

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE BLOQUE
DE ARCILLA EN LADRILLERA “LOS CRISTALES”**

FABIAN DEVIA WILCHES

CÉSAR DARIO SUÁREZ



UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA

INSTITUTO DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL BOGOTÁ D.C.

2016

**EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE BLOQUE
DE ARCILLA EN LADRILLERA “LOS CRISTALES”**

FABIAN DEVIA WILCHES

CÉSAR DARIO SUÁREZ

DOCTORA. Manuela Avellaneda

Docente Trabajo de Grado

Instituto de posgrados de ingeniería

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA

INSTITUTO DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL BOGOTÁ D.C.

2016

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
4. MARCO REFERENCIAL	4
4.1 MARCO TEÓRICO.....	4
4.1.1 <i>La Huella de Carbono.</i>	4
4.1.2 <i>La Minería.</i>	9
4.1.3 <i>La producción del bloque de arcilla</i>	10
4.1.4 <i>Impactos Ambientales de la Actividad extractiva para la Fabricación de Bloques, ladrillos y Tejas</i>	12
4.2 MARCO LEGAL	14
4.2.1 <i>Tratados internacionales en medio ambiente y desarrollo sostenible ratificados por Colombia</i>	15
4.2.2 <i>Minería y Medio Ambiente en la Constitución Política de Colombia.</i>	19
4.2.3 <i>Normas Nacionales y Regionales</i>	24
4.3 MARCO GEOGRÁFICO.....	31
5. METODOLOGÍA	33
5.1 <i>Metodología para el desarrollo del objetivo específico I</i>	35
5.2 <i>Metodología para el desarrollo del objetivo específico II</i>	38
5.3 <i>Metodología para el desarrollo del objetivo específico III</i>	40
6. RESULTADOS	43
6.1 PRIMER OBJETIVO	43
6.1.1 <i>Descripción del proceso productivo</i>	43
6.1.2 <i>Ecomapa Ladrillera Los Cristales (ver Figura 36)</i>	75
6.1.3 <i>Ecobalance de Ladrillera los Cristales</i>	78
6.2 SEGUNDO OBJETIVO	88
6.1.1 <i>Cálculo de Huella de Carbono de acuerdo a los procesos identificados en el objetivo 1 en la Ladrillera Los Cristales (ver Figura 8)</i>	88
6.1.2 <i>Elaboración diagrama de Pareto</i>	103
6.3 TERCER OBJETIVO.....	111
6.3.1 <i>Sustitución de horno Hoffman Semicontinuo por horno de Túnel Continuo con tres diferentes opciones energéticas</i>	113
6.3.2 <i>Comparación con otras investigaciones</i>	117
6.3.2.3 <i>Sistemas integrados de energía de fuentes renovables en Ladrilleras en Italia (Moedinger 2012).</i>	118
7. CONCLUSIONES	120
8. RECOMENDACIÓN	121
9. REFERENCIAS	123

10. ANEXOS	130
ANEXO 1: DATOS DE PRODUCCIÓN, CONSUMOS Y VERTIMIENTOS DE LADRILLERA LOS CRISTALES ENTRE ENERO Y ABRIL DE 2016 (LISTA DE CHEQUEO OBJETIVO ESPECIFICO I).....	130
ANEXO 2 DETERMINACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO PARA PROCESAR 19 TONELADAS DE MATERIA PRIMA ENTRE ENERO – ABRIL DE 2016	133
ANEXO 3. DETERMINACIÓN CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL PARA PROCESAR 19 TONELADAS DE MATERIA PRIMA ENTRE ENERO – ABRIL DE 2016.....	135
ANEXO 4 DETERMINACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO POR PROCESO ENTRE ENERO – ABRIL DE 2016	136
ANEXO 5 DETERMINACIÓN DE RELACIÓN ARCILLA CARBÓN Y TIEMPO DE COCCIÓN DEL HORNO PARA ECOBALANCE DE COCCIÓN	137
ANEXO 6 ENERGÍA CALÓRICA TOTAL CONSUMIDA Y APROVECHADA POR EL HORNO HOFFMAN SEMICONTINUO ENTRE ENERO Y ABRIL DE 2016 EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	138
ANEXO 7 PROYECTO BIOGAS RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA.....	139

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS CON LA PRODUCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA.....	14
TABLA 2. TRATADOS INTERNACIONALES EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE	16
TABLA 3. DISPOSICIONES MEDIOAMBIENTALES CONSTITUCIÓN.....	19
TABLA 4. LA CONSTITUCIÓN NACIONAL EN RELACIÓN CON LOS RECURSOS MINEROS.....	22
TABLA 5. NORMATIVIDAD PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EXPLOTACIÓN DEL SECTOR LADRILLERO A NIVEL NACIONAL	25
TABLA 6. NORMATIVIDAD PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EXPLOTACIÓN DEL PARQUE MINERO INDUSTRIAL EL MOCHUELO	26
TABLA 7. COMPONENTE FÍSICO PARQUE MINERO INDUSTRIAL EL MOCHUELO.....	32
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DE ZONAS DEL PARQUE MINERO INDUSTRIAL EL MOCHUELO.....	33
TABLA 9. PRODUCTOS OBTENIDOS Y EMISIONES GENERADAS EN LA EXTRACCIÓN DE MATERIA PRIMA EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	47
TABLA 10. PRODUCTO OBTENIDO Y EMISIONES GENERADAS DEL TRANSPORTE Y MEZCLA DE MATERIA PRIMA LADRILLERA LOS CRISTALES.....	50
TABLA 11. PRODUCTO OBTENIDO Y EMISIONES GENERADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE CAJÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	53
TABLA 12. CONSUMOS, INSUMOS, PRODUCTOS Y EMISIONES EN EL TAMIZADO EN LADRILLERA LOS CRISTALES	56
TABLA 13. CONSUMOS, INSUMOS, PRODUCTOS Y EMISIONES EN EL EXTRUSADO DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	60
TABLA 14. CONSUMOS, INSUMOS, PRODUCTOS Y EMISIONES EN EL CORTE DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	62
TABLA 15. CONSUMOS, INSUMOS, PRODUCTOS, RESIDUOS Y EMISIONES EN EL PROCESO DE SECADO NATURAL EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	64
TABLA 16. CONSUMOS, INSUMOS, PRODUCTOS Y EMISIONES EN EL PRECALENTAMIENTO DEL HORNO HOFFMAN SEMICONTINUO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.	66
TABLA 17. CONSUMOS INSUMOS Y EMISIONES EN LA TRITURACIÓN DE CARBÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES	68
TABLA 18. CARACTERÍSTICAS DEL CARBÓN UTILIZADO EN LADRILLERA LOS CRISTALES	69
TABLA 19. CONSUMOS, INSUMOS, EMISIONES, PRODUCTOS Y RESIDUOS EN EL QUEMADO DE CARBÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES	72
TABLA 20. CONSUMOS, INSUMOS, PRODUCTOS Y EMISIONES DESHORNADAS DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES	74
TABLA 21. ECOBALANCE DEL PROCESO DE EXPLOTACIÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES	79
TABLA 22. ECOBALANCE DE TRANSFORMACIÓN DEL BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES.	81
TABLA 23. ECOBALANCE DEL SECADO NATURAL DEL BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	84
TABLA 24. ECOBALANCE DE LA COCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES	85
TABLA 25. CALCULO HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO DE EXPLOTACIÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016.....	90
TABLA 26. FUENTES DE EMISIÓN DEL PROCESO DE EXPLOTACIÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016.....	91
TABLA 27. CALCULO HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016	92
TABLA 28. FUENTES DE EMISIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016	93
TABLA 29. CALCULO HUELLA DE CARBONO DEL PROCESO DE SECADO NATURAL DEL BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016	94
TABLA 30. FUENTES DE EMISIÓN DEL PROCESO DE SECADO NATURAL DEL BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016	95
TABLA 31. CALCULO HUELLA DEL PROCESO DE COCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016.....	96
TABLA 32. FUENTES DE EMISIÓN DEL PROCESO DE COCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016	97
TABLA 33. CALCULO HUELLA DE CARBONO DE OTRAS ÁREAS QUE NO PARTICIPAN EN EL PROCESO PRODUCTIVO EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016	98
TABLA 34. FUENTES DE EMISIÓN DE OTRAS ÁREAS QUE NO PARTICIPAN EN EL PROCESO PRODUCTIVO EN LADRILLERA LOS CRISTALES. ENERO – ABRIL 2016.....	99
TABLA 35. CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO TOTAL DE ENERO A ABRIL DE 2016 EN LADRILLERA LOS CRISTALES	101

TABLA 36. FUENTES DE EMISIÓN PARA CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO TOTAL DE ENERO A ABRIL DE 2016 EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	102
TABLA 37. EMISIONES CO ₂ EQUIVALENTES POR PROCESO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	103
TABLA 38. ANÁLISIS DEL TOTAL DE EMISIONES DE TONELADAS TOTALES DE CO ₂ EQUIVALENTES EN LADRILLERA LOS CRISTALES	105
TABLA 39. ANÁLISIS DEL APORTE AL TOTAL DE EMISIONES DE TONELADAS TOTALES DE CO ₂ EQUIVALENTES EN LADRILLERA LOS CRISTALES EN EL PROCESO DE COCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA.....	106
TABLA 40. ANÁLISIS DEL APORTE DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA AL TOTAL DE EMISIONES DE TONELADAS TOTALES DE CO ₂ EQUIVALENTES EN LADRILLERA LOS CRISTALES	107
TABLA 41. ANÁLISIS DEL APORTE AL TOTAL DE EMISIONES DE TONELADAS TOTALES DE CO ₂ EQUIVALENTES EN LADRILLERA LOS CRISTALES EN EL PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA.....	108
TABLA 42. ANÁLISIS DEL APORTE AL TOTAL DE EMISIONES DE TONELADAS TOTALES DE CO ₂ EQUIVALENTES EN LADRILLERA LOS CRISTALES EN EL PROCESO DE SECADO DE BLOQUE DE ARCILLA	109
TABLA 43. ANÁLISIS DEL APORTE AL TOTAL DE EMISIONES DE TONELADAS TOTALES DE CO ₂ EQUIVALENTES EN LADRILLERA LOS CRISTALES DE OTRAS ÁREAS FUERA DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL BLOQUE DE ARCILLA.....	110
TABLA 44. CUANTIFICACIÓN DE TONELADAS DE CO ₂ EQUIVALENTES DEL PROCESO DE COCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA ENTRE ENERO Y ABRIL DE 2016 EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	111
TABLA 45. COMPARACIÓN HUELLA DE CARBONO ACTUAL VS. HUELLA DE CARBONO DE ALTERNATIVAS SIMULADAS.....	116
TABLA 46. LADRILLO COCIDO CON COMBUSTIBLES FÓSILES / LADRILLO COCIDOS CON ENERGÍAS RENOVABLES.....	119
TABLA 47. CANTIDAD DE EMISIONES EVITADAS POR SUSTITUCIÓN A ENERGÍAS RENOVABLES	120
TABLA 48. CANTIDAD DE MATERIAL PROCESADO ENERO A ABRIL DE 2016	130
TABLA 49. CANTIDAD DE COMBUSTIBLE DIÉSEL CONSUMIDO ENERO A ABRIL DE 2016.....	131
TABLA 50. CANTIDAD DE CARBÓN CONSUMIDO DE ENERO A ABRIL DE 2016	131
TABLA 51. CANTIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DE ENERO A ABRIL DE 2016	132
TABLA 52. CONSUMO DE AGUA POTABLE DE AUACACT ESP ENERO – ABRIL DE 2016.....	132
TABLA 53. CONSUMO ELÉCTRICO TRANSFORMACIÓN.....	134
TABLA 54. CONSUMO ELÉCTRICO COCCIÓN Y DESHORNE.....	134
TABLA 55. PROMEDIOS CONSUMO COMBUSTIBLE DIÉSEL.....	135
TABLA 56. CONSUMO ELÉCTRICO POR ÁREAS	136

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 RESUMEN DE ALCANCES Y EMISIONES (GHG PROTOCOL)	8
FIGURA 2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA	12
FIGURA 3. PARQUES MINERO INDUSTRIALES.....	31
FIGURA 4. DIAGRAMA DE FLUJO DESARROLLO OBJETIVO ESPECÍFICO I.....	35
FIGURA 5. DIAGRAMA DE FLUJO DESARROLLO OBJETIVO ESPECÍFICO II.....	38
FIGURA 6. DIAGRAMA DE FLUJO DESARROLLO OBJETIVO ESPECÍFICO III.....	40
FIGURA 7. DIAGRAMA DE FLUJO DESARROLLO DE METODOLOGÍA.....	42
FIGURA 8. PROCESO PRODUCTIVO LADRILLERA LOS CRISTALES	43
FIGURA 9. EXPLOTACIÓN A TAJO ABIERTO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	44
FIGURA 10. DIAGRAMA DE ZANJA DE CORONACIÓN DE LADRILLERA LOS CRISTALES.....	45
FIGURA 11. EXTRACCIÓN UTILIZANDO RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 330L EN LADRILLERA LOS CRISTALES	46
FIGURA 12. DIAGRAMA DE LAS DIMENSIONES DE LOS TALUDES Y BERMAS DE LADRILLERA LOS CRISTALES	46
FIGURA 13. BULDÓCER XCMG TY160	48
FIGURA 14. MADURACIÓN MEZCLA Y ALMACENAMIENTO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	49
FIGURA 15. ALIMENTACIÓN DE CAJÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	51
FIGURA 16. CAJÓN ALIMENTADOR EN LADRILLERA LOS CRISTALES	51
FIGURA 17. CARGADOR FRONTAL ARTICULADO XCMG ZL30G	52
FIGURA 18. BANDA TRANSPORTADORA DE ZARANDA EN LADRILLERA LOS CRISTALES	54
FIGURA 19. ZARANDA Y MOLINO EN LADRILLERA LOS CRISTALES	55
FIGURA 20. MEZCLADOR PARA BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES	57
FIGURA 21. EXTRUSORA PARA BLOQUE DE ARCILLA EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	57
FIGURA 22. CORTE DE BLOQUE EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	61
FIGURA 23. TRANSPORTE A PATIO DE SECADO EN LADRILLERA LOS CRISTALES	63
FIGURA 24. PATIO DE SECADO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	63
FIGURA 25. LLENADO DE HORNO CON BLOQUE DE ARCILLA SECO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	65
FIGURA 26. DIAGRAMA PRECALENTAMIENTO DEL HORNO HOFFMAN SEMICONTINUO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	65
FIGURA 27. VENTILADOR DE SUCCIÓN EN HORNO HOFFMAN SEMI CONTINUO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	66
FIGURA 28. MOLINO DE CARBÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES	67
FIGURA 29. CARBOJETS PARA INYECCIÓN DE CARBÓN EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	70
FIGURA 30. HORNO HOFFMAN SEMICONTINUO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.	70
FIGURA 31. AGUJEROS PARA LA INYECCIÓN DE CARBÓN UBICADOS EN EL TECHO DEL HORNO	71
FIGURA 32. VENTILADOR ELÉCTRICO PARA DESHORNE EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	73
FIGURA 33. EXTRACCIÓN DE BLOQUE DE ARCILLA COCIDO EN HORNO HOFFMAN SEMICONTINUO EN LADRILLERA LOS CRISTALES	74
FIGURA 34. PATIO DE ALMACENAMIENTO DE BLOQUE DE ARCILLA TERMINADO EN LADRILLERA LOS CRISTALES.....	75
FIGURA 35. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA LADRILLERA LOS CRISTALES.....	76
FIGURA 36. ECOMAPA LADRILLERA LOS CRISTALES.....	77
FIGURA 37. DIAGRAMA DE PARETO DE EMISIONES CO ₂ EQUIVALENTES POR PROCESO EN LADRILLERA LOS CRISTALES	104
FIGURA 38. DIAGRAMA DE DECISIÓN.....	112
FIGURA 39, HORNO DE TÚNEL EN LADRILLERA SAN CRISTÓBAL, MEDELLÍN - COLOMBIA	112
FIGURA 40. HORNO DE TÚNEL	114
FIGURA 41. PLANTA DE BIOGÁS EN EL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA	139
FIGURA 42. QUEMA DE GAS EN ANTORCHA RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA	140
FIGURA 43. PLANTA DE COGENERACIÓN ELÉCTRICA DE BIOGÁS EN RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA.....	141

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sur de Bogotá ha venido experimentando diversos impactos ambientales, entre los cuales se destaca la ruralización y urbanización de ecosistemas que se habían creado naturalmente, también está el asentamiento de actividades tan importantes como la minería donde Los habitantes del sur de la ciudad ven en la misma un gran problema socio ambiental, pues no solamente afecta la ecología y el paisaje, sino que es evidente el riesgo que representa para los vecinos y la salud. En el caso del Parque Minero Industrial el Mochuelo, la explotación de arcilla para la fabricación de bloque, ladrillos y tejas, genera impactos negativos en la salud de los trabajadores y de la población residente relacionadas con la explotación y quema de arcilla (Sanabria, 2014).

Sin embargo, esta industria no solo genera impactos negativos; pues se observan en el área de influencia directa impactos positivos como la generación de empleo, el desarrollo de industria y servicios, como lo son la metal mecánica y el transporte, destinadas a suplir los productos necesarios para el funcionamiento de estas empresas.

En el Parque Minero Industrial el Mochuelo coexisten cerca de 40 empresas, donde el método productivo es el resultado del saber acumulado a través del tiempo lo cual resulta en procedimientos empíricos que no tienen en cuenta indicadores de gestión. Esta omisión no permite la utilización eficiente de las instalaciones y equipos a usarse, por tanto, se requiere la construcción de una alternativa de programación de la producción que implica asumir de problema de investigación la construcción de un modelo que permita disponer en el tiempo del uso eficiente de las instalaciones (Peña, 2006).

Estos tipos de modelo son una tendencia a nivel mundial ya que la minería a cielo abierto en el mundo ha motivado el inicio de procesos enfocados al control y minimización de los impactos que esta genera. Esta situación se evidencia en el Parque Industrial Minero Mochuelo ya que en este parque la presencia de canteras asociadas a la explotación minera ha suscitado puntos de discusión tanto por su situación de legalidad como por los diversos factores adversos que esta actividad genera en el medio ambiente, sin embargo en la localidad los proyectos mineros también son considerados como obras que representan una mejora en la calidad de vida de los habitantes porque constituye un elemento importante de desarrollo (empleo) (Luna, 2015).

El uso de la Huella de Carbono ha encontrado un importante campo de contribución en cuanto la eficiencia energética y los impactos en los costos de producción situación que mejora el margen de beneficio de la empresa contribuyendo no solo a la sostenibilidad ambiental sino a la rentabilidad económica de la empresa. La introducción de Huella de Carbono como un indicador en la cadena de suministro existe como una serie de iniciativas en etapa inicial a menudo en bases institucionales además y a pesar de la falta de un marco metodológico, varias empresas en latino América han implementado procesos de medición de Huella de Carbono que demuestran

los inicios de una concientización y que varía según la orientación económica (Espíndola & Valderrama, 2012).

Para el caso de La empresa Productora de Bloque de arcilla objeto del presente estudio “Ladrillera los Cristales” la medición de la Huella de Carbono en sus procesos se convierte en una herramienta que permite trabajar el concepto de ecoeficiencia e identificar oportunidades de reducción de consumo energético en su proceso productivo (Rodríguez, Martínez, & Udaquiola, 2014) además le permite avanzar en el desarrollo y promoción de productos y servicios que satisfacen las necesidades y deseos de los clientes en términos como calidad, desempeño, precios competitivos y conveniencia sin causar contaminación o detrimento del medio ambiente (Echeverri, 2010) llevándonos a preguntarnos ¿Cuál es el impacto de la producción de Bloque calculado mediante la Huella de Carbono en la “Ladrillera Los Cristales” y hasta qué punto se puede mejorar su eficiencia energética a través de este concepto reduciendo sus costos de funcionamiento mientras se logran procesos de fabricación más limpios?

2. JUSTIFICACIÓN

“Ladrillera los Cristales” es una mediana empresa fundada desde el año 2001 que se ha caracterizado por la producción de productos económicos y de buena de calidad que compiten contra los artículos de las grandes ladrilleras a nivel Local. A fin de seguirse manteniendo vigente y empezar a ser reconocida como una empresa de vanguardia “ladrillera Los Cristales” comienza a ver la necesidad de innovar en sus procesos a fin de transformar su producción a parámetros ecológicos más allá de los exigidos por las autoridades, por tanto, se decide calcular sus emisiones directas e indirectas de Huella de Carbono en su proceso productivo como un importante paso para optimizar sus recursos y avanzar eficientemente a una producción más limpia. Implementar un modelo de eficiencia energética a través del cálculo de la Huella de Carbono en su proceso productivo permitiría a esta empresa los siguientes avances:

- **Ventaja Competitiva:** En este caso, “Ladrillera Los Cristales” puede generar un atributo en sus productos para convertirlos en ecológicos, lo que les permitirá diferenciarse radicalmente y modificar su promesa de valor a los clientes (Echeverri, 2010).
- **Reducción de la Contaminación:** Mediante el cálculo estandarizado de las emisiones que tienen lugar durante los procesos productivos la empresa puede reducir los niveles de contaminación (CEPSA,2014) a través de la disminución de sus emisiones directas que son las que ocurren directamente en el caso específico analizado como consumo de combustibles directos, emisiones atmosféricas, generación de desechos entre otros; la disminución de sus emisiones indirectas relacionadas con el consumo de energía y de otras emisiones indirectas relacionadas con el uso de insumos de fabricación y fin de vida

de los productos utilizados (Cepal & Gobierno de Francia, 2010) en sus áreas de influencia directa e indirecta.

- **Participar en la Construcción de una regulación ambiental eficiente:** El acuerdo 257 de 2006 en su artículo 103, determinó como objetivo de la Secretaría Distrital de Ambiente orientar y liderar la formulación de políticas ambientales y de aprovechamiento de los recursos ambientales y del suelo tendientes a preservar la diversidad integridad del ambiente, el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos distritales y la conservación de áreas protegidas, para garantizar una relación adecuada entre la población y el entorno ambiental (Corporación Ambiental Empresarial, 2008). Específicamente para el caso de “Ladrillera los Cristales” mediante la implementación de la medición de la Huella de Carbono se avanza de manera voluntaria en el Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) a través de la formulación e implementación de programas de gestión ambiental en este caso en el marco del lineamiento del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).
- **Ayudar al avance de la Industria en El Parque Minero Industrial el Mochuelo:** Al implementar un modelo de eficiencia energética basado en el cálculo de la Huella de Carbono en su proceso productivo “Ladrillera los cristales” puede aportar las metodologías y resultados como “Alternativas tecnológicas para la producción de ladrillos y tejas” a ANAFALCO asociación del sector a la cual Los Cristales pertenece ayudando al avance de los demás asociados.
- **Eficiencia Energética:** El uso de la Huella De Carbono ha encontrado un importante campo de contribución en cuanto la eficiencia energética y los impactos en los costos de producción situación que mejora el margen de beneficio de la empresa contribuyendo no solo a la sostenibilidad ambiental sino a la rentabilidad económica de la empresa (Espíndola & Valderrama, 2012).

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer Estrategias para la disminución de la Huella de Carbono en “Ladrillera Los Cristales” a través del concepto de eficiencia energética en sus procesos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el estado actual del proceso productivo de bloque de arcilla a través de un diagnóstico para clasificar cada uno de sus procesos y su relación con la Huella de Carbono.
- Calcular la Huella de Carbono en los diferentes procesos de fabricación en “Ladrillera los Cristales” y seleccionar los más relevantes.
- Presentar una propuesta para la disminución de la Huella de Carbono del proceso productivo en los procesos más relevantes a través de programas de eficiencia energética.

4. MARCO REFERENCIAL

A fin de mostrar las referencias necesarias para esta investigación, a continuación, presentamos el marco referencial.

4.1 MARCO TEÓRICO

4.1.1 La Huella de Carbono.

La Huella de Carbono (HDC) definida en forma muy general, representa la cantidad de Gases Efecto Invernadero (Gases Efecto Invernadero) emitidos a la atmosfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios, y es considerada la más importante de las herramientas para cuantificar los Gases Efecto Invernadero (Espíndola & Valderrama, 2012).

Al inicio de los años setenta, los científicos y el Club de Roma, mediante el informe los límites del crecimiento, comenzaron a llamar la atención de los políticos sobre la creciente amenaza mundial del calentamiento de la Tierra es obvio que no fueron escuchados y que continuo el consumo de combustible y de árboles. Fue hasta 1987 con la convención de Brundtland cuando el cambio climático entro en la agenda política llegando a recomendar en la conferencia mundial sobre la atmosfera cambiante en Toronto en 1988 la reducción de emisiones de CO₂ en un 20% para el 2005 con respecto a ese año, poco después se creó en la Naciones Unidad en el programa para el medio ambiente (PMUNA) Panel Intergubernamental del Cambio climático (IPCC), como una comisión interdisciplinar e internacional de científicos en cargada de estudiar las

evidencia científicas de las contribución del ser humano al calentamiento de la tierra y del estudio de sus efectos (Doménech & AENOR, 2007).

Solo hasta 1992 se comienza a tomar en serio el cambio climático, en este año se realiza la primera cumbre de medio ambiente y desarrollo sostenible, en donde se crea la convención de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMUCC). En 1995 se realiza la primera reunión de las partes en Berlín para dar inicio a las negociaciones con el objetivo de llegar a un acuerdo que permitan reducir el Cambio Climático. En junio de 1997 se realiza una asamblea general de la ONU, en New York (cumbre de la tierra +5) con el objetivo de analizar los acuerdos de la cumbre Rio +20 y establecer reglas jurídicamente vinculantes que reduzcan las emisiones de Gases Efecto Invernadero los cuales son los causales del cambio climático. En diciembre del mismo año un convenio marco (CoP-3) es realizado en la ciudad Kioto con el objetivo de lograr un acuerdo específico para disminuir los Gases Efecto Invernadero a través de la fijación de cuotas máximas por país del cual surge el conocido protocolo de Kioto, en donde los 30 países más industrializados del mundo se comprometieron en reducir en un 5,2% en las emisiones Gases Efecto Invernadero entre los años 2008 y 2013, tomando como referencia los niveles emitidos en 1990 (Tapia, Olivares & Nuñez, 2013).

Los gases efecto invernadero definidos en el protocolo de Kioto son los siguientes:

Dióxido de carbono (CO₂). No es el más potente pero sí el más abundante por lo que se le considera referencia para los demás Gases de Efecto Invernadero, su concentración en la atmosfera ha crecido de 270 PPM, en la era preindustrial hasta alcanzar la 371 PPM en la actualidad, este crecimiento se explica por los procesos de combustión generalizados en nuestra sociedad siendo este gas uno de su principal producto resultantes, su crecimiento continuo a un ritmo de 0.04% anual.

Metano (CH₄). Producto que se genera en las fermentaciones, restringido a ambientes carente de oxígeno: tracto digestivo, materia orgánica en zona húmeda y pantanos, vertederos, colonias de termitas etc., responde a las modificaciones que como seres humanos hemos introducción en la actividad agropecuaria como la ganadería intensiva, es 20 veces más potente que le CO₂ y crece 1% anual sus concentraciones son las más elevadas en los últimos 420.000 años.

Óxido nítrico (N₂o). La intervención intensiva del ser humano a través de la agricultura por medio del empleo de fertilizantes agrícolas ha incrementado sus emisiones, es 200 veces más potente que el c₂ u aumenta en una proporción del 2% anual.

Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de Azufre (SF₆). Estos son los sustitutos del clorofluorocarbono (CFC) y se encuentran regulados por el protocolo de Kioto de ellos se destaca sus tiempos de residencia atmosféricos para

los primeros (HFC) entre 200 a 300 años, para los segundos (PFC) 50000 años y para el último 3200 años (Velázquez, 2005).

Para hacer la medición de los Gases Efecto Invernadero nace el concepto de Huella de Carbono (HDC) que mide la emisión de Gases Efecto Invernadero en toneladas de carbono equivalente y a su vez existen varias metodologías para el cálculo de la Huella de Carbono en las empresas, organizaciones, productos y servicios estos métodos utilizan obtenciones de datos muy similares como son el ciclo de vida del producto pero que difieren en cuanto al enfoque y al alcance (Valderrama, Espíndola & Quezada, 2011).

Protocolo de Gases Efecto Invernadero (Protocolo GEI). Es un marco metodológico general que de pautas de trabajo para el desarrollo de herramientas de cálculo de emisiones (software) se implementa en el 2001 por el Consejo Mundial de Negocios por el Desarrollo Sustentable (WBCSD) y por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) que tiene como meta el establecimiento de bases para la contabilización de emisiones de los Gases Efecto Invernadero. Es fruto de una colaboración multilateral entre empresas, organizaciones no-gubernamentales y gobiernos. Cuenta con el apoyo de la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA). Su enfoque es corporativo, su alcance es la empresa y se aplica a todas las actividades de la organización.

La metodología Balance de Carbono (Bilan Carbone). Se desarrolla en Francia por la agencia de medio ambiente de ese país (ADEME) en el año 2002 la herramienta fue elaborada para convertir rápidamente datos relativos a las actividades productivas (consumo de energía, uso de combustibles, la cantidad de camiones y la distancia manejada, las toneladas de acero adquiridas, entre otras) mediante una planilla de Excel usando factores de emisión, este método considera las emisiones directas e indirectas de Gases Efecto Invernadero relacionadas con las actividades industriales, empresariales, y de otras asociaciones y entidades administrativas. Permite clasificar las emisiones según fuente, siendo la base de la herramienta (Espíndola & Valderrama, 2012).

PAS 2050. Inglaterra al lado de Francia son líderes en la elaboración de herramientas para determinar la Huella de Carbono, en el caso del gobierno Inglés a través de su Departamento para el medio ambiente, la alimentación y los asuntos rurales (DEFRA) crea la entidad denominada “Carbón Trust” que tiene como misión buscar una economía baja en Carbono y evaluar estrategias y métodos de medición de esta huella. Uno de sus productos es la metodología desarrollada junto al British Standar Institute conocida como Publicly Available Standar 2050 (PAS 2050), es de libre acceso, se publicó en el 2008 y se revisó en el 2011, se utiliza para el cálculo de la Huella de Carbono a través del ciclo de vida de un producto a través de sus impactos directos y asociados definiendo el ciclo de vida como la elaboración, modificación, transporte, depósitos, desechos y reciclaje de

dichos bienes y servicios. Esta medición es de ciclo completo, por tanto, se debe tener un compromiso en toda la cadena del producto (Rodríguez, Martínez & Udaquiola, 2014).

PAS 2060. En el año 2010 el Instituto Británico de Estandarización presentó la PAS 2060, maneja una metodología similar a la PAS 2050 pero dedicada al cálculo de las emisiones de organismos (administración, empresas, sitio de producción), colectividades territoriales y particulares (Espíndola & Valderrama, 2012).

Normas ISO. Actualmente la ISO se encuentra desarrollando estándares de medición de los Gases Efecto Invernadero a fin de que se hagan a nivel general, las normas que se han desarrollado y evolucionan actualmente son ISO 14.064, 14.065, 14.067 y 14.069 (Cepal & Gobierno de Francia, 2010).

Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3). El MC3 permite la estimación de la huella de empresas, organizaciones, bienes y servicios. El método fue diseñado por Doménech (2004 y 2007) cuyo trabajo permite la estimación de la Huella de Carbono de empresas y organizaciones. La información necesaria para estimar la Huella Ecológica Corporativa y la Huella de Carbono Corporativa empleando el MC3 es obtenida, principalmente, de documentos contables como el balance y la cuenta de pérdidas y ganancias, lo que permite delimitar las actividades que están asociadas a cada organización: el MC3 estima la huella de todos los bienes y servicios recogidos en las cuentas contables, los residuos generados debido a la adquisición de estos bienes y el espacio ocupado por todas las instalaciones de la empresa que recogen las cuentas contables (Carballo 2010).

En cuanto a sus lógicas de fabricación nos encontramos frente a tres herramientas para la medición de Huella de Carbono.

Softwares privados: Desarrollados por empresas que los necesitan se ponen a disposición del público en general con fines de lucro.

Herramientas puestas a disposición por ONGS: Algunas ONG entregan al público en general herramientas de medición a través de documentos o páginas WEB.

Herramientas Elaboradas por Organismos Estatales: Para el caso de Bogotá el ejemplo más claro es el PIGA (Plan Institucional de Gestión Ambiental) (Cepal & Gobierno de Francia, 2010).

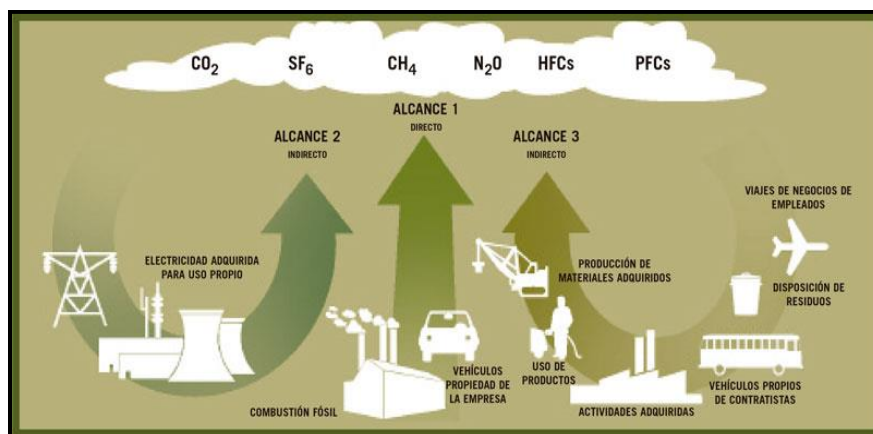
En la Figura 1 se observa que La Huella de Carbono tiene la capacidad de medir 3 tipos de alcances a partir del tipo de emisión:

Alcance 1: Emisiones directas de Gases Efecto Invernadero 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.

Alcance 2: Emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero 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).

Alcance 3: Otras emisiones indirectas Es una categoría opcional de reporte, que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por ésta. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013).

Figura 1 Resumen de alcances y emisiones (GHG Protocol)



(GREEN HOUSE GAS PROTOCOL, 2013)

Es importante aclarar que el concepto de Huella de Carbono se puede usar para calcular las emisiones de Gases Efecto Invernadero de:

- Empresas
- Territorios
- Bienes y Servicios
- Eventos
- Personas
- Otros

4.1.2 La Minería.

La minería es el conjunto de actividades referentes al descubrimiento y la extracción de materiales que se encuentran bajo la superficie de la tierra, estos minerales pueden ser metálicos como el Oro, hierro, cobre etc. y no metálicos como carbón, arcilla, gravas etc. Los impactos de la minería tienen que ver con el proceso de explotación, con la eliminación de residuos del mineral, su transporte y con el procesamiento del mismo que a menudo involucra o produce materiales peligrosos. (Fonseca & Carrere, 2004). Para nuestro caso de estudio el mineral a extraer es la arcilla destinada como materia prima para la fabricación de bloques.

Tipos de Minería.

1. **Por su Método de Extracción.** Dependiendo de la ubicación de los minerales se emplean diferentes métodos para la extracción de los minerales.

Minería Subterránea: Es la que desarrolla al interior de la tierra y puede profundizar en ella a través de túneles horizontales y verticales, por esos túneles se mueve la maquinaria, el personal, minerales e insumos y deben contar con sistemas de ventilación para evitar la acumulación de gases peligrosos.

Minería de Superficie: Es la que se desarrolla en la superficie de la tierra y se desarrolla en forma progresiva por capas y terrazas en terrenos previamente delimitados, existen varias formas de explotación en superficies tales como canteras, minería a cielo abierto, explotaciones a cielo abierto y minas de placer. Se emplea donde los materiales están a poca profundidad.

Minería de perforación de Pozos: Utilizado para aquellos minerales que no requieren ser extraídos mediante el proceso de excavación de túneles tales como el gas y el petróleo.

Minería Submarina o de Dragado: Donde se extraen los materiales mediante una draga en una barca especialmente preparada para remover el lecho de los ríos o del mar (Ministerio de Minas y Energía, 2009).

2. **Por su escala de producción.** Si bien en Colombia a partir del actual código de minas (Ley 685 de 2001) se eliminó la estratificación de explotación minera por escalas con lo cual, los mismos requisitos que se le exigen a una gran concesión minera para obtener sus permisos ambientales y mineros son exigidos a los pequeños mineros que desarrollan esta actividad como medio de subsistencia, (Guiza, 2013) se hace necesario entender este concepto a fin de entender la magnitud del proyecto.

Pequeña Escala: se consideran explotaciones pequeñas las que “se realicen con herramientas e implementos simples de uso manual, accionados por la fuerza humana, y cuya cantidad extraída no sobrepase en ningún caso a las doscientas cincuenta (250) toneladas anuales de material” (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

Mediana Escala: Es un área productiva que explota yacimientos que no son de interés para operaciones del tipo de gran minería, sus operaciones generan empleo y sustento económico en muchas localidades donde no existen otras fuentes laborales de importancia. Para este tipo de minería se observa la mecanización del proceso y debido a los requisitos exigidos por las autoridades que suelen ser los mismos que la de los grandes proyectos mineros, se observa que implementan soluciones técnicas eficientes para cumplir la normatividad (Salas, 2014).

Gran Escala o Mega minería: Se puede definir a la mega-minería como aquella actividad que combina todas o algunas de las siguientes características: Grandes áreas, explotaciones a cielo abierto, uso de sustancias contaminantes (cianuro o ácido sulfúrico), grandes necesidades energéticas (ej. 1000000 m³ de gas natural/día), utilización de importantes volúmenes de agua por periodos largos de tiempo (ej. 350 L/s durante 15 años o más), producción y amplificación de drenaje ácido de mina y roca, niveles de tráfico elevados (ej. 1 camión con acoplado cada 10 min, 24 h/día durante 20 años o más) y generación de pasivos ambientales importantes (ej. escombreras, diques de cola, pilas de sal) (Emiliano, 2009).

De acuerdo a las anteriores clasificaciones el proyecto minero de Ladrillera Los Cristales puede clasificarse como minería de superficie específicamente de cantera y por su tamaño es de mediana escala.

4.1.3 La producción del bloque de arcilla

Los bloques son piezas cerámicas, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Está destinado principalmente a la construcción de muros, tabiques, suelos, etc., por lo que debe ser invulnerable a los efectos de la intemperie, y poseer suficiente resistencia a la compresión (Barranzu, 2014). Su color rojo es debido al óxido de hierro que generalmente se encuentra en las arcillas o tierras arcillosas, material que se usa. Para la fabricación de ellos.

Las tierras arcillosas para la fabricación de los ladrillos suelen dividirse en dos clases: *grasas* y *margas*. Las primeras son bien plásticas y se prestan para moldear y las segundas son impuras, hasta llegar a no poder moldearse. Para hacer un buen ladrillo se precisa una tierra arcillosa ni

muy grasa ni, muy magra. En general se elige una arcilla grasa, y se agrega una pequeña cantidad de arena silícica, pero no calcárea (Pellini, 2015).

Como puede observarse en la figura 2 para la producción del bloque generalmente se siguen los siguientes pasos:

Extracción de Materia Prima: Aprovechando la pendiente, el depósito de material arcilloso, se divide en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (Bancos) simultáneamente. De esta manera, la cantera va adquiriendo la forma escalonada. (Barragan, 2007). Esta explotación normalmente se hace de forma mecanizada mediante extracción y arranque.

Molienda y Tamizado: En el proceso de molienda se realiza la trituración de la arcilla sin tratar que provenga directamente de la cantera, y se obtiene la materia prima con la granulometría y textura necesarias para su posterior conformado. Puede llevarse a cabo de dos formas distintas, por vía seca o por vía semi-húmeda (Universidad Autónoma de Occidente & Universidad del Atlántico, 2011).

Mezclado (Amasado): La arcilla debe estar lo bastante húmeda (en general entre valores de 12 a 15% de humedad) para que se pueda mantener unida cuando se trabaja. En el amasado se regula el contenido de agua de la mezcla de la arcilla mediante la adición de agua o vapor (el vapor puede provenir de una caldera auxiliar) (Universidad Autónoma de Occidente & Universidad del Atlántico, 2011).

Moldeado y Corte: En esta etapa, se le da a la arcilla la forma que las unidades de albañilería deberán tener después de la cocción. El proceso de moldeado se puede realizar a mano o empleando máquinas (Barranzuela, 2014).

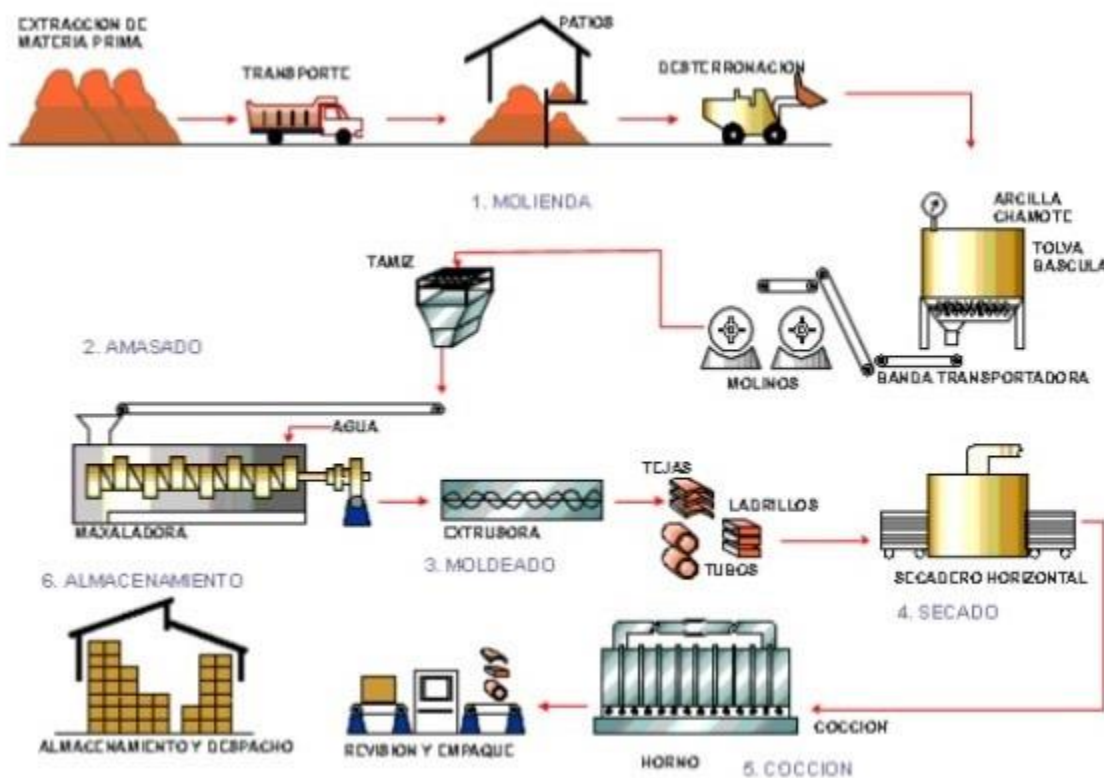
Secado: En cerámica se entiende generalmente por "secado" la eliminación del agua contenida en un producto cerámico moldeado o no. El producto a secar en cerámica consiste generalmente en una mezcla de materiales inorgánicos con un contenido en agua de hasta un 35% dispersa en toda su masa. Por tanto, las partículas minerales de una pasta cerámica blanda se encuentran inmersas en un retículo líquido constituido por canales capilares de agua. Durante el secado, el agua debe de ser llevada desde el interior de la pieza, a través de dichos capilares, hasta la superficie, donde podrá evaporarse libremente, por lo cual habrá que tener en consideración los dos factores siguientes: La velocidad de difusión y la velocidad de evaporación (Estrada & Espinoza, 1982).

Cocción: Es la operación fundamental del proceso tecnológico, ya que da origen al material cerámico, transformando las materias primas de la pasta en nuevos compuestos cristalinos y vítreos que confieren al producto cocido unas propiedades concretas: la

insolubilidad y la solidez que garantizan el mantenimiento de la forma, la resistencia mecánica, la porosidad o la impermeabilidad, la resistencia química, etc. (Paucar, 2010).

Control de Empaque y Almacenamiento. Consiste en rechazar las piezas de bloque de arcilla imperfectas para almacenar hasta el momento de la comercialización

Figura 2 Proceso de Producción de Bloque de Arcilla



Fuente: Farfán, 2015

4.1.4 Impactos Ambientales de la Actividad extractiva para la Fabricación de Bloques, ladrillos y Tejas

El sur de Bogotá se caracteriza por el desarrollo de industrias que han explotado los recursos y riquezas naturales propias del área como las arcillas para la producción de ladrillos, baldosas y otros productos de gres; lo que ha llevado a una transformación de gran impacto sobre el paisaje y a generar en la población un movimiento de resistencia por el impacto ambiental que afecta el área (Sanabria, 2014). Como puede verse en la Tabla I los siguientes son algunos de los impactos medios ambientales asociados a la producción de bloque de Arcilla.

Aire. En los frentes de explotación se encuentran emisiones de CO y CO₂ cuyas fuentes son los equipos de cargue, arranque y transporte, emisiones de Material Particulado por la quema de carbón para la producción del bloque y ruido generado por las actividades de extracción y transporte.

Suelo. En la extracción se retira la capa orgánica y la capa vegetal almacenándose para realizar la futura recuperación morfológica solicitada en los PMA. El impacto es erosión cuando no se realiza bien este manejo (Rojas & Villabona, 2007).

Agua. Se manifiesta el uso y almacenamiento de agua para los procesos de elaboración e hidratación de los materiales arcillosos empleados para los ladrillos, en algunas ladrilleras esto implica el desvío de quebradas a piscinas de almacenamiento susceptibles a recibir sedimentos ya que estos reservorios normalmente no se protegen (Garzón, 2013).

Paisaje: Cambios de la morfología del terreno por la aparición de taludes verticales y por la presencia de acumulaciones de material y maquinaria (Rojas & Villabona, 2007).

Flora y Fauna: Eliminación de la capa vegetal para iniciar la explotación de material, a medida que aumenta el tamaño del proyecto se reduce la cobertura vegetal. En cuanto a la fauna nativa del sector se presenta desplazamiento por la alteración e intervención de su hábitat (Sanchez & Zapata, 2013).

Desarrollo Económico: Generación de empleo directo e indirecto en industria que suple necesidades de funcionamiento de los proyectos mineros y que se instala en el sector (impacto positivo).

Cambio uso del suelo y Percepción de impactos ambientales: Conflictos con algunos habitantes por el cambio del uso del suelo y por afectaciones por las emisiones de material particulado arrastrado por el viento generado en la explotación y por el hollín de las chimeneas (Sanchez & Zapata, 2013).

Tabla 1 Impactos medio ambientales asociados con la producción de Bloque de Arcilla

Medio impactado	Impacto Ambiental	Causa
Aire	Emisión de material particulado	Cocción de Bloque
		Extracción de arcillas
		Alistamiento del Horno
	Emisión de Gases Efecto Invernadero fuentes directas	Cocción de Bloque
		Vehículos de explotación y transporte
Ruido	Vehículos de explotación y transporte	
Agua	Contaminación y uso del agua	Humectación en elaboración de Bloque
Tierra	Erosión por remoción en masa	Actividades de extracción de arcillas
Paisaje	Cambio morfología terreno	Actividades de extracción de arcillas
Flora	Remoción capa vegetal	Actividades de extracción de arcillas
Fauna	Perdida de Hábitat	Actividades de extracción de arcillas
Social	Cambio de modo de vida	Cambio del uso del suelo
	Generación Empleo	Actividad empresarial directa e indirecta
	Aumento población inmigrante	Actividad empresarial directa e indirecta
Económico	Desarrollo económico	Generación industrias complementarias

Nota: Tabla modificada por los autores a partir de documento de Garzón (2013).

4.2 MARCO LEGAL

Para el funcionamiento de “ladrillera los Cristales” aplica la siguiente normatividad ambiental que se compone de artículos constitucionales, convenios internacionales, leyes, decretos, acuerdos y ordenanzas que regulan el derecho a un ambiente sano, la minería, el uso del

territorio, aire, suelo, agua, componente biótico y Socio Económico. Esta recopilación se presenta de forma general ya que puede ser aún mucho más amplia.

4.2.1 Tratados internacionales en medio ambiente y desarrollo sostenible ratificados por Colombia

Como se puede ver en la Tabla Número 2 hace más de cuatro décadas se inició el proceso dirigido a incorporar el tema ambiental como una preocupación de Estado, que ha sido descrito y analizado por autores norteamericanos y europeos, como el intento de “hacer más verde al Estado”, y que chocó desde un principio con el hecho de que los gobiernos han sido tradicionalmente protagonistas importantes del deterioro ambiental. Y este propósito entró, también, en tensión, y, con frecuencia, en conflicto con las funciones estatales tradicionales de mantener el orden interno, abogar por el crecimiento económico y ofrecer un conjunto de servicios para el bienestar social; una situación que aún está lejos de resolverse y que reiteradamente ha llevado a poner el tema ambiental como una prioridad menor, e incluso a derrotarlo, en el conjunto de la agenda pública. En este contexto, en Colombia se han efectuado dos grandes reformas de la política pública en relación con lo que hoy conocemos como el medio ambiente: la primera, a principios de los años setenta como una respuesta a la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente Humano, realizada en 1974, la cual marcó formalmente el inicio de la gestión ambiental de Estado en Colombia, la segunda a mediados de los noventa en donde la constitucionalización del tema ambiental y la expedición de la Ley 99 de 1993 fueron las principales respuestas de Colombia a los compromisos adquiridos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en 1992. (Rodríguez, 2009). Para la presente investigación solo se han tenido en cuenta los convenios internacionales Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible que a nuestra consideración se relacionan con el cálculo de Huella de Carbono y que se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2 Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo sostenible

Tratados Internacionales en Medio Ambiente y Desarrollo sostenible					
Nombre	Ciudad y Fecha	Principio	Adopción	Entrada en Vigor	Ley
Declaración de Estocolmo	Estocolmo, junio de 1972	La Declaración de Estocolmo fue adoptada en la Conferencia de Las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano, que se llevó a cabo en Estocolmo en junio de 1972. Reconoce la importancia del medio humano natural y artificial para el ejercicio de los derechos humanos fundamentales, así como la necesidad de proteger y mejorar el medio humano como un deseo de los pueblos y un deber de los gobiernos	Junio de 1972	Junio 13 de 1992	N A
Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático	Nueva York mayo de 1992	Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.	Marzo 22 de 1995	Junio 20 de 1995	Ley 164 de 1995

Declaración de Río	Rio de Janeiro junio de 1992	La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo se adoptó en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro, en junio de 1992. Como un conjunto de principios sin fuerza jurídicamente vinculante, la Declaración busca reafirmar y desarrollar la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 1972). Esto con el principal objetivo de alcanzar el desarrollo sostenible, reconociendo el derecho de los seres humanos a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.	Junio de 1972	Junio 13 de 1992	N A
Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	Viena 1985	El Convenio de Viena es el primer instrumento internacional que busca proteger la salud de los seres humanos y el medio ambiente, de los efectos adversos resultantes de la modificación de la capa de ozono atmosférica que rodea a la tierra (preámbulo y artículo 2.1.) y constituye a su vez el primer esfuerzo concreto de las naciones por enfrentar un problema ambiental mundial antes de que sus efectos pudiesen demostrarse científicamente o que se hiciesen evidentes (Ver Principio de Precaución, principio 15 de la Declaración de Río de Janeiro).	Marzo 22 de 1985	Octubre 14 de 1990	Ley 30 de 1990

Protocolo de Montreal	Montreal 1987	El Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono fija plazos máximos para la eliminación de la producción y el consumo de las principales sustancias agotadoras de la capa de ozono. Adicionalmente, es uno de los primeros acuerdos multilaterales ambientales que incluye sanciones comerciales para alcanzar las metas que se plantea. Este instrumento ha sido sustancialmente modificado por las enmiendas de Londres (1990), Copenhague (1992), Montreal (1997) y Beijing (1999). La adopción y entrada en vigor de enmiendas está sujeta al procedimiento previsto en el artículo 9 del Convenio de Viena	Septiembre 16 de 1987	Marzo 6 de 1994	Ley 29 de 1992 Corte Constitucional, Sentencia C-379 de 1993
Protocolo de Kioto a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	Kioto 1997	El Protocolo reafirma el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. En este marco establece que todas las Partes tienen el deber de adelantar acciones con el fin de dar cumplimiento a los compromisos contenidos en el artículo 4.1. De la Convención. Estos compromisos comprenden: la formulación de programas nacionales y regionales para mejorar la información científica y técnica sobre las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero a ser incluida en los inventarios nacionales; la formulación de programas encaminados a la mitigación del cambio climático y la adaptación a los efectos del mismo.	Diciembre 11 de 1997		Ley 629 de 2000 Corte Constitucional, Sentencia C-860 de 2001

Nota: Tabla creada por los autores a partir de documento de autor Casas (2002).

4.2.2 Minería y Medio Ambiente en la Constitución Política de Colombia.

4.2.2.1 Constitución y medio ambiente

En el año 2010, la Corte Constitucional Colombiana en su sentencia C-595, con ponencia del Magistrado Jorge Iván Palacio Palacio, se tomó el trabajo de relevar un total de 33 disposiciones constitucionales que, a juicio del alto tribunal, regulan constitucionalmente "*la relación de la sociedad con la naturaleza*", y que en consecuencia, reconocen al medio ambiente un interés jurídico superior en el contexto colombiano (Delgado, 2013). De estas 33 disposiciones los siguientes artículos con su numeral que se pueden ver en la Tabla número 3 aplican para el proceso de fabricación de bloque de Ladrillera Los Cristales.

Tabla 3 Disposiciones Medioambientales Constitución

Disposiciones Medioambientales de la Constitución	
Artículo	Disposición
1	Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general.
2	Son fines esenciales del Estado: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución; facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación; defender la independencia nacional, mantener la integridad territorial y asegurar la convivencia pacífica y la vigencia de un orden justo.
8	Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.
11	El derecho a la vida es inviolable. (sentencia C - 595 incluye la siguiente referencia a la sentencia T-411 de 1992: La conservación y la perpetuidad de la humanidad dependen del respeto incondicional al entorno ecológico, de la defensa a ultranza del medio ambiente sano, en tanto factor insustituible que le permite existir y garantizar una existencia y vida plena. Desconocer la importancia que tiene el medio ambiente sano para la humanidad es renunciar a la vida misma, a la supervivencia presente y futura de las generaciones).
49	Corresponde al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de salud a los habitantes y de saneamiento ambiental.

58	La propiedad es una función social que implica obligaciones. Como tal, le es inherente una función ecológica.
79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.
82	Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular.
88	La ley regulará las acciones populares para la protección de los derechos e intereses colectivos, relacionados con el patrimonio, el espacio, la seguridad y la salubridad pública, la moral administrativa, el ambiente, la libre competencia económica y otros de similar naturaleza que se definen en ella.
95 Numeral 8	Son deberes de la persona y del ciudadano: Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano.
226	El Estado promoverá la internacionalización de las relaciones políticas, económicas, sociales y ecológicas sobre bases de equidad, reciprocidad y conveniencia nacional.
267 Numeral 3	La vigilancia de la gestión fiscal del Estado incluye el ejercicio de un control financiero, de gestión y de resultados, fundado en la eficiencia, la economía, la equidad y la valoración de los costos ambientales.
277 Numeral 4	El Procurador General de la Nación, por sí o por medio de sus delegados y agentes, tendrá las siguientes funciones: Defender los intereses colectivos, en especial el ambiente.
300 Numeral 2	Corresponde a las Asambleas Departamentales, por medio de ordenanzas: Expedir las disposiciones relacionadas con la planeación, el desarrollo económico y social, el apoyo financiero y crediticio a los municipios, el turismo, el transporte, el ambiente, las obras públicas, las vías de comunicación y el desarrollo de sus zonas de frontera.

302	La ley podrá establecer para uno o varios Departamentos diversas capacidades y competencias de gestión administrativa y fiscal distintas a las señaladas para ellos en la Constitución, en atención a la necesidad de mejorar la administración o la prestación de los servicios públicos de acuerdo con su población, recursos económicos y naturales y circunstancias sociales, culturales y ecológicas.
313 Numeral 9	Corresponde a los concejos: Dictar las normas necesarias para el control, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural del municipio.
317	Solo los municipios podrán gravar la propiedad inmueble. Lo anterior no obsta para que otras entidades impongan contribución de valorización. La ley destinará un porcentaje de estos tributos, que no podrá exceder del promedio de las sobretasas existentes, a las entidades encargadas del manejo y conservación del ambiente y de los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios del área de su jurisdicción.
332	El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.
333	La ley delimitará el alcance de la libertad económica cuando así lo exijan el interés social, el ambiente y el patrimonio cultural de la Nación.
330 Numeral5	De conformidad con la Constitución y las leyes, los territorios indígenas estarán gobernados por consejos conformados y reglamentados según los usos y costumbres de sus comunidades y ejercerán las siguientes funciones. Velar por la preservación de los recursos naturales.
334	La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir en el plano nacional y territorial, en un marco de sostenibilidad fiscal, el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.

Nota: Tabla creada por los autores a partir de documento de autor Delgado (2013).

4.2.2.2 Constitución y minería

La Constitución Política de Colombia, como norma de normas, regula los aspectos más importantes de nuestro Estado, la Carta Magna expresa que el Estado es el dueño del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, en su articulado prevé la necesidad de la protección del medio ambiente, los entes encargados de ello, las acciones que se pueden incoar para lograr este cometido, entre otros aspectos relevantes. Así mismo, ordena a la rama ejecutiva la administración del Estado en forma planeada, para ello, se le exige la elaboración de los Planes de Desarrollo a todas las entidades territoriales, a nivel nacional, departamental y municipal las cuales deben estar articuladas. En base a esto el gobierno actual elaboró el Plan Nacional de Desarrollo denominado “Prosperidad para todos”, el cual se enfoca en 5 locomotoras para impulsar el desarrollo económico, social, político y cultural de nuestro país; bajo una perspectiva de innovación, buen gobierno, relevancia internacional y sostenibilidad ambiental. Una de esas locomotoras es la minero-energético, la cual está llamada a generar mayores ingresos al país mediante la inversión nacional e internacional (Builes, Herrada & Ossa, 2013).

La normatividad minera en un país mega diverso como Colombia debería ser coherente con esa realidad. No obstante, la regulación actual de la minería no lo es; tal y como está planteada, no está acorde con los estándares nacionales e internacionales de protección ambiental y no contribuye a superar el desbalance que hay entre la intención minera y el estado de avance del ordenamiento ambiental del territorio nacional (Rubiano, 2012). El código minero (Ley 685 de 2001) desarrolla los siguientes mandatos que se encuentran enumerados en la Tabla número 4 de la Constitución Nacional en relación con los recursos mineros.

Tabla 4. La Constitución Nacional en relación con los recursos mineros.

La Constitución Nacional en relación con los recursos mineros.	
Artículo	Disposición
25	El trabajo es un derecho y una obligación social y goza, en todas sus modalidades, de la especial protección del Estado. Toda persona tiene derecho a un trabajo en condiciones dignas y justas.
80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
330	PARAGRAFO. La explotación de los recursos naturales en los territorios indígenas se hará sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas. En las decisiones que se adopten respecto de dicha explotación, el Gobierno propiciará la participación de los representantes de las respectivas comunidades.

332	El Estado es propietario del subsuelo y de los recursos naturales no renovables, sin perjuicio de los derechos adquiridos y perfeccionados con arreglo a las leyes preexistentes.
333	La actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común. Para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos ni requisitos, sin autorización de la ley. La libre competencia económica es un derecho de todos que supone responsabilidades. La empresa, como base del desarrollo, tiene una función social que implica obligaciones. El Estado fortalecerá las organizaciones solidarias y estimulará el desarrollo empresarial.
334	La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir en el plano nacional y territorial, en un marco de sostenibilidad fiscal, el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano.
360	La explotación de un recurso natural no renovable causará, a favor del Estado, una contraprestación económica a título de regalía, sin perjuicio de cualquier otro derecho o compensación que se pacte. La ley determinará las condiciones para la explotación de los recursos naturales no renovables. Mediante otra ley, a iniciativa del Gobierno, la ley determinará la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios. Este conjunto de ingresos, asignaciones, órganos, procedimientos y regulaciones constituye el Sistema General de Regalías.
361	Con los ingresos provenientes de las regalías que no sean asignados a los departamentos y municipios, se creará un Fondo Nacional de Regalías cuyos recursos se destinarán a las entidades territoriales en los términos que señale la ley. Estos fondos se aplicarán a la promoción de la minería, a la preservación del ambiente y a financiar proyectos regionales de inversión definidos como prioritarios en los planes de desarrollo de las respectivas entidades territoriales.

Tabla elaborada por los autores en base a documento del Congreso de Colombia (2001).

4.2.3 Normas Nacionales y Regionales

En este aparte se presentan la normatividad relacionada con el manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente para la conservación ambiental y explotación a nivel nacional en la industria cerámica que se pueden ver en la Tabla Número 6 y la normatividad para la conservación ambiental y explotación del Parque Minero Industrial el Mochuelo presentada en la Tabla 5.

Tabla 5. Normatividad para la Conservación ambiental y Explotación del Sector Ladrillero a Nivel Nacional

Principales Leyes de Conservación y Explotación del Sector Ladrillero		
Característica	Ley	Descripción
General	Decreto ley 2811 de 1.974 Presidencia de la República	Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional Prevenir y controlar los efectos nocivos de la explotación de los recursos naturales no renovables sobre los demás recursos.
General	Ley 23 de 1973 Congreso de Colombia	El medio ambiente es un patrimonio común; por lo tanto su mejoramiento y conservación son actividades de utilidad pública, en las que deberán participar el Estado y los particulares. Para efectos de la presente ley, se entenderá que el medio ambiente está constituido por la atmósfera y los recursos naturales renovables.
General	Ley 99 de 1993 Congreso de Colombia	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos. Los procedimientos de licenciamiento ambiental como requisito para la ejecución de proyectos o actividades que puedan causar daño al ambiente y los mecanismos de participación ciudadana en todas las etapas de desarrollo de este tipo de proyectos.
Uso de suelos	Ley 388 de 1997 Congreso de Colombia	Ordenamiento Territorial: El ordenamiento del territorio municipal y distrital tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible.

