

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

*Ciclo Optativo de Profesionalización en
Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental*



**"MEDIDA DE LA HUELLA DE CARBONO
EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN
DE BRIQUETAS"**

Trabajo de titulación para optar el Título de
INGENIERO FORESTAL

Presentado por:

**ERIK ELIZANDRO BARRIENTOS GUTIÉRREZ
MARCO JEZIEL MOLINA CHÁVEZ**

Lima – Perú

2014

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

*Ciclo Optativo de Profesionalización en
Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental*

**"MEDIDA DE LA HUELLA DE CARBONO EN UNA EMPRESA DE
FABRICACION DE BRIQUETAS"**

Trabajo de titulación para optar el Título de

INGENIERO FORESTAL

Presentado por:

**ERIK ELIZANDRO BARRIENTOS GUTIÉRREZ
MARCO JEZIEL MOLINA CHÁVEZ**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Julio Canchucaya Rojas
Presidente

Mg. Sc. Graciela Egoavil Cueva
Miembro

Lic. Daysi Guzmán Loayza
Miembro

Ph.D. Héctor Enrique Gonzales Mora
Patrocinador

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a todas las personas que tienen sueños en la vida que quieren lograr, y pueden hacerlos realidad si están dispuestos a dar siempre más del cien por ciento de nosotros mismos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me dio una luz de esperanza cuando me sentía que me iba a derrumbar.

A mi familia, Sandro, Patricia, Zoila y Gisella, por darme un inmenso amor, por ayudarme en el cuidado de mi hijo y por estar a mi lado en cada momento de mi vida.

A mi hijo Thiago al cual sacrifique durante mucho tiempo, y el que me motiva para continuar en este camino de la vida.

Erik Barrientos

A mis padres, Marina y Ernesto, por su amor, apoyo y comprensión, sobre todo en los momentos más difíciles, y son a quienes debo todo.

A mis padrinos, Justina y Augusto, quienes con su gran devoción a Dios, sus enseñanzas y alientos, me motivan a seguir adelante.

Marco Molina

Al profesor Enrique Gonzales Mora, por su apoyo a lo largo de todo este proceso, por su tiempo brindado y su confianza depositada en nosotros.

Al empresario José Cipriano Mallqui, por brindarnos las facilidades necesarias para poder realizar este trabajo.

A todo el personal que labora en la empresa Carbotec, quienes con su experiencia y humildad nos apoyaron brindándonos la información requerida.

RESUMEN

La Huella de Carbono determina el total de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) generados, directa o indirectamente, por un individuo, producto, organización, evento o territorio, y es expresado en toneladas de Dióxido de Carbono equivalente (tCO_2eq). Esto permite diseñar planes de optimización de recursos, reducción y compensación de emisiones, así como la proyección de una imagen responsable y comprometida con el medio ambiente y el cambio climático.

En la presente investigación, se calculó la Huella de Carbono en una empresa de fabricación de briquetas, ubicado en Chacra Cerro, Distrito de Comas, Lima, para lo cual se utilizaron como referencia los lineamientos, herramientas y guías del estándar corporativo de contabilidad y reporte establecidas por el Protocolo de GEI (GHG protocol), y los factores de emisión del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).

Se realizó una descripción de la empresa y se identificaron las actividades y las etapas de operación, luego se definieron los límites organizacionales y operacionales del inventario de GEI, las que fueron clasificadas dentro de los tres alcances contemplados por el Protocolo de GEI: Emisiones directas (Alcance 1) generadas por el consumo de combustibles en vehículos, equipos y/o maquinarias que son propiedad de la empresa, emisiones indirectas (Alcance 2) derivadas del consumo de energía eléctrica y emisiones indirectas (Alcance 3) de reporte opcional, derivadas del consumo de agua, papel, así como el transporte de los empleados.

Los datos obtenidos de consumo y transporte fueron convertidos a emisiones de CO_2eq a través de factores de emisión reportados por el IPCC y datos del valor calórico neto de REPSOL-PERU. Los datos de consumo de energía eléctrica en kWh fueron convertidos en emisiones de CO_2eq a través del factor de emisión del SEIN. Finalmente para el cálculo de las emisiones indirectas se usó factores de emisión de instituciones especializadas como: CONAMA e IPCC.

Para todas las fuentes de emisiones de GEI, se obtuvo un total de 38,93 t CO_2eq emitidas durante el año 2013, equivalente a una huella de carbono de 24,41 kg de CO_2eq / millar de briqueta producida de la empresa evaluada. El mayor porcentaje de emisiones se presentó en el alcance 1 con 88,25 por ciento, luego el alcance 2 con 10,67 por ciento y por último el alcance 3 con 1,08 por ciento para el año en estudio.

Para la neutralización de emisiones de GEI producidas por la empresa, se propone recurrir al retiro del mercado de 39 créditos de carbono producidos en proyectos MDL, que tienen como fin adicional el secuestro de Carbono.

Se espera que el estudio sirva como línea base a partir de la cual la empresa sea capaz de establecer un plan de reducción de emisiones con la finalidad de disminuir el impacto que causa al medio ambiente.

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE.....	VII
LISTA DE CUADROS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	XII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 ASPECTOS GENERALES.....	4
2.1.1 CAMBIO CLIMÁTICO.....	4
2.1.2 EFECTO INVERNADERO Y GASES RESPONSABLES.....	4
2.2 GENERALIDADES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	5
2.3 GENERALIDADES DE LA HUELLA DE CARBONO.....	11
2.3.1 HUELLA DE CARBONO.....	11
2.3.2 CARBONO NEUTRO.....	12
2.3.3 COMPENSACIÓN DE CARBONO.....	13
2.3.4 EXPERIENCIAS ANTERIORES EN EL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO.....	13
2.4 CONTEXTO INTERNACIONAL.....	15
2.4.1 CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	15
2.4.2 PROTOCOLO DE KYOTO.....	15
2.4.3 Mercados Voluntarios.....	17
2.5 CONTEXTO NACIONAL.....	18
2.5.1 Política nacional del ambiente.....	18
2.5.2 Plan nacional de Acción ambiental 2010-2021 (PLANAA).....	19
2.5.3 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).....	19
2.6 METODOLOGÍAS DE DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.....	20
2.6.1 PROTOCOLO DE GEI - ESTÁNDAR CORPORATIVO DE CONTABILIDAD Y REPORTE (ECCR).....	20
2.6.2 NORMA ISO 14064 - CUANTIFICACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	30
2.6.3 NORMA ISO 14069 CUANTIFICACIÓN Y EL REPORTE DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA LAS ORGANIZACIONES - GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 14064-1.....	32
2.6.4 GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	33
2.7 FUENTES DE ENERGÍA.....	35
2.7.1 ENERGÍA NO RENOVABLE.....	36
2.7.2 ENERGÍA RENOVABLE.....	38
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
3.1 MATERIALES.....	42
3.1.1 LUGAR.....	42
3.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	43
3.1.3 REFERENCIAS.....	43
3.2 MÉTODOS.....	43
3.2.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA FABRICADORA DE BRIQUETAS Y SUS ACTIVIDADES.....	44

3.2.2	DETERMINACION DE LOS LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES DEL INVENTARIO DE GEI.	44
3.2.3	METODOLOGIA PARA LA CUANTIFICACION DE EMISIONES DE GEI	45
3.2.4	CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA EVALUADA.....	53
3.2.5	NEUTRALIZACION DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA EVALUADA	54
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA FABRICA DE BRIQUETAS Y SUS ACTIVIDADES.....	56
4.1.1	PROCESO DE PRODUCCION DE BRIQUETAS EN CARBOTEC	57
4.1.2	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	61
4.2	LIMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES.....	62
4.2.1	LÍMITES ORGANIZACIONALES	62
4.2.2	LÍMITES OPERACIONALES.....	62
4.3	CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI	63
4.3.1	IDENTIFICACION DE LA FUENTES DE GEI.....	63
4.3.2	CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 1	66
4.3.3	CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 2	66
4.3.4	CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 3	69
4.4	CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO	72
4.5	NEUTRALIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	75
5.	CONCLUSIONES	77
6.	RECOMENDACIONES	78
ANEXO 1	87	
FORMATO PARA EL DIAGNOSTICO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA	87	
ANEXO 2	88	
FORMATO DE LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES DEL INVENTARIO DE GEI	88	
ANEXO 3	89	
FORMATO DE LISTA DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN DE GEI	89	
ANEXO 4	90	
FORMATO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD - CONSUMO DE COMBUSTIBLES	90	
ANEXO 5	91	
FORMATO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD – CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	91	
ANEXO 6	92	
FORMATO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD - CONSUMO DE AGUA.....	92	
ANEXO 7	93	
FORMATO DE ENCUESTA DE TRANSPORTE CASA-TRABAJO	93	
ANEXO 8	94	
FACTORES DE EMISIÓN DE CO ₂ POR TIPO DE VEHÍCULO	94	
ANEXO 9	95	
FACTORES DE EMISIÓN DE CH ₄ Y N ₂ O POR TIPO DE VEHÍCULO	95	
ANEXO 10	96	
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES -2013.....	96	

