizar el funcionamiento del horno tipo túnel Implementar al ducto del horno un filtro que retengan los gases contaminantes Disminución de emisiones de material particulado			
ACTIVIDADES A DESARROLLAR			
Realizar un cambio de combustible a gas natural o carbón de tipo coque, determinados por un cálculo de eficiencia energética. Humedecer tres veces al día el área de producción ya que esta emite material particulado Realizar mantenimiento semestralmente a la maquinaria y al horno túnel Realizar por lo menos una vez al año un estudio isocinetico que mida la cantidad de contaminantes emitidos al aire por el horno Instalar un filtro de mangas al ducto del horno lo que disminuirá las emisiones de gases contaminantes a la atmosfera Cubrir con malla sintética la zona de acopio de escombros y humedecer periódicamente , evitado así la dispersión de material particulado			
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN			
Aplicar durante el funcionamiento del horno túnel			
INDICADOR DE SEGUIMIENTO	informe monitoreo de la calidad de aire	RESPONSABLE	ingeniero ambiental
PRESUPUESTO			

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 94

Descripción	unidad	cantidad	precio unitario	precio total
cambio de combustible a gas natural	u	1		
Riego de agua	m ³	2000	\$1608	\$3216.000
mantenimiento de maquinaria	u	1	\$150.000	\$150.000
Auditoria de empresa ambiental	u	1	\$4.000.000	\$4.000.000
filtro de mangas al horno		1	\$100.000	\$100.000
malla sintética	m	50	\$10.000	\$500.000
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN				
ACTIVIDAD		TIEMPO		
cambio de combustible a gas natural		un año		
riego de agua		todos los días		
mantenimiento de maquinaria		semestralmente		
estudio isocinetico		una vez al año		
instalación de malla sintética		un mes (utilizada anualmente)		

ALCANCE 2. EMISIONES INDIRECTAS
OBJETIVO
Establecer medidas que permitan racionar el consumo de energía eléctrica
FUENTE DE GENERACIÓN
energía consumida en la empresa
META
reducir el valor económico de la factura energética
MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Generar acciones que reduzcan el consumo de energía Disminución en los costos de la factura eléctrica
ACTIVIDADES A DESARROLLAR
Utilizar en el área de oficina y baños bombillas ahorradoras tipo led. Apagar los equipos de cómputo en periodos de descanso (hora de onces, almuerzo) Verificar buena ventilación de los equipos. disponer de un panel solar , que cubra solo la energía requerida para el área administrativa y de esta manera se ahorraría en consumos energéticos
MOMENTO DE IMPLEMENTACIÓN
Aplicar durante jornada laboral

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 95

INDICADOR DE SEGUIMIENTO	facturas eléctricas	RESPONSABLE	ingeniero ambiental	
PRESUPUESTO				
descripción	unidad	cantidad	precio unitario	precio total
bombillas ahorradoras	u	7	\$20.000	\$140.000
panel solar	u	1	\$300.000	\$300.000
CRONOGRAMA DE EJECUCION				
actividad	tiempo			
instalación de bombillas ahorradoras	1 mes			
instalación panel solar	2 meses			

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

De acuerdo a la información analizada de las tres empresas ladrilleras y su medición de la huella de carbono para cada año base seleccionado, las emisiones generadas en cada una sirven como base para la toma de decisiones respecto a la necesidad de formular e implementar un sistema de gestión ambiental que sea eficiente y beneficie la productividad de cada una.

Para determinar la huella de carbono en cada una de las empresas se tuvieron en cuenta los factores de emisión específicos para cada tipo de gases de efecto invernadero desarrollado por la UPME.

Se destacaron en su mayoría las fuentes directas ya que este se basan los procesos operacionales de cada empresa, de acuerdo al análisis realizado en cada una, la empresa ladrillera que más genera emisiones de gases de efecto invernadero es la empresa alfarera Colombiana (EMALCO) reportando 1.495,60 Ton CO₂. Seguido se encuentra la empresa ladrillos el sol que reporta 1327,43 Ton CO₂ y por último se determinó que la empresa que menos genera emisiones es la empresa ladrillos industriales de Colombia (LADINCOL) reportando 1.327,43 Ton CO₂.

A continuación, se presenta una tabla que relaciona las emisiones generadas en cada una de las empresas y un reporte general de los alcances que se evidenciaron para cada fuente analizada.