Infracción medioambiental	Ley 491 de 1999 Congreso de Colombia	Se crea el seguro ecológico y se reforma el código penal en cuanto a delitos ambientales.
Emisiones Atmosféricas	Ley 09 de 1979 Congreso de Colombia	Código sanitario nacional; De las emisiones atmosféricas artículos 41 al 49
Explotación Minera	Ley 685 de 2001 Congreso de Colombia	"Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones". Fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país.

Tabla elaborada por los autores con base a *Compilación de la Legislación Aplicable al Distrito Capital: Régimen Legal de Bogotá* (2016).

Tabla 6. Normatividad para la Conservación ambiental y Explotación del Parque Minero Industrial el Mochuelo

CARACTERISTICA	ENTIDAD QUE EXPIDE	NORMA	FECHA DE EXP.	ART.	REQUISITO
Emisiones Atmosféricas	Ministerio del Medio Ambiente	Decreto 1697	1997	3	Calderas a gas natural no requerirán permiso de emisiones.
	Ministerio del Medio Ambiente	Decreto 948	1995	13	Toda descarga o emisión de contaminantes a la atmósfera sólo podrá efectuarse dentro de los límites permisibles y en las condiciones señaladas por la ley y los reglamentos.
	Ministerio de Salud	Decreto 02	1982	40	Altura mínima de la chimenea desde el piso 15 Metros.
Olores	MAVDT	Resolución 601	2006	Tabla 3	Umbral de sulfuro de hidrogeno 7 Ug/m3.

Transportadores (Externo)	MAVDT	Resolución 910	2008	39	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes que deben cumplir las fuentes móviles terrestres, reglamenta los requisitos y certificaciones a las que están sujetos los vehículos y demás fuentes móviles, sean importadas o de fabricación nacional, y se adoptan otras disposiciones.
Emisiones de ruido	MAVDT	Resolución 626	2006	17	Ruido Ambiental: Nivel de presión en la zona en decibeles. Zona industrial: (75-70) en horario diurno y nocturno.
Emisiones Fuentes Fijas	MAVDT	Resolución 909	2008	1 al 105	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	MAVDT	Resolución 760 (Modificada Res. 2153, 2010)	2010	1 y 2	Adopción del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas.
Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	MAVDT	Resolución 2153	2010	1 y 2	Modificación (Res. 760 de 2010) del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica generada por Fuentes Fijas.
Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	MAVDT	Resolución 1309	Julio 5 de 2010	1 al 7	Se modificó la Resolución que establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.

Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	IDEAM	Resolución 0935	Abril 20 de 2011	1 al 79	Métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y determinar el número de pruebas o corridas para la ejecución de los métodos empleados para la evaluación de emisiones contaminantes en fuentes fijas. Contenido de los métodos de medición de contaminantes. Métodos de medición de contaminantes. Número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes. Modificación de los métodos. Disponibilidad de los métodos.
Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	MADS	Resolución 591	2012	1	Aquellas actividades que de acuerdo con lo establecido en el artículo 69 de la Resolución número 909 de 2008 tengan la obligación de contar con un ducto o chimenea, deberán cumplir con la altura obtenida luego de la aplicación de las Buenas Prácticas de Ingeniería de las que trata el presente capítulo, a más tardar el 28 de febrero de 2013. El procedimiento y resultado obtenidos, deberán ser informados a la autoridad ambiental competente a más tardar el 15 de octubre de 2012 para su conocimiento y seguimiento”.
Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	MADS	Resolución 1632	2012	1	Adicionar, como parte de las buenas prácticas de ingeniería para la determinación del punto de descarga o altura de la chimenea, el análisis de la dispersión de los contaminantes con base en las características de la fuente de emisión.
Emisiones Atmosféricas Fuentes Fijas	MADS	RESOLUCION 1807	2012	1	Modifica el último párrafo del numeral 4.4 del Capítulo 4 del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, adoptado a través de la Resolución número 760 de 2010 y ajustado por las Resoluciones número 2153 de 2010 y 0591 de 2012.

EMISION DE CONTAMINATES	MADS	Resolución 1111	2013	4	Modifica la Resolución 910 de 2008, la cual reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres y reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995. (rige a partir de 01-01- 2015) Niveles máximos de emisión vehículos Diésel.
Paisaje	Ministerio de Agricultura	Decreto 1715	1978		Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto- Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto- Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.
Fabricación de Bloques	Ministerio de Minas y Energía	Decreto Reglamentario 2462 de 1989	1989		Otros materiales requeridos por la industria de la Construcción, tales como las rocas y minerales usados como bloques en muros y columnas y las diversas piedras ornamentales para enchapes de paredes y pisos de edificaciones, se regirán por las normas generales del código de minas. Esas mismas normas generales se aplicarán a las arcillas y materiales similares, utilizadas en la fabricación de ladrillos, tejas, tubos y productos afines.
General	MADS	Decreto 1076	2015	4, 5 y 7	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y desarrollo sostenible Titulo 4: Licencias Ambientales Titulo 5: Aire Titulo 7 Paisaje.
Emisiones Atmosféricas	MADS	Resolución 1377 de 2015	jun-15		Modifica resolución 909 de 2008 y se adoptan otras disposiciones en cuanto a contaminación del medio ambiente y emisiones atmosféricas.
Licencias Ambientales	MADS	Decreto 2041 de 2014	oct-14		Sobre licencias ambientales y sus competencias.
Aire	Alcaldía de Bogotá	Decreto 623 de 2011	dic-11		Por medio del cual se clasifican las áreas-fuente de contaminación ambiental Clase I, II y III de Bogotá, D.C., y se dictan otras disposiciones.

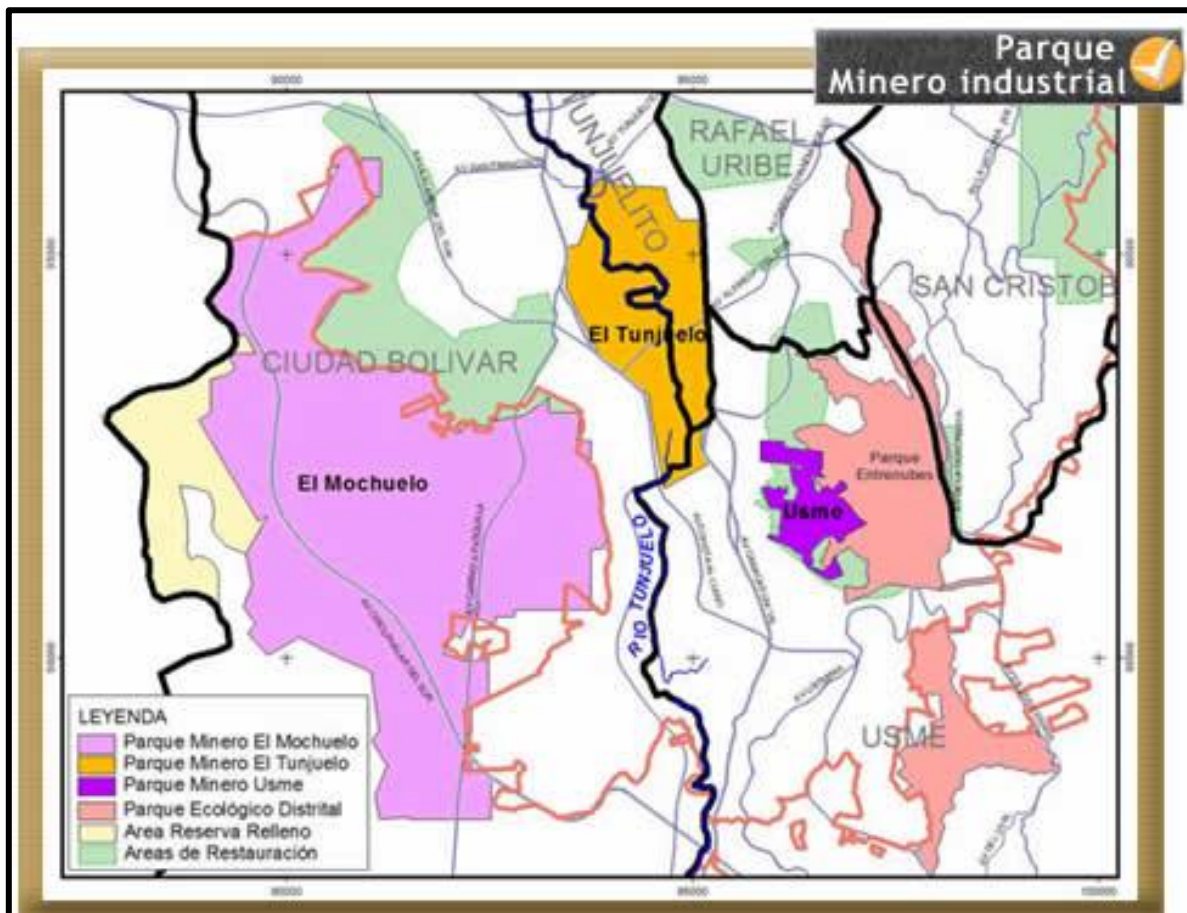
Licencias Ambientales	MAVDT	Decreto 2820 de 2010	ago-10		Reglamenta título 8 ley 99 de 1993.
Aire	MAVDT	Decreto 979 de 2006	Abril de 2006		por el cual se modifican los artículos 7°, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.
Aire	MAVDT	Resolución 0610 de 2010	Marzo de 2010		Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.
Uso del suelo	Alcaldía de Bogotá	DECRETO 190 DE 2004	jun-04	327	Parques mineros industriales.
Plan de Manejo Ambiental	Car	Resolución 1894	jun-03		Plan de manejo ambiental del Parque Minero Industrial el mochuelo.
Plan de Manejo Ambiental	Car	Resolución 1895	jun-03		Plan de manejo ambiental del Parque Minero Industrial el mochuelo.

Tabla elaborada por los autores con base en *Compilación de la Legislación Aplicable al Distrito Capital: Régimen Legal de Bogotá* (2016).

4.3 MARCO GEOGRÁFICO

El Parque Minero Industrial el Mochuelo el cual puede ser localizado en la Figura 3, presenta una superficie aproximada de 1.656,01 ha, que se extienden por cuatro Veredas: Mochuelo Bajo (676,78 ha), Quiba Baja (576,27 ha), Quiba Alta (221,07 ha) y Mochuelo Alto (181,89 ha) de acuerdo con la capa cartográfica del POT denominada “Uso rural” (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), pertenece a localidad 19 y también se han conformado barrios como San Joaquín, Mochuelo alto, Mochuelo Bajo y Monterrey.

Figura 3. Parques Minero Industriales



Fuente. *Parque Minero - Secretaria Distrital de Ambiente (2016).*

A continuación, en la Tabla 7, se describen sus principales componentes físicos y en la Tabla Número 8 se describen sus zonas.

Tabla 7. Componente Físico Parque Minero Industrial el Mochuelo

COMPONENTE FÍSICO	
Geología	Formación Bogotá (Tpb): Constituida por arcillolitas abigarradas de color rojo, violeta y gris, ricas en hierro dispuestas en bancos potentes poco consolidadas, con buzamientos entre 60 y 75° NW. - Depósitos Cuaternarios de tipo fluvio-glacial y suelo residual, acumulados debido al hielo regional ocurrido en el pleistoceno. - Sinclinal de Usme, se evidencia la presencia de dos fallas de tipo regional (Falla Quiba y Falla Buenavista), y una falla de cabalgamiento (Falla El Mochuelo).
Hidrología e Hidrogeología	Las fuentes de agua que recogen las aguas provenientes de la esorrentía son: Río Tunjuelo, Quebrada La Orquita, Quebrada San Gil, Quebrada Mochuelo, Quebrada Limas, Quebrada Trompeta, Quebrada Puente Blanco, Quebrada Puente Tierra, Quebrada Ajos, Quebrada Aguas Calientes. En cuanto a hidrogeología, en la zona se reporta la existencia de varios pozos para aprovechamiento de agua por parte de las ladrilleras en las épocas de menor precipitación.
Geomorfología	En cuanto a las geoformas de la zona, se presenta un relieve ondulado y erosionado entre 15 y 25%. También es posible observar alteraciones inducidas por el desarrollo antitectónico de la actividad minera, modificando las geoformas en el área de influencia de las minas. Los procesos de erosión hídrica y eólica se han aumentado debido a la mayor exposición de los terrenos a los agentes que los producen, por lo cual se han generado zonas geotécnicamente inestables en la formación de surcos, cárcavas y fracturas.
Clima	Temperatura: Entre los 11°C y 15°C. Precipitación promedio anual: Entre los 600 mm y 1.000 mm Anuales. Humedad relativa: varía entre el 56% y el 77%.

Tabla elaborada por los Autores con base a documento Secretaría Distrital de Ambiente. (2012) (pp. 1-18). Bogotá.

Tabla 8. Descripción de Zonas del Parque Minero Industrial el Mochuelo

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS	
Zona de explotación de arcillas	Este es el principal tipo de material explotado dentro del PMIM, su explotación se realiza primordialmente sobre el costado oriental del Parque, sin embargo se encuentra una parte de explotación de este material en la zona noroccidental. Abarca el 35,78% correspondiente a 674, 35 Ha.
Zona de explotación de materiales de construcción	La explotación de materiales de construcción como arena o recibos ocupa el segundo lugar según el área que es destinada para este fin, ocupa el 13,46% aproximadamente 253,45 Ha. La explotación de estos materiales se lleva a cabo en la zona central del PMI.
zona de explotación de otros materiales	Dentro del PMI se dispone aproximadamente de 221,47 ha equivalente al 11,76% para realizar explotaciones de otro tipo de materiales. Dicha explotación se ubica en la parte norte del PMI.
zonas para usos agrícolas	De las 1884,28 Has del PMI El Mochuelo, el 39% correspondiente a 735,01 ha están destinadas a usos agrícolas dentro del PMI.

Tabla elaborada por los Autores con base a documento Secretaría Distrital de Ambiente. (2012) (pp. 1-18). Bogotá.

5. METODOLOGÍA

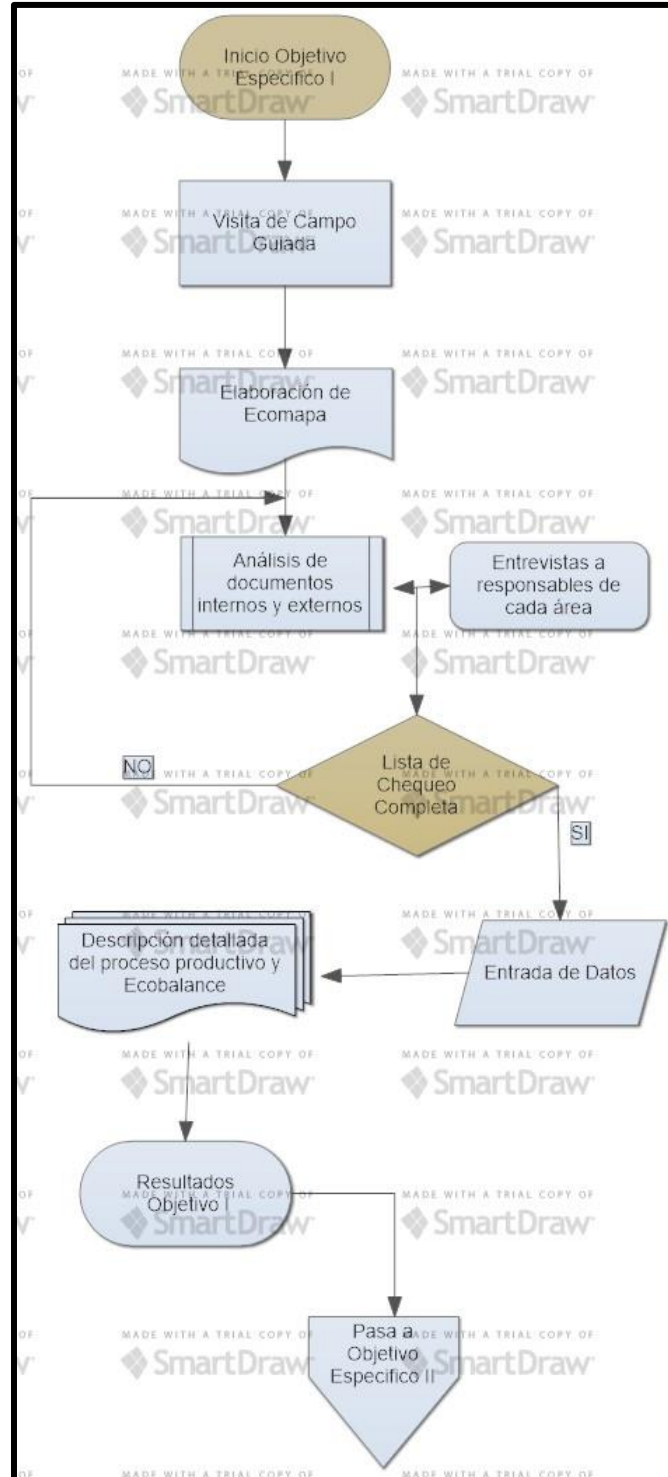
La Metodología de la Investigación o Metodología de la Investigación Científica es aquella ciencia que provee al investigador de una serie de conceptos, principios y leyes que le permiten encauzar de un modo eficiente y tendiente a la excelencia el proceso de la investigación científica. El objeto de estudio de la Metodología de investigación Lo podemos definir como el proceso de Investigación Científica, el cual está conformado por toda una serie de pasos lógicamente estructurados y relacionados entre sí (Cortés & Iglesias, 2005).

La metodología de investigación en el Cálculo de Huella de Carbono de “Ladrillera los Cristales” se clasifica de acuerdo al objetivo principal como Investigación Evaluativa; en esta analiza la estructura, el funcionamiento y los resultados con el fin de proporcionar información para la toma de decisiones que permitan estimar la efectividad de uno o varios programas y propuestas (Sanca, 2011). En este caso se describe el proceso de producción de Bloque de Arcilla evaluando a través de la Calculadora de Huella de Carbono, los diversos factores que influyen en sus emisiones directas e indirectas calculando a su vez los nuevos programas y propuestas encaminados a la disminución de emisiones de CO₂ Equivalentes.

El objetivo principal de esta investigación es Proponer Estrategias para la disminución de la Huella de Carbono en “Ladrillera Los Cristales” a través del concepto de eficiencia energética en sus procesos. Para lograrlo nos valemos del desarrollo de tres objetivos específicos estructurados e interrelacionados que se desarrollan de manera lógica y ordenada. Para lograr el desarrollo de cada uno de los objetivos el proceso se representa a través de FLUJOGRAMAS que son una forma de representar gráficamente las secuencias dentro de un proceso y describir cómo interactúa cada una de las etapas del proceso (Muñoz, 2010). Esta herramienta se utiliza para encontrar la mejor forma de determinar los pasos para cumplir con los objetivos propuestos, paso seguido se procede a describir cada una de las figuras geométricas (Figuras 4,5,6 y 7) y su relación con la investigación.

5.1 Metodología para el desarrollo del objetivo específico I

Figura 4. Diagrama de flujo desarrollo objetivo específico I



Fuente: Los Autores a partir de SmarthDraw en línea

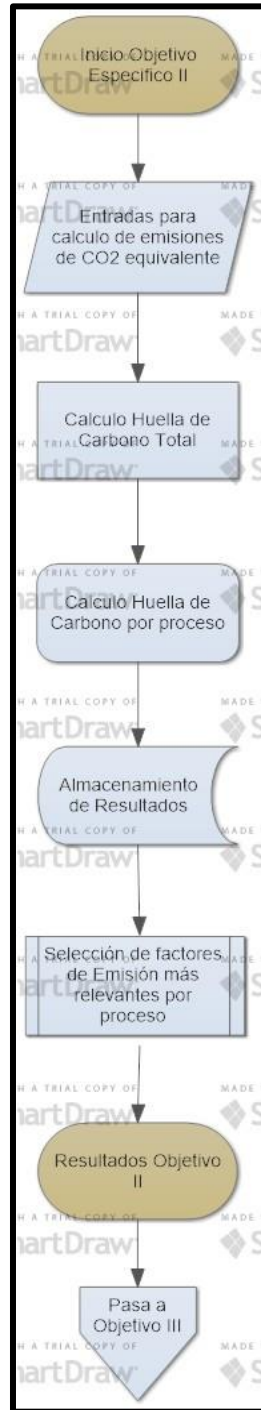
Los siguientes son los pasos para desarrollar el Objetivo Especifico I los cuales pueden observarse en la Figura número 4

- **Visita de Campo Guiada:** A fin de conocer el proceso productivo e identificar los factores de emisión directos e indirectos se hace necesaria la visita guiada con el responsable de producción.
- **Elaboración de Ecomapa:** Después de realizar la visita se debe realizar el ecomapa. Los ecomapas son una sencilla y práctica herramienta que permite analizar, gestionar y comunicar acerca del manejo de los recursos agua, energía, materiales e insumos, así como de la gestión de residuos, emisiones, vertimientos y riesgos de la compañía en materia ambiental. Como su nombre lo indica, el ecomapa corresponde con una representación gráfica de los puntos críticos de la empresa, a través de la cual pueden visualizarse las áreas con mayores consumos, de generación de residuos y/o almacenamiento, gestión no apropiada, las áreas que presenten riesgos ambientales y a la salud de los trabajadores, entre otros. Al constituirse en una herramienta que recopila un conjunto de información de la situación ambiental de la empresa, a través de un lenguaje gráfico y visual (a través del uso de símbolos y figuras), permite un mejor reconocimiento de los puntos críticos (UNAD, 2011). En el caso de Ladrillera los Cristales el Ecomapa se utiliza para identificar de forma general los factores de Emisión Directos e Indirectos de Gases Efecto Invernadero (energía, combustible, carbón etc.) y su relación con el proceso productivo.
- **Análisis de Documentos Internos y Externos:** Los documentos internos a revisar son los libros contables de donde se pueden extraer producción mensual, costos de producción, insumos, materias primas y los externos son facturas de servicios públicos.
- **Entrevista a Responsables de Área:** A medida que se revisa la documentación se hace necesario entrevistar al responsable de cada área a fin de entender cómo se relacionan los consumos de servicios e insumos en el proceso productivo de bloque de arcilla.
- **Lista de Chequeo Completa:** En Base al Ecomapa y los documentos se realiza una lista de chequeo para determinar si se tienen datos suficientes que permitan describir detalladamente el proceso productivo y comenzar la alimentación del Ecobalance (Ver Anexo 1).

- **Descripción del Proceso Productivo y Ecobalance.** El Ecobalance es un instrumento de diagnóstico que, a través de los datos e información cuantitativa recolectada, permite la identificación de puntos críticos de la empresa; con su uso es posible identificar las áreas, procesos u operaciones que representan ineficiencias. Este instrumento de información y decisión permite registrar, evaluar y reflejar los impactos ambientales que parten de productos, procesos o de toda la empresa. En el caso de Ladrillera Los Cristales este balance identifica los materiales que ingresan a la empresa y las emisiones, residuos, vertimientos que salen de la empresa; observa a la empresa como una caja negra en la cual ingresan materiales, agua y energía y salen productos, subproductos y residuos. Un Ecobalance es un proceso dispendioso, que a su vez requiere de recursos para su elaboración, por tanto, se hace indispensable describir detalladamente el proceso productivo (UNAD, 2011).
- **Resultados Objetivo 1.** A partir del Ecobalance se tienen los datos necesarios para clasificar cada proceso y su relación con la Huella de Carbono.

5.2 Metodología para el desarrollo del objetivo específico II

Figura 5. Diagrama de flujo desarrollo objetivo específico II



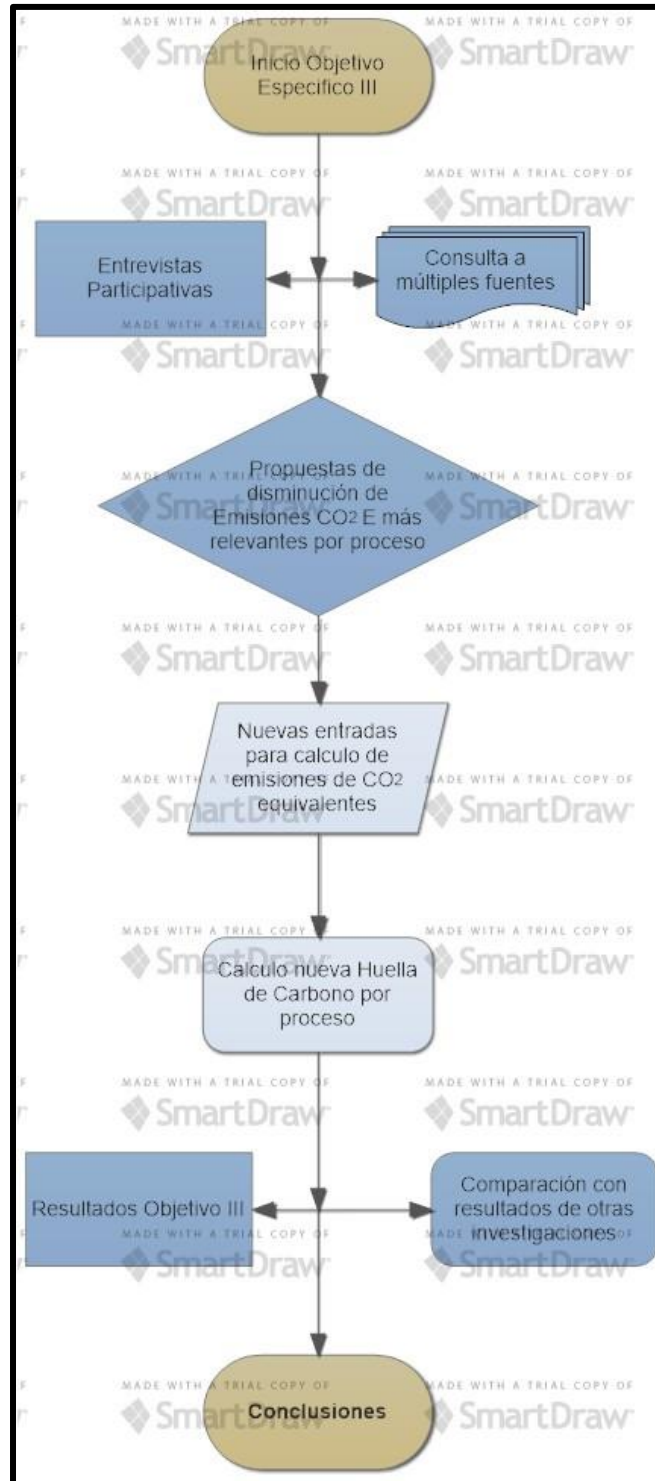
Fuente: Los Autores a partir de SmarthDraw en línea

Los siguientes son los pasos para desarrollar el Objetivo Especifico II los cuales pueden observarse en la Figura número 5

- **Calculo de Huella de Carbono Total.** Utilizando la calculadora de Huella de Carbono de la Secretaria de Ambiente, se calcula la Huella de Carbono de Ladrillera Los Cristales para mediante Análisis de Pareto separar los “pocos vitales” de los “muchos triviales” a fin de conocer mediante graficas de barras las causas de las emisiones directas e indirectas por orden de importancia y frecuencia (porcentaje) (Vizcarra, 2012).
- **Calculo de Huella por Proceso Definido en El Objetivo I.** De acuerdo a la importancia obtenida mediante el Análisis de Pareto se calcula la Huella de Carbono de los procesos agrupados en orden de importancia a fin de conocer puntualmente a dónde dirigir los esfuerzos de Mejora.
- **Resultados.** A partir de los resultados se pasa al objetivo III a fin de presentar las propuestas de eficiencia energética para los procesos seleccionados.

5.3 Metodología para el desarrollo del objetivo específico III

Figura 6. Diagrama de flujo desarrollo objetivo específico III



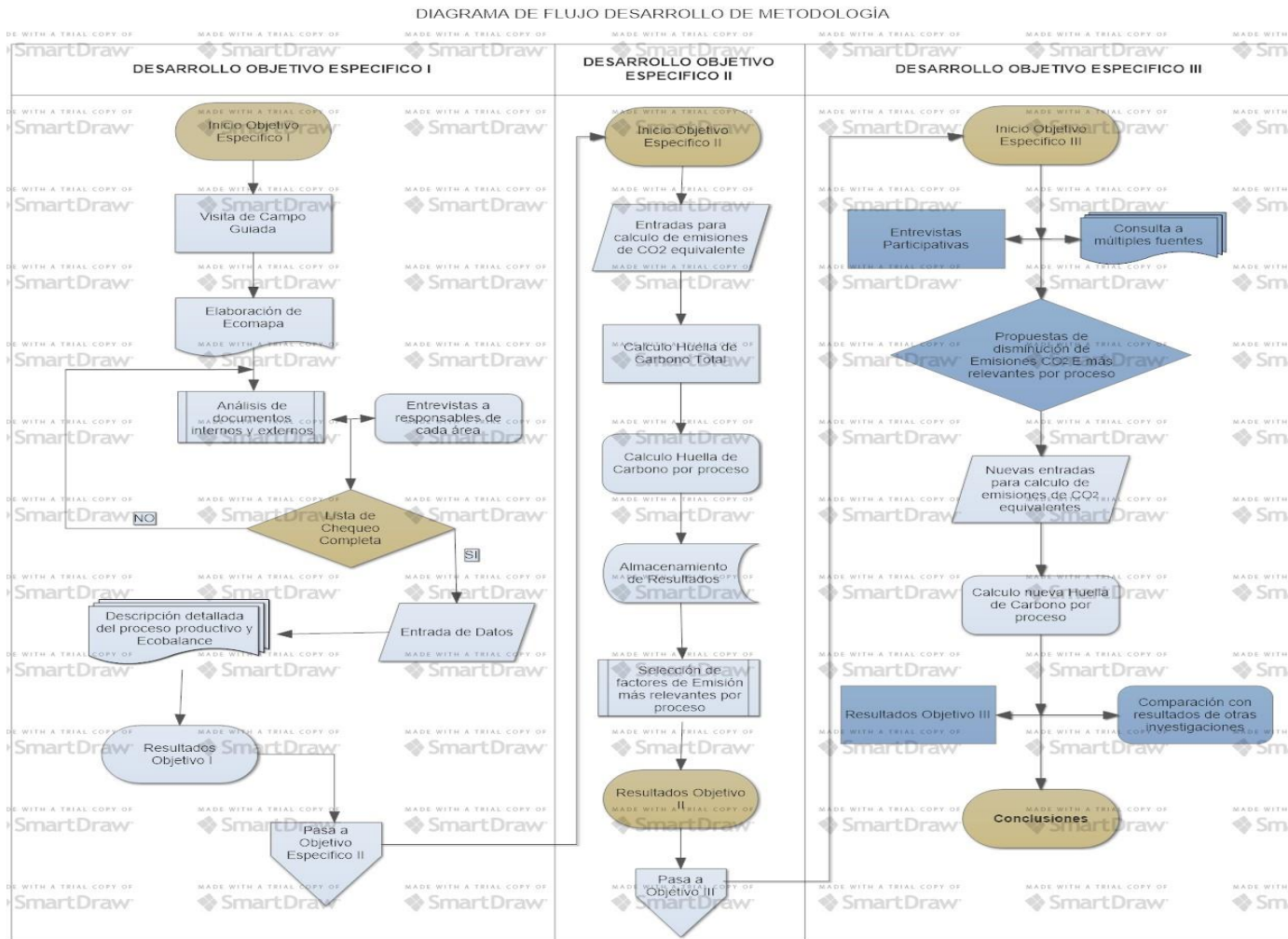
Fuente: Los Autores a partir de SmarthDraw en línea

Los siguientes son los pasos para desarrollar el Objetivo Especifico III los cuales pueden observarse en la Figura número 6

- **Entrevista Participativa:** Después de definir los puntos críticos para solucionar lo siguiente es entrevistarse con el propietario de la fabrica y los responsables de producción a fin de conocer que posibles alternativas de modernización y de producción más limpia que se han llegado a considerar.
- **Consulta a múltiples fuentes.** Paralelamente a las entrevistas se consultan diversas fuentes relacionadas con la eficiencia energética en la producción de bloque de arcilla.
- **Propuestas para la reducción de Emisiones de CO₂.** Se presentan las alternativas de eficiencia energética más relevantes por proceso.
- **Calculo de nueva Huella de Carbono por proceso.** A fin de demostrar la eficacia de las propuestas presentadas se calcula nuevamente la Huella de Carbono por proceso y se anota cuanto disminuye.
- **Resultados y Comparación con otras investigaciones.**

En la Figura Número 7, se muestra como se enlazan cada uno de estos objetivos en la investigación y como se interrelacionan cada uno de los objetivos (I, II y III) en el desarrollo de la metodología.