ANEXO 11	97
DISTRIBUCIÓN MENSUAL DEL CONSUMO GLOBAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA – 2013	97
ANEXO 12	98
CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DEL ÁREA ADMINISTRATIVA - 2013	98
ANEXO 13	99
CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN - 2013	99
ANEXO 14	100
CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO - 2013	100
ANEXO 15	101
FOTOGRAFÍAS	101

Lista de cuadros

Página

CUADRO 1	POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL (PCG) DE LOS PRINCIPALES GASES DE EFECTO INVERNADERO	11
CUADRO 2	METODOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE MAYOR USO A NIVEL MUNDIAL	20
CUADRO 3	FUENTES DE ENERGÍA.....	36
CUADRO 4	TIPOS DE COMBUSTIBLES.....	37
CUADRO 5	FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y TIPOS DE BIOCOMBUSTIBLES	38
CUADRO 6	VALORES DE PODER CALORÍFICO INFERIOR, DENSIDAD Y FACTORES DE EMISIÓN DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES.....	46
CUADRO 7	CONSIDERACIONES PARA LA PLANTACIÓN DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	54
CUADRO 8	FUENTES DE EMISIÓN DE GEI ATRIBUIBLES A LAS ACTIVIDADES/OPERACIÓN DE LA EMPRESA CARBOTEC.....	64
CUADRO 9	EMISIONES DE GEI PARA EL ALCANCE 1- 2013	66
CUADRO 10	DISTRIBUCIÓN MENSUAL DEL CONSUMO ELÉCTRICO SEGÚN ÁREA – 2013.....	67
CUADRO 11	CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DE LAS ÁREAS DE LA EMPRESA – 2013	68
CUADRO 12	EMISIONES DE GEI POR CONSUMO DE AGUA - 2013	69
CUADRO 13	EMISIONES DE GEI POR CONSUMO DE PAPEL - 2013	70
CUADRO 14	DISTANCIAS RECORRIDAS AL AÑO POR TRANSPORTE CASA-TRABAJO-CASA - 2013	71
CUADRO 15	EMISIONES DE GEI POR TRANSPORTE CASA-TRABAJO-CASA - 2013	71
CUADRO 16	EMISIONES TOTALES DE GEI DE LA EMPRESA EVALUADA- 2013	72
CUADRO 17	PRODUCCIÓN ANUAL DE BRIQUETAS EN LA EMPRESA EVALUADA.....	74
CUADRO 18	VALORES DE CAPTURA DE CO ₂ PARA LA PLANTACIÓN DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i>	75
CUADRO 19	REQUERIMIENTO DE SUPERFICIE PLANTADA DE <i>CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM</i> PARA LA NEUTRALIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	75

Lista de figuras

	Página
FIGURA 1	EFFECTO INVERNADERO NATURAL 5
FIGURA 2	EMISIONES DE GEI ANTROPOGÉNICOS..... 8
FIGURA 3	DIFERENTES LÍMITES DE HUELLAS DE ORGANIZACIÓN Y PRODUCTOS 12
FIGURA 4	RESÚMENES DE ALCANCES Y EMISIONES 24
FIGURA 5	UBICACIÓN Y VISTA DEL PERÍMETRO DE LA EMPRESA EVALUADA (CARBOTEC S.A)..... 42
FIGURA 6	DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS ETAPAS DE LA EMPRESA EVALUADA 59
FIGURA 7	VISTA DE PLANTA DE LA EMPRESA CARBOTEC S.A 60
FIGURA 8	LÍMITES DEL SISTEMA..... 63
FIGURA 9	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 2 - 2013 69
FIGURA 10	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS EMISIONES DE GEI SEGÚN ALCANCE 2013 73
FIGURA 11	EMISIONES GEI DE LA EMPRESA EVALUADA POR ALCANCE Y FUENTE..... 74

Lista de acrónimos

AD	Datos de la Actividad (por sus siglas en inglés)
AFP	Administradoras de Fondos de Pensiones
APEC	Fondo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (por sus siglas en inglés)
C	Carbono
CER	Certificado de Emisiones Reducidas
CFC	Clorofluorocarbonos
CH4	Metano
CIE	Comercio Internacional de Emisiones
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente - Chile
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO2	Dióxido de Carbono
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
DE	Derecho de Emisión
ECCR	Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte
EF	Factor de Emisión (por sus siglas en inglés)
EFDB	Base de Datos de Factores de Emisión (por sus siglas en inglés)
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FONAM	Fondo Nacional del Ambiente - Perú
gal	Galón
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GJ	Gigajulio
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GNC	Gas Natural Comprimido
GWP	Poder de Calentamiento Global (por sus siglas en inglés)
HFC	Hidrofluorocarbono
HP	Caballo de Fuerza (por sus siglas en inglés)
IC	Implementación Conjunta
ICFPA	Consejo Mundial de Asociaciones Forestales y Papeleras (por sus siglas en

	inglés)
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
ISO	Organización Internacional para la Estandarización (por sus siglas en inglés)
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
kWh	Kilowatt-hora
L	Litro
m ³	Metro Cúbico
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MINAM	Ministerio del Ambiente - Perú
MWh	Megawatt-hora
N ₂ O	Óxido Nitroso
ONGs	Organismos no Gubernamentales
PFC	Perfluorocarbonos
PK	Protocolo de Kyoto
PLANAA	Plan Nacional de Acción Ambiental
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ppmm	Partes por Mil Millones
ppb	Partes por Billón
RSC	Responsabilidad Social Corporativa
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
SF ₆	Hexafluoruro de Azufre
tCO ₂ eq	Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
URE	Unidades de Reducción de Emisiones
VCN	Valor Calórico Neto
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (por sus siglas en inglés)
WRI	Instituto de Recursos Mundiales (por sus siglas en inglés)

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial, las actividades humanas han causado y vienen causando un cambio en el clima. Esto debido a que las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado desde el comienzo de la era industrial, sobre todo por la utilización de combustibles fósiles, y los cambios en el uso y cubierta del suelo. Estos factores junto con las fuerzas naturales, han contribuido en el cambio climático de la tierra a partir del siglo XX: la temperatura se ha incrementado de la superficie terrestre y marina, han cambiado los patrones espaciales y temporales de las precipitaciones; se ha elevado el nivel del mar y ha aumentado la frecuencia e intensidad de los fenómenos asociados con El Niño (IPCC, 2002).

El cambio climático es una de las mayores amenazas medioambientales, sociales y económicas a las que se enfrenta el planeta en la actualidad, asimismo se están produciendo cambios profundos en los sistemas de vida de la Tierra que tendrán efectos trascendentales en las próximas décadas (Comunidades Europeas, 2008).

Dentro de este contexto, el Perú está incluido entre los diez países más vulnerables del mundo al cambio climático (Tyndall Centre, 2004) ya que presenta cuatro de las cinco características de vulnerabilidad reconocidas por la Convención Marco De Las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC): zonas costeras bajas, zonas áridas y semiáridas, zonas expuestas a inundaciones, sequía y desertificación así como ecosistemas montañosos frágiles.

Según el (MINAM, 2010b) en el último Inventario de emisiones de GEI realizado en el año 2000, las tres categorías de mayor contribución a las emisiones de GEI son: Uso de suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura, con un 47,5 por ciento, Energía, 21,2 por ciento y Agricultura, 18,9 por ciento.

Nuestro país contribuye con el 0,5 por ciento de emisión de GEI en el mundo. Se indica que a pesar de la cifra, toda empresa socialmente responsable debería calcular los impactos que produce sobre el ambiente. Las empresas no miden su huella de carbono y no se sabe cuánta energía, agua y papel se consume. Tampoco se tiene conocimiento de cuando CO₂ emiten las organizaciones (Conexión Esan, 2011).

Un inventario de emisiones de GEI o Huella de Carbono es el cálculo detallado de las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero. El resultado de un inventario de GEI es el total de emisiones de CO₂ equivalentes, emitidas por una institución, empresa, compañía o país para un periodo determinado (MINAM, 2011a).