Tabla 19. Reporte de emisiones para cada empresa

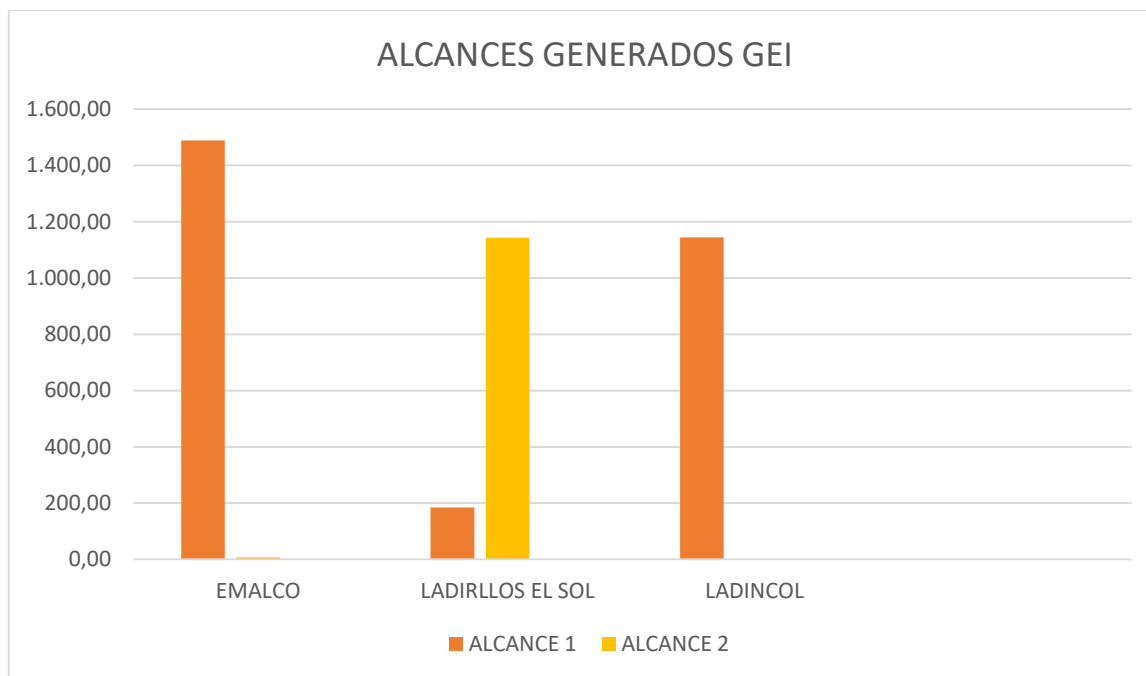
EMPRESA	ALCANCE 1	ALCANCE 2	HUELLA DE
	Ton CO ₂	Ton CO ₂	CARBONO
			GENERADA. Ton
			CO ₂ año
Emalco	1488,62	6,98	1.495,60

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 97

Ladrillos el Sol	184,07	1143,36	1.327,43
Ladincol	1,144,67	2,04	1,146,71

Obtenido de la huella de carbono generada por cada empresa (elaboración propia)

A continuación se relaciona una grafica de los alcances analizados en cada empresa



Grafica 7. Emisiones reportadas en cada alcance por cada empresa

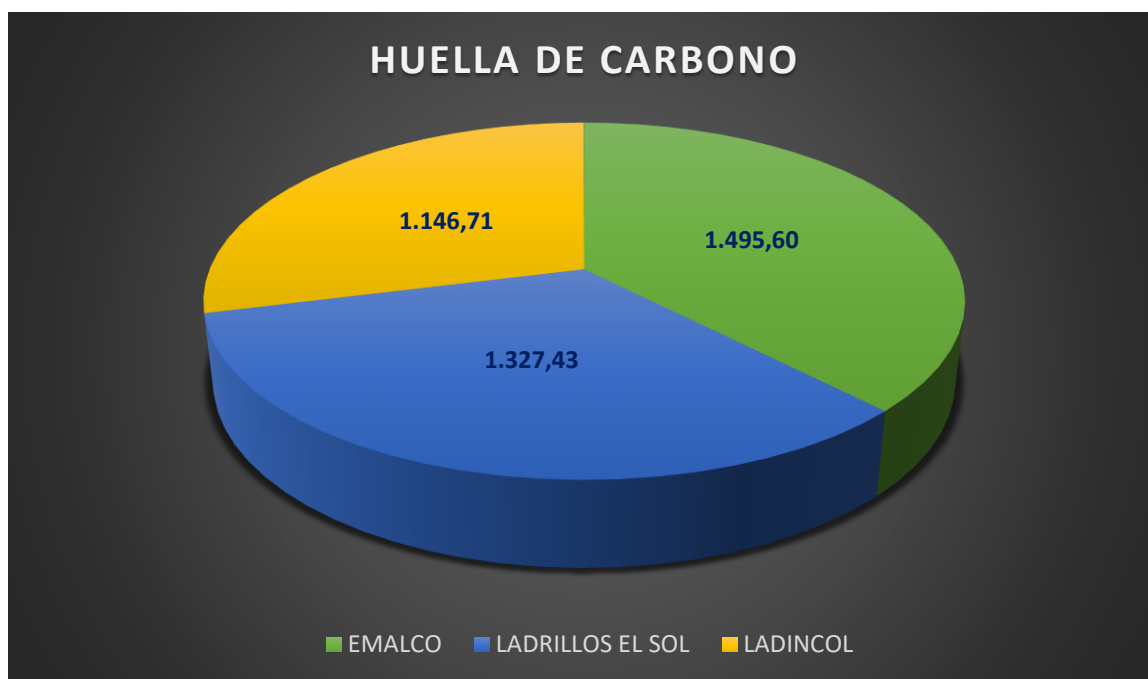
Fuente. Elaborada por el autor

En las tres empresas se analizaron los alcances 1 que corresponde a las emisiones directas generadas por el uso de combustible, según los datos analizados y en la representación gráfica se establece que el mayor alcance de emisiones generado se realiza en el alcance 1, lo que indica que cada empresa debe optar por utilizar otro tipo de combustible para que pueda optimizar sus procesos y disminuir sus GEI, y la empresa que mayor genera emisiones en este alcance es la ladrillera Emalco.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 98