Figura 7. Diagrama de Flujo Desarrollo de Metodología



Fuente: Los Autores a partir de SmarthDraw en línea

6. RESULTADOS

6.1 PRIMER OBJETIVO

Evaluar el estado actual del proceso productivo de bloque de arcilla a través de un diagnóstico para clasificar cada uno de sus procesos y su relación con la Huella de Carbono.

6.1.1 Descripción del proceso productivo

La descripción del proceso productivo tal como se ve en la Figura número 8 se realizó con base en el documento solicitud de permiso de emisiones atmosféricas por fuentes fijas de julio de 2014 presentado a la Secretaría de Ambiente por parte de la Ladrillera y fue modificado y actualizado por los autores con autorización de la misma para el proyecto de grado. Esta descripción y por tanto el resto del documento se realizó para el periodo comprendido entre enero y abril de 2016 por cambios de fuentes de emisión (máquinas y motores) en el proceso productivo a finales del año 2015.

Figura 8. Proceso Productivo Ladrillera Los Cristales



Fuente: Autores

6.1.1.1 Descripción de la explotación de la mina en Ladrillera los Cristales

El método de explotación utilizado en Ladrillera los Cristales como se puede ver en la Figura número 9 es de tajo abierto, mediante el sistema de bancos descendentes, al tener bancos múltiples, se asegura suficiente longitud de cara expuesta para no permitir interrupciones en la producción. Después que el avance del descapote muestra el depósito, existe una coordinación entre la explotación y el descapote, de tal manera que los ingresos por mineral reembolsarán los costos de remoción del material estéril, mientras se alcanza al

mismo tiempo los objetivos a largo plazo con respecto a los límites del tajo (Seguridad Minera, 2013). Se tiene en cuenta el volumen de material estéril a remover, la producción mensual de mineral arcilloso, los parámetros de diseño mineros tenidos en cuenta involucran los aspectos geológicos como buzamiento, espesor, litología y los aspectos técnicos como geotecnia, topografía, espesor proyectado de bancos, ancho de bermas y pendiente de los taludes, dadas las características estructurales del área esta permite una buena estabilidad del macizo rocoso.

Figura 9. Explotación a tajo abierto en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

La explotación en ladrillera Los Cristales cuenta con los siguientes pasos (ver Figura 8).

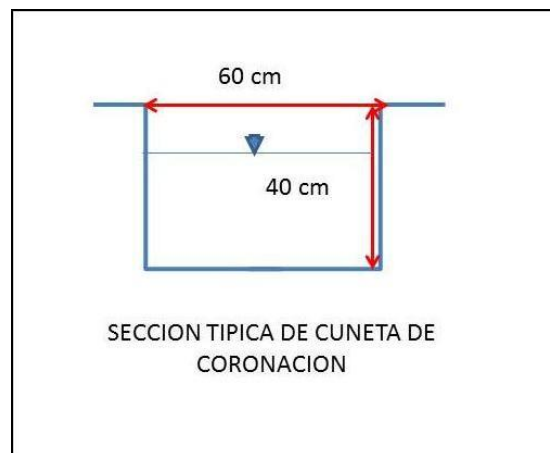
6.1.1.1 Transporte de Combustible Diésel.

Es la primera actividad a desarrollar, para el funcionamiento de la planta es necesario transportar el combustible necesario que va a ser consumido sobre todo en el proceso de explotación. Este transporte se hace en camioneta de 3,5 TON Diésel.

6.1.1.1.2 Descapote.

En minería a cielo abierto, es la etapa en la cual se remueve la capa vegetal, el suelo o el "estéril" (mineral o roca que no representa beneficio económico para la empresa minera) que cubre un yacimiento, para dejar descubierto el mineral de interés económico. Operación que se realiza durante la fase de preparación. El material del descapote debe ser dispuesto adecuadamente para su posterior reutilización en procesos de restauración o recuperación ambiental (Ministerio de Minas y Energía, 2003). En esta etapa se incluye las actividades como la construcción de zanjas de coronación (ver Figura 10) con el fin de evitar que las aguas lluvias ingresen al frente minero. Estas aguas interceptadas son dirigidas a la corriente natural más cercana por medio de cunetas y cajas sedimentadoras. Esta labor permite adecuar el área para iniciar las labores mineras proyectadas y para esta adecuación se utiliza el Buldócer XCMG TY160 (ver Figura 13). Para la fecha del presente estudio la cantera que actualmente se explota ya tiene removida totalmente su capa vegetal.

Figura 10. Diagrama de zanja de coronación de Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

6.1.1.1.3 Extracción de materia prima en Ladrillera Los Cristales.

La extracción (que se puede ver en la Figura número 11) es la fragmentación del macizo rocoso hasta llevarlo a un tamaño que permita su manipulación para ser cargado y transportado. El arranque puede ser realizado con métodos mecánicos (forma continua y discontinua) y también por medio de la perforación con sustancias explosivas (forma discontinua) (Ministerio de Minas y Energía, 2003). En ladrillera Los Cristales se hace una vez al año alistando todo el material a procesar en forma mecánica utilizando Retroexcavadora CATERPILLAR 330L (ver Figura 11), realizando una serie de terrazas y bancos. Los bancos tienen alturas máximas de 11 m, con taludes de pendiente de trabajo de

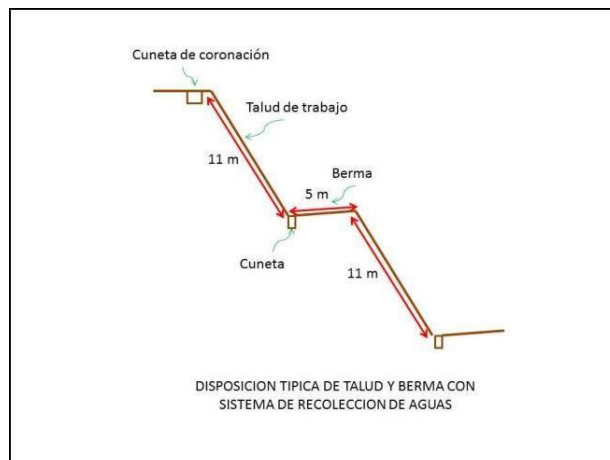
55° y finales de 45°, con bermas de 5 m mínimo de ancho (ver figura 12). En conjunto con la extracción se realizan las siguientes obras: una vía de comunicación a cada una de las bermas, cunetas perimetrales, la zanja de coronación en la parte superior de la explotación con el fin del manejo de aguas de escorrentía; el desnivel hacia la pata de los taludes de 2% hacia los costados, con zanjas que logran la caída moderada del agua hacia los puntos inferiores del área de explotación, al final el agua llega a las cajas de sedimentación para luego encausarlo hacia los drenajes naturales. Las adecuaciones se hacen con el Buldócer XCMG TY160 (ver Figura 13). De la extracción se obtiene Arcilla y Arena y se hacen emisiones de Gases Efecto Invernadero directas como se observa en la tabla 9.

Figura 11. Extracción utilizando Retroexcavadora CATERPILLAR 330L en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

Figura 12. Diagrama de las dimensiones de los taludes y bermas de Ladrillera los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

- **Equipo utilizado:**

Retro excavadora Hidráulica Caterpillar 330D L (ver Figura 11).

Las Retro Excavadoras son máquinas de movimiento de tierras diseñadas para excavar el terreno cuyo equipo de trabajo se mueve mediante cilindros hidráulicos. La CAT 330 DL utiliza como combustible ACPM lo que la hace un generador directo de Gases Efecto Invernadero en la Ladrillera.

Tabla 9. Productos obtenidos y emisiones generadas en la extracción de materia prima en Ladrillera Los Cristales.

Materias primas e Insumos	Energía	Suelo	Agua	Actividad	Producto	Emisiones
Retro excavadora	Gal Diésel		N/A	Arranque		Gases Efecto Invernadero DIRECTAS RUIDO
Formación Bogotá TPB		Ton	N/A		Arcilla	N/A
					Arena	N/A

Fuente: Los Autores

6.1.1.1.4 Transporte de material explotado en Ladrillera Los Cristales

Una vez explotado el material arcilloso y la arena son transportados al sitio de mezcla y maduración mediante carreteo con Buldócer XCMG TY160 (Ver Figura 13), trasladándolo de la berma superior a la inferior. En este paso se generan emisiones directas de Gases Efecto Invernadero por el uso de combustible diésel en el buldócer como se puede apreciar en la tabla 10.

Figura 13. Buldócer XCMG TY160



Fuente: Los Autores

- **Equipo Utilizado:**

Buldócer XCMG TY160 (Ver Figura 13).

Equipo de trabajo de excavación y empuje compuesto por un tractor sobre orugas, chasis rígido y una hoja horizontal, perpendicular al eje longitudinal del tractor, situada en la parte delantera del mismo. Es de fabricación china y su combustible es ACPM lo que lo hace un generador directo de Gases Efecto Invernadero en la Ladrillera.

6.1.1.1.5 Maduración, preparación mezcla y almacenamiento en Ladrillera los Cristales

Como se puede ver en la figura 14, una vez la arcilla se encuentra en el patio de maduración se inicia el proceso de maduración y mezcla que consiste en apilar la arcilla en el patio (capacidad de 850 m³), dejándola para que las condiciones naturales del medio ambiente (aire y microorganismos) favorezcan las reacciones químicas, físicas y biológicas que permiten la disgregación y modificación de ciertas propiedades físico químicas de la arcilla. El tiempo de maduración es de hasta 3 meses, durante el cual se remueve la pila con Buldócer XCMG TY160 (Ver Figura 13), de dos a tres veces durante este periodo, con el fin de oxigenar, desmenuzar y mezclar la arcilla con chamote (subproducto de ladrillo) entre el 5 y 15 % y arena (desengrasante) entre el 5 y 20 %, este porcentaje va de acuerdo al

requerimiento del producto a obtener (Mezcla Homogenizada). Como se puede ver en la tabla 10 en este paso se generan emisiones directas de Gases Efecto Invernadero por el uso de combustible diésel en el Buldócer.

Figura 14. Maduración mezcla y almacenamiento en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera los Cristales

6.1.1.1.6 Traslado a Cajón Alimentador

Una vez cumple su proceso de maduración, la mezcla homogenizada y seca se traslada con Buldócer a la enramada del cajón alimentador con el fin de ingresarla a la línea de producción. Esta operación se realiza cada vez que el proceso lo exige.

Tabla 10. Producto obtenido y emisiones generadas del transporte y mezcla de Materia Prima Ladrillera Los Cristales.

Materias e Insumos	Energía	Suelo	Agua	Actividad	Producto	Emisiones
Buldócer	Gal Diésel		N/A	Transporte (a maduración y a cajón) y Mezcla	Material Dosificado TON	Gases Efecto Invernadero DIRECTAS
Arcilla		TON	N/A			N/A
Arena		TON	N/A			N/A
Chamote		N/A	N/A			N/A

Fuente: Los Autores

6.1.1.2 Descripción de la transformación del bloque de arcilla en Ladrillera Los Cristales

6.1.1.2.1 Alimentación de cajón en Ladrillera Los Cristales

Como se observa en la Figura 15 Con el cargador XCMG ZL30G (ver Figura 17) se empuja la arcilla desde la enramada hasta la tolva del cajón, una vez la arcilla está dentro de la tolva, se alimenta de forma manual con azadón al cajón alimentador permitiendo la entrada de materia prima al escarbador que la dirige a la banda transportadora (ver Figura 16). De acuerdo a la tabla 11 la materia prima es la mezcla homogenizada obtenida del paso “mezcla y homogenización” la cuál en este paso no sufre ninguna transformación, además se generan dos tipos de emisiones; las directas por el uso de combustible diésel en el cargador y las indirectas por consumo de energía eléctrica (Ver tabla 11).

Figura 15. Alimentación de cajón en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Figura 16. Cajón Alimentador en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Equipo Utilizado

Cargador Frontal Articulado XCMG ZL30G.

Como se observa en la figura 17 es un equipo tractor montado en ruedas de dirección articulada, se utiliza para carga, acarreo en distancias cortas y eventualmente excavación. Es de fabricación China y su combustible es ACPM lo que lo hace un generador directo de Gases Efecto Invernadero en la Ladrillera.

Figura 17. Cargador Frontal Articulado XCMG ZL30G



Fuente: Los Autores

Cajón Alimentador

Como se puede ver en la figura 16 es un cajón que tiene por piso una banda transportadora, cuya velocidad es regulable para permitir la dosificación del material. En la salida se encuentra un eje giratorio con aspas denominado escarbador que permite la salida constante del insumo. Recibe 19 ton hora y cuenta un motor de 3HP en el escarbador y uno de 1HP en la banda los cuales generan emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero como puede observarse en la Tabla 11.

Tabla 11. Producto obtenido y emisiones generadas en la alimentación de cajón en Ladrillera Los Cristales

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Emisiones
Cargador	Gal Diésel		Alimentación	Material Dosificado	Gases Efecto Invernadero DIRECTAS
Motor 1HP	kW-h				Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 3HP	kW-h				Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Material Dosificado		TON			N/A

Fuente: Los Autores

6.1.1.2.2 Tamizado de materia prima en Ladrillera los Cristales

Desde la banda transportadora que puede ser vista en la Figura 18 desde el cajón alimentador el material sale hacia la zaranda rotativa con malla de 6 mm (ver Figura 19) donde la arcilla que va a ser molida es tamizada, la arcilla que no cumple con la granulometría requerida cae directamente al molino de martillos (ver Figura 19) donde la arcilla es golpeada y empujada contra una parrilla hasta adquirir la granulometría requerida (6mm), enseguida la materia prima es transportada por banda transportadora para ser mezclada y Extrusada. Como puede verse en la Tabla 12 el producto obtenido a partir del material dosificado es material tamizado y las emisiones de Gases Efecto Invernadero son de alcance indirecto por consumo de energía eléctrica.

Figura 18. Banda transportadora de Zaranda en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Equipo Utilizado

- **Zaranda**

Es un Tamizador circular con malla de 6 mm que permite el paso directo al mezclador de las partículas menores a ese tamaño y envía por una salida al molino de trituración la materia prima que sobre pasa ese tamaño para reducirlo. Cuenta con un motor eléctrico de 5 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico.

Figura 19. Zaranda y Molino en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

- **Molino de Martillos**

Es un molino que consta de un eje que tiene 6 martillos móviles que golpean y empujan la arcilla contra una parrilla de 6mm y la hace pasar por ella dejándola de una granulometría adecuada. Cuenta con un motor de 100 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico.

Tabla 12. Consumos, insumos, productos y emisiones en el Tamizado en Ladrillera Los Cristales

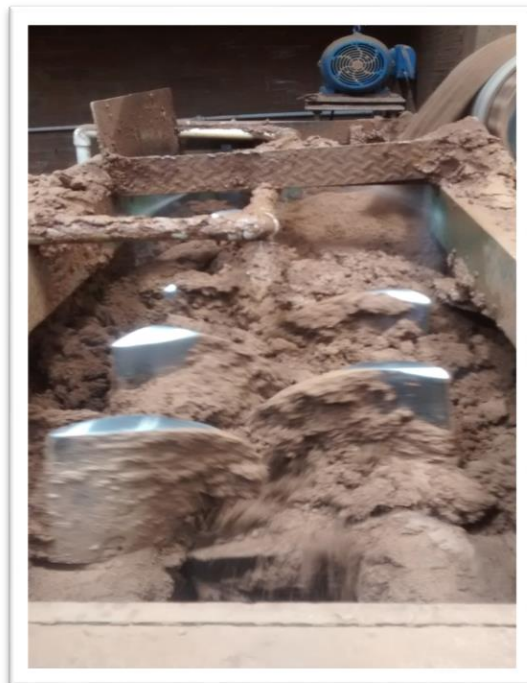
Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Agua	Actividad	Producto	Emisiones
Motor 5HP	kW-h		N/A	Tamizado		Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 100 HP	kW-h		N/A			Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Material Dosificado		TON			Material Tamizado	

Fuente: Los Autores

6.1.1.2.3 Extrusado y mezcla

Como se puede observar en la Tabla 13, después de tamizar el material comienza el extrusado proceso en donde el material tamizado es humectado en un mezclador con 4 a 6% de agua del total de la mezcla (ver figura 20) a fin de dar plasticidad suficiente y crear la pasta cerámica, después, se traslada por la banda transportadora a la extrusora (ver figura 21), la cual mediante la bomba de vacío extrae el aire que pudiera contener la masa y presiona la pasta contra el molde, formando una barra o tolón con la forma característica del producto deseado el cual pasa al proceso de corte. Como puede verse en la Tabla 13 el producto obtenido a partir del material tamizado son barras de bloque y las emisiones de Gases Efecto Invernadero son de alcance indirecto por consumo de energía eléctrica y de alcance directo por el consumo de combustible Diésel que se utiliza para lubricar la salida del material desde la bomba de vacío.

Figura 20. Mezclador para Bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Figura 21. Extrusora para Bloque de Arcilla en Ladrillera los Cristales



Fuente: Los Autores

Equipo Utilizado

- **Mezclador para Bloque de Arcilla (ver Figura 20)**

El mezclador es una máquina que permite la agitación, homogenización y transporte de la arcilla, consta de una batea contenedora y dos husillos que giran tangencialmente dentro de la batea. Cada husillo tiene un número de paletas determinado que son las que empujan y agitan la arcilla. Los ejes están unidos a un sistema de engranes gemelos que permiten su movimiento y estos a su vez están conectados a una transmisión reductora de engranes y luego a un motor eléctrico por sistema de correas. El motor eléctrico principal de movimiento es de 20 HP y el motor auxiliar para transporte del material por medio de banda es de 3 HP. Estos motores generan emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico (ver Tabla 13).

- **Bomba de Agua**

Para adicionar el agua que se requiere para la homogenización del material se utiliza una bomba de agua que se encarga de llevar el agua hasta el mezclador. Cuenta con un motor eléctrico de 5HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico (ver Tabla 13).

- **Embutidor**

Tornillo sinfín que transporta la arcilla hasta la extrusora. Cuenta con un motor de 100 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico (ver Tabla 13).

- **Extrusora para Bloque de Arcilla (ver Figura 21)**

Maquina utilizada para crear objetos con una sección transversal definida. Cuenta con un motor eléctrico de 300HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico (ver Tabla 13).

- **Bomba de vacío**

Es una bomba que trabaja creando vacío succionando el aire dentro de la Maquina Extrusora (ver Figura 21). El sistema cuenta con un filtro y una válvula anti retorno que disminuye la entrada de polvo a la bomba. El sistema funciona gracias a un motor de eléctrico de 20 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico y utiliza combustible Diésel como lubricante para facilitar la salida del material Extrusado generando Emisiones Directas de Gases Efecto Invernadero (ver Tabla 13).

- **Cortadora**

Cortadora de alambre que permite dividir el material saliente en tolones que en el siguiente proceso se corta en secciones más pequeñas. Utiliza un motor eléctrico de 3 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico (ver Tabla 13).

Tabla 13. Consumos, insumos, productos y emisiones en el Extrusado de bloque de arcilla en Ladrillera Los Cristales

Materias Insumos	Energía	Materia Prima	Agua	Actividad	Producto	Emisiones
Motor 20HP	kW-h			Extrusado	Tolon en Barra	Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 5HP	kW-h					Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 3HP	kW-h					Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Agua			L - Hora			
Material Molido		TON				
Motor 300 HP	kW-h					Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 100 HP	kW-h					Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 20HP	kW-h					Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 3HP	kW-h					
LUBRICANTE	ACPM GAL					Gases Efecto Invernadero DIRECTAS

Fuente: Los Autores

6.1.1.2.4 Corte de Bloque en Ladrillera Los Cristales

Como se ve en la figura 22, el tolón que sale de la extrusora pasa a una cortadora de guillotina donde se mueve un alambre de acero en forma vertical que corta un trozo del tolón del largo requerido en la cortadora de múltiple; la medida del trozo de tolón se controla mediante un final de carrera; la banda de la cortadora múltiple recibe el tolón cortado por la guillotina, la banda transporta el tolón hacia un tope que envía una señal eléctrica al motor de la plancha que mueve y empuja el tolón hacia el marco de alambres y lo divide dejando el producto en el tamaño deseado. El refile (rebaba) y el material no conforme producidos en el corte son devueltos inmediatamente al embutidor para reutilizarlos. Como puede verse en la Tabla 14 el producto obtenido a partir del material extrusado es bloque crudo de arcilla y las emisiones de Gases Efecto Invernadero son de alcance indirecto por consumo de energía eléctrica.

Figura 22. Corte de Bloque en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Equipo Utilizado

- **Cortadora Múltiple**

Esta cortadora que puede observarse en la Figura 22 consta de una banda transportadora, una plancha de empuje y un marco de alambres. La banda recibe el tolón cortado en la guillotina, lo empuja hacia un tope que envía una señal eléctrica al motor de la plancha que mueve el tolón hacia el marco de alambres el cuál divide al tolón en bloques del tamaño deseado. Cuenta con un motor de 20 HP para la máquina y de 3 HP para la banda. que generan emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico (ver Tabla 14).

Tabla 14. Consumos, insumos, productos y emisiones en el Corte de Bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Residuo	Emisiones
Motor 20HP	kW-h		Corte	Bloque de Arcilla crudo		Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Motor 3HP	kW-h					Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Tolon					Chamote	

Fuente: Los Autores

6.1.1.3 Cocción y Secado

6.1.1.3.1 Descripción del secado natural del bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

Una vez formada la pieza se lleva en carretillas de tres ruedas haladas por un tractor KUBOTA (ver Figura 23) al patio de secado natural (ver Figura 24) donde se apila el bloque de arcilla de forma manual durante mínimo 8 días. La acción del aire hace que el agua se evapore y el material quede con un 5-7% de agua. Durante el secado, después de estar mínimo el 50% del tiempo en el patio, se inicia el traspile, el cual consiste en trasladar y cambiar de posición el bloque, donde el material de la parte superior que ya está seco se traslada a la parte inferior de la pila y el que estaba en la parte inferior pasarlo a la parte

superior en una pila adyacente con el objeto de acelerar el proceso. Posterior a esto se traslada al horno para su cocción. Como puede verse en la Tabla 15 el producto obtenido es Bloque de arcilla seco listo para entrar al proceso de cocción, en este paso las emisiones de Gases Efecto Invernadero son de alcance directo por el consumo de combustible diésel.

Figura 23. Transporte a patio de secado en Ladrillera los Cristales



Fuente: Los Autores

Figura 24. Patio de Secado en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Equipo Utilizado

- **Tractor Kubota B2320 (Ver Figura 23).**

Es utilizado para arrastrar periódicamente 6 carretillas cargadas de bloque crudo al patio de secado natural que puede verse en la figura 24. Genera emisiones directas de Gases Efecto Invernadero ya que consume combustible diésel (ACPM).

Tabla 15. Consumos, insumos, productos, residuos y emisiones en el proceso de secado natural en Ladrillera Los Cristales

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Residuo	Emisiones
Tractor Kubota	Gal Diésel		Secado	Bloque Seco		Gases Efecto Invernadero INDIRECTAS
Luz Solar	N/A				N/A	N/A
Bloque Verde					Chamote	Vapor de Agua

Fuente: Los Autores

6.1.1.3.2 Descripción de la cocción de Bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

6.1.1.3.2.1 Endague

Consiste en llenar el horno con bloque de arcilla seco para su cocción (ver Figura 25). El horno consta de 10 cámaras, una cámara 25 líneas, 3 cámaras 18 líneas, 3 cámaras de 10 líneas, dos cámaras de 16 líneas y una de 12 líneas, entre líneas caben 2 bancos y cada banco puede contener 205 bloques No. 5 o 270 bloques No.45. Al terminar el endague se cierra la puerta con bloque y mezcla de arena y agua, además se sella con papel periódico y engrudo en el túnel con el fin de que la cámara quede completamente aislada del exterior permitiendo direccionar los humos en un sentido por medio de las válvulas que impiden que el ventilador succione de zonas diferentes a la deseada, para así comenzar el calentamiento del bloque. Este paso al ser totalmente manual no genera emisiones de Gases Efecto Invernadero.

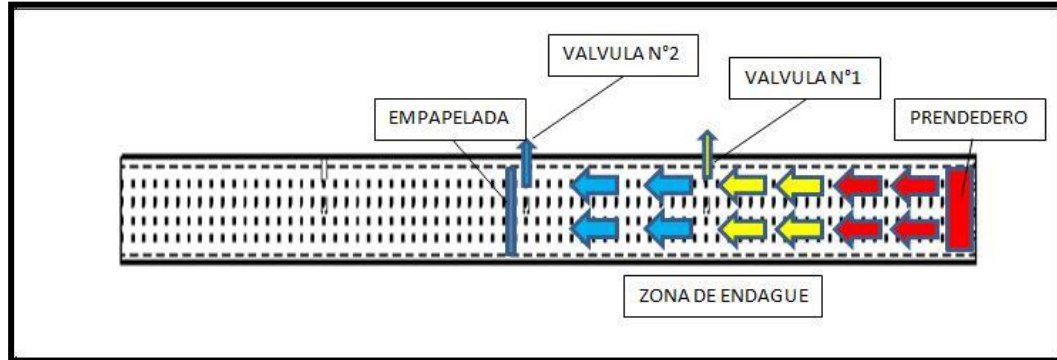
Figura 25. Llenado de horno con bloque de arcilla seco en Ladrillera los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

6.1.1.3.2.2 Pre calentamiento

Figura 26. Diagrama pre calentamiento del horno Hoffman Semicontinuo en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

Terminado el endague, se procede al pre calentamiento, que como se puede ver en la Figura 26 consiste en dar paso al aire caliente que proviene de la zona de cocción, acción que sube la temperatura del bloque gradualmente hasta llegar a 700 grados celsius aproximadamente liberando la humedad presente manteniendo las condiciones óptimas para el proceso evitando generar defectos en el producto como fisuras, rehidratación y derrumbes dentro del horno.

El pre calentamiento se logra al abrir las válvulas de succión del horno de manera escalonada que se encuentran hasta la línea de la empapelada buscando dosificar la temperatura alcanzada en la zona de quema en el producto más próximo a ser cocido

distribuyéndola a lo largo de las líneas siguientes y así sucesivamente hasta llegar al producto que se encuentra en la última línea empapelada.

Equipo Utilizado

- El equipo utilizado es un ventilador de succión (ver Figura 27) equipado con motor de 40 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico como se puede apreciar en la tabla 16.

Figura 27. Ventilador de Succión en horno Hoffman semi continuo en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

Tabla 16. Consumos, insumos, productos y emisiones en el precalentamiento del Horno Hoffman Semicontinuo en Ladrillera Los Cristales.

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Emisiones
Motor 40HP	kW-h		Precalentamiento	NA	Gases Efecto Invernadero Indirectas

Fuente: Los Autores

6.1.1.3.2.3 Trituración de Carbón

En el proceso de cocción se requiere que el combustible (carbón mineral) tenga una granulometría específica para ser utilizado en el Carbojet (ver Figura 29), para eso debe ser molido en un molino de martillos como se observa en la figura 28. El carbón en roca ingresa por la tolva al molino de martillos móviles que golpean el carbón y lo empujan contra la parrilla diseñada para la granulometría específica, el carbón sale molido y cae a una bandeja de recolección, para luego ser almacenado en la sección de quema donde se encuentra el Carbojet, en este proceso se generan emisiones de material particulado y se consume electricidad (ver Tabla 17).

Equipo Utilizado

- **Molino de Martillos para carbón en Ladrillera los Cristales (ver Figura 28)**

Es un molino que consta de un eje que consta de 6 de martillos móviles que golpean y empujan el carbón contra una parrilla pulverizándolo en partículas. Cuenta con un motor eléctrico de 50 HP que genera emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico como puede verse en la Tabla 17.

Figura 28. Molino de carbón en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

Tabla 17. Consumos insumos y emisiones en la trituración de carbón en Ladrillera los Cristales

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Emisiones
Motor 50HP	kW-h		Trituración de Carbón		Gases Efecto Invernadero Indirectas
Carbón Grueso		Kg-h		Carbón Molido	Material Particulado

Fuente: Los Autores

6.1.1.3.2.3 Quema de carbón

Una vez precalentado el bloque se procede a colocar el Carbojet (ver Figura 29) que alimenta carbón pulverizado que sirve de combustible. Esta máquina consta de una tolva donde se almacena el carbón, un tornillo alimentador que lo dosifica y una turbina que cumple doble función, pulveriza el carbón y lo inyecta con aire a través de unas mangueras que están conectadas a las mirillas del horno. Se corren en promedio 1,5 líneas por hora y se cocinan en promedio 615 bloques/hora No. 5 y 810 bloques/hora No.4.

La cocción del bloque de arcilla se logra porque el carbón hace ignición en la zona donde la temperatura supera los 400 grados aportados por las líneas anteriores que se encuentran en enfriamiento y que el ventilador por medio de la succión hace avanzar hasta la zona de cocción, este carbón dosificado en el carbojet hace que la temperatura suba hasta alcanzar la temperatura de cocción del producto (900 grados Celsius) distribuyéndolo a lo largos de la línea mostrando un color característico de rojo incandescente.