El identificar las fuentes de emisiones de GEI en todo el proceso productivo permite la definición de mejores objetivos, estrategias de reducción de emisiones más efectivas y ahorros de costo, debido al mejor conocimiento de los puntos críticos para la reducción de emisiones (UACH, 2008).

El éxito en la contribución al cambio climático que pueda ofrecer la Huella de Carbono para poner en práctica cadenas de producción sostenibles, pasa por el reconocimiento de las responsabilidades de productores y también de consumidores (Espíndola y Valderrama, 2012).

La Huella de Carbono impone un importante desafío a los países en vías de desarrollo dado que gran parte de los productos que se consumen en los países industrializados, se producen en dicho países (Espíndola y Valderrama, 2012).

En el Perú, uno de los principios de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) menciona que se debe procurar el desuso de combustibles fósiles como fuente de energía, promoviendo el empleo de energías renovables (CONAM, 2002).

En este sentido, las briquetas son una alternativa de energía económica, ecológica y renovable. Por lo que pueden ser usadas como combustible, con la ventaja de su combustión lenta, y de esta manera pueden emplearse fácilmente en cocinas domésticas, sistemas de calefacción, sistemas de calentamiento de agua, sistemas de secado y especialmente para las calderas en las industrias. Asimismo al tener un tamaño estandarizado facilita el manejo, transporte y la comercialización, constituyendo un sustituto de la leña, revalorizando los residuos del sector maderero, contribuyendo a la reducción de la deforestación del bosque seco y siendo una alternativa para las zonas de escasos recursos económicos.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar la Huella de Carbono de una empresa de fabricación de briquetas. Para esto se utilizaron los lineamientos establecidos por el protocolo de GEI y las diferentes herramientas y guías publicadas por el

World Business Council for Sustainable Development en asociación con el World Resources Institute (WBCSD-WRI), así como los factores de emisión estandarizados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GENERALES

2.1.1 CAMBIO CLIMATICO

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático se refiere a cambio climático como cualquier cambio en el clima a lo largo del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de una actividad humana (IPCC, 2002). Esta definición difiere a la que le otorga la CMNUCC, en donde se entiende que el cambio climático es un cambio atribuible de manera directa o indirecta a actividades humanas que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (CMNUCC, 1992).

2.1.2 EFECTO INVERNADERO Y GASES RESPONSABLES

Todos los cuerpos emiten radiación, los cuales son ondas electromagnéticas que no necesitan un medio material para propagarse, más bien la materia dificulta su avance. En la atmósfera y el clima actúan dos tipos de radiación: La luz visible originada del sol y la radiación infrarroja emitida por la tierra (Garduño, 1998).

En el efecto invernadero se observa que el aire es transparente para la radiación de onda corta y opaco para la de onda larga, es decir, la atmosfera es un filtro radiativo que deja pasar los rayos solares, parte de ellos son absorbidos por la superficie terrestre, que se calientan en consecuencia y emiten la radiación terrestre, que son detenidas (absorbidas) por la atmosfera y las nubes. (Ver figura 1). Si el efecto invernadero no existiera de manera natural, la temperatura media de la Tierra sería de -18°C (Garduño, 2004).



Figura 1 Efecto Invernadero Natural

Fuente: UNEP –GRID-Arendal, 2007

2.2 GENERALIDADES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Según CMNUCC (1992) se entiende por GEI aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja. Debido a que estos gases tienen la capacidad de retener el calor emitido por la superficie terrestre, actúan a manera de un gigantesco invernadero que mantiene y regula la temperatura en la Tierra.

Aunque solo representan el 1 por ciento de la composición atmosférica, cumplen funciones primordiales, ya que sin su existencia la Tierra sería demasiado fría para albergar la vida.

Los GEI pueden ser generados naturalmente o como resultado de la actividad humana. El IPCC (1997a) los describe de la siguiente manera:

Los principales gases que surgen naturalmente son: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), ozono (O₃), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O).

En la atmósfera, existe también, una serie de GEI creados íntegramente por el hombre, como los halocarbonos (compuestos que contienen cloro, bromo o flúor y carbono, estos compuestos pueden actuar como potentes gases de efecto invernadero en la atmósfera y son también una de las causas del agotamiento de la capa de ozono en la atmósfera).

En 1997 se aprobó el protocolo de Kyoto de la CMNUCC, mediante el cual se controlarán las emisiones de seis gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

Se consideran GEI directos, al dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y compuestos halogenados, debido a que estos se emiten directamente a la atmósfera. Otros GEI son producto de reacciones fotoquímicas, en las que participan sustancias precursoras, denominados gases precursores del ozono, como el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), que en presencia de la luz solar contribuyen a la formación de ozono (O_3) en la troposfera (IPCC, 2006).

Los gases de efecto invernadero que son importantes en el presente trabajo son el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso.

A) DIOXIDO DE CARBONO

Es el más importante GEI asociado a actividades humanas debido al papel que desempeña en el sistema Atmósfera-Océano-Tierra y el segundo gas más importante en el calentamiento global después del vapor de agua (IDEAM, 2007). Además tiene un tiempo de permanencia en el sistema climático relativamente largo de un siglo o más (IPCC, 1995).

Este gas juega un rol primordial en los procesos biológicos del ciclo del carbono, se encuentra principalmente en el aire y en agua, se puede originar naturalmente o en fuentes antropogénicas. Algunas de las actividades antropógenas que emiten dióxido de carbono son el consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y sus derivados y gas natural) y leña para generar energía, en la tala de bosques y en algunos procesos industriales, como la producción de cemento o la fermentación para producir alcohol (Bohórquez y Lugo, 2010).

Las estadísticas mundiales señalan que entre 1970 y 2004, las emisiones anuales han aumentado en aproximadamente un 80 por ciento, pasando de 21 a 38 gigatoneladas (Gt), y en 2004 representaban un 77 por ciento de las emisiones totales de GEI antropógenos (IPCC, 2007a). Este aumento se atribuye principalmente al consumo de combustible fósil y a cambios de uso de la tierra (Ver figura 2).

B) METANO

Es un GEI que procede de fuentes naturales, el cual se produce fundamentalmente por la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los sistemas biológicos (IDEAM, 2007):

- Las actividades agrícolas relacionadas con: a) fermentación entérica como consecuencia del proceso digestivo de los herbívoros; b) descomposición en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno) del estiércol generado por especies pecuarias; c) cultivo de arroz bajo riego y d) quemadas de sabanas y residuos agrícolas
- Disposición de residuos sólidos
- El tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales

Otra fuente importante de metano está relacionada con la producción y distribución de gas natural y petróleo y en la explotación de carbón mineral.

Según el IPCC (2007a) declara en su cuarto informe: “La concentración de CH₄ en la atmósfera mundial ha aumentado, respecto de los valores previos a la era industrial desde 715 ppm¹ hasta 1732 ppm a comienzos de los años 90, alcanzando en el 2005 la cifra de 1774 ppm. Las tasas de crecimiento han disminuido desde el comienzo de los años 90, en concordancia con las emisiones totales (suma de fuentes antropógenas y naturales), que fueron casi constantes durante ese período”. (Ver figura 2)

¹ Coeficiente de mezclado (como indicador de la concentración de GEI): partes por 1000 millones por unidad de volumen

Es muy probable que el aumento observado de la concentración de CH₄ se deba predominantemente a la agricultura y a la utilización de combustibles de origen fósil.