También se analizó el alcance 2 que corresponde a las emisiones indirectas por el consumo de electricidad, donde la empresa que más emisiones genera en este alcance es la empresa ladrillos el Sol ya que esta hasta ahora está poniendo en marcha el funcionamiento del horno túnel, la cual requiere de bastante energía en sus procesos productivos.

De acuerdo a los anteriores cálculos para cada empresa se generó un total de emisiones de GEI, plasmados en la siguiente grafica con el fin de comparar cual empresa es la que genera una mayor huella de carbono:



Grafica 8. Caracterización de la huella de carbono para cada empresa

Fuente: elaboración del autor

En la gráfica se evidencia que la empresa que más genera GEI en su huella de carbono es la empresa EMALCO donde su año base fue el 2016, seguido de la empresa ladrillos el Sol donde su año base fue el 2014 y la empresa que menos GEI genera es la empresa Ladincol, donde se analizó un periodo de enero a octubre del año 2017.

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 99

Cada año base se seleccionó de acuerdo a la disponibilidad de datos con los que contaba cada empresa sobre los consumos de combustibles y energía eléctrica. Teniendo en cuenta la huella de carbono en cada empresa se diseñó unas estrategias de reducción en la generación de GEI medidas que se pueden implementar a corto, mediano y largo plazo pero que al realizarlas se beneficiaría la empresa no solo en costos de producción, sino que también favorecería al medio ambiente, haciendo que cada empresa sea más competitiva en la medida en que implementen más pronto las estrategias propuestas.

RECURSOS DISPONIBLES

Para cada ladrillera se plantearon una serie de estrategias y acciones que conducen a minimizar los impactos causados al medio ambiente e igualmente a la reducción de la huella de carbono generada.

Es necesario aclarar que estas acciones planteadas se desarrollaran a conciencia del propietario de la misma, es decir que no es exigencia que se lleven a término por parte del proyecto, es decisión libre de cada empresa sí desean implementar las medidas total o parcialmente.

Las estrategias de mitigación hacen referencia a los criterios evaluados en la huella de carbono donde se analizó el proceso que realiza cada ladrillera, desde el proceso extractivo y todas las etapas para llevar a cabo el producto que comercializan.

Es por eso que para cada ladrillera se definieron unas fichas donde se analizan los impactos generados en el alcance 1 (emisiones directas) que para cada una de ellas hace referencia al tipo de combustible y de este generan gases contaminantes a la atmosfera, igualmente se relacionan las actividades de mitigación para el alcance 2 (emisiones indirectas) y se plantea el programa de ahorro de energía.

De esta manera, a partir de estas fichas se incluye el presupuesto consolidado que incluye el costo total de cada una de las actividades en caso de que deseen implementar las medidas formuladas, igualmente para cada una de ellas (Ladincol, el Sol, Emalco) se incorpora un cronograma donde se puede llevar a cabo la evolución de cada ficha.

Adicionalmente se aclara que para la actividad planteada de cambio de combustible proyectado para cada ladrillera no se hace un presupuesto, ya que esta actividad exige un seguimiento específico al horno de cada ladrillera, cada uno de ellos tiene diferentes equipos, elementos y tecnología, lo que implica evaluar independientemente el sistema para hacer la reconversión, además de se debe evaluar aspectos como flujo de calor, la producción de piezas que cada uno genera; por lo cual se recomienda que cada empresa realice la cotización de esta propuesta dependiendo del sistema de reconversión por el que finalmente se inclinen.

A continuación, se presentan los costos específicos para las actividades planteadas en cada una de las ladrilleras.

PRESUPUESTO

Para llevar a cabo la recolección de la información para el presente proyecto y poder realizar las visitas a las empresas se tuvo que disponer de recursos materiales los cuales se relacionan con detalle a continuación:

Tabla 20. Presupuesto realización del proyecto .