El índice de consumo de este combustible se encuentra en el orden de 1 kg de carbón por cada 21,9 kg de arcilla procesada, teniéndose que se procesa aproximadamente 33.297 Kg de arcilla al día. Para lograr la temperatura adecuada se utiliza carbón térmico con las características mostradas en la tabla 18. En este paso se generan emisiones de alcance directo por el uso de carbón como combustible y emisiones de alcance indirecto por el consumo eléctrico, este paso es el más importante del proceso de cocción porque es donde cambian las propiedades mecánicas del bloque de arcilla (vitrificación, endurecimiento etc.), los insumos, productos, emisiones y residuos pueden verse en la Tabla 19.

Tabla 18. Características del carbón utilizado en Ladrillera los Cristales

CONCEPTO	LIMITES	
Humedad Residual (% peso)	1,5	MAX.
Materia Volátil (% en peso)	30	MIN.
Ceniza (% peso)	10	MAX.
Carbono fijo (% en peso)	50	MIN.
Azufre (% peso)	1	MAX.
Poder Calorífico Bruto (Cal/g)	7000	MIN.
Índice de hinchamiento No	4	MAX.
Índice de molienda Hardgrove No	60	MAX.
Humedad total (% en peso)	3	MAX.

Fuente: Ladrillera Los Cristales

Equipo Utilizado

- **Carbojets (ver Figura 19).**

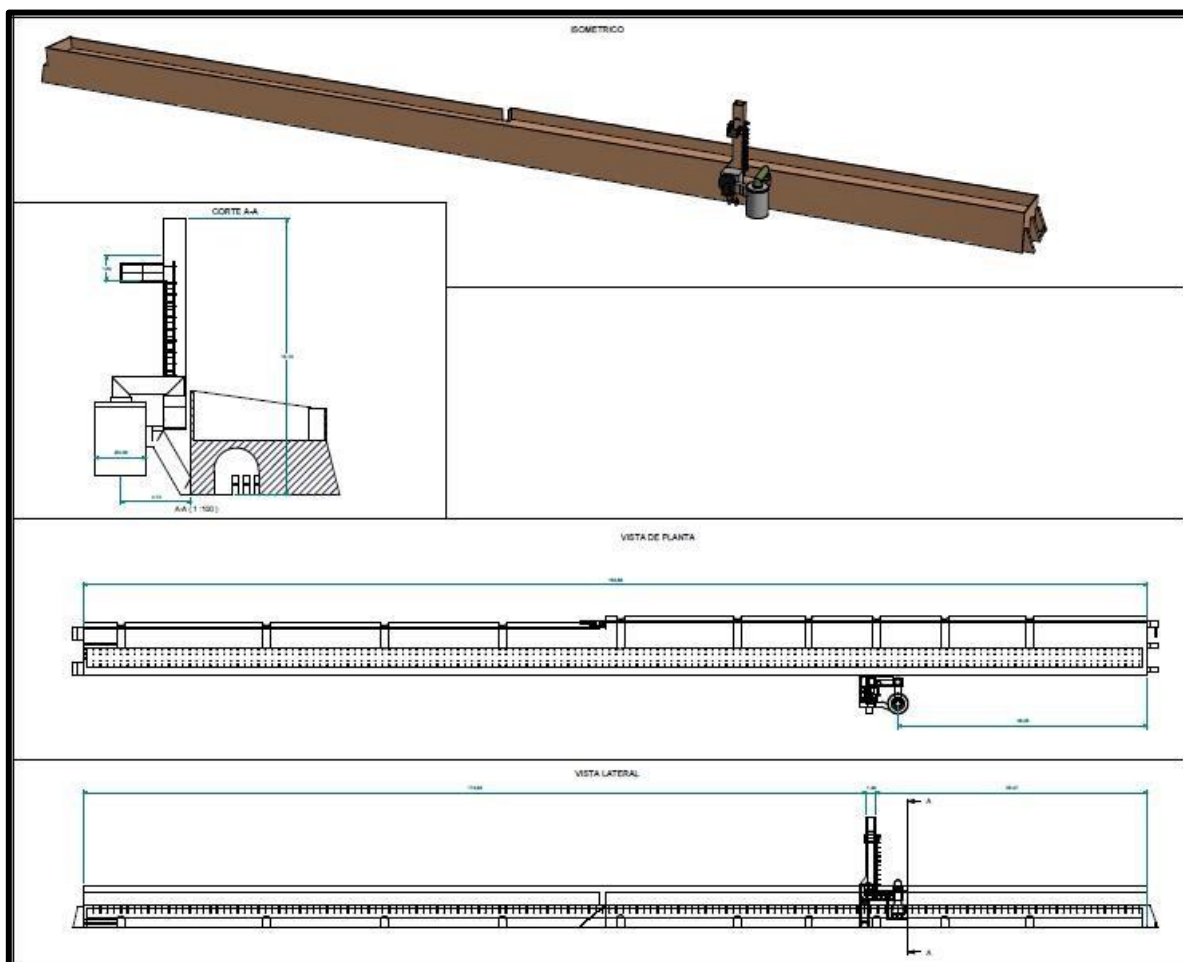
Es una máquina que se utiliza para la alimentación de carbón al horno, es básicamente una turbina de alta velocidad que inyecta carbón a través de agujeros ubicados en el techo del horno Hoffman Semicontinuo (que se pueden observar en la figura 31) conectados a las maquinas por mangueras. Cuenta con un motor eléctrico de 5 HP para la turbina y otro de 1 HP para el dosificador los cuales generan emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero (ver Tabla 19). Para el proceso de utilizan 2 Carbojets.

Figura 29. Carbojets para inyección de Carbón en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Ladrillera Los Cristales

Figura 30. Horno Hoffman Semicontinuo en Ladrillera los Cristales.



Fuente: Ladrillera Los Cristales

- **Horno Hoffman Semicontinuo (Figura 30)**

Consiste en 1 galería, formada por compartimientos contiguos, cuyos extremos se unen por un pasa fuegos. Es un horno Semicontinuo de alta producción, donde no se puede producir materiales vitrificados. En este horno el fuego se mueve a través del mismo a lo largo, este sistema permite obtener una buena eficiencia térmica y de producción, ya que el calor obtenido en la cámara de combustión se utiliza en el precalentamiento de las cámaras precedentes. Cada galería está formada por varias cámaras, cada una de ella con su respectiva puerta, para el cargue y descargue del horno y un canal de salida que va al colector principal que conduce a la chimenea, cada cámara comunica con el colector, por un conducto de humos, los cuales se cierran herméticamente con válvulas. La alimentación del combustible se realiza en la parte superior del horno, mediante alimentación manual o con la ayuda de carbojet (alimentación neumática), la cual debe realizarse en forma dispersa, evitando chorros que provoquen combustión incompleta (CAEM, 2011). Las emisiones de Gases Efecto Invernadero son de alcance directo por la quema de carbón como combustible (ver Tabla 19), este horno presenta como gran desventaja la pérdida de calor y energía en el encendido del horno.

Figura 31. Agujeros para la inyección de carbón ubicados en el techo del horno Hoffman Semicontinuo en Ladrillera los Cristales



Fuente: Los Autores

Tabla 19. Consumos, insumos, emisiones, productos y residuos en el quemado de carbón en Ladrillera los Cristales

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Residuo	Emisiones
2 Motores Eléctricos 5 HP	kW-h	N/A	Cocción	N/A	N/A	Gases Efecto Invernadero Indirectas
2 Motores Eléctricos de 1HP	kW-h	N/A		N/A	N/A	Gases Efecto Invernadero Indirectas
Carbón Molido	Kg-h	N/A		N/A	Ceniza	Material Particulado Gases Efecto Invernadero Directos
Bloque		Ton		Bloque Cocido		Vapor de Agua

Fuente: Los Autores

6.1.1.3.2.4 Enfriamiento

En el momento en que la temperatura se haya elevado a 900 grados centígrados, indicara que se debe mover el Carbojet y situarlo en la siguiente línea.

Cuando se da apertura a las válvulas para permitir el desplazamiento de los gases residuales a la zona de precalentamiento desde la zona de cocción, se hace dando ingreso al aire del medio ambiente desde la zona de deshorne el cuál se desplaza atravesando el producto que se encuentra ya cocido.

Aquí comienza el enfriamiento ya que el aire caliente es desplazado por aire a temperatura del medio ambiente. El descenso de la temperatura del horno hasta los 40 grados Celsius enfría los bloques, el aire caliente sigue la dirección de la quema ayudando a la combustión del carbón y al precalentamiento.

6.1.1.3.2.5 Deshorne

Después de enfriar el compartimiento del horno, se procede a abrir la puerta del deshorne para ventilarla con ventilador eléctrico (ver Figura 32) con el fin de que la temperatura siga descendiendo. Una vez esta frío, el operario ingresa y cuidadosamente va sacando los bloques de arcilla cocidos (que se pueden ver en la Figura 33) de arriba a abajo, ubicando el producto en las carretillas, en cada uno de ellas con una capacidad de 70 unidades que son transportados a los patios de almacenamiento que se pueden ver en la Figura 34 para su almacenaje y posterior venta.

Todos los productos no conformes se transforman en chamote. El chamote y las cenizas de carbón son agregados a la arcilla como componente de la materia prima (Desengrasantes) cuando se hace el proceso de preparación y mezcla en proporción de 5 a 15% dependiendo del producto. A parte de los residuos se generan emisiones indirectas de Gases Efecto Invernadero por consumo eléctrico como puede verse en la Tabla 20.

Figura 32. Ventilador eléctrico para deshorne en Ladrillera los Cristales



Fuente: Los Autores

Figura 33. Extracción de Bloque de Arcilla cocido en horno Hoffman semicontinuo en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

Equipo Utilizado

- Ventilador eléctrico para deshorne con motor eléctrico de 1 HP utilizado para disminuir la temperatura en el horno y así poder retirar el producto terminado. Como se puede ver en la Tabla genera emisiones de alcance indirecto por consumo de energía eléctrica.

Tabla 20. Consumos, insumos, productos y emisiones deshornadas de bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

Materias e Insumos	Energía	Materia Prima	Actividad	Producto	Residuo	Emisiones
Motor 1HP	kW-h		Cocción			Gases Efecto Invernadero indirectos
Bloque Cocido		Ton		Bloque Cocido	Ceniza Chamote	Material Particulado

Fuente: Los Autores

6.1.1.3.2.6 Transporte y almacenamiento

Una vez sale del horno el bloque de arcilla terminado se traslada en carretillas al patio de almacenamiento (ver Figura 34) a la intemperie o se carga directamente en el camión del cliente. Este paso al ser manual no genera emisiones.

Figura 34. Patio de almacenamiento de bloque de arcilla terminado en Ladrillera Los Cristales



Fuente: Los Autores

6.1.2 Ecomapa Ladrillera Los Cristales (ver Figura 36)

- Revisión Visual.

Ladrillera Los Cristales se encuentra ubicada en el kilómetro 3,5 vía mochuelo. Debido a que todo el proceso productivo ocurre dentro de un mismo predio propiedad de la empresa, la zona de influencia directa se definió en el área de la misma ladrillera (Ver Figura 35) y el área de influencia indirecta se definió dentro del Parque Minero Industrial el Mochuelo (Ver Figura 3) El cuál, presenta una superficie aproximada de 1.656,01 ha, que se extienden por cuatro Veredas: Mochuelo Bajo (676,78 ha), Quiba Baja (576,27 ha), Quiba Alta (221,07 ha) y Mochuelo Alto (181,89 ha) de acuerdo con la capa cartográfica del POT

denominada “Uso rural”. Ha (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012), pertenece a localidad 19 y también se han conformado barrios como San Joaquín, Mochuelo alto, Mochuelo Bajo y Monterrey.

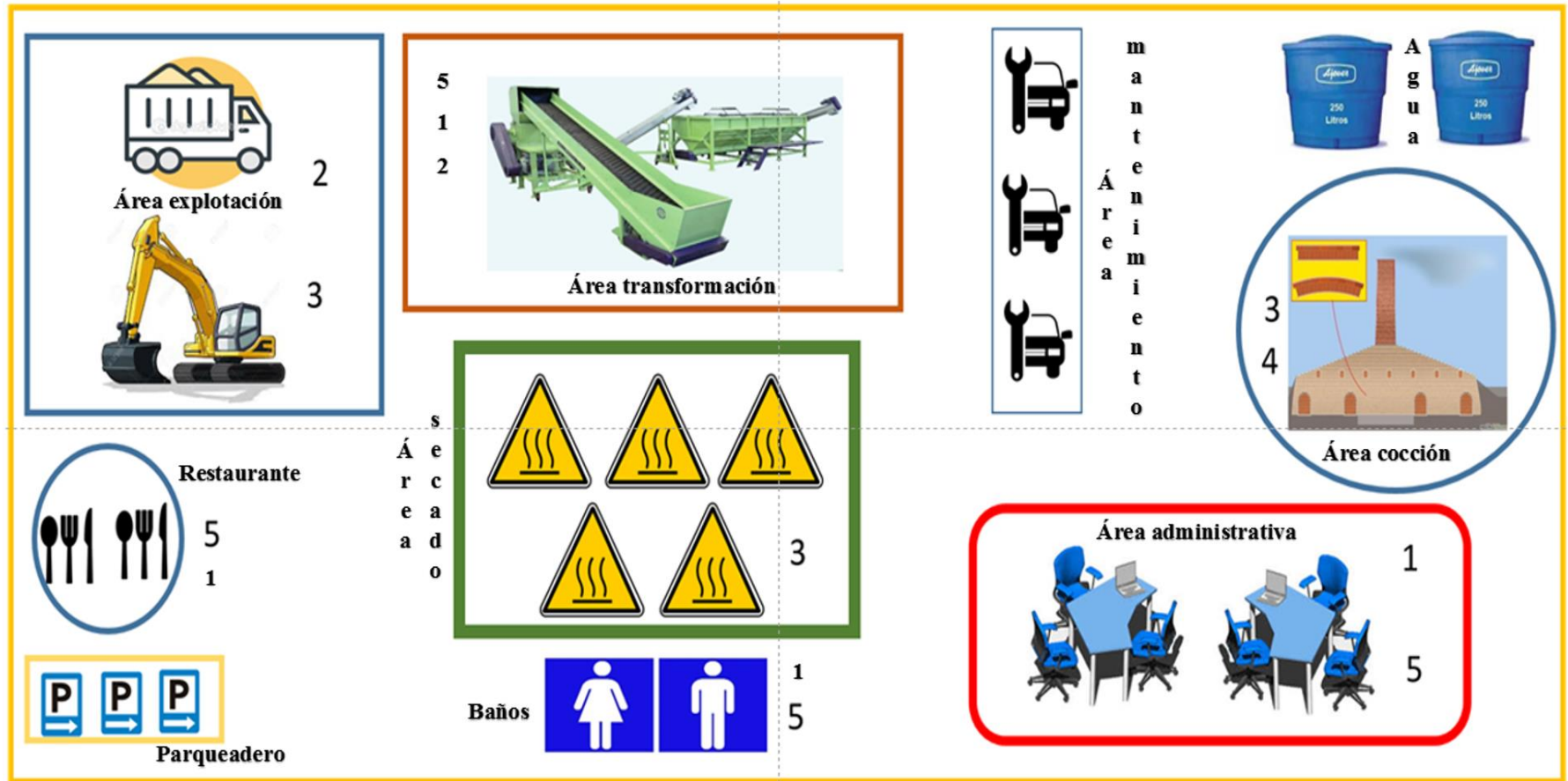
Figura 35. Área de influencia directa Ladrillera Los Cristales



Fuente: Google Maps

El Proceso productivo de Ladrillera Los Cristales ha sido recreado mediante un dibujo temático o Ecomapa (como puede verse en la Figura 36) a fin de visualizar la ubicación de los aspectos e impactos ambientales relacionados con la Huella de Carbono identificados en la visita de campo guiada.

Figura 36. Ecomapa Ladrillera Los Cristales



1. Consumo energía

2. Consumo de Suelo

3. Consumo de Combustible

4. Consumo de Carbón

5. Consumo de Agua

Fuente: Los Autores

En el Ecomapa (ver Figura 36) se observan como entradas agua, carbón, electricidad, combustible y suelo y como salidas, vertimientos, emisiones atmosféricas y bloque de Arcilla terminado generándose los siguientes consumos.

- **Consumo de Suelo.** Si bien el consumo de suelo no hace parte de la Huella de Carbono, se tiene en cuenta en el Ecomapa por tratarse de la materia prima principal ya que la producción del bloque de arcilla se mide en toneladas de arcilla transformada. Se encuentra un alto consumo del suelo en el área de explotación.
- **Consumo de Energía Eléctrica.** Se observa consumo de energía eléctrica en las áreas de oficinas, vestier y baños, restaurante, cocción, mantenimiento y sobre todo en el área de transformación del bloque debido a que la maquinaria en ese proceso funciona con electricidad. En el área de explotación y de secado no se utiliza este tipo de Energía.
- **Consumo de Combustible Diésel.** Ladrillera Los Cristales presenta tres puntos de consumo de combustible diésel en el área de transformación, en el área de secado y sobre todo en el área de explotación.
- **Consumo de Agua.** El agua se consume de consume de dos tipos de fuentes:
 - ✓ **Acueducto Veredal.** Se consume en Vestier y Baños, oficinas y restaurantes.
 - ✓ **Aguas Lluvias y/o carro tanque.** Se consume en el área de producción.
- **Consumo de Carbón.** El proceso de cocción de bloque se realiza a través de horno de quemado el cuál funciona con carbón, consumiendo varias toneladas en el proceso.

6.1.3 Ecobalance de Ladrillera los Cristales

Análisis de Entradas y Salidas

El análisis de entradas y salidas se hizo para cada una de las etapas del proceso productivo de Ladrillera Los Cristales, este proceso se dividió en cuatro etapas explotación, Transformación, secado y cocción a su vez estas etapas se dividieron en pasos. Para este

análisis de entradas y salidas se tomó como referencia la Cantidad de Material Dosificado Procesado en una hora en condiciones ideales (19 TON).

6.1.3.1 Ecobalance del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 21 se presenta el ecobalance del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales el cual ya ha sido detalladamente descrito en el punto 6.1.1.1 *Descripción de la explotación de la mina en Ladrillera los Cristales*.

Tabla 21. Ecobalance del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales

Numero Actividad	Nombre de actividad	Entradas				Salidas				
		Materias primas e insumos	Energia	Materia Prima	Agua	Producto	Residuos solidos	Vertimientos	Emisiones	Forma Obtención de datos
1	Transporte Combustibles	Camioneta	ACPM 0,25 GAL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	74 Db (CATALOGO) 0,0027 TON CO2 E	Directa
2	Arranque	Retroexcavadora CATERPILLAR 330L	ACPM 1,23 Gal	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,0129 TON CO2 E 78,5 Db (CATALOGO)	Directa
		Formación Bogotá TPB	N/A	17,4TON	N/A	Arcilla 15,8 TON Arena 1,52 TON	N/A	N/A		Directa
3	Transporte y Mezcla	Buldozer xcmg ty160	ACPM 3,04 Gal	N/A	N/A	Material Dosificado 19 TON	N/A	N/A	93 Db (CATALOGO) 0,0318 TON CO2 E	Directa
		Arena (8% Aprox)	N/A	1,52 TON			N/A	N/A		Directa
		Arcilla (83% Aprox)		15,8 TON						
		Chamote (9% Aprox.)		1,71 TON						

Fuente: Los Autores

A continuación, se explican las entradas y salidas de cada una de las actividades del ecobalance del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales de la Tabla 21.

Actividad 1, transporte de combustibles: Se transporta el combustible desde la estación de servicio hasta la planta para surtir el Diésel necesario para la producción.

Entradas: Consumo de combustible Camioneta (Ver Anexo 3)

Salidas. En este paso la única salida son Toneladas de CO₂ equivalentes por galón (Factor de Emisión 10,446391) y ruido.

Actividad 2, Arranque: Extracción con Retroexcavadora, actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.1.

Entradas.

- Combustible Retroexcavadora (Ver Anexo 3)
- Suelo (material explotado Formación Bogotá TPB). Por cada 19 TON de material explotado un 93% aproximado es Arcilla y Agua, un 9% Chamote y un 8% Arena. Aunque pueden variar sin afectar el proceso final.
 - ✓ Arcilla 15,8 TON Aprox.
 - ✓ Arena 1,52 TON Aprox.
 - ✓ Chamote 1,71 TON Aprox.

Salidas. Toneladas de CO₂ equivalentes por galón (Factor de Emisión 10,446391), ruido, arena y arcilla para mezclar.

Actividad 3, Transporte Mezcla y Maduración: actividades explicadas detalladamente dentro del punto 6.1.1.1.

Entradas. Combustible Buldócer (Ver Anexo 3) y suelo (determinado en el paso anterior).

Salidas. Toneladas de CO₂ equivalentes por galón (Factor de Emisión 10,446391) y material dosificado 19 TON.

6.1.3.2 Ecobalance de transformación del bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales.

En la Tabla 22 se presenta el ecobalance de la transformación del bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales el cual ya ha sido detalladamente descrito en el punto 6.1.1.2 *Descripción de la transformación del bloque de arcilla en Ladrillera Los Cristales.*

Tabla 22. Ecobalance de transformación del bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales.

Numero Actividad	Nombre de actividad	Entradas				Salidas				
		Materias primas e insumos	Energía	Materia Prima	Agua	Producto	Residuos solidos	Vertimientos	Emisiones	Forma Obtención de datos
1	Alimentación de cajón	Cargador	ACPM 0,325 Gal	N/A	N/A	Material Dosificado 19 TON	N/A	N/A	75-95 Db 0,0034 TON CO2 E	Directa
		Motor 1HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	0,61 kWh	N/A	N/A				0,000121 TON CO2 E	Indirecta
		Motor 3HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	1,83 kWh	N/A	N/A				0,000364 TON CO2 E	Indirecta
		Material Dosificado 19 TON	N/A	19 TON	N/A				N/A	Directa
2	Tamizado	Motor 5HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	3,05 kWh	N/A	N/A	Material Tamizado 60 a 70% Material para moler 30 a 40%	N/A	N/A	0,000607 TON CO2 E	Indirecta
		Material Dosificado	N/A	19 TON	N/A				N/A	Directa
3	Molido	Motor 100HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	61,014 kWh	N/A	N/A	Material Tamizado 4,4 TON a 5,5 TON	N/A	N/A	0,01214 TON CO2 E	Indirecta
		Material para Moler	N/A	4,4 TON a 5,42 TON	N/A				N/A	Directa
4	Mezclado	Motor 3HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	1,83 kWh	N/A	N/A	Material Homogenizado 19,95 TON	N/A	N/A	0,000364 TON CO2 E	Indirecta
		Motor 5HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	3,05 kWh	N/A	N/A				0,000607 TON CO2 E	Indirecta
		Motor 20HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	12,203 kWh	N/A	N/A				0,002429 TON CO2 E	Indirecta
		Agua adicionada al 5%	N/A	N/A	0,95 TON aprox 950 lts				N/A	Indirecta
5	Extrusado	Motor 100HP Eficiencia 95% Carga 80%	61,014 kWh	N/A	N/A	Bloque en Tolon 19,95 TON	N/A	N/A	0,01214 TON CO2 E	Indirecta
		Motor 300HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	183,042 kWh	N/A	N/A				0,0364 TON CO2 E	Indirecta
		Motor 20HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	12,203 kWh	N/A	N/A				0,002429 TON CO2 E	Indirecta
		Material Homogenizado	N/A	19,95 TON	N/A				N/A	Directa
6	Corte	Motor 20HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	12,203 kWh	N/A	N/A	Bloque en piezas 19,61 TON	Chamote 0,34 TON	N/A	0,002429 TON CO2 E	Indirecta
		Motor 3HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	1,83 kWh	N/A	N/A				0,000364 TON CO2 E	Indirecta
		ACPM Lubricación	1,22 GAL	N/A	N/A				0,0128 TON CO2 E	Directa
		Bloque en Tolon		19,95 TON	N/A				N/A	Indirecta

Fuente: Los Autores

A continuación, se explican las entradas y salidas de cada una de las actividades del ecobalance del proceso de la transformación del bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales de la Tabla 22.

Actividad 1, alimentación de cajón: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.2.

Entradas.

- Combustible (Ver Anexo 3)
- Consumo eléctrico (Ver Anexo 2)
- Material dosificado.

Salidas. Toneladas de CO₂ equivalentes por galón (Factor de Emisión 10,446391), toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199), y material dosificado 19 TON.

Actividad 2, Tamizado: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.2.

Entradas.

- Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2)
- Material Dosificado: 19 TON

Salidas.

- Material Tamizado y material para moler
- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199)

Actividad 3, molido: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.2.

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2).
- 4,4 TON a 5,42 TON de Material Para Moler.

Salidas.

- Material Tamizado y material para moler.
- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).

Actividad 4, Mezclado: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.2.

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2).
- Agua. 5 % del peso del material tamizado = $19 * 0,05 = 0,95 \text{ ton} = 950 \text{ lts aprox.}$
- 19 TON Material Tamizado.

Salidas

- 19,95 TON material homogenizado.
- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).

Actividad 5, Extrusado: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.2

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2).
- 19,95 TON Material Homogenizado.

Salidas

- 19,95 TON Bloque en Tolón.
- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).

Actividad 6, Corte: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.2.

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica. (Ver Anexo 2).
- 19,95 TON Bloque en Tolón.
- Consumo de Combustible Diésel (Ver Anexo 3).

Salidas

- 19,61 TON Bloque en Piezas.
- 0,35 Chamote.
- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).
- Toneladas de CO₂ equivalentes por galón (Factor de Emisión 10,446391).

6.1.3.3 Ecobalance del secado natural del bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 23 se presenta el ecobalance del secado natural del bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales el cual ya ha sido detalladamente descrito en el punto 6.1.1.3.1 *Descripción del secado natural del bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales*.

Tabla 23. Ecobalance del secado natural del bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

Numero Actividad	Nombre de actividad	Entradas				Salidas				
		Materias primas e insumos	Energía	Materia Prima	Agua	Producto	Residuos solidos	Vertimientos	Emisiones	Forma Obtención de datos
1	Secado	Tractor Kubota	ACPM 0,18 GAL	N/A	N/A	Bloque en piezas seco 18,41 TON	Chamote 0,2 TON	N/A	0,0019 TON CO2 E	Directa
		Bloque en Piezas	N/A	19,61 TON	N/A				N/A	Directa

Fuente: Los Autores

Entradas

- 19,61 TON Bloque en Piezas.
- Consumo de Combustible Diésel (Ver Anexo 3).

Salidas

- 18,41 TON Bloque en Piezas Seco.
- 0,2 TON Chamote.
- Toneladas de CO₂ equivalentes por galón (Factor de Emisión 10,446391).

6.1.3.4 Ecobalance de la cocción de bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 24 se presenta el ecobalance de la cocción de bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales el cual ya ha sido detalladamente descrito en el punto 6.1.1.3.2 *Descripción de la cocción de Bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales*. El tiempo de cocción determinado fue de 5 horas y la cantidad de carbón fue de 21,4 kg de arcilla por kg de carbón (ver Anexo5).

Tabla 24. Ecobalance de la cocción de bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

Numero Actividad	Nombre de actividad	Entradas				Salidas				
		Materias primas e insumos	Energía	Materia Prima	Agua	Producto	Residuos solidos	Vertimientos	Emisiones	Forma Obtención de datos
1	Trituración de Carbón	Motor 20HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 1 hora	12,203 kWh	N/A	N/A	Carbón Molido 0,86 TON	N/A	N/A	0,002429 TON CO2 E	Indirecta
		Carbón Cogua	N/A	0,86 TON	N/A				Material Particulado	Directa
2	Pre calentamiento y Chimenea	Motor 40 HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% seis Horas	146,43 kWh	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0,029 TON CO2 E	Indirecta
3	Cocción	2 Motores 5HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 5 Horas	30,5 kWh	N/A	N/A	15,65 Ton Bloque Cocido	N/A	N/A	0,00606 TON CO2 E	Indirecta
		2 Motores 1HP Eficiencia 91,7 % Carga 75% 5 Horas	6,1 kWh	N/A	N/A				0,00121 TON CO2 E	Indirecta
		Carbó Molido	N/A	0,86 TON	N/A				2,77 TON CO2 E	Directa
		Bloque en Piezas Seco	N/A	18,41 TON	N/A				Vapor de Agua	Directa
4	Deshornado	Motor 1 HP Eficiencia 91,7 % Carga 60% 0,5 Horas	0,244 kWh	N/A	N/A	14,4 TON BLOQUE TERMINADO	N/A	N/A	0,00005 TON CO2 E	Indirecta
		Bloque Cocido	N/A	15,65 TON	N/A				1,16 TON CHAMOTE	Directa

Fuente: Los Autores

Actividad 1, Trituración de Carbón: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.3.2.

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2).
- Carbón Cogua para triturar 0,86 TON.

Salidas

- 0,86 TON Carbón Cogua Triturado.
- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).

Actividad 2, pre calentamiento del horno: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.3.2.

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2).

Salidas

- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).

Actividad 3, Cocción de Bloque: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.3.2.

Consumo de Energía Eléctrica (Ver Anexo 2).

- 0,86 TON Carbón Cogua Triturado.
- 18,41 TON Bloque en Piezas Seco.

Salidas

- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).
- Bloque Cocido (Se pierde el 15% del peso por evaporación de Agua).

Peso Bloque Cocido = Peso Bloque Seco – 15% peso Bloque Seco.

Peso Bloque Cocido = 18,41 Ton – (18,41*0,15) = 15,65 TON.

- Ceniza 86 KG Que se obtiene de la tabla que da la composición del carbón.

Actividad 4, deshornado: Actividad explicada detalladamente dentro del punto 6.1.1.3.2.

Entradas

- Consumo de Energía Eléctrica. (Ver Anexo 2).
- 15,65 TON Bloque Cocido.

Salidas

- Toneladas de CO₂ equivalentes por kWh (Factor de Emisión 0,199).
- Bloque terminado (Se pierde el 8% del peso del bloque cocido por problemas de temperatura y de manejo del bloque).

Peso Bloque Cocido = 92% del Bloque Cocido (15,56) = 14,4 Toneladas bloque terminado.

- Chamote. 8% aproximado del bloque cocido se pierde y vuelve a mezclarse (1,16 TON aprox).

Observaciones

El Ecobalance se realizó para el cuello de botella del proceso productivo que se encuentra en la etapa de transformación; Ladrillera Los Cristales tiene una capacidad de transformación de 19 TONELADAS de material mezclado por hora en condiciones ideales los cuales arrojan 14,4 Toneladas de material transformado que equivalen a 3200 Bloques numero 4 o 2770 Bloques N 5 para producir estas cantidades entre enero y abril de 2016 se requirieron los siguientes recursos:

Suelo. El suelo que Demanda Ladrillera Los Cristales es la materia prima que se requiere para la producción del Bloque de Arcilla: entre enero y abril de 2016 Por cada 17,4 Toneladas de material explotado se transformaron 14,4 Toneladas de Material listo para comercializar y se generaron 1,16 Toneladas de Desperdicio que se conoce como chamote el cuál se integra nuevamente al ciclo productivo.