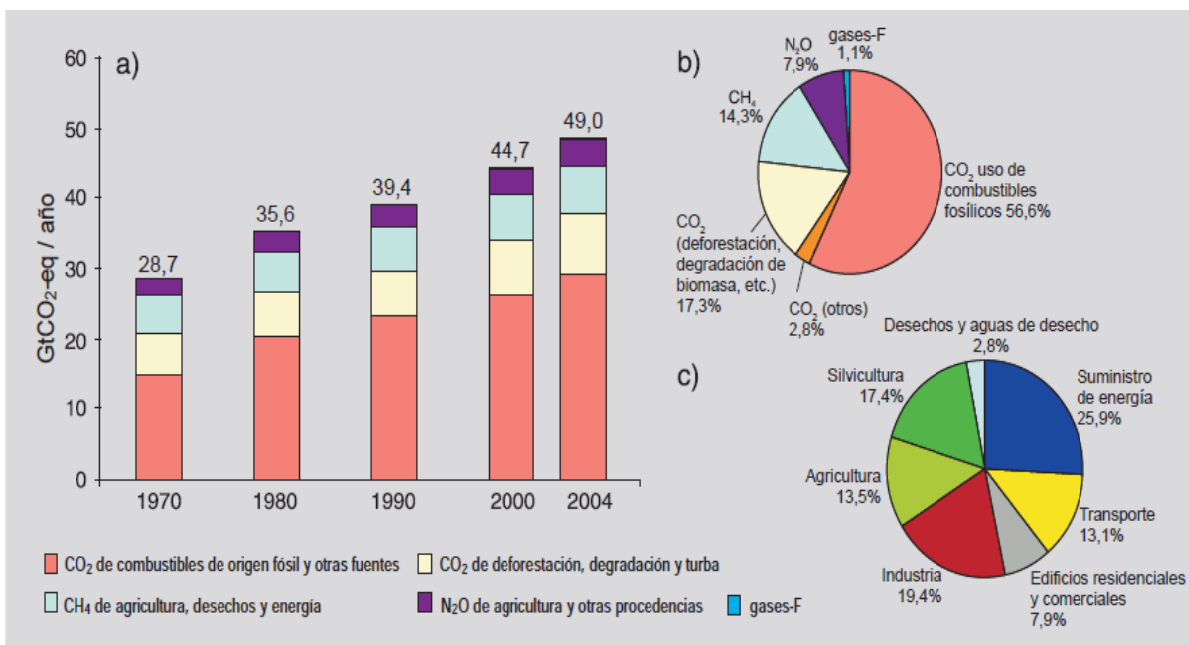


Figura 2 Emisiones de GEI antropogénicos.

Fuente: IPCC, Informe de Evaluación de Cambio Climático, 2007a

De acuerdo a la figura 2 presentada, se tiene:

- a) Emisiones anuales mundiales de GEI antropogénicos entre 1970 y 2004.
- b) Gráfico circular que representan diferentes GEI antropogénicos respecto de las emisiones totales en el 2004, en términos de CO₂ equivalente.
- c) Gráfico circular que representan diferentes sectores en las emisiones totales de GEI antropogénicos en el 2004, en términos de CO₂ equivalente. (En el sector silvicultura se incluye la deforestación).

C) OXIDO NITROSO

El N₂O, cuyas fuentes son de carácter natural y antropogénico, contribuye con cerca del 6 por ciento del forzamiento del efecto invernadero (IDEAM, 2007), según el IPCC (1997), tiene un período de vida largo, entre 100 y 150 años. Este compuesto es eliminado de la troposfera (donde actúa como gas de efecto invernadero) mediante intercambio con la estratosfera, donde es destruido lentamente por descomposición fotoquímica.

Las fuentes más importantes de N₂O son las emisiones generadas por suelos agrícolas y en menor grado por el consumo de combustibles fósiles para generar energía y las emitidas por descomposición de proteínas de aguas residuales domésticas. Las emisiones de este gas generadas por los suelos agrícolas se deben principalmente al proceso microbiológico de la nitrificación y desnitrificación del suelo. Se pueden distinguir tres tipos de emisiones: las directas desde el suelo, las directas de óxido nitroso del suelo debido a la producción animal (pastoreo) y las indirectas generadas por el uso de fertilizantes (IDEAM, 2007).

Debido a las actividades antropogénicas la concentración de N₂O en la atmósfera ha aumentado. Esto se debe principalmente a la agricultura, según IPCC (2007a); la concentración mundial de este gas en la atmósfera aumentó respecto de los valores previos a la era industrial, pasando de 270 hasta 319 ppmm en el 2005.

D) CO₂ EQUIVALENTE Y PCG

Generalmente las emisiones de GEI se expresan en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Esta es la cantidad de CO₂ que ocasionaría, durante un horizonte temporal dado, el mismo forzamiento radiativo², integrado a lo largo del tiempo que una cantidad emitida de un GEI de larga permanencia o de una mezcla de GEI.

² El forzamiento radiativo es un indicador de la influencia que determinado factor ejerce sobre el balance de energía entrante y saliente del sistema Tierra-atmósfera, y constituye un índice de la importancia de ese factor como posible mecanismo de cambio climático. En el presente informe, los valores del forzamiento radiativo corresponden a cambios referidos a las condiciones de la era preindustrial, definidos en 1750, y están expresados en vatios por metro cuadrado (W/m²).

Las emisiones de CO₂ equivalentes se obtienen multiplicando la cantidad de GEI emitida por su potencial de calentamiento Global (PCG)³ para un horizonte temporal dado (IPCC, 2007a).

El PCG es un índice para calcular la contribución al calentamiento mundial relativo debido a la emisión en la atmósfera de un kilogramo de un gas determinado de efecto invernadero, comparado con la emisión de un kilogramo de dióxido de carbono. Los PCG calculados para diferentes horizontes temporales muestran los efectos de los períodos de vida en la atmósfera de los diferentes gases (IPCC, 2001).

El PCG cambia dependiendo del escenario del tiempo que desea comparar. El acuerdo internacional es usar un escenario a 100 años.

³ Abarca únicamente el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆), cuyas emisiones están contempladas en la CMCC. Estos GEI han sido ponderados aplicando sus potenciales de calentamiento global (PCG) a cien años, y utilizando valores coherentes con los notificados en el marco de la CMCC.

Cuadro 1 Potenciales de Calentamiento Global (PCG) de los principales Gases de Efecto Invernadero

Gases		<i>Potencial de Calentamiento Global</i>		
		<i>(Horizonte temporal en años)</i>		
		<i>20</i>	<i>100</i>	<i>500</i>
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1	1
Metano	CH ₄	72	25	7.6
Óxido nitroso	N ₂ O	289	298	153
Hidrofluorocarbonados				
HFC-23	CHF ₃	12000	14800	12200
HFC-32	CH ₂ F ₂	2330	675	205
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	6350	3500	1100
HFC-134a	CHF ₂ CF ₃	3830	1430	435
HFC-143a	CF ₃ CH ₃	5890	4470	1590
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	437	124	38
HFC-227ea	CF ₃ CHFCF	5310	3220	1040
HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8100	9810	7660
HFC-245fa	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	3380	1030	314
HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	4140	1640	500
Compuestos totalmente fluorados				
Tetrafluorometano	CF ₄	5210	7390	11200
hexafluoroetano	C ₂ F ₆	8630	12200	18200
Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	6330	8860	12500
Perfluorohexano	C ₆ F ₁₄	6600	9300	13300
hexafluoruro de azufre	SF ₆	16300	22800	32600

Fuente Forster et al 2007.

2.3 GENERALIDADES DE LA HUELLA DE CARBONO

2.3.1 HUELLA DE CARBONO

La Huella de Carbono es la suma total de todas las emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero asociadas a las actividades de una organización, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). La huella se calcula elaborando un inventario de emisiones, un registro de la fuente y la proporción de todos los gases de efecto invernadero descargados durante un periodo de tiempo específico (Reed y Ehrhart, 2007).

A) HUELLA DE CARBONO DE ORGANIZACIÓN

Cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero en kg de CO₂ equivalente, asociadas a una organización, que puede abarcar emisiones directas e indirectas derivadas de consumos de recursos y las de su distribución (AENOR, s.f.).

B) HUELLA DE CARBONO DE PRODUCTO

La huella de carbono de producto mide las emisiones de gases de efecto invernadero de toda la vida de un producto (bienes o servicios), desde la extracción de las materias primas, los materiales y la fabricación, hasta su utilización y última reutilización, reciclaje o eliminación (Carbon trust, 2012).

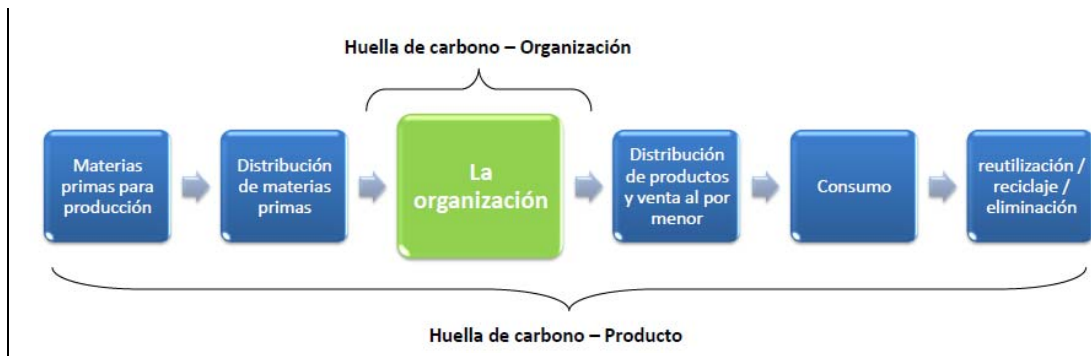


Figura 3 Diferentes límites de huellas de organización y productos

Fuente: Carbon trust, Carbon footprinting guide. 2012.