DETALLE	FINANCIACIÓN		TOTAL (\$)
	EFFECTIVO	ESPECIE	
PERSONAL	2.000.000		2.000.000
EQUIPOS	1.000.000		1.000.000
SOFTWARE		X	
MATERIALES	230.000		230.000
MATERIAL BILIOGRAFICO		X	
PUBLICACIONES		X	
SERVICIOS TECNICOS	500.000		500.000
SALIDAS DE CAMPO	70.000		70.000
TRANSPORTE	84.000		84.000
MANTENIMIENTO	2.000.000		2.000.000
TOTAL			5.884.000

Fuente: elaboración propia

Para cada ladrillera se calculó la huella de carbono e igualmente se formulación unas fichas de mitigación para reducir la misma , lo que llevaría a optimizar la producción de cada empresa además de una eficiencia económica y ambiental , es por esto que a continuación se relacionan los presupuestos económicos para cada ladrillera en caso de que se lleven a término cada propuesta , es de aclarar que estos costos y la disposición de llevarlos a cabo los asume el gerente de cada empresa :

LADRILLERA EMALCO

Tabla 21. Presupuesto medidas de mitigación ladrillera Emalco

PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION MEDIDAS DE MITIGACION

RECURSOS	VALOR
	TOTAL
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	
Reconversión de combustible a gas natural	
válvulas para el ducto del horno	120.000
riego de agua	3.216.000
mantenimiento de la maquinaria	2.000.000
auditoria de una empresa ambiental	4.000.000
subtotal	9336000
AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	
Bombillas ahorradoras	120.000
maquina extrusora de ladrillos	70.000.000
subtotal	70.120.000
gran total	79.456.000

LADRILLERA EL SOL

Tabla 22. Presupuesto medidas de mitigación ladrillera El Sol

PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION MEDIDAS DE MITIGACION

RECURSOS	VALOR
	TOTAL
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	
Cambio de horno colmena a horno túnel	90000000
cambio de combustible a gas natural	
riego de agua	3.216.000
filtro de mangas al horno	100.000
auditoria de una empresa ambiental	4.000.000
subtotal	97316000
AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	
Bombillas ahorradoras	140.000
maquina extrusora de ladrillos	290.000
subtotal	430.000
gran total	97.746.000

LADRILLOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA (LADINCOL)

Tabla 23. Presupuesto medidas de mitigación Ladincol

PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACION MEDIDAS DE MITIGACION

RECURSOS	VALOR TOTAL
MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	
filtro de mangas	100000
cambio de combustible a gas natural	
riego de agua	3.216.000
mantenimiento de maquinaria	150.000
auditoria de una empresa ambiental	4.000.000
malla sintética	500.000
subtotal	7.966.000
AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	
Bombillas ahorradoras	140.000
Panel solar	300.000
subtotal	440.000
gran total	8.406.000

Elaboración propia

CRONOGRAMA

Ver en Anexos. El cronograma de implementación se proyecta teniendo en cuenta la disposición de las empresas en mejorar las condiciones de producción y por ende mitigar, controlar y reducir las emisiones contaminantes generadas al aire, sin embargo, se aclara que los tiempos proyectados y la implementación de las medidas descritas en el documento, dependen estrictamente de la decisión libre de cada empresa.

CONCLUSIONES

El inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) realizado y analizado en cada empresa ladrillera permitió conocer el tipo de fuentes de emisión de tipo directas o indirectas, indicando así que para las emisiones directas se encontraron el uso de combustible para cada tipo de horno y dentro de las emisiones indirectas se generaron a partir del consumo de energía eléctrica en los aparatos tanto de producción como del área administrativa.

La empresa LADINCOL genero un total de huella de carbono corporativa de 1.146,76 (t CO₂e/año) siendo su año base 2017 en el periodo de enero a octubre, de esta manera el alcance 1 que corresponde al generando en la etapa de cocción del producto 1.144,67 Ton CO₂^e y para el alcance 2 que corresponde al consumo de energía eléctrica reporto 2,04 Ton CO₂^e que representan el 0,18 % de la huella de carbono generada en la empresa, emisiones que se generan en algunos equipos de producción y en el área administrativa de la empresa.

Al realizar el cálculo de la huella de carbono para ladrillos el sol, se estableció que lo que más genera emisiones de CO₂ a la atmosfera es la energía adquirida que utilizan en los equipos de producción y oficina de la empresa, el total de la huella de carbono generada es 1.327,4284 ton/CO₂ eq al año.

De acuerdo a los datos analizados para la ladrillera Emalco se establece que la actividad que más genera Ton CO₂ es el consumo de carbón, combustible prioritario de la planta para poner en funcionamiento el horno túnel, el total de la huella de carbono generado corresponde a 1.488,45 tCO₂e/año

La fuente principal identificada en cada cálculo de huella de carbono está relacionada con el alcance 1 que son las emisiones directas de cada empresa, debido a la quema y consumo de combustible fósil, como lo es el carbón, por tal razón lo más aconsejable es que cada empresa cambie el tipo de combustible como el gas natural ya que además de esto disminuye sus costos.

La empresa que más genero emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo a su huella de carbono es la empresa Emalco reportando 1.495,60 Ton CO₂ con una incertidumbre de 19,81% lo que según la metodología del cálculo de incertidumbre GHG Protocol es considerada buena y validada la información reportada.

El sector alfarero en la ciudad de Sogamoso es donde más se reportan emisiones contaminantes, es por eso que cada empresa debe reportar su huella de carbono y de esta manera plantear estrategias de mitigación y reducción de estos gases, para la optimización no solo de sus procesos, sino también para evitar impactos ambientales como lo es el cambio climático.