Agua. Se requiere adicionar agua al 5% del peso del material procesado la cual se obtiene de aguas lluvias. Para producir estas 14,4 TON se requirieron 950 lts aproximados. No se generan vertimientos.

Demanda De Recursos Energéticos

Electricidad. Para la producción de 14,4 TON de Bloque de arcilla entre enero y abril de 2016, se requirieron 549.37 kWh que emitieron 0,109 TON CO₂ Equivalentes de alcance Indirecto.

Combustible Diésel. Para la producción de 14.4 TON de Bloque de arcilla se requirieron 6.24 Galones de Combustible Diésel que emitieron 0.0655 TON CO₂ Equivalentes de alcance Directo.

Carbón. Para la producción de 14.4 TON de Bloque de arcilla se requirieron 860 Kgs de Carbón que producen 2,77 TON CO₂ equivalentes.

Generación de Residuos

Residuos Sólidos y Vertimientos. El proceso productivo de Ladrillera Los Cristales no genera vertimientos ni residuos sólidos, correspondiendo estos a la parte administrativa.

Emisiones. Para la producción de Bloque (14.4 TON) se generaron 2.84 Toneladas de Emisiones De Carbono Equivalentes de alcance Directo y 0.109 Toneladas de Emisiones De Carbono Equivalentes de alcance indirecto. Las emisiones de alcance directo las genera en un 97% el consumo de carbón.

Huella de Carbono del Bloque de arcilla número 4

Para producir un bloque 4 entre enero y abril de 2016 se requirió en promedio:

Suelo 5.43 kg.

Agua 300ml.

Electricidad 171,67 w.

Combustible Diésel 0,002 Gal.

Carbón 0,27 kg.

Y se generan 0,00092 ton CO₂.

6.2 SEGUNDO OBJETIVO

Calcular la Huella de Carbono en los diferentes procesos de fabricación en “Ladrillera los Cristales” y seleccionar los más relevantes.

6.1.1 Cálculo de Huella de Carbono de acuerdo a los procesos identificados en el objetivo 1 en la Ladrillera Los Cristales (ver Figura 8)

Su cálculo se orientó mediante la herramienta “aplicación del informe reporte voluntario de la Huella de Carbono Corporativa”, de la Secretaría de Ambiente (de libre uso) elaborada con base en el GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol), o Protocolo GHG, la norma NTC ISO 14064-1:2006, así como en la matriz definida en el marco del proyecto

“Mecanismo para la mitigación voluntaria de gases efecto invernadero en Colombia – MVC” de la Corporación Ambiental Empresarial y la Fundación Natura, con apoyo de otros organismos. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

En las siguientes tablas se observan los cálculos de Huella de Carbono realizados con la herramienta de la Secretaria Distrital de Ambiente.

6.1.1.1 Cálculo de Huella de Carbono del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 25 se relaciona el cálculo de la Huella de Carbono del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales y en la tabla 26 sus fuentes de emisión.

Tabla 25. Calculo Huella de Carbono del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA		ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA		ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ		ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES		ALCANCE 3 - OTRAS FUENTES DE EMISIÓN (CONSUMO DE PAPEL, VERTIMIENTOS Y RESIDUOS)														
<input checked="" type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3													
<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4	<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4	<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4	<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4	<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4													
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA																						
TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	NOMBRE	FUENTE DE EMISIÓN	UNIDAD	CONSUMO												No. DE DATOS	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	HUELLA DE CARBONO (TON CO2 E)			
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					TOTAL		
2016	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	203,89	207,54	204,14	206,84									822,41	4	10,446391	kgCO2 e/gal	8,591216447	
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	193,1	708,71	581,7	546,3									2029,81	4	10,446391	kgCO2 e/gal	21,20418898	
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	10,8	31,8	63,3	57,8									163,7	4	10,446391	kgCO2 e/gal	1,710074212	
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
				0													0	0	0	0	0	0
					TOTAL REPORTE AÑO BASE																32	
TOTAL ALCANCE 1 (TON CO2 eq)				2016	31,505	2017	0,000	2018	0,000	2019	0,000			0,000								

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

Tabla 26. Fuentes de emisión del proceso de explotación en Ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

LÍMITES ORGANIZACIONALES: (Realice una descripción breve y concisa del límite escogido por la organización de acuerdo a la participación accionaria o al control).							
EXPLORACIÓN							
EXCLUSIONES							
Deberá aclarar las exclusiones de instalaciones, sedes, etc que realice la empresa.							
LÍMITES OPERACIONALES: (Describa en cada alcance las fuentes identificadas para el inventario y las actividades tenidas en cuenta)							
FUENTE DE EMISIÓN	NOMBRE DEL COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN (ÁREA O PROCESO DE LA EMPRESA)	FORMA DE REGISTRO (FORMATOS MATRICES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	SOPORTES ASOCIADOS A LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DEL REGISTRO	PROCEDIMIENTO DEL S.G.A. ASOCIADO
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA							
FUENTE MÓVIL	ACPM	Retroexcavadora	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	Extracción
FUENTE MÓVIL	ACPM	Buldócer	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	Varios
FUENTE MÓVIL	ACPM	Camioneta	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	Transporte
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.1.1.2 Cálculo de Huella de Carbono del proceso de transformación de bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales.

En la Tabla 27 se relaciona el cálculo de la Huella de Carbono del proceso de transformación en Ladrillera Los Cristales y en la tabla 28 sus fuentes de emisión.

Tabla 28. Fuentes de emisión del proceso de transformación de bloque de arcilla en ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

LÍMITES ORGANIZACIONALES: (Realice una descripción breve y concisa del límite escogido por la organización de acuerdo a la participación accionaria o al control).							
TRANSFORMACIÓN							
EXCLUSIONES							
Deberá aclarar las exclusiones de instalaciones, sedes, etc que realice la empresa.							
LÍMITES OPERACIONALES: (Describa en cada alcance las fuentes identificadas para el inventario y las actividades tenidas en cuenta)							
FUENTE DE EMISIÓN	NOMBRE DEL COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN (ÁREA O PROCESO DE LA EMPRESA)	FORMA DE REGISTRO (FORMATOS MATRICES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	SOPORTES ASOCIADOS A LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DEL REGISTRO	PROCEDIMIENTO DEL S.G.A. ASOCIADO
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA							
FUENTE MÓVIL	ACPM	Cargador	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	Alimentación
OTROS	ACPM	Cortadora	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	Corte
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA							
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	ENERGÍA ELÉCTRICA ADQUIRIDA	Consumo eléctrico asociado	Consumo calculado de forma indirecta	Los Autores,	Anexo 4	Mensual	Transformación

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.1.1.3 Cálculo de Huella de Carbono del proceso de secado natural del bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 29 se relaciona el cálculo de la Huella de Carbono del proceso de secado natural en Ladrillera Los Cristales y en la tabla 30 sus fuentes de emisión.

Tabla 30. Fuentes de emisión del proceso de secado natural del bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

SECADO							
EXCLUSIONES Deberá aclarar las exclusiones de instalaciones, sedes, etc que realice la empresa.							
LÍMITES OPERACIONALES: (Describa en cada alcance las fuentes identificadas para el inventario y las actividades tenidas en cuenta)							
FUENTE DE EMISIÓN	NOMBRE DEL COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN (ÁREA O PROCESO DE LA EMPRESA)	FORMA DE REGISTRO (FORMATOS MATRICES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	SOPORTES ASOCIADOS A LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DEL REGISTRO	PROCEDIMIENTO DEL S.G.A. ASOCIADO
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA							
FUENTE MÓVIL	ACPM	TRACTOR	CONTROL DE PAGOS	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	SECADO
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.1.1.4 Cálculo de Huella de Carbono del proceso de cocción de bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 31 se relaciona el cálculo de la Huella de Carbono del proceso de cocción en Ladrillera Los Cristales y en la tabla 32 sus fuentes de emisión.

Tabla 32. Fuentes de emisión del proceso de cocción de bloque de Arcilla en Ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

LÍMITES ORGANIZACIONALES: (Realice una descripción breve y concisa del límite escogido por la organización de acuerdo a la participación accionaria o al control).							
COCCIÓN							
EXCLUSIONES							
Deberá aclarar las exclusiones de instalaciones, sedes, etc que realice la empresa.							
LÍMITES OPERACIONALES: (Describa en cada alcance las fuentes identificadas para el inventario y las actividades tenidas en cuenta)							
FUENTE DE EMISIÓN	NOMBRE DEL COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN (ÁREA O PROCESO DE LA EMPRESA)	FORMA DE REGISTRO (FORMATOS MATRICES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	SOPORTES ASOCIADOS A LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DEL REGISTRO	PROCEDIMIENTO DEL S.G.A. ASOCIADO
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA							
HORNO	CARBÓN SOGAMOSO - BASE SECA	Quemado	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Recibos de Pago	Mensual	Cocción
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA							
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	ENERGÍA ELÉCTRICA ADQUIRIDA	Consumo eléctrico asociado	Consumo calculado de forma indirecta	Los Autores	Anexo 4	Mensual	Cocción

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.1.1.4 Cálculo de Huella de Carbono de otras áreas que no participan en el proceso productivo en Ladrillera Los Cristales

En la Tabla 33 se relaciona el cálculo de otras áreas que no participan en el proceso productivo en Ladrillera Los Cristales y en la tabla 34 sus fuentes de emisión. Es importante tenerlas en cuenta para poder verificar el cálculo total de Huella de Carbono de la ladrillera; estas áreas pueden verse en el Ecomapa (ver Figura 36).

Tabla 33. Calculo Huella de Carbono de otras áreas que no participan en el proceso productivo en Ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA		ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA		ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ		ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES		ALCANCE 3 - OTRAS FUENTES DE EMISIÓN (CONSUMO DE PAPEL, VERTIMIENTOS Y RESIDUOS)													
<input type="checkbox"/> AÑO BASE <input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> Finalizar	<input checked="" type="checkbox"/> AÑO BASE <input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> Finalizar	<input type="checkbox"/> AÑO BASE <input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> Finalizar	<input type="checkbox"/> AÑO BASE <input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> Finalizar	<input checked="" type="checkbox"/> AÑO BASE <input type="checkbox"/> AÑO 3	<input type="checkbox"/> Finalizar												
<input type="checkbox"/> AÑO 2 <input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2 <input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2 <input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2 <input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2 <input type="checkbox"/> AÑO 4													
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA																					
TOTAL ALCANCE 1 (TON CO₂ eq)		0	0,000	1	0,000	2	0,000	3	0,000												
ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA																					
AÑO	NÚMERO	TIPO DE COMBUSTIBLE	NOMBRE	UNIDAD	CONSUMO												No. DE DATOS	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	HUELLA DE CARBONO (TON CO ₂ E)	
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					TOTAL
0	1	ENERGÍA ELÉCTRICA	Energía eléctrica adquirida	kW-H	566,39	566,39	566,39	566,39									2265,56821	4	0,199	kg CO ₂ e / kW-H	0,450848075
TOTAL ALCANCE 2 (TON CO₂ eq)		0	0,451	1	0,000	2	0,000	3	0,000												
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ																					
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES																					
ALCANCE 3 - OTRAS FUENTES DE EMISIÓN																					
NÚMERO	FUENTE DE EMISIÓN	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	PARA PAPEL: CANTIDAD DE HOJAS CONSUMIDAS. PARA VERTIMIENTOS, LODOS Y RESIDUOS: CANTIDAD DE kg GENERADOS												No. DE DATOS	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	HUELLA DE CARBONO (TON CO ₂ E)		
				ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					TOTAL	
1	TRATAMIENTO DE VERTIMIENTOS	1000	KG				1625										1625	1	4,73	kg CO ₂ eq / kg	0,00768625
2	PAPEL BOND	1000	MILES DE	0,4	0,4	0,4	0,4										1,6	4	0,85	kg CO ₂ eq /	0,00000136
3		0	0														0	0	0	0	0
4		0	0														0	0	0	0	0
5		0	0														0	0	0	0	0
6		0	0														0	0	0	0	0
TOTAL REPORTE AÑO BASE																					0,00768761
TOTAL ALCANCE 3 (TON CO₂ eq)		0	0,008	1	0,000	2	0,000	3	0,000												

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

Tabla 34. Fuentes de emisión de otras áreas que no participan en el proceso productivo en Ladrillera Los Cristales. Enero – abril 2016

LÍMITES ORGANIZACIONALES: (Realice una descripción breve y concisa del límite escogido por la organización de acuerdo a la participación accionaria o al control).							
OTRAS ÁREAS (OFICINAS, RESTAURANTE, MANTENIMIENTO Y BAÑOS)							
EXCLUSIONES Deberá aclarar las exclusiones de instalaciones, sedes, etc que realice la empresa.		Residuos Sólidos en otras áreas: No se cuenta con mediciones					
LÍMITES OPERACIONALES: (Describa en cada alcance las fuentes identificadas para el inventario y las actividades tenidas en cuenta)							
FUENTE DE EMISIÓN	NOMBRE DEL COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN (ÁREA O PROCESO DE LA EMPRESA)	FORMA DE REGISTRO (FORMATOS MATRICES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	SOPORTES ASOCIADOS A LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DEL REGISTRO	PROCEDIMIENTO DEL S.G.A. ASOCIADO
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA							
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
0	0						
ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA							
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	ENERGÍA ELÉCTRICA ADQUIRIDA	CONSUMO ELÉCTRICO ASOCIADO	CONSUMO CALCULADO DE FORMA INDIRECTA	LOS AUTORES	ANEXO 4	MENSUAL	OTRAS AREAS
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA OTRAS FUENTES DE EMISIÓN							
TRATAMIENTO DE VERTIMIENTOS		OTRAS AREAS	CONTROL DE PAGOS	TATIANA CORREDOR	CONTABILIDAD	MENSUAL	OTRAS AREAS
PAPEL BOND		OTRAS AREAS	CONTROL DE PAGOS	TATIANA CORREDOR	CONTABILIDAD	MENSUAL	OTRAS AREAS

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.1.1.6 Cálculo de Huella de Carbono total de enero a abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales

A partir de los datos de los datos de producción y consumos suministrados por la fábrica, (ver Anexo 1) a continuación se hace el cálculo total de la Huella de Carbono en ladrillera Los Cristales entre enero y abril de 2016. Este cálculo se hace para verificar la exactitud de los cálculos anteriores y para alimentar el Diagrama de Pareto.

En la Tabla 35 se relaciona el cálculo de Huella de Carbono total de enero a abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales y en la tabla 36 sus fuentes de emisión.

Tabla 35. Cálculo de Huella de Carbono total de enero a abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales

ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA			ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA			ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ			ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES			ALCANCE 3 - OTRAS FUENTES DE EMISIÓN (CONSUMO DE PAPEL, VERTIMIENTOS Y RESIDUOS)									
<input checked="" type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	Finalizar	<input checked="" type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	Finalizar	<input type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	Finalizar	<input type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	Finalizar	<input checked="" type="checkbox"/> AÑO BASE	<input type="checkbox"/> AÑO 3	Finalizar							
<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4		<input type="checkbox"/> AÑO 2	<input type="checkbox"/> AÑO 4								
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA																					
2016	TIPO DE COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	NOMBRE	FUENTE DE EMISIÓN	UNIDAD	CONSUMO												No. DE DATOS	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	HUELLA DE CARBONO (TON CO2 E)	
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	4	10,446391	kgCO2 e/gal	8,591216447
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	203,89	207,54	204,14	206,84									822,41	4	10,446391	kgCO2 e/gal	21,20418898
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	193,1	708,71	581,7	546,3									2029,81	4	10,446391	kgCO2 e/gal	2,273134688
	LIQUIDO	ACPM	OTROS	gal	39,7	69,7	69,6	38,6									217,6	4	10,446391	kgCO2 e/gal	8,526344358
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	87	252,4	168,6	308,2									816,2	4	10,446391	kgCO2 e/gal	1,253566924
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	30	24	30	36									120	4	10,446391	kgCO2 e/gal	
	SOLIDO	CARBÓN SOGAMOSO - BASE SECA	HORNO	kg	130690	101030	137820	136340									505880	4	2,6900574	kgCO2 e/kg	1360,846238
	LIQUIDO	ACPM	FUENTE MÓVIL	gal	10,8	31,8	63,3	57,8									163,7	4	10,446391	kgCO2 e/gal	1,710074212
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				o													0	0	0	0	0
				TOTAL REPORTE AÑO BASE												0	0	0	0	1404	
TOTAL ALCANCE 1 (TON CO2 eq)				2016	1404,405	2017	0,000	2018	0,000	2019	0,000					0,000					
ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA																					
AÑO	NÚMERO	TIPO DE COMBUSTIBLE	NOMBRE	UNIDAD	CONSUMO												No. DE DATOS	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	HUELLA DE CARBONO (TON CO2 E)	
2016	1	ENERGÍA ELÉCTRICA	Energía eléctrica adquirida	kw-H	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	4	0,199	kg CO2 e / kW-H	73,6698
				100800	82200	90600	96600										370200				
TOTAL ALCANCE 2 (TON CO2 eq)				2016	73,670	2017	0,000	2018	0,000	2019	0,000					0,000					
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ																					
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES																					
ALCANCE 3 - OTRAS FUENTES DE EMISIÓN																					
AÑO	NÚMERO	FUENTE DE EMISIÓN	FACTOR DE CONVERSIÓN	UNIDAD	PARA PAPEL: CANTIDAD DE HOJAS CONSUMIDAS. PARA VERTIMIENTOS, LODOS Y RESIDUOS: CANTIDAD DE kg GENERADOS												No. DE DATOS	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	HUELLA DE CARBONO (TON CO2 E)	
					ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC					TOTAL
2016	1	TRATAMIENTO DE VERTIMIENTOS	1000	KG	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	4	4,73	kg CO2 eq / kg	0,00768625
	2	PAPEL BOND	1000	MILES DE HOJAS	0	0	0	1625									1625	4	4,73	kg CO2 eq / kg	0,00768625
	3		0	0													0	0	0	0	0
	4		0	0													0	0	0	0	0
	5		0	0													0	0	0	0	0
	6		0	0													0	0	0	0	0
				TOTAL REPORTE AÑO BASE												0	0	0	0	0,00768761	
TOTAL ALCANCE 3 (TON CO2 eq)				2016	0,008	2017	0,000	2018	0,000	2019	0,000					0,000					

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

Tabla 36. Fuentes de emisión para cálculo de Huella de Carbono total de enero a abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales

Áreas de explotación, producción y a administrativa de Ladrillera Los Cristales							
EXCLUSIONES Deberá aclarar las exclusiones de instalaciones, sedes, etc que realice la empresa.			Residuos Solidos en elArea Administrativa: No se cuenta con mediciones				
LÍMITES OPERACIONALES: (Describe en cada alcance las fuentes identificadas para el inventario y las actividades tenidas en cuenta)							
FUENTE DE EMISIÓN	NOMBRE DEL COMBUSTIBLE / REFRIGERANTE / AISLANTE	ORIGEN DE LA INFORMACIÓN (ÁREA O PROCESO DE LA EMPRESA)	FORMA DE REGISTRO (FORMATOS MATRICES, SISTEMAS DE INFORMACIÓN EMPRESARIAL)	RESPONSABLE DEL REGISTRO	SOPORTES ASOCIADOS A LA INFORMACIÓN	PERIODICIDAD DEL REGISTRO	PROCEDIMIENTO DEL S.G.A. ASOCIADO
ALCANCE 1 - EMISIÓN DIRECTA							
FUENTE MÓVIL	ACPM	Explotación	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Retroexcavadora
FUENTE MÓVIL	ACPM	Explotación	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Bulldozer
FUENTE MÓVIL	ACPM	Transformación	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Cargador
OTROS	ACPM	Transformación	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Cortadora
FUENTE MÓVIL	ACPM	Secado	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Tractor
HORNO	CARBÓN SOGAMOSO - BASE SECA	Cocción	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Horno
FUENTE MÓVIL	ACPM	Proveedores	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Transp. Combustible
0	0						
0	0						
0	0						
ALCANCE 2 - EMISIÓN INDIRECTA							
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	ENERGÍA ELÉCTRICA ADQUIRIDA	Todas	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Todos
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA TRANSPORTE URBANO EN BOGOTÁ							
0							
0							
0							
0							
0							
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA VUELOS AÉREOS NACIONALES							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
0							
ALCANCE 3 - EMISIÓN INDIRECTA OTRAS FUENTES DE EMISIÓN							
TRATAMIENTO DE VERTIEMENTOS		Administración	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Instalaciones Adm.
PAPEL BOND		Administración	Control de Pagos	Tatiana Corredor	Contabilidad	Mensual	Instalaciones Adm.
0							
0							
0							
0							
EXCLUSIONES Deberá aclarar las exclusiones de fuentes, operaciones que realice la empresa.			Residuos Solidos en elArea Administrativa: No se cuenta con mediciones				

Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.1.2 Elaboración diagrama de Pareto

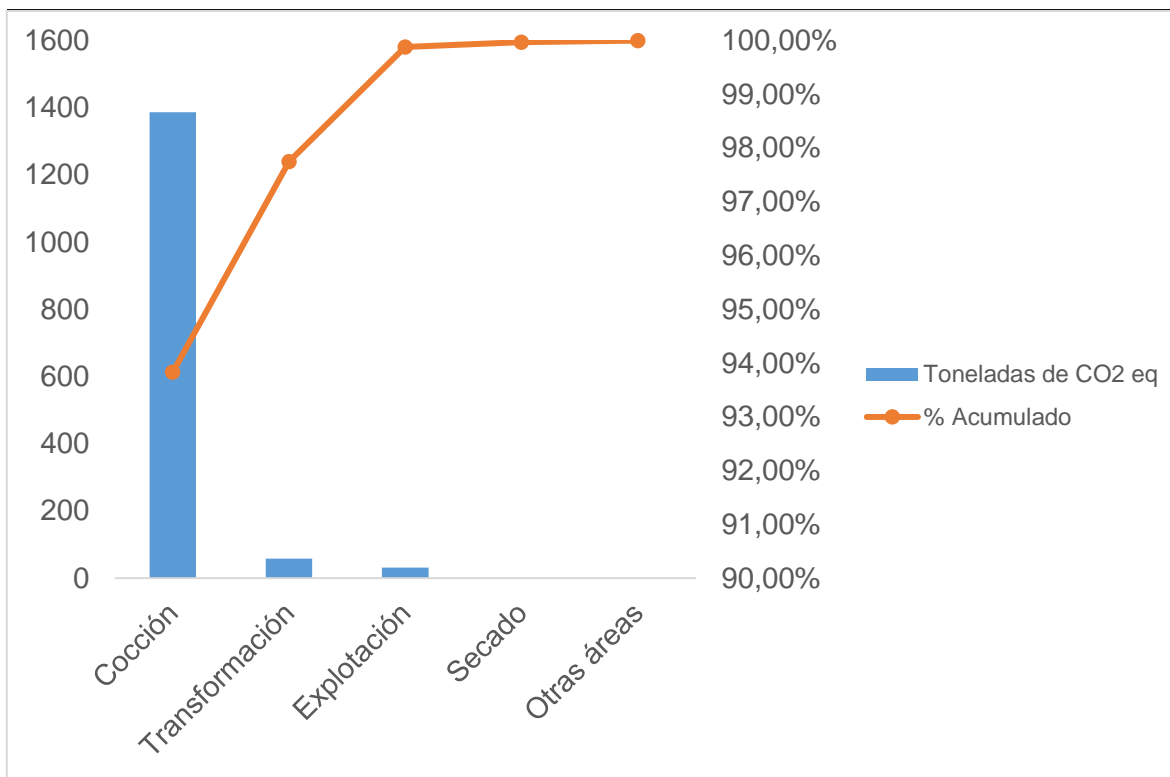
A fin de asignar un orden de prioridades en cuanto a los procesos de producción de bloque de arcilla en Ladrillera los Cristales, en la Tabla 37 se muestra cada proceso con su aporte porcentual y en toneladas de emisiones de CO₂ equivalentes. La tabla 37 es la base de datos que alimentó la elaboración del Diagrama de Pareto de emisiones CO₂ equivalentes por proceso en Ladrillera Los Cristales (ver Figura 37) el cual sirvió para identificar los pocos procesos vitales que de acuerdo a la metodología de Pareto para el caso de Ladrillera los Cristales tienen que ver con más del 80% del aporte de toneladas de emisiones de CO₂ equivalentes.

Tabla 37. Emisiones CO₂ equivalentes por proceso en Ladrillera los Cristales

Proceso	Toneladas de CO₂ equivalentes	TON de CO₂ equivalentes acumuladas	% Total	% Acumulado
Cocción	1386,901	1386,901	93,831%	93,831%
Transformación	57,964	1444,865	3,922%	97,753%
Explotación	31,505	1476,37	2,131%	99,884%
Secado	1,254	1477,624	0,085%	99,969%
Otras áreas	0,459	1478,083	0,031%	100,000%

Fuente: Los Autores

Figura 37. Diagrama de Pareto de emisiones CO₂ equivalentes por proceso en Ladrillera Los Cristales



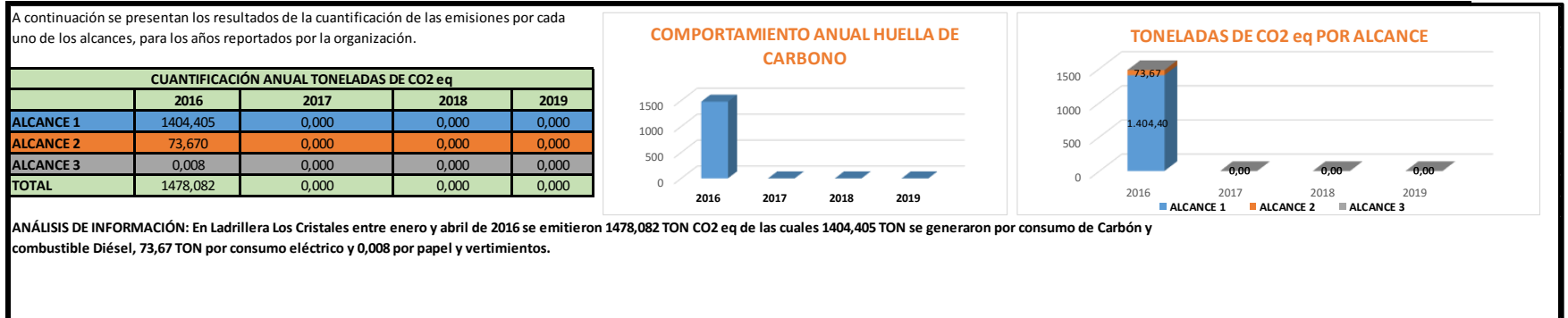
Fuente: Los Autores

Análisis de información de acuerdo al resultado arrojado por el Diagrama de Pareto. De emisiones CO₂ equivalentes por proceso en Ladrillera Los Cristales

A continuación, utilizando la misma herramienta Informe Voluntario para el reporte de la Huella de Carbono corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015) se realizó el análisis de la información arrojada por el Diagrama de Pareto para cada uno de los procesos a través de los gráficos que esta herramienta arroja en orden de importancia (de mayor a menor) de acuerdo a su cantidad de emisiones de Toneladas de CO₂ equivalentes comenzando por el total de emisiones de CO₂ equivalentes de Ladrillera los Cristales entre enero y abril de 2016 que corresponden al 100% del valor del porcentaje acumulado del diagrama.

- En la Tabla 38 se muestra el análisis el total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales.

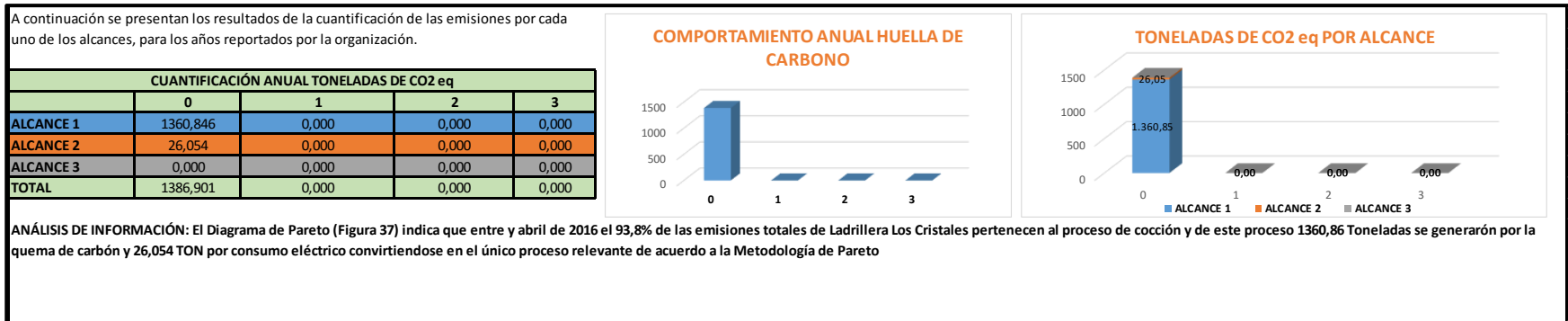
Tabla 38. Análisis del total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales



Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

- En la Tabla 39 se muestra el análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de cocción de bloque de arcilla.

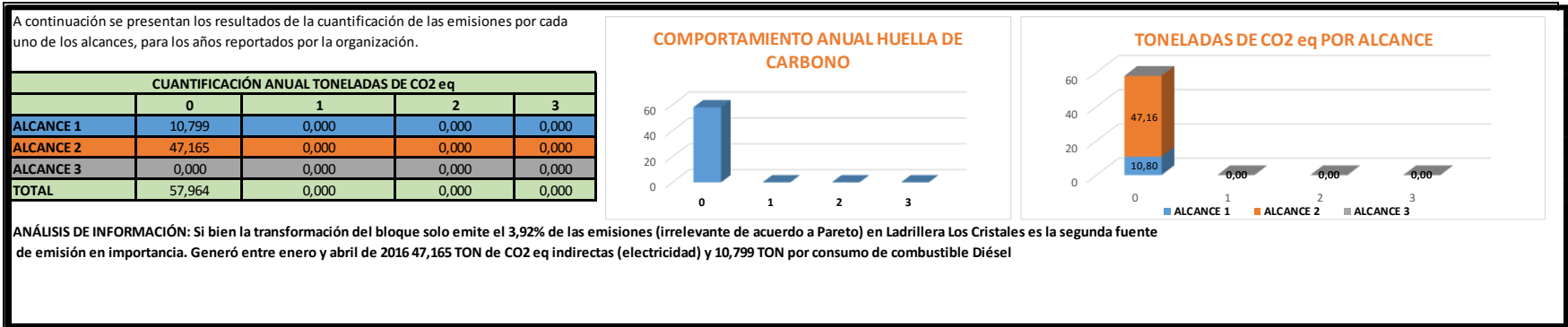
Tabla 39. Análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de cocción de bloque de arcilla



Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

- En la Tabla 40 se muestra el análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de transformación de bloque de arcilla.