2.3.2 CARBONO NEUTRO

El término carbono neutro hace referencia a una huella de carbono igual a cero. Una organización que quiere reducir su impacto en el cambio climático por lo general primero calcula su huella de carbono y luego identificará las áreas de sus operaciones en las que se pueden hacer reducciones de emisiones. En la mayoría de los casos no se podrá reducir la huella de carbono a cero y las organizaciones pueden optar por invertir en proyectos que generen reducciones de emisiones de GEI para compensar aquellas que no se pueden reducir internamente (Abbott, 2008).

Una forma de alcanzar la huella de carbono cero es mediante la compra de compensaciones que se venden en toneladas de CO₂ equivalente, y pueden provenir de diversos proyectos, como las tecnologías renovables, proyectos de eficiencia energética, proyectos de cambio de uso de la tierra y captura de metano (Abbott, 2008).

2.3.3 COMPENSACIÓN DE CARBONO

Según Reed y Ehrhart (2007) Es una medida encaminada a compensar la liberación de GEI almacenando o evitando las emisiones de una cantidad determinada de dióxido de carbono en la atmósfera para compensar las emisiones de terceros y/o en otros lugares. Las compensaciones negociables con un valor monetario también se conocen como créditos de carbono; un crédito equivale a una tonelada métrica de CO₂. Asimismo se señalan que las compensaciones y los créditos de carbono deben demostrar adicionalidad: el proyecto ha conducido a la reducción o eliminación de emisiones de GEI en adición a las que hubieran ocurrido en su ausencia.

2.3.4 EXPERIENCIAS ANTERIORES EN EL CÁLCULO DE HUELLA DE CARBONO

En el Perú son varias las empresas que han cuantificado y neutralizado su huella de carbono y han reducido sus costos. Entre esas empresas se encuentran: Topy top, Corporación Rey, Texfina (Textil), Agrícola ATHOS (Agroindustrias), Calsa-Fleishman (insumos de panadería), Cormin Callao (minerales), Silgelsa (químicos), Zinsa (fundición), COPEINCA (pesquera), BID (agencia de desarrollo), Hoteles: Los Delfines, Miraflores Park Hotel, Casa Andina e Inkaterra; Bancos: Banco de Crédito del Perú, HSBC entre otros (Burga 2009 Citado por Calle y Guzmán, 2011).

Sin embargo, la huella de carbono no es, pese a lo que se podría pensar inicialmente, una herramienta de gestión ambiental exclusiva de organizaciones grandes. Empresas de menor tamaño comprometidas con un buen desempeño ambiental también pueden determinar su huella de carbono y minimizar sus emisiones de GEI a través de la introducción de buenas prácticas laborales, mejoramiento tecnológico, adquisición de bonos de carbono y proyectos de reforestación. Es así que el Ecolodge Ulcumano, ubicado en la provincia de Oxapampa, región Pasco, ha determinado que, para el normal funcionamiento de sus operaciones, emite

anualmente un total de 71,15 tCO₂eq, cifra equivalente a 0,41 kgCO₂eq por huésped por noche cuando se incluye el traslado de huéspedes desde Lima (Calle y Guzmán, 2011).

Otro caso se dio en una empresa de transformación secundaria de la madera, Distribuidora Wood S.R.L, ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia de Lima, Departamento de Lima, ha determinado que, para el normal funcionamiento de sus operaciones, emite anualmente un total de 20,41 tCO₂eq, cifra equivalente a 11,54 kgCO₂eq/m³ producido de madera reaserrada (Díaz y Pinillos, 2012).

A nivel institucional, el Ministerio del Medio Ambiente (MINAM) se ha convertido en el primer Ministerio de América Latina en medir el impacto que tienen sus actividades en el cambio climático, determinando su huella de carbono en 678 tCO₂eq emitidas durante el año 2009, resultando así un indicador per cápita de 3,6 tCO₂eq/colaborador.

En este caso, para la neutralización de las emisiones de GEI del MINAM del año 2009, esta puede llevarse a cabo a través del retiro del mercado de 675 créditos de carbono, producidos en proyectos MDL de reducción de emisiones en el mundo, de la cartera de First Climate o a través del retiro de los créditos de carbono a futuro de alguno de los proyectos Forestales con secuestro de carbono en el país (MINAM, 2011a).

A nivel Municipal, el Municipio de Santiago de Surco se convirtió en la primera Municipalidad a nivel nacional, que ha calculado su huella de carbono. El estudio realizado en esta se denomina “Huella de Carbono de la Gerencia de Servicios a La Ciudad y Medio Ambiente”. En dicho estudio identificó que, al año 2012, la gerencia de Servicios a la Ciudad y Medio Ambiente ha emitido un total de 5,25 tCO₂eq, donde la flota vehicular representa el mayor porcentaje de fuentes de emisión. Este municipio expresa un especial interés en realizar las coordinaciones pertinentes para la certificación del estudio elaborado y la compensación de la misma con el fin de obtener el sello de GESTIÓN CARBONO NEUTRAL, mediante la obtención de créditos de carbono certificados, además se compromete promover la optimización de los recursos e implementar medidas para un adecuado uso de la energía con el fin de reducir año a año la Huella de Carbono (FONAM y Municipalidad de Santiago de Surco, 2013).

2.4 CONTEXTO INTERNACIONAL

2.4.1 CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO

En 1992, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo y Medio Ambiente, los dirigentes de todo el mundo asumieron que eran necesarias acciones globales para combatir el Cambio Climático; por ello se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

En 1993, el Perú suscribió la CMNUCC y, como país firmante, el Ministerio del Ambiente se convirtió a partir de su creación (2008) en el punto focal de la Convención, asumiendo los siguientes compromisos:

- Desarrollar comunicaciones nacionales reportando las emisiones del país.
- Promover la formación de personal científico, técnico y directivo.
- Desarrollar estrategias nacionales de mitigación y adaptación.
- Elaborar y actualizar periódicamente el inventario nacional de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y regionales que contengan medidas orientadas a mitigar el Cambio Climático.

2.4.2 PROTOCOLO DE KYOTO

Al cabo de dos años y medio de intensas negociaciones, en diciembre de 1997 se aprobó en Kyoto (Japón) un acuerdo de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, este Protocolo de Kyoto (PK) añade compromisos más precisos y detallados para equilibrar los distintos intereses políticos y económicos.

Su principal objetivo fue que en el periodo 2008-2012 se reduzcan en 5,2 por ciento las emisiones que los países desarrollados producían en el año 1990. Se toma en cuenta a los seis gases de efecto invernadero y las reducciones se miden en equivalentes de CO₂, para producir una cifra única. No incluye los gases clorofluorocarbonados (CFC), debido a que están dentro

del Protocolo de Montreal de 1987, referido a las sustancias que agotan la capa de ozono (MINAM, 2010a).

No obstante, los elementos más notables del Protocolo de Kyoto son sus compromisos vinculantes para las Partes incluidas en el anexo I de limitar o reducir las emisiones de GEI, y sus mecanismos innovadores para ayudar a esas Partes a cumplir sus compromisos sobre las emisiones (UNFCCC, 2007).

El Perú suscribe el protocolo de kyoto en 1998, lo ratifica en el 2002 y entra en vigencia en el 2005, y por lo tanto se alinea al objetivo último de la convención de “estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en un nivel que evite injerencias peligrosas en el sistema climático (UNFCCC, 2007).

El Protocolo de Kyoto establece un mercado de derechos emisión (DE) a escala mundial y además unos mecanismos complementarios para promover el cumplimiento de los objetivos marcados. Así, al firmar (ratificar) el PK un país se compromete no solo 1) a cumplir con los objetivos de reducción de emisiones allí establecidos, sino también 2) a poner en marcha, mediante normas legales internas, el funcionamiento del mercado mundial de DE en lo que respecta a las industrias y demás agentes económicos del propio país, así como 3) a utilizar los instrumentos jurídicos de “reducción activa” de emisiones que acompañan al PK (Vergés, 2009).