La huella de carbono permitió identificar todas las emisiones de gases de efecto invernadero en cada ladrillera. , como estrategia de compensación se sugiere sembrar aproximadamente 5000 árboles los cuales se encargarían en capturar el CO₂ emitido.

Para cada análisis realizado en cada una de las ladrilleras se sugirieron unas medidas de mitigación las cuales si se llegan a realizar reducirían en gran medida los gases emitidos, por eso se aconseja volver a realizar un estudio de medición de huella de carbono en un tiempo de dos

años con el fin de verificar si las toneladas de emisión de CO₂ calculadas se reducen o aumentan a la atmosfera en cada ladrillera.

Como futura ingeniera ambiental el desarrollo del presente proyecto me ayudo a conocer más sobre los efectos del cambio climático y aplicar una medida que nos ayuda a reducirlos , como lo es el cálculo de la huella de carbono explore sobre sus métodos de medición y la legislación que la rige , como profesional me ayudo a fortalecer mi compromiso ambiental y a adquirir el conocimiento para la ejecución de este sistema que favorece al medio ambiente y tambien contribuye a la mejora continua de las empresas analizadas.

Las alternativas de mitigación planteadas para cada ladrillera se formularon a corto y largo plazo, debido a que algunas de ellas requieren de alta inversión económica y estas son responsabilidad de cada empresa.

Al realizar el cálculo de la huella de carbono para el sector alfarero se identificaron dos fuentes principales de emisión de gases de efecto invernadero como son el combustible fósil y la energía eléctrica , donde se utilizó el consumo mes a mes para cada año base seleccionado y de esta manera poder calcular la huella carbono para cada empresa.

RECOMENDACIONES

Cada empresa podría elaborar algunas fichas o guías en donde se pueda llevar el registro de las actividades que generan Gaseas de Efecto Invernadero, identificando el consumo en sus fuentes principales y de esta manera seria más fácil calcular la huella de carbono anual de cada empresa, además tambien serviría para realizar una comparación año tras año y así saber si la huella aumento, bajo o se mantiene igual.

Se aconseja que cada empresa documente tambien los mantenimientos que se realizan a las máquinas y tambien los estudios isocinetico que hagan ya que esto hace parte de las reducciones en huella de carbono

Hacer compensación ambiental con la siembra de plantas que sean endémicas como por ejemplo acacias o aliso ya que estas son retenedoras de dioxido de carbono (CO_2) a través de sus procesos de fotosíntesis

Se debe socializar con todo el personal de cada empresa el programa de huella de carbono, su estimación y las medidas de mitigación ya que ellos son participes en la generación de la huella de carbono

Realizar un programa que potencialice el uso de la materia que queda como escombros, ya que estos tambien tienen un manejo especial, y en la ladrillera están causando dispersión de material particulado lo que afecta no solo a la comunidad aledaña sino tambien en el cálculo de la huella de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Rodriguez, A. (20 de abril de 2016). *Medimos nuestra huella de Carbono en Termopaipa* . Obtenido de boletin de prensa Gensa: http://www.gensa.com.co/psw/wp-content/uploads/2016/04/Bolet%C3%ADn-de-Prensa_Medimos-nuestra-Huella-de-Carbono-en-Termopaipa.pdf

Corpoboyaca. (18 de enero de 2016). *Mision , vision y objetivos*. obtenido el 30 de octubre de 2017, de <http://www.corpoboyaca.gov.co/la-corporacion/mision-vision-y-objetivos/>

Corporacion ambiental empresarial CAEM. (abril de 2017). *informe de resultados Calculo de la huella de carbono corporativa*. obtenido el 25 de octubre de 2017, de huella de carbono - Colvinsa: <http://files.colvinsa.com/200001653-51aa1529f6/9.%20Informe%20copia2.pdf>

equipo tecnico de gases de efecto invernadero . (s.f.). *gases de efecto invernadero* . Obtenido de <http://www.insmet.cu/emisiones/pdf/Conceptos%20b%C3%A1sicos.pdf>

greenpeace Colombia. (s.f.). *Greenpeace Colombia*. obtenido el 12 de agosto de 2017, de <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/cambio-climatico/>

IDEAM . (s.f.). *Calidad del aire* . Obtenido de contaminacion atmosferica : <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire>

INGENIEROS.ES . (16 de febrero de 2017). *Doce años del protocolo Kyoto* . Obtenido de <http://www.ingenieros.es/noticias/ver/doce-anos-del-protocolo-de-kioto/6513>

instituto colombiano de normas tecnicas y certificacion . (26 de junio de 2013). *NTC 6000*. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC6000.pdf>

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 111

ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la republica de Colombia . (s.f.). *huella de carbono* . Obtenido de

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/465-plantilla-cambio-climatico-21>

Norma Tecnica Colombiana -NTC 6000. (19 de marzo de 2013). obtenido el 1 de noviembre de 2017, de sistemas de gestion ambiental huella de carbono: <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC6000.pdf>