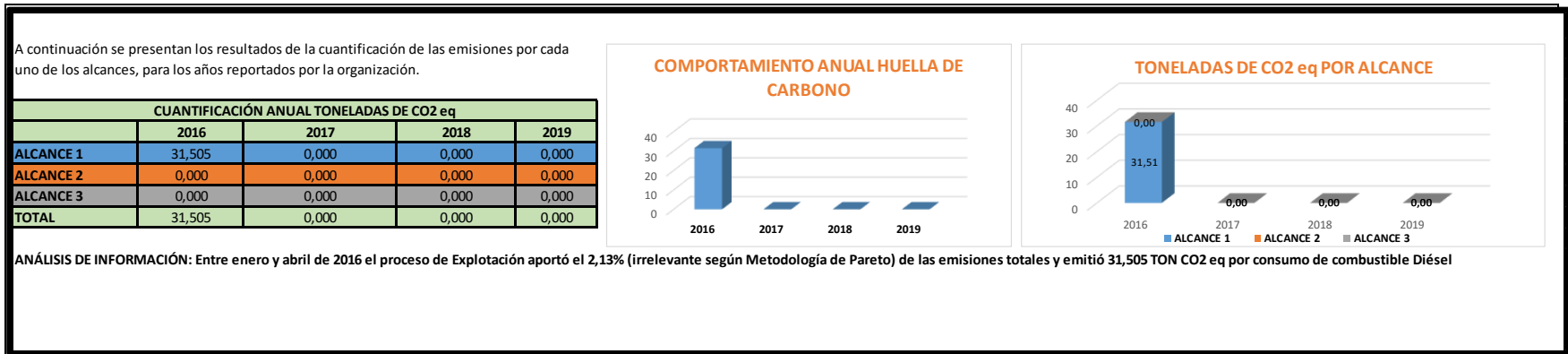
Tabla 40. Análisis del aporte del proceso de transformación de bloque de arcilla al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales



Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

- En la Tabla 41 se muestra el análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de explotación de bloque de arcilla.

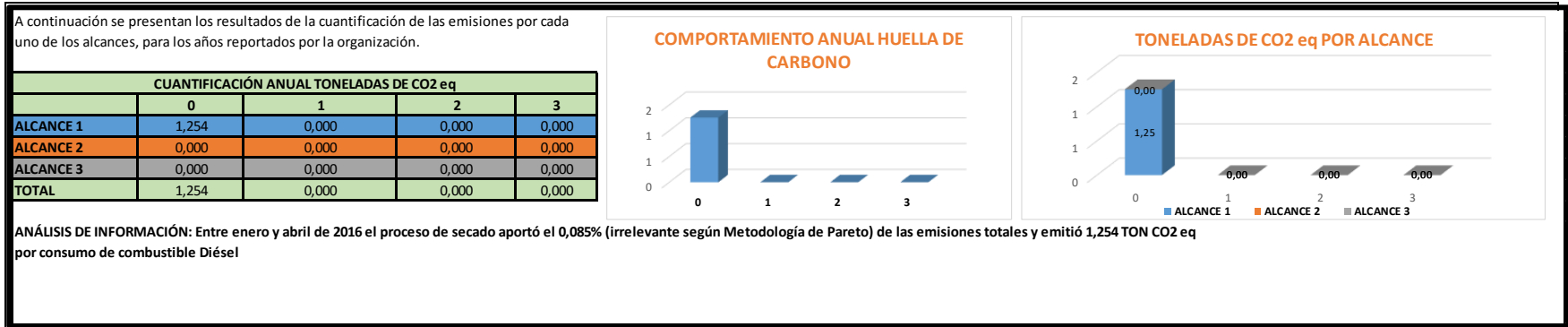
Tabla 41. Análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de explotación de bloque de arcilla



Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

- En la Tabla 42 se muestra el análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de secado de bloque de arcilla.

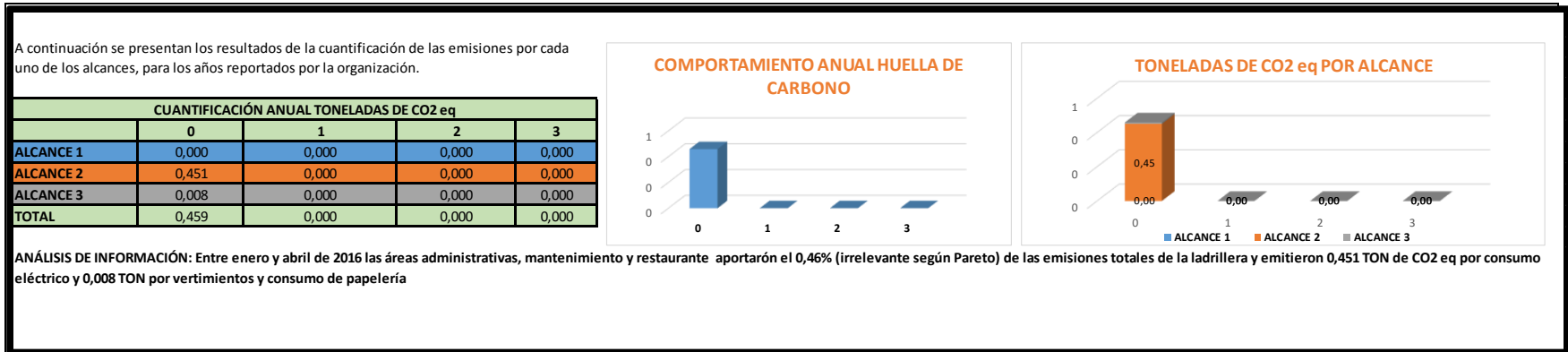
Tabla 42. Análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales en el proceso de secado de bloque de arcilla



Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

- En la Tabla 43 se muestra el análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales de otras áreas fuera del proceso productivo del bloque de arcilla.

Tabla 43. Análisis del aporte al total de emisiones de toneladas totales de CO₂ equivalentes en Ladrillera Los Cristales de otras áreas fuera del proceso productivo del bloque de arcilla



Elaborada por los autores con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

6.3 TERCER OBJETIVO

Presentar una propuesta para la disminución de la Huella de Carbono del proceso productivo en los procesos más relevantes a través de programas de eficiencia energética.

El Diagrama de Pareto (Figura 37) indica que entre y abril de 2016 el 93,8% de las emisiones totales de Ladrillera Los Cristales pertenecen al proceso de Cocción y de este proceso como se puede ver en la Tabla 44 el 98,12% de las emisiones (1360,846 Ton CO2 eq.) se generaron por la quema de carbón y tan sólo un 1,88% (26,054 Ton CO2 eq) por consumo eléctrico. Teniendo en cuenta que el único proceso relevante de acuerdo a la Metodología de Pareto es el proceso de cocción, y que el 98,12% de las emisiones de este proceso son de emisión directa (alcance 1) por consumo de carbón como combustible se consideró que se hace necesario disminuir drásticamente el consumo de este combustible.

Tabla 44. Cuantificación de Toneladas de CO2 equivalentes del proceso de cocción de bloque de arcilla entre enero y abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales

Tipo de Combustible	Tipo de Alcance	Toneladas de CO2 eq	TON de CO2 eq acumuladas	% Total	% Acumulado
Carbón	Alcance 1	1360,846	1360,846	98,12%	98,12%
Energía Eléctrica	Alcance 2	26,054	1386,900	1,88%	100,00%

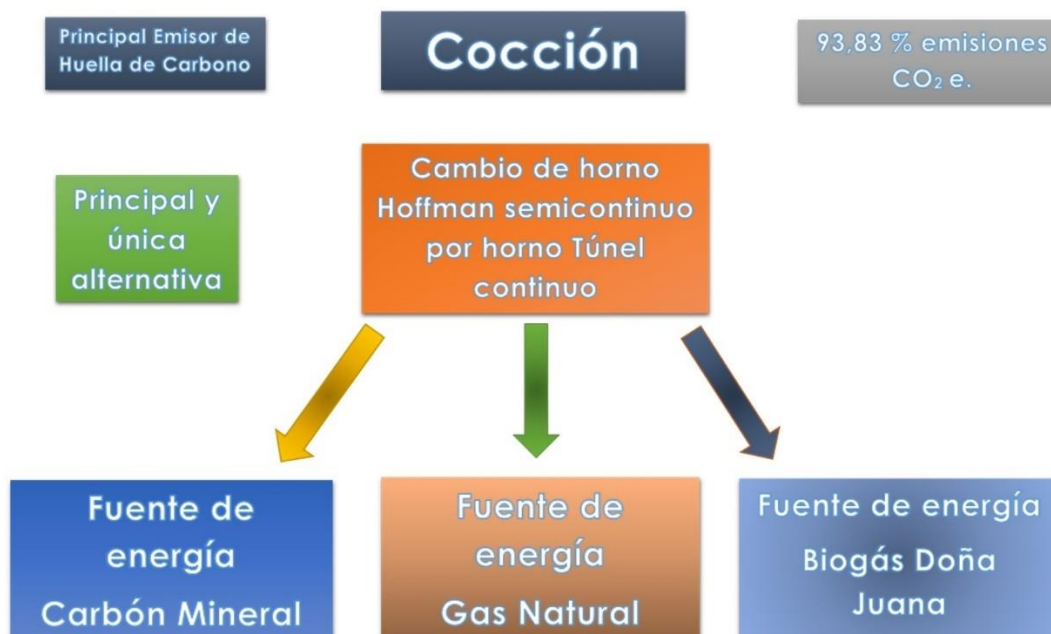
Tabla elaborada por los autores.

Para lograr la disminución del consumo de carbón se concluyó que es necesario reemplazar el horno Hoffman Semicontinuo de Ladrillera Los Cristales por los siguientes motivos:

1. De acuerdo a los datos suministrados por Ladrillera Los Cristales, el horno se diseñó en el año 2001 de forma empírica y por tanto no cuenta con sus respectivos cálculos térmicos lo que dificulta un posible reemplazo del combustible a utilizar.
2. Con el fin de disminuir costos las paredes internas del horno Hoffman Semicontinuo de Ladrillera Los Cristales se construyeron con ladrillo recocido común, el cual, si bien es mucho más barato que el ladrillo refractario, es de mayor conductividad térmica demandando más cantidad de energía para llegar a la temperatura de Cocción.
3. Si se quiere reemplazar el ladrillo recocido común de las paredes internas por ladrillo refractario, es necesario demoler el horno para hacerlo nuevamente.

Por tanto, como se puede ver en el Diagrama de decisión (ver figura 38), la alternativa que se presenta es el reemplazo del horno Hoffman Semicontinuo por horno de Túnel Continuo (ver Figura 39) con tres diferentes opciones energéticas.

Figura 38. Diagrama de decisión



Fuente: Los Autores

Figura 39, Horno de Túnel en Ladrillera San Cristóbal, Medellín - Colombia



Fuente: (Ladrillera San Cristóbal S.A. 2011)

6.3.1 Sustitución de horno Hoffman Semicontinuo por horno de Túnel Continuo con tres diferentes opciones energéticas.

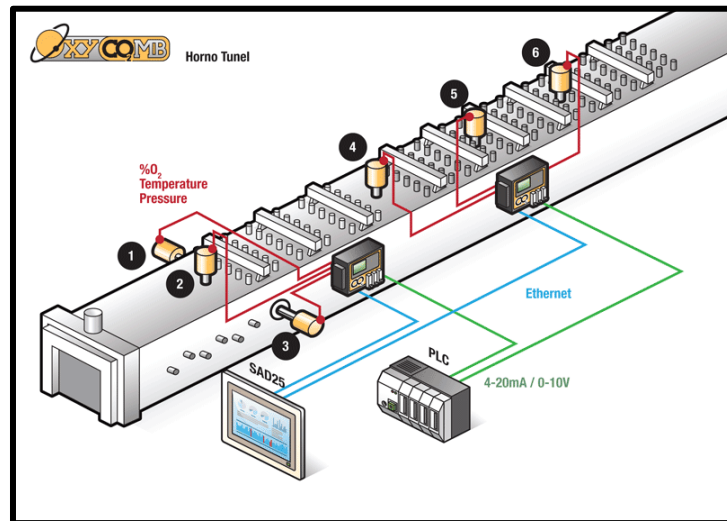
Se trata de una medida de modernización tecnológica de los equipos principales (horno Hoffman y secadero de cámaras) de inferior tecnología y de operación discontinua, por un horno túnel y un secadero continuo con sus respectivos cálculos térmicos y preferiblemente sistematizado (ver figura 40): Por un lado permite aumentar la cantidad y la calidad del bloque de arcilla cocido (ver Figura 39) y reducir el coste de mano de obra; por otro lado, el consumo específico de combustible disminuiría apreciablemente. Debido a la operación de forma continua, la recuperación directa de un horno túnel equivale a más del 30% del calor necesario para cocer 1 tonelada de bloque, mientras que para los hornos Hoffman esta proporción es inferior al 20%. Es el principal motivo por el que la eficacia energética de un horno túnel es bastante más elevada que la de un horno Hoffman. El rendimiento térmico de un horno túnel es superior al 70-75%, referido al calor de combustión y al PCI del combustible, bastante mayor que el valor del horno Hoffman, que oscila entre el 50 y el 55% (Universidad Autónoma de Occidente & Universidad del Atlántico, 2011).

En los hornos túnel la operación se realiza de forma continua, en donde, el ladrillo que se quema se desplaza lentamente a través del túnel en una serie de vagonetas, experimentando un calentamiento que genera un perfil de temperaturas para alcanzar las propiedades finales del producto. El horno está dividido básicamente en tres zonas:

- Zona de precalentamiento.
- Zona de quema.
- Zona de enfriamiento.

La zona de precalentamiento, cuya longitud es aproximadamente 1/3 de la longitud total del horno, se asocia al precalentamiento y calentamiento del ladrillo; las piezas alcanzan gradualmente la temperatura con el calor de los gases de combustión en contracorriente con la carga, los cuales son extraídos del horno mediante un ventilador. Seguidamente se encuentra la zona de quema donde se presenta la cocción del ladrillo, debido a la alta temperatura asociada a la combustión del carbón pulverizado mediante cuatro quemadores tipo CarboJet ubicados en la parte superior del horno (ver Figura 40) que reparte a 80 entradas el carbón pulverizado o el gas de síntesis a lo largo y ancho de la zona de cocción. La tercera zona se destina al enfriamiento rápido, indirecto y directo de las piezas. El enfriamiento se realiza en contracorriente con el aire inyectado por la parte superior del horno mediante dos ventiladores en paralelo. Parte de este aire es utilizado como aire secundario de combustión y el resto es extraído después del enfriamiento por un ventilador que lo induce fuera del horno a una elevada temperatura (Gómez, 2010).

Figura 40. Horno de Túnel



Fuente: (Oxycocomb, 2016)

Este horno Túnel presentaría como ventaja la posibilidad de utilizar diferentes alternativas de energía entre gas de síntesis o carbón natural. Advertimos que los cálculos se están haciendo únicamente sobre la variable mínima *cantidad de energía consumida entre enero y abril de 2016* (Anexo 6) por tanto la cantidad de energía ahorrada y por tanto combustible por conceptos como recuperación de calor o el uso de ladrillos refractarios como material aislante puede llegar a ser mayor.

Simulación en Horno de Túnel combustible Carbón

Teniendo en cuenta que en ladrillera los cristales entre enero y abril de 2016 la energía máxima aprovechada fue de 1947638000Kcal (ver Anexo 6), si en este mismo periodo se hubiera realizado la cocción en horno túnel la cantidad de energía consumida calorífica Q habría sido:

- Energía Aprovechada por Horno Túnel Max (75%) = 1947638000Kcal
- $Q = (1947638000\text{Kcal} * 100\%) / 75\% = 2596850666,7 \text{ Kcal}$

Lo que permite obtener las toneladas de Carbón probablemente consumidas

- Carbon = $2596850666,7 \text{ Kcal} / 7000 \text{ Kcal/Kg} = 370978,66 \text{ Kg} = \text{approx. } 371\text{TON Carbon}$
- Relación Arcilla Carbón para horno túnel = $10817000 / 370978,66 = 29,15 \text{ Kg arcilla por Kg Carbón.}$

La relación arcilla carbón puede ser aún más eficiente, pues no se está teniendo en cuenta la diferencia recuperación de calor de un horno a otro por no contar con los cálculos térmicos

del horno Hoffman de Ladrillera los Cristales el cuál reiteramos no está hecho de ladrillo refractario.

Simulación en Horno de Túnel combustible Gas Natural

Si entre enero y abril de 2016 se hubiera realizado la cocción en horno túnel combustible Gas Natural la cantidad de energía consumida habría sido:

- $Q = 2596850666,7$ Kcal.

Lo que permite obtener los metros cúbicos de Gas Natural (poder calorífico 11600 Kcal/Kg) (Universidad Autónoma de Occidente & Universidad del Atlántico 2011).

- Gas Natural = $2596850666,7$ Kcal / 11600 Kcal/Kg = $223866,43678$ Kg gas natural.
- Densidad del Gas = $0,775$ kg / Nm³ (Fontalvo Porras & Gutiérrez Torres 2014).
- Metros cúbicos de Gas = $223866,43678$ Kg / $0,775$ kg / Nm³ = 288860 Nm³ de gas Natural aproximados.

Simulación en Horno de Túnel combustible Biogás proveniente del relleno sanitario Doña Juana (Ver anexo 7)

Si entre enero y abril de 2016 se hubiera realizado la cocción en horno túnel combustible Biogás proveniente del relleno sanitario Doña Juana, la cantidad de energía consumida habría sido:

$$Q = 2596850666,7 \text{ Kcal.}$$

Lo que permite obtener los metros cúbicos del Biogás proveniente del relleno sanitario Doña Juana (Calor de Combustión 4461,4542 Kcal/Nm³).

Metros Cúbicos de Biogás = $2596850666,7$ Kcal / $4461,4542$ Kcal/Nm³ = $582063,73$ Nm³ de Biogás proveniente del relleno sanitario Doña Juana.

De acuerdo a los datos anteriores en la Tabla 45 se presenta la comparación de las diferentes huellas de carbono del Horno de Túnel comparadas con el actual horno Hoffman Semicontinuo para el periodo enero – abril de 2016.

Tabla 45. Comparación Huella de Carbono Actual vs. Huella de Carbono de alternativas simuladas

Tipo de Horno	Combustible	Cantidad de Arcilla proceso de cocción	Cantidad de Combustible	Huella de Carbono (TON CO ₂ E)
Horno de Túnel	Gas Natural Nm ³	10817 TON	288860 Nm ³	537,9768
Horno de Túnel	Carbón TON	10817 TON	371TON	997,9538
Horno de Túnel	Biogás Doña Juana	10817 TON	582063,73 Nm ³	1147,719
Hoffman Semi-Continuo (actual)	Carbón TON	10817 TON	505,88 TON	1360,8462

Elaborada por los autores, datos de Huella de Carbono obtenidos con la herramienta Reporte Voluntario de Huella de Carbono Corporativa (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

- Si la cocción de las 10817 TON de arcilla entre enero y abril de 2016 se hubiera realizado en Horno Túnel con Gas Natural se habría disminuido en 823 TON las emisiones de CO₂ Equivalentes. La ventaja de este combustible es que es abundante, de fácil acceso y existen redes cerca de la Ladrillera, lamentablemente la UPME tiene proyectada la oferta hasta el 2023 y por tanto no se conocen proyecciones de la oferta de este gas de síntesis a partir del 2024 (UPME, 2015).
- Si la cocción de las 10817 TON de arcilla entre enero y abril de 2016 se hubiera realizado en Horno Túnel con Carbón se habría disminuido en 363 TON las emisiones de CO₂ Equivalentes y se habrían consumido 135 TON menos de carbón disminuyendo las emisiones y los costos. Si bien es un combustible económico y relativamente abundante en nuestro país se debe tener en cuenta su alto impacto ecológico en el momento de su explotación.
- Si la cocción de las 10817 TON de arcilla entre enero y abril de 2016 se hubiera realizado en Horno Túnel con Biogás del relleno sanitario Doña Juana se habría disminuido en 213.12 TON las emisiones de CO₂ Equivalentes evitando a su vez la emisión de este gas con concentraciones de metano al 52% a la atmosfera desde el relleno sanitario. La fuga de este gas a la atmósfera es más dañino incluso que el dióxido de carbono (CO₂), pues el gas metano, es un agente contaminante 84 veces más potente que el CO₂ y su contribución al calentamiento global es mucho mayor (Solis, 2016).

6.3.2 Comparación con otras investigaciones

A fin de poder comparar los aportes del proyecto de grado *Evaluación de la Huella de Carbono en la producción de bloque de arcilla en Ladrillera Los Cristales* se presentan los resúmenes y algunos resultados de los siguientes proyectos académicos y privados que tienen que ver con la eficiencia energética en la industria cerámica de arcilla.

6.3.2.1 Identificación de oportunidades para la eficiencia energética y las energías limpias con impacto en la productividad de las PYME (CAEM 2009).

La Corporación Ambiental Empresarial - CAEM, filial de la Cámara de Comercio de Bogotá - CCB, focaliza sus esfuerzos en la promoción de la producción y el consumo sostenible en las empresas; en la implementación de proyectos de adaptación y mitigación al cambio climático; en programas de restauración de ecosistemas y en el pago por servicios ambientales. EL programa EELA, Eficiencia Energética en el Sector Ladrillero, apoya a las regiones a desarrollar modelos de intervención sistémica para el sector ladrillero en los departamentos de Norte de Santander, Antioquia, Boyacá, Nariño, Valle del Cauca, Huila y Cundinamarca (CAEM 2014).

Descripción: Sustitución de un mínimo de 122 hornos artesanales de fuego dormido por un horno tonel comunitario de propiedad de 58 productores en una de las regiones más contaminadas por emisión de CO₂ del país.

Sector y Localización: Ladrillero Vereda Patio Bonito, Municipio de Nemocón (Cundinamarca).

Año 2009:

Disponibilidad de combustible (carbón).

18 títulos mineros en 4.73 Ha.

Disponibilidad materia prima (arcilla) 12,850 mil Ton.

Consumo carbón hornos artesanales 2,042 Ton/mes.

Consumo carbón horno túnel 360 Ton/mes 8.

En este proyecto se cambiaron varios túneles artesanales de muy baja eficiencia energética lo que explica la muy alta reducción del consumo, no tiene en cuenta las emisiones de Huella de Carbono. Otros programas del EELA desarrollados entre el 2013 y el 2016 no

son comparables debido a que si bien sustituyeron hornos lo hicieron por tecnologías menos eficientes que la Hoffman (CAEM 2016).

6.3.2.2 Metodología para la determinación de un Factor de Emisión de Material Particulado (FEPM) en Chircales de la Sabana de Bogotá (Roa & Rojas 2006).

Año: 2006

Autores: María Roa, Néstor Y. Rojas

Departamento de Ingeniería Ambiental. Departamento de Ingeniería Química Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia.

Se realizaron diferentes mediciones de material particulado, durante el periodo de cocción de un chircal de la vereda de Patio Bonito en el municipio de Nemocón, Cundinamarca. Con las diferentes muestras se obtuvo un estimado de la emisión total del horno, y también se calculó el factor de emisión correspondiente. A partir de la exploración y las observaciones pertinentes de este tipo de hornos, se propuso una metodología más precisa para la medición y la determinación de un factor de emisión de material particulado para chircales. Los resultados del análisis muestran que la emisión calculada del horno se encuentra dentro del rango de valores obtenido en otros estudios, sin embargo, estos resultados se podrían perfeccionar aplicando una metodología más precisa (Roa & Rojas 2006).

Según los datos y las observaciones realizadas en la Etapa 1, se encontró una emisión del horno aproximada equivalente a 0,006 g/s de PM.

Este material puede ser llevado a Toneladas mensuales de acuerdo a la necesidad de cálculo, lo cual sirve para proponer nuevas tecnologías de modernización de hornos.

6.3.2.3 Sistemas integrados de energía de fuentes renovables en Ladrilleras en Italia (Moedinger 2012).

Autor: Fritz Moedinger

University of Florida

Año: 2012

Resumen: Las fuentes de energía utilizadas en el proceso de fabricación de ladrillos de arcilla son normalmente derivadas de los combustibles fósiles. Sin embargo, a través de desarrollos innovadores se ha demostrado que es posible sustituir estas fuentes por energías renovables reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero casi a cero.

Esta investigación coincide con la nuestra en dos principios:

- El impacto ambiental del proceso de producción de ladrillos de arcilla es principalmente debido al consumo de energía para la cocción de los mismos.
- La reducción de los impactos ambientales es ciertamente importante. No obstante, esas medidas probablemente no se llevarán a cabo sobre una base voluntaria si generan gastos adicionales, lo que aumenta los costos de producción en general.

Resultados: En esa investigación arrojo que la cantidad de energía térmica para producir un ladrillo oscila entre 1.450 y 2.725 kJ/kg. En la tabla 46 se describe la cantidad de energía utilizada para producir 1m³ de ladrillo con una densidad de 700 kg/m³.

Tabla 46. Ladrillo cocido con combustibles fósiles / ladrillo cocidos con energías renovables

	Densidad a granel kg/m ³ .	contenido total de energía MJ/m ³ .
Ladrillo cocido con combustibles fósiles	700	2801,68
Ladrillo cocido con energías renovables	700	1051,40

Fuente: Moedinger, 2012

Además, utilizando la metodología GHP en la tabla 47 calculan la cantidad de emisiones evitadas por la sustitución a energías renovables.

Tabla 47. Cantidad de emisiones evitadas por sustitución a energías renovables

	t CO₂ / 8000 hrs
Horno	8.845,22
Secado	4.422,61
Electricidad	3.186,00
Total por Año	16.453,83

Fuente: Moedinger, 2012

7. CONCLUSIONES

- Todas las áreas en Ladrillera los Cristales entre enero y abril de 2016 generaron algún tipo de emisión: El área de explotación genero emisiones de Alcance Directo (Alcance 1) por consumo de combustible diésel, el área de transformación genero emisiones de Alcance Directo (Alcance 1) por consumo de combustible Diésel y de Alcance Indirecto (Alcance 2) por consumo de energía eléctrica, el área de secado genero emisiones de Alcance Directo (Alcance 1) por consumo de combustible Diésel, el área de cocción genero emisiones de Alcance Directo (Alcance 1) por consumo carbón mineral y de Alcance Indirecto (Alcance 2) por consumo de energía eléctrica y por ultimo las demás áreas generaron otras emisiones de Alcance Indirecto (Alcance 3) por consumo de papel bond y vertimientos.
- Entre enero y abril 2016 Ladrillera Los Cristales emitió 1478.082 TON CO₂ de manera directa e indirecta, de esas emisiones el 93.8% correspondieron al proceso de cocción, 3.92% correspondieron al proceso de transformación, 2.13% al proceso de explotación y tan solo un 0.085% correspondieron a otras áreas. De acuerdo a la Metodología de Pareto el proceso de cocción es el único relevante ya que por sí mismo genera mucho más del 90% del total de las emisiones.
- Del proceso de cocción entre enero y abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales casi la totalidad de las emisiones de CO₂ equivalentes se generaron por el uso de carbón

como combustible (1360,85 TON CO₂ equivalentes) que equivalen al 91,51% de las emisiones totales de la fábrica.

- Para disminuir las emisiones de Toneladas de CO₂ Equivalentes en Ladrillera Los Cristales se hace necesario reemplazar el horno Hoffman Semicontinuo por un horno de túnel continuo ya que de acuerdo a los datos suministrados por ladrillera los cristales, el horno se diseñó en el año 2001 de forma empírica y por tanto no cuenta con sus respectivos cálculos térmicos lo que dificulta un posible reemplazo del combustible a utilizar. Además, Con el fin de disminuir costos las paredes internas del horno Hoffman Semicontinuo de ladrillera los cristales se construyeron con ladrillo recocido común, el cual, si bien es mucho más barato que el ladrillo refractario, es de mayor conductividad térmica demandando más cantidad de energía para llegar a la temperatura de cocción.
- Si la cocción de las 10817 TON de arcilla entre enero y abril de 2016 se hubiera realizado en Horno Túnel con Gas Natural se habría disminuido en 823 TON las emisiones de CO₂ Equivalentes, si se hubiera realizado en Horno Túnel con Carbón se habría disminuido en 363 TON las emisiones de CO₂ Equivalentes y se habrían consumido 135 TON menos de carbón y si se hubiera realizado en Horno Túnel con Biogás del relleno sanitario Doña Juana se habría disminuido en 213.12 TON las emisiones de CO₂ Equivalentes. Esta disminución de emisiones puede llegar a ser mucho mayor si se tienen en cuenta factores como recuperación de calor y los materiales adecuados para la construcción del Horno de Túnel Continuo.
- La reducción de los impactos ambientales es ciertamente importante. no obstante, esas medidas probablemente no se llevarán a cabo sobre una base voluntaria si generan gastos adicionales, lo que aumenta los costos de producción en general.

8. RECOMENDACIÓN

Se recomienda reemplazar el actual horno Hoffman Semicontinuo el cual se construyó en el 2001 con técnicas empíricas y materiales no refractarios por un Horno continuo de Túnel sistematizado, construido con materiales refractarios y diseñado bajo los parámetros de cálculos térmicos, balance de calor y de potencia y cálculos de eficiencia datos que permiten pasar de un combustible a otro (carbón mineral a gas de síntesis) sin desmontar el horno Túnel y que del actual se desconocen. En cuanto a los quemadores del horno se sugiere seleccionar quemadores para gas que con tan solo unos pequeños ajustes se pueden

utilizar tanto para Gas Natural como para Biogas y conservar los inyectores de carbón mineral para contingencias teniendo en cuenta que el proyecto de Biogas Doña Juana está esperando la continuidad del Parque Minero el Mochuelo en el POT 2016 (que a la fecha de entrega del proyecto aún no se había aprobado).