A) INSTRUMENTOS JURÍDICOS DE REDUCCIÓN ACTIVA DE EMISIONES DEL PROTOCOLO DE KYOTO

Se trata de mecanismos basados en proyectos (inversiones) encaminados a reducir las emisiones en las fuentes, o a incrementar la absorción por los ‘sumideros’ (bosques, p. e.) de los gases de efecto invernadero. A un proyecto se le asignan unas determinadas Unidades de Reducción de Emisiones (URE = DE), las cuales los inversores del proyecto pueden vender en el mercado mundial de DE (Vergés, 2009).

- a) **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):** Permite la inversión de una empresa de un país “Anexo I” (industrializado) en un país “no-Anexo I” (emergente o en desarrollo), financiando un proyecto de reducción de emisiones o de fijación de

carbono. El país “Anexo I” obtiene los Certificados de Reducción de Emisiones (CRE, equivalente a un DE) reconocidos al proyecto, los cuales utiliza para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones, mientras el país receptor de la inversión consigue un desarrollo sostenible a través de la transferencia de tecnologías limpias (Vergés, 2009).

- b) **Mecanismo de Acción Conjunta (MAC):** Es en esencia lo mismo que el MDL, pero entre países ‘Anexo I’: El país receptor es en este caso una economía “en transición a economía de mercado”; entendiéndose por tales países como Rusia, Georgia, etc. En ambos casos el reconocimiento de las unidades de DE a un proyecto lo otorga el Comité de Cumplimiento del PK. Y la naturaleza de los proyectos ha de ser la reducción de emisiones, para contribuir a alcanzar el objetivo último del CMNUCC (Vergés, 2009).

Estos Mecanismos son instrumentos de carácter complementarios a las medidas y políticas internas de cada país basadas en la asignación y el comercio de DE. De esta forma, se permite que los países con objetivos de reducción o limitación de emisiones (países industrializados) que consideren particularmente oneroso reducir las emisiones en su propio país, puedan optar por pagar un precio más económico para reducir las emisiones en otros países (Vergés, 2009).

2.4.3 MERCADOS VOLUNTARIOS

El denominado “mercado voluntario de carbono” comprende a todas las transacciones de créditos de carbono que no están regidas por una obligación regulatoria de cumplir con una meta de reducción de emisiones de GEI. Los créditos de carbono generados en el marco de este último se conocen como “créditos VER” – Reducción de Emisiones Verificadas (Verified Emissions Reductions, VER, por sus siglas en inglés) (Finanzas Carbono, 2014)

Los créditos VER, son adquiridos principalmente por el sector privado (empresas no sujetas a regulación de carbono, organizaciones no gubernamentales, municipalidades, universidades, e, incluso, individuos que buscan compensar, por diversos motivos, sus emisiones de GEI) (Finanzas carbono, 2014)

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y las relaciones públicas están entre las motivaciones más habituales para la compra de créditos de carbono. Otras razones son

consideraciones tales como la certificación, la reputación y los beneficios ambientales y sociales (FAO, 2010).

La existencia de un mercado voluntario para las reducciones de emisiones, puede ser un buen soporte para los sectores del mercado que no pueden afrontar los costos que implica cumplir con el PK (costos de certificadores, validadores, consultores, entre otros) pero entregan reducciones reales de emisiones e importantes beneficios en términos de desarrollo sustentable (Godoy, 2008).

2.5 CONTEXTO NACIONAL

2.5.1 POLITICA NACIONAL DEL AMBIENTE

El 23 de Mayo del 2009 mediante Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM fue aprobada la Política Nacional del Ambiente, en cumplimiento del mandato establecido en el artículo 67 de la Constitución Política del Perú y en concordancia con la legislación que norma las políticas públicas ambientales. Este documento es uno de los principales instrumentos de gestión para el logro del desarrollo sostenible en el país y ha sido elaborado tomando en cuenta los tratados y declaraciones internacionales suscritos por el Estado Peruano en materia Ambiental (MINAM, 2009a).

La Política Nacional de Ambiente tiene por finalidad orientar la gestión ambiental; es de cumplimiento obligatorio por las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental en los tres niveles de gobierno y constituye la base para la formulación del Plan Nacional de Acción Ambiental (MINAM, 2011b).

La Política Nacional del Ambiente considera y privilegia el tema del Cambio Climático en el eje 1 “Conservación y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y de la Diversidad Biológica”, numeral 9 “Mitigación y Adaptación al cambio Climático” donde se establecen lineamientos marco para la estrategia ambiental.

2.5.2 PLAN NACIONAL DE ACCIÓN AMBIENTAL 2010-2021 (PLANAA)

El Plan Nacional de Acción Ambiental propone lograr cambios significativos positivos, identificándose metas prioritarias al 2021 que aseguren el cumplimiento de los objetivos planteados en la Política Nacional del Ambiente (MINAM, 2011b).

En el PLANAA en su acción estratégica 4.3 “Impulsa el crecimiento económico con menor intensidad de emisiones de GEI. Economía baja en Carbono”, para lo cual se tendrá una línea base actualizada de GEI y tener una relación entre el crecimiento de emisiones de GEI y el crecimiento del PBI menor a 1 (MINAM, 2011b).

2.5.3 ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (ENCC)

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) es el documento rector en la gestión del cambio climático para el país; fue aprobada mediante Decreto Supremo N° 086-2003-PCM, que establece su cumplimiento obligatorio y su incorporación en las políticas, planes y programas sectoriales como regionales (MINAM, 2010a).

El objetivo general de la Estrategia es “reducir los impactos adversos al cambio climático, a través de estudios integrados de vulnerabilidad y adaptación, que identificarán zonas y/o sectores vulnerables en el país, donde se implementarán proyectos de adaptación. Controlar las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero (GEI), a través de programas de energías renovables y de eficiencia energética en los diversos sectores productivos” (MINAM, 2010a).

En la ENCC en su eje estratégico 4.2 “Potenciar la captura de gases de efecto invernadero y reducir sus emisiones” reafirma la necesidad de reducción de GEI, para lo cual se preverá contar con un sistema de información centralizado sobre cambio climático que permita registrar y monitorear el comportamiento de los sectores en lo que respecta a las emisiones de GEI, sistematizando la elaboración de los inventarios nacionales (DEUMAN, s.f.).

2.6 METODOLOGÍAS DE DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

En la actualidad existen diversas metodologías disponibles en materia de cálculo de huella de carbono. A continuación se ofrecen una relación de las herramientas más utilizadas, diferenciando entre herramientas para calcular la huella de carbono en organizaciones y en productos.

Cuadro 2 Metodologías específicas de mayor uso a nivel mundial

Enfoque	Herramienta	Título
Corporativo (organización)	GHG Protocol	Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del GHG Protocol
	ISO 14064 -1	Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero
	ISO 14069	Cuantificación y reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero para las organizaciones - Guía para la aplicación de la norma ISO 14064-1
Producto	PAS 2050:2011	Especificaciones para la evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero del ciclo de vida de productos y servicios
	PAS 2060:2010	Especificación para la demostración de la neutralidad de carbono
	ISO 14067	La huella de carbono de los productos - Requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación
	GHG Protocol	Estándar de Ciclo de vida de producto de Contabilidad y Reporte del GHG Protocol

Fuente: Elaboración Propia

2.6.1 PROTOCOLO DE GEI - ESTÁNDAR CORPORATIVO DE CONTABILIDAD Y REPORTE (ECCR)

La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GHG Protocol) es una alianza multipartidaria de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), ONG radicada en Estados Unidos, y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), coalición integrada por 170 empresas internacionales, con sede en Ginebra, Suiza. La Iniciativa fue lanzada en 1998 con la misión de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas aceptados internacionalmente y promover su amplia adopción (WBCSD-WRI, 2004).

La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí:

- Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI: este documento, provee una guía minuciosa para empresas interesadas en cuantificar y reportar sus emisiones de GEI.
- Estándar de Cuantificación de Proyectos del Protocolo de GEI: es una guía para la cuantificación de reducciones de emisiones de GEI derivadas de proyectos específicos.

El ECCR ofrece estándares y lineamientos para empresas y otras organizaciones interesadas en preparar un inventario de emisiones de GEI. Cubre la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto - dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

La contabilidad y el reporte de GEI deben basarse en los principios de: relevancia, integridad, consistencia, transparencia y precisión. Su aplicación garantiza que el inventario de GEI constituya una representación imparcial y fidedigna de las emisiones de una empresa (WBCSD-WRI, 2004).