Pulido Guio , A., Jimenez , R., Turriago, J. D., & Mendoza, J. E. (2012). *tercera comunicacion nacional de cambio climatico*. obtenido el 6 de octubre de 2017, de Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) Colombia:

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023421/cartilla_INGEI.pdf

Revista catorce trece . (6 de mayo de 2016). *tres decadas de contaminacion , caleras de Sogamoso cambian hornos por bonos de CO2*. Obtenido de

<https://www.catorce6.com/produccion-limpia/10721-tras-decadas-de-contaminacion-en-el-sugamuxi-caleras-cambian-hornos-por-bonos-de-co2>

secretaria distrital de ambiente - Bogota . (s.f.). *calculadora Co2 STORM* . Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/web/sda/calculadora-co2-storm1>

secretaria distrital de ambiente. (agosto de 2013). *guia para la elaboracion del informe de la huella de carbono corporativa en identidades publicas del distrito capital*. obtenido el 29 de octubre de 2017, de

http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=015755de-1e95-49fb-8c7c-667c4fb398fa&groupId=10157

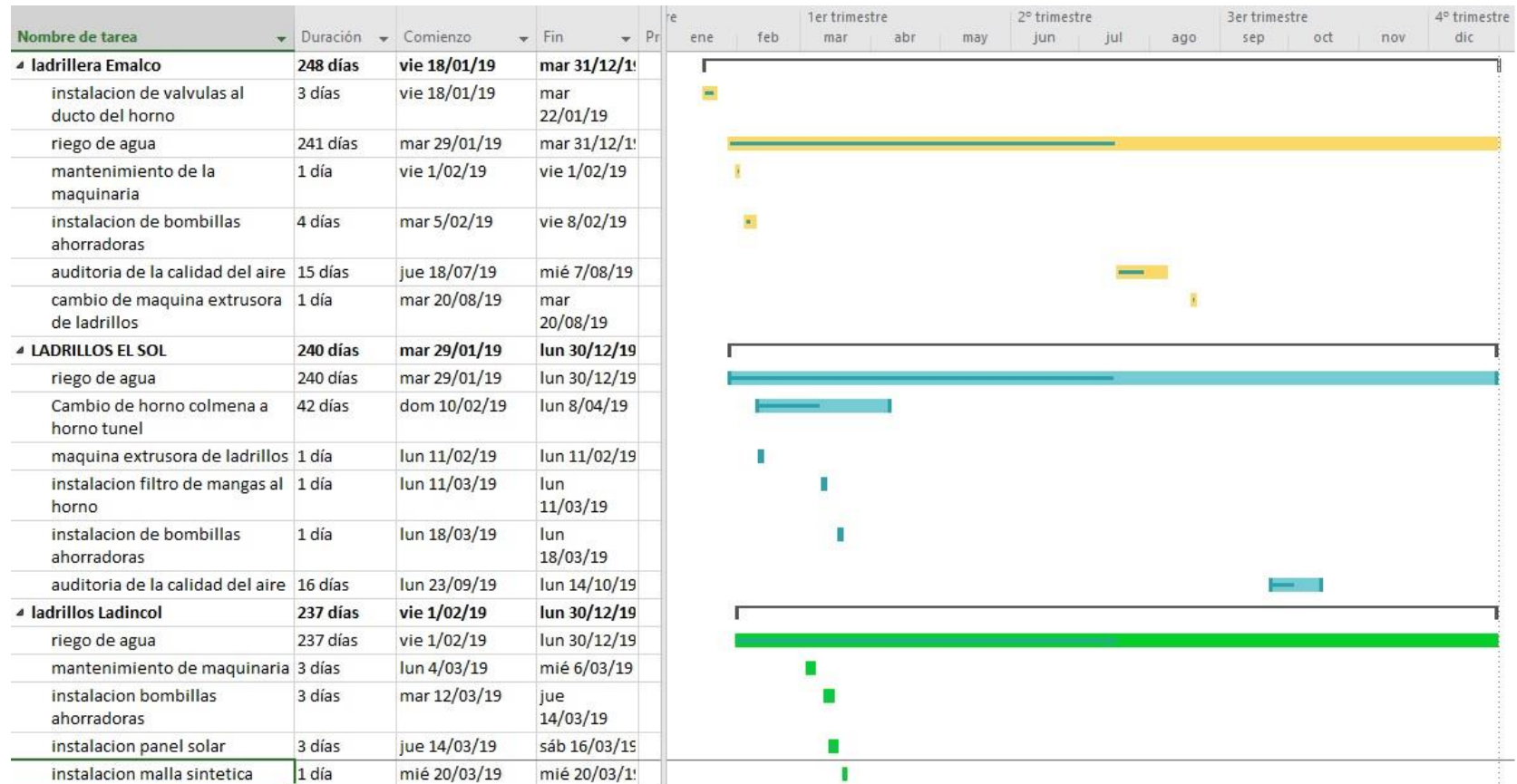
Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De
La Ciudad De Sogamoso 112

UPME, U. d. (s.f.). Sistema de información de petróleo y gas colombiano. Obtenido de
http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=3&tipoSerie=135&.