9. REFERENCIAS

- Sanabria, W. (2014). *Análisis geográfico-temporal y evaluación del ecosistema en el sector del mochuelo por medio de sistemas de información geográfica* (1st ed., p. 4). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <http://repository.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/12132/1/An%c3%a1lisis%20del%20Ecosistema%20por%20medio%20de%20SIG.pdf>
- Peña, J. Q. (2006). *Desarrollo de un modelo para la secuenciación de trabajos en la mediana industria ladrillera de la localidad XIX* (1st ed., p. 2). Bogotá: Universidad de Los Andes. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Javier_Parra_Pena/publication/242493754_Desarrollo_de_un_modelo_para_la_secuenciacion_de_trabajos_en_la_mediana_industria_ladrillera_de_la_localidad_XIX/links/551c1cb70cf2909047b9ebf1.pdf
- Luna, J. (2015). *El impacto ambiental por la actividad de explotación de canteras en la localidad de Usme y sus principales medidas de manejo* (1st ed., p. 6). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6331>
- Espíndola, C. & Valderrama, J. (2012). *Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro. Información Tecnológica*, 23(1), 177-192. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642012000100018>
- Rodríguez, R., Martínez, B., & Udaquiola, S. (2014). Gestión ambiental empresarial: cálculo de la Huella de Carbono en la industria vitivinícola. *Gestión Y Ambiente*, 17(1), 159-165. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169432879010>
- Echeverri, L. (2010). *Inserción del mercadeo verde en prácticas empresariales en Colombia: casos de estudio. Luna Azul*, 31(2), 122-138. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S190924742010000200010
- Echeverri, L. (2010). *Inserción del mercadeo verde en prácticas empresariales en Colombia: casos de estudio. Luna Azul*, 31(2), 122-138. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742010000200010
- Estrada, D. & Espinoza, J. (1982). El Secado de los productos cerámicos. *Cerámica Y Vidrio*, 21(6), 327. Recuperado de <http://boletines.secv.es/upload/198221327.pdf>
- Farfán, H., Escobar, S., Nina, C., Navarrete, A., Estrada, B., & Riveros, C. (2015). *Arcilla, Ladrillos y Tejas* (1st ed., p. 14). Cuzco, Perú: Universidad Andina del Cuzco. Recuperado de [//es.slideshare.net/HollyFarfanAyma/arcilla-monografia](http://es.slideshare.net/HollyFarfanAyma/arcilla-monografia)

- Central Progreso, S.A. de C.V (CEPSA). (2014). *Diagnóstico de la Huella de Carbono en la producción y procesamiento de la caña de azúcar, caso central progreso* (pp. 1-6). Veracruz México. Recuperado de <http://karolbeth.net/atam/inicio/images/PDF/XXXVI/campo/campo2/agricultura/completos/7.pdf>
- Cepal, & Gobierno de Francia. (2010). *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. PDF, Santiago de Chile. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37288-metodologias-de-calculo-de-la-huella-de-carbono-y-sus-potenciales-implicaciones>
- Corporación Ambiental Empresarial (CAEM). (2008). *Informe de Gestión 2007* (p. 31). Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de <http://www.caem.org.co/img/Gestion%202007.pdf>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). *Guía para el cálculo y la Huella de Carbono corporativa* (pp. 3-5). Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente. Recuperado de <http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/gae/huella-de-carbono>
- Espíndola, C. & Valderrama, J. (2012). *Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro*. *Información Tecnológica*, 23(1), 177-192. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642012000100018>
- Espíndola, C. & Valderrama, J. (2012). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642012000100017>
- Doménech, J. & Asociación Española de Normalización y Certificación. (2007). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR. Recuperado de www.aenor.es/aenor/descargafichero.asp?tipo=pub®istro=7139&archivo=1
- Solis, A. (2016). Gas metano contamina 84 veces más que el dióxido de carbono. *Forbes México*, (Junio 14 de 2016), 1. Recuperado de <http://www.forbes.com.mx/gas-metano-contamina-84-veces-mas-que-el-dioxido-de-carbono/>
- Tapia, C., Olivares, C., & Núñez, I. (2013). *Línea base del conocimiento regional sobre las implicancias de la Huella de Carbono en los procesos de toma de decisiones - Informe Final* (pp. 9-14). Coquimbo - Chile: Centro de Estudios Sociales - CESSO. Recuperado de <http://www.cesso.cl/documentos/>
- Velázquez, F. (2005). *Cambio climático y protocolo de Kioto. Ciencia y estrategias: Compromisos para España*. *Rev. Esp. Salud Pública*, 79(2). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/s1135-57272005000200007>

- Valderrama, J., Espíndola, C., & Quezada, R. (2011). *Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. Formación Universitaria*, 4(3), 3-12. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-50062011000300002>
- Rodríguez, R., Martínez, B., & Udaquiola, S. (2014) *Gestión ambiental empresarial: cálculo de la Huella de Carbono en la industria vitivinícola. Gestión Y Ambiente*, 17(1), 159-165. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169432879010>
- Espíndola, C. & Valderrama, J. (2012). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642012000100017>
- Cepal, & Gobierno de Francia. (2010) *Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina*. PDF, Santiago de Chile. Recuperado de www.cepal.org/.../37288-metodologias-de-calculo-de-la-huella-de-carbono-y-sus-pot
- Carballo, A. (2010). *Utilidad de la huella ecológica y del carbono en el ámbito de la responsabilidad social corporativa (rsc) y el ecoetiquetado de bienes y servicios. DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 3(8), 4. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/delos/08/acp.htm>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). *Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital*. (pp. 2-5). Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente. Recuperado de <http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/gae/huella-de-carbono>
- Green House Gas Protocol. (2013). *Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor*. Recuperado de http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf
- Gómez Gutierrez, C. (2010). *Modelamiento y simulación de un horno túnel industrial* (1st ed., p. 17). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1882/1/71265369.2010.pdf>
- Fonseca, H. & Carrere, R. (2004). *Minería. México: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*. Recuperado de http://wrm.org.uy/es/files/2013/04/Mineria_Impactos_sociales_y_ambientales.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2009). *Así es la Minería* (pp. 4-8). Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Recuperado de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/614096/4-CapituloMinas.pdf/fbd3bdeb-7d06-4817-9af0-6c43136fef18>

- Guiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: *una actividad no tan pequeña*. *Dyna Rev.Fac.Nac.Minas*, 80(181), 109-117. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S00127353201300050012&lng=es
- Ministerio de Minas y Energía. (2003). *Glosario técnico minero*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Recuperado de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Salas, A. (2014). Mediana minería, interesante potencial. *Qué Pasa Minería*, (2 Aniversario), 64. Recuperado de <http://papeldigital.info/quepasamineria/index.html?2014012901>
- Emiliano, D. (2009). *Ecólogos y mega-minería, reflexiones sobre por qué y cómo involucrarse en el conflicto minero-ambiental*. *Ecología Austral*, 19-12-2009, 1-8. Recuperado de http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/ambientales/lectura_diciembre_0.pdf
- Barranzuela, J. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura* (pp. 3-8). Piura - Perú: Universidad de Piura. Recuperado de http://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1755/ICI_199.pdf?sequence=1
- Pellini, C. (2015). *Proceso de fabricación de ladrillos comunes propiedades. Historia y Biografías*. Recuperado de http://historiaybiografias.com/fabricacion_ladrillos/
- Barragan, J. (2007). *Explotación a Cielo Abierto de Materiales de Construcción*. Presentation, Pintag, Ecuador. Recuperado de http://www.aimecuador.org/capacitacion_archivos_pdf/Explotaci%C3%B3n%20de%20canteras.pdf
- Universidad Autónoma de Occidente, & Universidad del Atlántico. (2011-01-01). *Ahorro de Energía en la Industria Cerámica* (pp. 1-10). Bogotá: UPME - COLCIENCIAS. Recuperado de <http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/ahorro-de-energia-en-la-industria-ceramica>
- Paucar, C. (2010). Cocción en el procesamiento cerámico (1st ed., pp. 1-3). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.unalmed.edu.co/~cgpaucar/firing.pdf>
- Sanabria, W. (2014). *Análisis geográfico-temporal y evaluación del ecosistema en el sector del mochuelo por medio de sistemas de información geográfica* (1st ed., p. 4). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <http://repository.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/12132/1/An%c3%a1lisis%20del%20Ecosistema%20por%20medio%20de%20SIG.pdf>

- Rojas, O. & Villabona, C. (2007). *Elaboración Plan de Manejo Ambiental en la Ladrillera Bautista Cáceres Ltda.* (pp. 18-40). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7610/2/125220.pdf>
- Garzón, N. (2013). *Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda el mochuelo bajo, ciudad bolívar, Bogotá D.C., estudio de caso.* (1st ed., pp. 1-26). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/12467/1/GarzonTovarLigiaNathalya2013.pdf>
- Sánchez, M. & Zapatas, L. (2013). *Impacto ambiental y gestión del riesgo de ladrilleras en la vereda Los Gómez de Itagiú.* Cuaderno Activa, 5(Enero-Diciembre 2013), 109-123. Recuperado de <http://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/115>
- Rodríguez, M. (2009). *¿Hacer más verde el estado Colombiano?. Revista De Estudios Sociales*, 32 (Abril de 2009), 18-33. Recuperado de <http://www.manuelrodriguezbecerra.com/bajar/hacerverde.pdf>
- Delgado, C. (2013). *La materia ambiental en la Constitución Política Colombiana. Responsabilidad Y Derecho*, (18 de Marzo), 1. Recuperado de <http://responsabilidadderecho.blogspot.com.co/2013/03/la-materia-ambiental-en-la-constitucion.html>
- Builes, M., Herrada, E., & Ossa, E. (2013). *Minería y medio ambiente en el Estado colombiano: Una perspectiva constitucional y legal a la luz del Plan Nacional de Desarrollo* (1st ed., pp. 4-7). Manizales, Colombia: Universidad de Manizales. Recuperado de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/handle/6789/912>
- Rubiano, S. (2012). *La regulación ambiental y social de la minería en Colombia: comentarios al proyecto de ley de reforma al Código de Minas* (1st ed., pp. 1-2). Bogotá, Colombia: FESCOL. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/09382.pdf>
- Cortés, M. & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre metodología de la investigación. Camp.: Universidad Autónoma del Carmen.* Ciudad del Carmen. Campeche, México. Recuperado de http://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
- Sanca, M. (2011). *Tipos de investigación científica. Revista De Actualización Clínica Investiga*, 12(Septiembre de 2011), 621-624. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S230437682011000900011&script=sci_arttext

- Moedinger, F. (2012). *Integrated renewable energy systems in a brickyard* (1st ed., pp. 1-5). Gainesville, Florida: University of Florida. Recuperado de <http://www.cce.ufl.edu/wp-content/uploads/2012/08/Moedinger.pdf>
- Muñoz, M. (2010). *Experimentando el flujograma* (1st ed., pp. 3-4). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <http://repository.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/13078/1/Experimentando%20El%20Flujograma.pdf>
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME,. (2015). *Balance de Gas Natural en Colombia 2015-2023* (1st ed., pp. 9-10). Bogotá, Colombia: Ministerio de Minas y Energía. Recuperado de http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/BALANCE_GAS_NATURAL_FINAL.pdf
- UNAD. (2011). Lección 23. *Puntos críticos y ecomapa*. *Datateca.unad.edu.co*. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358049/Modulo_en_linea/leccin_23_puntos_crticos_y_ecomapa.html
- UNAD. (2011). Lección 24. *Ecobalance*. *Datateca.unad.edu.co*. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358049/Modulo_en_linea/leccin_24_ecobalance.html
- Vizcarra Paredes, V. (2012). *Diagrama de Pareto*. Presentación, Recuperado de <http://es.slideshare.net/IMarlb0r0l/diagrama-pareto>.
- Seguridad Minera. (2013). *Minado a cielo abierto: método de extracción mecánica*. *Seguridad Minera*, (97). Recuperado de <http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/minado-a-cielo-abierto-metodo-de-extraccion-mecanica/>
- CAEM, C. (2011). *Caracterización de los hornos usados en la industria ladrillera: Proyecto Colombia* (1st ed., pp. 5-9). Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de <http://www.caem.org.co/img/Hornos.pdf>
- CNEE, C. (2010). *Ahorro de energía eléctrica mediante motores eléctricos de inducción de alta eficiencia* (1st ed., pp. 1-20). Guatemala, Guatemala: CNEE. Recuperado de [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20Módulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducción\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20Módulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducción).pdf)
- Biogás Doña Juana S.A. ESP,. (2015). *Doña Juana landfill gas-to-energy project* (1st ed., pp. 1-4). Bogotá: Framework Convention on Climate Change. Recuperado de <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1241446939.84/view>

Oxycocomb,. 2016. *Horno Túnel*. Imagen.

http://www.oxycomb.es/img/fot/horno_tunel_big.png.

Ladrillera San Cristobal S.A.,. 2011. *Horno Túnel Continuo*. Imagen.

<http://www.lineadecreditoambiental.org/lca/wp-content/uploads/2013/06/despues-Ladrillera-SC.jpg>.

10. ANEXOS

ANEXO 1: DATOS DE PRODUCCIÓN, CONSUMOS Y VERTIMIENTOS DE LADRILLERA LOS CRISTALES ENTRE ENERO Y ABRIL DE 2016 (LISTA DE CHEQUEO OBJETIVO ESPECIFICO I).

Datos de Producción

Los datos de producción de Ladrillera Los Cristales se presentan con el fin de poder determinar la cantidad de energía e insumos utilizados en la producción de bloque de Arcilla en Ladrillera los Cristales. Estos datos se presentan en base a los históricos de producción de la ladrillera de los meses enero, febrero, marzo y abril de 2016 (debido a que en este año se inició producción con nueva maquinaria), los consumos de recursos, energía de este periodo y sus vertimientos.

1. **Cantidad de Material Procesado.** Se refiere a las Toneladas de mezcla homogenizada (Arcilla, Arena y Chamote) procesadas entre enero y abril de 2016 que se pueden ver en la Tabla 49.

Tabla 48. Cantidad de material procesado Enero a Abril de 2016

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Cantidad (TON)	3155	3211	3159	3201

Fuente: Los Autores

2. **Cantidad de Combustible Utilizado.** Es la cantidad de combustible Diésel utilizado por maquina en el proceso de producción de Bloque de Arcilla. Se puede ver en la Tabla 50.

Tabla 49. Cantidad de combustible diésel consumido enero a abril de 2016

Mes	ACPM CARGADOR	ACPM BULDOZER	ACPM RETROEXCAVADOR	ACPM CORTES	ACPM Camioneta
Enero	39,7	193,10	203,89	87,00	10,80
Febrero	69,7	708,71	207,54	252,4	31,8
Marzo	69,6	581,70	204,14	168,6	63,3
Abril	38,6	546,30	206,84	308,20	57,80

Fuente: Los Autores

- Cantidad de Carbón Utilizado.** Es la cantidad de Carbón utilizado para la cocción del bloque de arcilla en el Horno Hoffman. Se puede consultar en la Tabla 51.

Tabla 50. Cantidad de Carbón Consumido de Enero a abril de 2016

MES	KL ARCILLA TRANSFORMADA MES	TON ARCILLA TRANSFORMADA MES	FACTOR HUMEDAD 15%	TON ARCILLA COCCIÓN MES 85%
Enero	3.154.850	3.155	473	2.682
Febrero	3.211.340	3.211	482	2.730
Marzo	3.158.760	3.159	474	2.685
Abril	3.200.520	3.201	480	2.720
Total	12.725.470	12.725	1.909	10.817

Elaborada por Los Autores según datos suministrados por La Ladrillera

- Cantidad de Energía Eléctrica Consumida.** Es la cantidad de Energía Eléctrica utilizada tanto en la transformación del material como en la parte administrativa. Se puede consultar en la Tabla 52.

Tabla 51. Cantidad de Energía Eléctrica Consumida de Enero a Abril de 2016

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Cantidad kWh	100800	82200	90600	96600

Elaborada por Los Autores según datos suministrados por La Ladrillera

5. **Agua Consumida.** Es la cantidad de agua utilizada para el funcionamiento de ladrillera los cristales la cuál proviene de tres tipos de fuentes:
 - a. **Agua Potable (ver Tabla 53).** Utilizada para el consumo humano, se factura desde el acueducto comunitario AUACACT ESP (Asociación de Usuarios Del Acueducto Comunitario De Aguas Calientes). No sirve como instrumento de medición ya que se utiliza en conjunto con Agua de Carro tanque o Aguas Lluvias Almacenadas.

Tabla 52. Consumo de Agua Potable de AUACACT ESP ENERO – ABRIL de 2016

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Cantidad m3	46	24	18	11

Elaborada por Los Autores según datos suministrados por La Ladrillera

- b. **Aguas Lluvias.** Son aguas lluvias que se almacenan en tanques PVC y subterráneos utilizadas para la producción y uso sanitario cuando se requiere; no se contabilizan.
 - c. **Agua transportada** por Carro tanque. Cuando el agua lluvia almacenada es insuficiente se compra a la Empresa de Acueducto De Bogotá agua en carro tanque que puede venir de San Cristóbal o de Santa Lucía. Esta compra se hace de acuerdo a la necesidad por tanto no es un dato fiable de medición de Huella de Carbono.
6. **Vertimientos.** Ladrillera Los Cristales no se encuentra conectada a ninguna red de alcantarillado, por tanto, los vertimientos se almacenan en pozo séptico y se retiran con camión cisterna para ser tratadas en la Empresa De Aguas de Facativá EAF S.A.S ESP. Anualmente se retiran 6500 kg.

ANEXO 2 DETERMINACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO PARA PROCESAR 19 TONELADAS DE MATERIA PRIMA ENTRE ENERO – ABRIL DE 2016

Para determinar el consumo eléctrico en Ladrillera Los Cristales se tuvo en cuenta la cantidad de motores eléctricos por proceso y su potencia especificada en la tabla de cada motor en HP (Horse Power) y se realizaron los siguientes pasos para de manera indirecta estimar su consumo.

Determinación consumo eléctrico:

$P_{in} = HP * 0,746 * \text{Horas de Uso} * \text{Carga} / \text{Eficiencia}$.

$P_{in} =$ Consumo eléctrico.

HP = Caballos de Fuerza = 0,746 kWh.

Horas de Uso = De acuerdo a la cantidad de horas que se requiera en el proceso.

Factor de Carga: La potencia nominal de un motor eléctrico indica la potencia mecánica de salida o en el eje que es capaz de entregar el motor, el factor de carga es un índice que indica la potencia que entrega el motor cuando se encuentra ya en operación con relación a la que puede entregar (CNEE, 2010).

Factor de Carga = Potencia Real entregada / Potencia total del Motor.

Debido a que ladrillera los cristales cuenta con un tablero de control de potencia el factor de carga para todos los motores eléctricos es del 75% permitiendo un 25% de capacidad adicional para soportar mayores cargas de trabajo exceptuando el ventilador de deshorne (Figura 32) cuyo factor de carga fue reportado por la fábrica al 60%.

Eficiencia: Se define como la potencia de salida sobre la potencia demandada, normalmente los motores en La Ladrillera de tipo estándar aseguran una eficiencia del 91,7%

Eficiencia = Potencia de Salida / Potencia demandada (CNEE, 2010)

De acuerdo al método anterior en la tabla 54 se obtiene el consumo eléctrico para el proceso de transformación y en la tabla 55 para el proceso de cocción.

Tabla 53. Consumo eléctrico transformación

Consumo eléctrico Transformación para 19 TON Materia prima (obtención indirecta)					
Actividad	Potencia motor HP	Horas/uso	Factor de Carga	Eficiencia	kWh Consumidos
Alimentación	1	1	75	91,7	0,610141767
	3	1	75	91,7	1,8304253
Tamizado	5	1	75	91,7	3,050708833
Molido	100	1	75	91,7	61,01417666
Mezclado	3	1	75	91,7	1,8304253
	5	1	75	91,7	3,050708833
	20	1	75	91,7	12,20283533
Extrusado	100	1	75	91,7	61,01417666
	300	1	75	91,7	183,04253
	20	1	75	91,7	12,20283533
Corte	20	1	75	91,7	12,20283533
	3	1	75	91,7	1,8304253
Total					353,8822246

Fuente: Los Autores

Tabla 54. Consumo eléctrico cocción y Deshorne

Consumo eléctrico cocción para 19 TON Materia prima (obtención indirecta)					
Actividad	Potencia	Horas/uso	Factor de Carga	Eficiencia	kWh Consumidos
Trituración de Carbón	20	1	75	91,7	12,20283533
Pre calentamiento y Chimenea	40	6	75	91,7	146,434024
Cocción	5	5	75	91,7	15,25354417
	1	5	75	91,7	3,050708833
	5	5	75	91,7	15,25354417
	1	5	75	91,7	3,050708833
Deshorne	1	0,5	75	91,7	0,305070883
Total					195,5504362

Fuente: Los Autores

ANEXO 3. DETERMINACIÓN CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL PARA PROCESAR 19 TONELADAS DE MATERIA PRIMA ENTRE ENERO – ABRIL DE 2016

Para determinar la cantidad de combustible utilizado para producir 19 Toneladas de material dosificado en promedio entre enero y abril del 2016 se siguieron los siguientes pasos.

- Promedio de Toneladas de material procesado de enero a abril de 2016 (ver Anexo 1).

$$\text{Promedio Materiales} = (3155+3211+3159+3201) / 4 = 3181,5 \text{ TON.}$$

- Promedio de Combustible Consumido por la fuente móvil o fija de enero a abril de 2016 (Ver Anexo 1).

$$\text{Promedio combustible} = \text{C.PROM.}$$

C=Consumo mensual

$$\text{C.PROM} = (C1+C2+C3+C4) / 4$$

- Determinación de Galones consumidos para 19 TON de material dosificado.

$$\text{Entrada Combustible fuente móvil o fija} = (19 \text{ TON} * \text{C.PROM}) / 3181,5 \text{ TON.}$$

Tabla 55. Promedios consumo combustible diésel

COMBUSTIBLE UTILIZADO EN PROMEDIO ENTRE ENERO-ABRIL DE 2016 PARA TRANSFORMAR 19 TONELADAS DE MATERIA PRIMA						
Datos	ACPM Tractor GAL	ACPM CARGADOR	ACPM BULDOCER	ACPM RETROEXCAVADORA	ACPM CORTE	ACPM Camioneta
Promedio Consumo Enero - Abril 2016 GALONES	30,00	54,40	507,45	205,61	204,05	40,93
Galones Combustible Utilizado	0,18	0,32	3,03	1,23	1,22	0,24

Elaborada por Los Autores según datos suministrados por La Ladrillera

ANEXO 4 DETERMINACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO POR PROCESO ENTRE ENERO – ABRIL DE 2016

- **Consumo eléctrico área de transformación.**

Total, consumo eléctrico transformación para 19 TON de materia prima (ver Anexo 2) = 353,882 kWh.

Sumatoria de Σ cantidad de material procesado entre enero y abril de 2016 (ver Anexo 1) = 12725.

Consumo eléctrico área de Transformación enero a abril de 2016 = $353,882 \text{ kWh} * 12725 \text{ TON} / 19 \text{ TON}$.

- **Consumo eléctrico área de cocción.**

Total, consumo eléctrico cocción para 19 TON de materia prima (ver Anexo 2) = 195,489 kWh.

Sumatoria de Σ cantidad de material procesado entre enero y abril de 2016 (ver Anexo 1) = 12725.

Consumo eléctrico área de Cocción enero a abril de 2016 = $195,489 \text{ kWh} * 12725 \text{ TON} / 19 \text{ TON}$.

- **Consumo eléctrico otras áreas.**

Sumatoria de cantidad de kWh consumidos entre enero y abril de 2016 (Tabla 41) = 370200.

Consumo eléctrico enero a abril de 2016 = 370200 – (Consumo eléctrico cocción enero a abril de 2016 + consumo eléctrico transformación enero abril de 2016).

En la Tabla 57 se muestra el consumo eléctrico por áreas.

Tabla 56. Consumo eléctrico por áreas

Consumo eléctrico por áreas		
Area	kWh Enero - Abril 2016	Promedio kWh Mensual
Transformación	237007,964	59251,991
Cocción	130967,332	32741,833
Otras Areas	2224,705	556,176
Total	370200,000	92550,000

Tabla Elaborada por los autores.

ANEXO 5 DETERMINACIÓN DE RELACIÓN ARCILLA CARBÓN Y TIEMPO DE COCCIÓN DEL HORNO PARA ECOBALANCE DE COCCIÓN

De acuerdo al anexo 1 en Ladrillera Los Cristales entre enero y abril de 2016 se procesó 10817 toneladas de bloque seco y consumieron 505,88 Toneladas de Carbón en el mismo periodo. Para que el ecobalance del proceso de cocción tuviera relación con los demás ecobalances (explotación, transformación y secado) se determinó en cuanto tiempo se realizó la cocción de las 18,41 Toneladas y la cantidad de arcilla procesada por Kilogramo de Carbón en promedio entre enero y abril de 2016 en Ladrillera Los Cristales.

- Cantidad de Arcilla cocinada por hora= $\frac{((\text{Ton Arcilla}/n \text{ meses})/n \text{ días}/n \text{ horas})}{\text{Cantidad de Arcilla cocinada por hora}} = \frac{((10817/4) /30) /24}{3,755 \text{ TON}}$
- Relación Arcilla Carbón =Kg Arcilla/Kg carbón
Relación Arcilla Carbón = $10817000/505880=21,4$ Kg de arcilla cocidas por kilogramo de Carbón

Para poder realizar la cocción de las 18,41 TON se Requieren aproximadamente 5 Horas y 860 Kilogramos de Carbón aproximados.

ANEXO 6 ENERGÍA CALÓRICA TOTAL CONSUMIDA Y APROVECHADA POR EL HORNO HOFFMAN SEMICONTINUO ENTRE ENERO Y ABRIL DE 2016 EN LADRILLERA LOS CRISTALES

En Ladrillera Los Cristales entre enero y abril de 2016 se consumieron 505,88 TON (Ver Anexo 1) de carbón con un poder calorífico de 7000 Cal/g (Ver Tabla 18) que son 7000 Kcal/Kg para realizar la cocción de 10817 TON de Arcila:

Carbón = 505880 Kg.

Arcilla = 10817000 Kg.

Relación Arcilla Carbón = $10817000/505880=21,4$ Kg de arcilla por kilogramo de Carbón

El rendimiento térmico Nter para el horno Hoffman según la Universidad Autónoma de Occidente & Universidad del Atlántico, 2011 oscila entre el 50% y 55%, es decir que se aprovecha entre un 50% y un 55% la energía producida por el carbón.

Energía Consumida Total Horno Hoffman = $7000\text{Kcal/Kg} * 505880 \text{ Kg} = 3541160000$ Kilocalorías

- Energía Aprovechada por Horno Hoffman Max (55%) = $3541160000\text{Kcal} * 55\%/100\% = 1947638000\text{Kcal}$.
- Energía Aprovechada por Horno Hoffman Min (50%) = $3541160000 \text{ Kcal}/2 = 1770580000 \text{ Kcal}$.

Estos datos son valores elevados que pueden disminuir ya que el rendimiento térmico Nter del horno Hoffman Semicontinuo de ladrillera el cristal puede ser mucho menor debido a que este horno presenta una mayor conductividad térmica por no estar debidamente aislado con ladrillo refractario, además al ser Semicontinuo debe estar constantemente encendiéndose factores que aumentan su consumo de energía.

ANEXO 7 PROYECTO BIOGAS RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

El proyecto, ubicado en el Distrito Capital de Bogotá-Colombia, implica la captura de gases de vertedero en el sitio del Relleno Sanitario Doña Juana, y su uso para la producción de energía térmica en industrias cercanas (ver Figura 41).

Figura 41. Planta de Biogás en el relleno sanitario Doña Juana



Fuente: Los autores

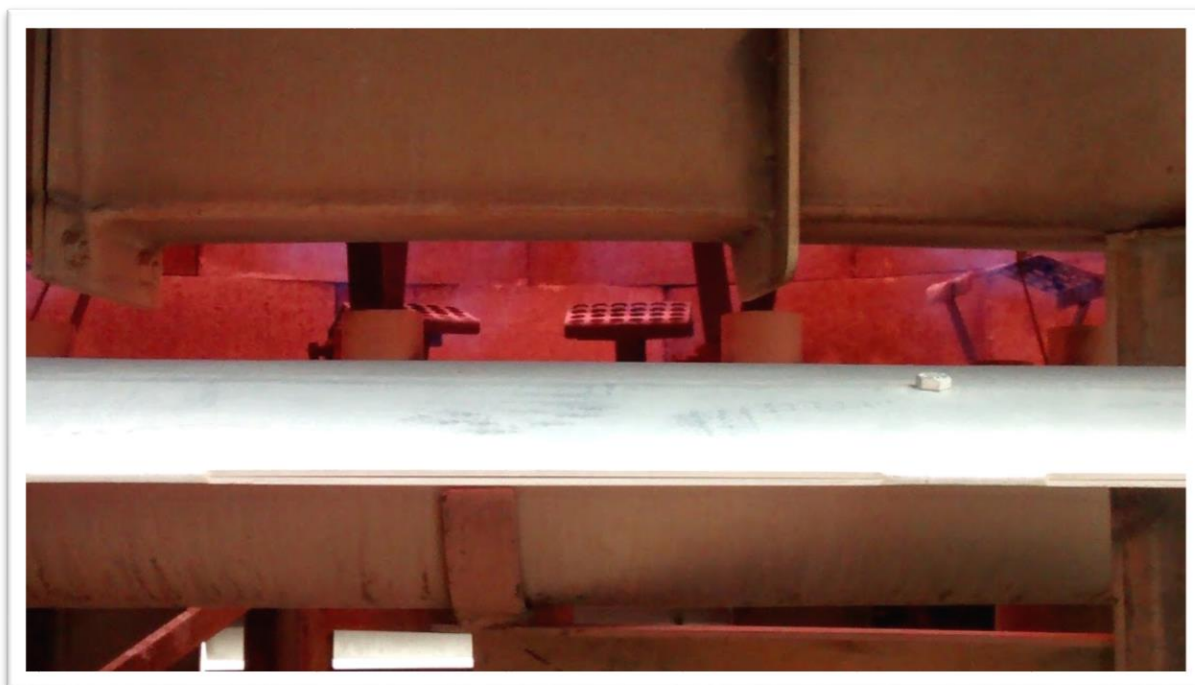
En marzo de 2007 la UAESP lanzó una licitación tipo concesión para desarrollar un proyecto MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) para recoger, tratar y utilizar el biogás generado por la degradación de los residuos depositados en el vertedero de Doña Juana. Biogás Doña Juana S.A. ESP fue el ganador de la licitación para el desarrollo del proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio en el relleno sanitario Doña Juana (Biogás Doña Juana S.A. ESP, 2015).

El propósito de dicha licitación es evitar que el gas metano generado por la degradación de residuos en el relleno Sanitario sea emitido a la atmosfera directamente, para eso la empresa Biogás Doña Juana S.A. ESP cuenta con 3 alternativas:

1. Captura y quema de gas en antorcha (ver Figura 42)

Consiste en capturar, tratar y quemar el gas para evitar que se acumulen gases dentro del relleno y se viertan directamente a la atmósfera. Actualmente está funcionando.

Figura 42. Quema de gas en antorcha relleno Sanitario Doña Juana



Fuente: Los autores

2. Captura para cogeneración de energía

Consiste en la captura de Gas para alimentar generadores de energía eléctrica que permiten conectarse a la red eléctrica para la cogeneración de esta energía para su venta. Actualmente funciona este proyecto (ver Figura 43).

Figura 43. Planta de cogeneración eléctrica de Biogás en Relleno Sanitario Doña Juana



Fuente: Los Autores.

3. Combustión en ladrilleras (ver Figura 44)

Consiste en capturar y tratar el gas del relleno sanitario Doña Juana para por medio de redes aisladas llevarla a las ladrilleras cercanas en donde puede ser usado como reemplazo de los combustibles fósiles realizando la misma función de la antorcha mientras se aprovecha la combustión para la cocción de los productos cerámicos en el Parque Minero Industrial El Mochuelo evitando la emisión de varias toneladas anuales de gas metano a la Atmosfera. Si bien el proyecto ya está listo para arrancar, aún no se encuentra en funcionamiento pues la empresa Biogás Doña Juana S.A. ESP está esperando el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá 2016 (que a la fecha de la terminación de este documento aún no se había aprobado) en el cual se va a definir si se le da continuidad a los Parques Minero Industriales o si se prohíbe la minería en el Distrito Capital.

Figura 44. Compresor para la distribución de Biogás del relleno Sanitario Doña Juana



Fuente: Los Autores