La metodología descrita por la ECCR es la siguiente:

A) DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES ORGANIZACIONALES

Para reportes corporativos es posible utilizar dos enfoques distintos orientados a consolidar las emisiones de GEI:

a) Enfoque de participación accionaria

Bajo el enfoque de participación accionaria una empresa contabiliza las emisiones de GEI de acuerdo a la proporción que posee en la estructura accionaria. La participación accionaria refleja directamente un interés económico, el cual representa el alcance de los derechos que una empresa tiene sobre los riesgos y beneficios que se derivan de una operación. (WBCSD-WRI, 2004).

b) Enfoque Control

Bajo el enfoque de control una empresa contabiliza el 100 por ciento de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control. No debe contabilizar emisiones de GEI provenientes de operaciones de las cuales la empresa es propietaria de alguna participación pero no tiene el control de las mismas. El control puede definirse tanto en términos financieros como operacionales. Al utilizar el enfoque de control para contabilizar sus emisiones de GEI las empresas deben decidir cuál criterio utilizar: control financiero o control operacional (WBCSD-WRI, 2004).

- Control financiero. Una empresa tiene control financiero sobre una operación si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades.
- Control operacional. Una empresa ejerce control operacional sobre alguna operación si dicha empresa o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación.

B) DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES

Después de haber determinado sus límites organizacionales en términos de las operaciones de las que es propietaria o tiene el control, una empresa establece sus límites operacionales. Esto involucra identificar emisiones asociadas a sus operaciones clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones indirectas (WBCSD-WRI, 2004).

Las emisiones se clasifican en dos grupos (WBCSD-WRI, 2004):

- Emisiones directas: Emisiones de GEI provenientes de fuentes que son propiedad o están bajo control de la empresa que reporta. Puede incluir por ejemplo, las emisiones procedentes de la quema de combustibles en calderas, hornos, vehículos, las procedentes de la producción química en equipos de procesos propios o controlados.

- Emisiones indirectas: Emisiones de GEI que son consecuencia de las actividades de la empresa, pero que ocurren a partir de fuentes que no son de su propiedad ni están controladas por ella.

Para ayudar a delinear las fuentes de emisiones directas e indirectas, mejorar la transparencia, y proveer utilidad para distintos tipos de organizaciones y de políticas de cambio climático y metas empresariales, se definen tres "alcances" para propósitos de reporte y contabilidad de GEI (alcance 1, alcance 2 y alcance 3). Los alcances 1 y 2 se definen cuidadosamente en este estándar para asegurar que dos o más empresas no contabilicen emisiones en el mismo alcance. Esto hace posible utilizar los alcances en programas GEI en los que la doble contabilidad es un asunto importante. Las empresas deben contabilizar y reportar de manera separada los alcances 1 y 2, como mínimo (WBCSD-WRI, 2004).

a) Alcance 1: Emisiones directas de GEI

Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa; emisiones provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados (WBCSD-WRI, 2004).

b) Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

El alcance 2 incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. La electricidad adquirida se define como aquella comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada (WBCSD-WRI, 2004).

c) Alcance 3: Otras emisiones indirectas

El alcance 3 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 la empresa. 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 (WBCSD-WRI, 2004).

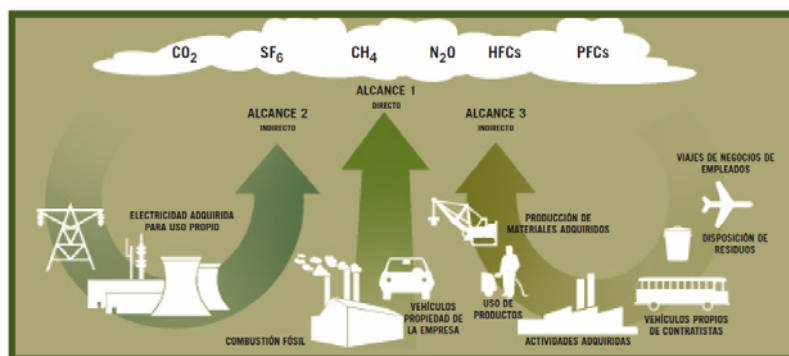


Figura 4 Resúmenes de alcances y emisiones

Fuente: WBCSD- WRI, 2004

C) SEGUIMIENTO A LAS EMISIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO

Frecuentemente, las empresas experimentan cambios estructurales significativos, en la forma de adquisiciones, desinversiones y fusiones. Estos cambios alteran el perfil histórico de emisiones de la empresa, lo que dificulta las comparaciones a lo largo del tiempo. Con el fin de mantener consistencia a lo largo del tiempo los datos históricos de emisión deben ser ajustados (WBCSD- WRI, 2004).

a) Elección de un año base

Las empresas deben elegir y reportar un año base para el cual exista información confiable de emisiones; también deben especificar las razones que condujeron a la elección de ese año en particular. La mayor parte de las empresas eligen un solo año como base. Sin embargo, es posible elegir como base un promedio de emisiones anuales durante varios años consecutivos. Un promedio multianual puede ayudar a suavizar fluctuaciones anuales inusuales de emisiones que pueden ser poco representativas del perfil típico de emisiones de la empresa (WBCSD- WRI, 2004).

b) Ajuste de emisiones del año base

Las empresas deben definir una política de ajuste de las emisiones del año base y establecer de manera clara los fundamentos y el contexto para cualquier recalcu. La política en cuestión debe definir cualquier "umbral de significancia" aplicado para decidir sobre la pertinencia de emprender un recalcu (WBCSD-WRI, 2004).

El "umbral de significancia" es un criterio cualitativo o cuantitativo para definir cualquier cambio relevante en los datos, los límites de inventario, los métodos de cálculo o cualquier otro factor significativo. La empresa es responsable de definir el umbral de significancia que detona el procedimiento de recálculo de las emisiones del año base; también debe revelarlo en los reportes (WBCSD-WRI, 2004).

D) IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI

Una vez que el límite del inventario ha sido establecido, las empresas generalmente calculan las emisiones de GEI utilizando los siguientes pasos (WBCSD-WRI, 2004):

a) Identificar fuentes de emisiones de GEI

El primero de los cinco pasos para identificar y calcular las emisiones de una empresa es Categorizar las fuentes de emisiones de GEI dentro de los límites de la empresa. Las emisiones de GEI típicamente provienen de las siguientes categorías de fuentes:

- Combustión fija: de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores motores, flameadores, etc.
- Combustión móvil: de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcazas, embarcaciones, etc.
- Emisiones de proceso: emisiones de procesos físicos o químicos, como el CO₂ de la etapa de calcinación en la manufactura de cemento, el CO₂ del "cracking" catalítico en procesos petroquímicos, las emisiones de PFC en la fundición de aluminio, etc.
- Emisiones fugitivas: liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc.

b) Seleccionar un método de cálculo de emisiones de GEI

La medición directa de emisiones de GEI mediante el monitoreo de concentración y flujo no es común. Más a menudo, las emisiones pueden calcularse con base en un balance de masa o

fundamento estequiométrico específico para una planta o proceso. Sin embargo, la aproximación más común para calcular las emisiones de GEI es mediante la aplicación de factores de emisión documentados. Estos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión. Los lineamientos del IPCC (IPCC, 1996) aluden a una jerarquía de métodos y tecnologías de cálculo que van de la aplicación de factores genéricos de emisión al monitoreo directo. Las empresas deben utilizar el método de cálculo más exacto que se encuentre a su disposición y que sea apropiado dentro del contexto de su reporte (WBCSD-WRI, 2004).

c) Recolectar datos sobre sus actividades y elegir factores de emisión

Para la mayoría de las empresas pequeñas y medianas, y para muchas grandes empresas, las emisiones de alcance 1 serán calculadas con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales (gas natural, diesel, combustóleo, gasolina, etc.) utilizando los factores de emisión publicados (WBCSD-WRI, 2004).

Las emisiones de alcance 2 se calcularán primordialmente a partir del consumo medido de electricidad y de factores de emisión publicados por los proveedores de electricidad o por la red eléctrica local (WBCSD-WRI, 2004).

Las emisiones de alcance 3 se calcularán primordialmente a partir de los datos de las actividades de la empresa, como el uso de combustible o los kilómetros recorridos por pasajeros, y factores de emisión publicados o de terceras partes. En la mayoría de los casos, si los factores específicos de emisión de la fuente o instalación están disponibles, son preferibles a factores de emisión más genéricos o generales (WBCSD-WRI, 2004).

d) Aplicar herramientas de cálculo

El uso de estas herramientas es recomendable, ya que han sido revisadas por expertos y líderes industriales, son actualizadas de manera regular y se cree que son las mejores disponibles (WBCSD-WRI, 2004).