Anexos

1. Cronograma
2. Soporte de encuestas realizadas en cada ladrillera

CRONOGRAMA EVALUACION DE LA HUELLA DE CARBONO DE TRES IMPORTANTES EMPRESAS ALFARERAS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO.



Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 115

ENCUESTAS REALIZADAS EN CADA EMPRESA

LADRILLERA EMALCO

UNAD Universidad Nacional
de los Andes

"EVALUACION DE LA HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA POR TRES IMPORTANTES EMPRESAS ALFARERAS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO"

Encuesta medición de la huella de carbono

La presente encuesta busca identificar el estado actual en que se encuentra la empresa que va a ser evaluada, el proyecto tiene como objetivo analizar las instalaciones de la entidad para definir el alcance del Cálculo de la Huella de Carbono, e identificar las emisiones asociadas a las distintas actividades, clasificándolas como emisiones directas o indirectas. Una vez cuantificada la Huella de Carbono, se establecerán las estrategias que permitan reducir o compensar las emisiones generadas por la entidad.

Agradezco su colaboración al contestar la siguiente encuesta y espero la mayor sinceridad en las respuestas. Gracias.

Nombre de la empresa	Emalco Ltda		NIT:		
Dirección	Km 3 Via Sogamoso a Alota				
Número total de empleados	20				
Se cuenta con alguien que maneje la parte ambiental de la empresa	Si	No			
Si la respuesta anterior fue SI, Quien es el responsable del área ambiental de la empresa	Personero Ingeniero				
Se tiene un mapa de procesos	Si	X	NO		
Se tiene un plan de manejo ambiental	Si	X	NO		
Se encuentra actualizado el plan de manejo ambiental	Si	NO X			
Cuáles son las áreas de mayor consumo energético	Producción				
Qué tipo de combustible utilizan	Carben y Energía Eléctrica				
Se tiene un registro de consumo de agua, energía, materias primas, combustibles y residuos generados	Si	X	No		
				Agua	300 m ³ X Unid.
				Energía	28000 X Wh
				Materias primas	600 toneladas
				Combustible	60 toneladas
Residuos generados	No hay				
Generan vertimientos	Si	No			
Qué tipo de residuos se generan y que manejo se le dan	Reciclables	Ordinarios	Tóxicos		
Que manejo le dan a los residuos generados	Recolección de Basuras				
Ha desarrollado acciones para mejorar su eficiencia energética, cuales	Recibir versión tecnológica y mejoramiento en procesos				

UNAD Universidad Nacional de los Andes

Se han monitoreado o caracterizado las emisiones atmosféricas de la empresa	Si	No	¿Cuándo fue el último monitoreo realizado?
	X		2015
Se cumple con las normas ambientales de emisión	Res 909/08	Si	No
	Res 910/08		No sabe
Se ha medido alguna vez la huella de carbono en su empresa	Si	X	NO
Se han realizado cambios tecnológicos en el proceso para mejorar el proceso energético y productivo	Adquisición de nuevas tecnologías		
Está interesado en participar del proyecto y medir la huella de carbono de su empresa	Si	X	NO
Se compromete a brindar la información requerida para poder calcular la huella de carbono	Si	X	NO

ENCUESTADO

NOMBRE Rodolfo Pérez G

FIRMA

CC 24184114 sup

TELEFONO 310 200 2458

Deisy Lorena Jaime Guanoay
Estudiante de Ingeniería Ambiental UNAD- Sogamoso

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 116

LADRILLOS EL SOL

UNAD Universidad Nacional
de Ingeniería y Tecnología

"EVALUACION DE LA HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA POR TRES IMPORTANTES EMPRESAS ALFARERAS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO"

Encuesta medición de la huella de carbono

La presente encuesta busca identificar el estado actual en que se encuentra la empresa que va a ser evaluada, el proyecto tiene como objetivo analizar las instalaciones de la entidad para definir el alcance del Cálculo de la Huella de Carbono, e identificar las emisiones asociadas a las distintas actividades, clasificándolas como emisiones directas o indirectas, Una vez cuantificada la Huella de Carbono, se establecerán las estrategias que permitan reducir o compensar las emisiones generadas por la entidad.

Agradezco su colaboración al contestar la siguiente encuesta y espero la mayor sinceridad en las respuestas, Gracias.

Nombre de la empresa	LADRILLOS EL SOL S.A. NIT: 900399998-9			
Dirección	VPA OMBACHTA SECTOR BUENA VISTA			
Número total de empleados	13			
Se cuenta con alguien que maneje la parte ambiental de la empresa	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No		
Si la respuesta anterior fue SI, Quien es el responsable del área ambiental de la empresa				
Se tiene un mapa de procesos	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		
Se tiene un plan de manejo ambiental	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		
Se encuentra actualizado el plan de manejo ambiental	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO		
Cuales son las áreas de mayor consumo energético	Producción			
Qué tipo de combustible utilizan	CARBON Y NEPTA			
Se tiene un registro de consumo de agua, energía, materias primas, combustibles y residuos generados	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No	CANTIDAD	
			Agua	
			Energía	2300 KW
			Materias primas	460 TON
			Combustible	60 TON Carbon
Residuos generados	15 Esteriles			
Generan vertimientos	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No		
Qué tipo de residuos se generan y que manejo se le dan	<input checked="" type="checkbox"/> Reciclables	<input checked="" type="checkbox"/> Ordinarios	<input type="checkbox"/> Tóxicos	
Que manejo le dan a los residuos generados	DISPOSICION POR MEDIO SANITARIO Y PUNCO, PAVIMENTACION			
Ha desarrollado acciones para mejorar su eficiencia energética, cuales	SI, Implementación de Esteriles o quemados			

UNAD Universidad Nacional
de Ingeniería y Tecnología

Se han monitoreado o caracterizado las emisiones atmosféricas de la empresa	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No	¿Cuándo fue el último monitoreo realizado?	2016
Se cumple con las normas ambientales de emisión	Res 909/08	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> No sabe
Se ha medido alguna vez la huella de carbono en su empresa	Res 910/08	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
Se han realizado cambios tecnológicos en el proceso para mejorar el proceso energético y productivo	SI			
Está interesado en participar del proyecto y medir la huella de carbono de su empresa	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		
Se compromete a brindar la información requerida para poder calcular la huella de carbono	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO		

ENCUESTADO

NOMBRE *Rodrigo M. Pérez*

FIRMA *Rodrigo M. Pérez*


CC 74187850

TELEFONO 3172450964

Deisy Lorena Jaime Guanoy
Estudiante de Ingeniería Ambiental UNAD-Sogamoso

Evaluación De La Huella De Carbono Producida Por Tres Importantes Empresas Alfareras De La Ciudad De Sogamoso 117

LADRILLERA LADINCOL

 Universidad Nacional
Abierta y a Distancia


"EVALUACION DE LA HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA POR TRES IMPORTANTES EMPRESAS ALFARERAS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO"

Encuesta medición de la huella de carbono

La presente encuesta busca identificar el estado actual en que se encuentra la empresa que va a ser evaluada, el proyecto tiene como objetivo analizar las instalaciones de la entidad para definir el alcance del Cálculo de la Huella de Carbono, e identificar las emisiones asociadas a las distintas actividades, clasificándolas como emisiones directas o indirectas. Una vez cuantificada la Huella de Carbono, se establecerán las estrategias que permitan reducir o compensar las emisiones generadas por la entidad.

Agradezco su colaboración al contestar la siguiente encuesta y espero la mayor sinceridad en las respuestas. Gracias.

Nombre de la empresa	Ladincol SAS	NIT: 900577374-9				
Dirección	Vereda Buena Vista - Ambachita					
Número total de empleados	Catorce.					
Se cuenta con alguien que maneje la parte ambiental de la empresa	SI	No				
Si la respuesta anterior fue SI, Quien es el responsable del área ambiental de la empresa.						
Se tiene un mapa de procesos	X	NO				
Se tiene un plan de manejo ambiental	SI X	NO				
Se encuentra actualizado el plan de manejo ambiental	SI	NO				
Cuales son las áreas de mayor consumo energético.	Producción y cocción.					
Qué tipo de combustible utilizan	Electrica y carbón					
Se tiene un registro de consumo de agua, energía, materias primas, combustibles y residuos generados	SI	No X	CANTIDAD			
			Agua			
			Energía			
			Materias primas			
			Combustible			
Residuos generados						
Generan vertimientos	SI	No X	Industrial	Domestico		
Qué tipo de residuos se generan y que manejo se le dan	Reciclables X	Ordinarios X	Tóxicos	Otros/cuales proceso.		
Que manejo le dan a los residuos generados	Se devuelven al proceso.					
Ha desarrollado acciones para mejorar su eficiencia energética, cuales	Se ha realizado reconversión tecnológica en procesos productivos					

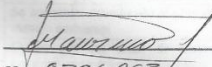
 Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

Se han monitoreado o caracterizado las emisiones atmosféricas de la empresa	SI	No	¿Cuándo fue el último monitoreo realizado?
	X		Junio año 2012.
Se cumple con las normas ambientales de emisión	Res 909/08	SI	No
	Res 910/08		No sabe
Se ha medido alguna vez la huella de carbono en su empresa	SI		NO X
Se han realizado cambios tecnológicos en el proceso para mejorar el proceso energético y productivo.	Si		
Está interesado en participar del proyecto y medir la huella de carbono de su empresa	SI X		NO
Se compromete a brindar la información requerida para poder calcular la huella de carbono	SI X		NO

ENCUESTADO

NOMBRE

FIRMA



CC 9396893

TELEFONO 3133865240

Delsy Lorena Jaime Guanay
Estudiante de Ingeniería Ambiental UNAD-Sogamoso