Existen dos categorías principales de herramientas de cálculo:

- Herramientas intersectoriales que pueden ser aplicadas a distintos sectores. Estas incluyen: combustión fija, combustión móvil, uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado, e incertidumbre en la medición y estimación.
- Herramientas sectoriales que están diseñadas para calcular emisiones en sectores específicos, como aluminio, hierro y acero, cemento, petróleo y gas, pulpa y papel, oficinas, etc.

La mayoría de las empresas deberán utilizar más de una herramienta de cálculo para cubrir la totalidad de sus emisiones de GEI.

e) Enviar los datos de emisiones de GEI al nivel corporativo

Para reportar las emisiones totales de una corporación, las empresas usualmente necesitan recopilar y condensar los datos de muchas plantas, posiblemente en distintos países y divisiones de la empresa. Es importante planear este proceso cuidadosamente para minimizar la carga del reporte, reducir el riesgo de errores que puedan ocurrir al recopilar los datos, y asegurar que todas las plantas estén recabando datos de manera consistente y previamente aprobada. Idealmente, las corporaciones integran el reporte de GEI con sus herramientas y procesos de reporte existentes, y toman ventaja de cualquier dato relevante que ya fue recolectado y reportado por las plantas a las oficinas de división, las oficinas corporativas, los reguladores, u otras partes involucradas (WBCSD-WRI, 2004).

Las herramientas para recolección y administración de datos pueden incluir: Bases de datos seguros disponibles a través de la red interna de la compañía o el internet, para el ingreso directo de datos en las instalaciones:

- Formatos de hojas de cálculo para ser llenados y enviados por correo electrónico a una oficina corporativa o de la división, donde los datos son procesados posteriormente.
- Formas de reporte en papel para ser enviadas por fax a una oficina corporativa o de la división, donde la información será vaciada en una base de datos corporativa. Hay un control suficiente para asegurar la precisión en la transferencia de los datos.

Para reportes internos corporativos, se recomienda utilizar formatos de reporte estandarizados para asegurar que los datos recibidos de las distintas unidades de negocios, plantas o instalaciones sean comparables, y que las normas de reporte interno sean cumplidas. Los formatos estandarizados pueden reducir significativamente el riesgo de errores (WBCSD-WRI, 2004).

E) CALIDAD E INCERTIDUMBRE EN EL INVENTARIO

Construir un inventario de GEI es, al mismo tiempo, un ejercicio contable y científico. La mayor parte de las aplicaciones referentes a las emisiones o reducciones de GEI a nivel de una empresa requieren que estos datos sean reportados en formatos similares a los formatos de contabilidad financiera. En esta última, es una práctica estandarizada reportar estimaciones puntuales e individuales (un solo valor contra una gama de posibles valores). En contraste, la práctica regular o estándar en la mayoría de los estudios científicos sobre emisiones de GEI u otras sustancias es reportar datos cuantitativos con sus respectivos límites de error o incertidumbre (WBCSD-WRI, 2004).

Las incertidumbres asociadas a los inventarios de GEI pueden ser clasificadas en científica y de estimación.

a) Incertidumbre científica

Es aquella que surge cuando la ciencia de los procesos existentes de emisión y/o remoción de GEI no ha sido comprendida por completo.

b) Incertidumbre de la estimación

Es la que surge cada vez que se cuantifican emisiones de GEI. Por lo tanto, todas las estimaciones sobre emisiones o remoción están asociadas a la incertidumbre de la estimación. Esta a su vez, puede dividirse en dos categorías (WBCSD-WRI, 2004):

- Incertidumbre de modelo. Es aquella asociada a las relaciones matemáticas, ecuaciones o modelos utilizados para caracterizar los vínculos entre parámetros y procesos de emisión. Por ejemplo, la incertidumbre del modelo puede surgir cuando se utiliza un modelo matemático incorrecto o un insumo inapropiado para el modelo.

- Incertidumbre de los parámetros. Se refiere a la incertidumbre asociada a la cuantificación de los parámetros utilizados como insumos (datos de actividad o factores de emisión) en los modelos de estimación. Este tipo de incertidumbre puede ser evaluada mediante análisis estadísticos, determinaciones de la precisión del equipo de medición o monitoreo físico, y valoraciones expertas. La cuantificación y el análisis de las incertidumbres de los parámetros deben ser una prioridad para las empresas interesadas en investigar la incertidumbre en sus inventarios de emisiones.

F) LIMITACIONES EN LAS ESTIMACIONES DE INCERTIDUMBRE

Dado que sólo las incertidumbres de los parámetros están dentro del alcance factible de la gran mayoría de las empresas, las estimaciones de incertidumbre para los inventarios corporativos de GEI serán, necesariamente, imperfectas y muy limitadas. Pocas veces estará disponible una base de datos lo suficientemente completa y robusta como para evaluar la incertidumbre estadística en cada parámetro (WBCSD-WRI, 2004).

G) REPORTE DE EMISIONES DE GEI

Un reporte creíble de emisiones de GEI presenta información relevante, completa, consistente, precisa y transparente. Si bien lleva tiempo desarrollar un inventario corporativo de emisiones de GEI riguroso y completo, el conocimiento y las habilidades para hacerlo mejorarán notablemente con la experiencia obtenida. Por ello, se recomienda que un reporte público de emisiones de GEI (WBCSD-WRI, 2004):

- Esté basado en la mejor información disponible en el momento de la publicación y al mismo tiempo sea transparente acerca de sus limitaciones.
- Identifique y reconozca discrepancias materiales relevantes en años previos.
- Incluya las emisiones brutas de una empresa para su límite de inventario elegido, independientemente de cualquier transacción de GEI que pueda haber realizado.

Un reporte público de emisiones de GEI que concuerde con el ECCR debe incluir la siguiente información (WBCSD-WRI, 2004):

a) Descripción de la empresa y los límites del inventario

Una descripción general de los límites organizacionales elegidos, una descripción general de los límites operacionales elegidos y, si se incluyen emisiones de alcance 3, una lista que especifique qué tipos de actividades están consideradas.

b) Información de emisiones

Las emisiones totales de alcance 1 y 2, independientemente de cualquier transacción de emisiones de GEI, como ventas, compras, transferencias o acumulaciones de permisos.

c) Información opcional.

Datos de emisiones de actividades que aporten emisiones relevantes de alcance 3, para las cuales sea posible obtener datos confiables, Información sobre compensaciones que hayan sido compradas o desarrolladas fuera del límite del inventario, subdividida por proyectos de captura o remoción y reducción de emisiones de GEI, Una descripción general de los programas o estrategias de manejo o reducción de GEI existentes, Información sobre reducciones en fuentes que se encuentran dentro del límite del inventario y que hayan sido vendidas o transferidas como compensaciones a terceros (WBCSD-WRI, 2004).

2.6.2 NORMA ISO 14064 - CUANTIFICACION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

La norma ISO 14064 consta de tres partes, cada una con un enfoque técnico diferente.

Parte 1 titulada **ISO 14064-1. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero"**

Esta parte de la norma detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo, gestión y reporte de los inventarios de GEI a nivel de organizaciones. Además, incluye los requisitos que permitirán a las organizaciones determinar los límites de la emisión de GEI, cuantificar sus emisiones y reducciones e identificar las acciones que permiten mejorar la gestión de sus GEI. La norma también incluye los requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del

inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación (ISO, 2006).

En ISO 14064-I se identifica tres tipos de emisiones:

- Emisiones directas
- Emisiones indirectas de energía (asociado con el consumo de electricidad y calor)
- Otras emisiones indirectas

Parte 2 titulada **ISO 14064-2. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero"**

Esta parte está centrada en los proyectos diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar sus remociones. Asimismo detalla los principios y requisitos para determinar las líneas de base de los proyectos, así como para monitorear, cuantificar y reportar el desempeño del proyecto (ISO, 2006).

Parte 3 titulada **ISO 14064-3. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones para la validación y la verificación de declaraciones de gases de efecto invernadero"**.

Esta tercera parte de la norma recoge los principios y requisitos para llevar a cabo la verificación de los inventarios y los proyectos de GEI. Las organizaciones o las partes independientes pueden usar esta norma para validar o verificar las declaraciones de GEI (ISO, 2006).

Es importante señalar que los aspectos clave para la realización de un inventario de GEI bajo la norma ISO 14064 son consistentes y en la mayoría de los casos se derivan de, los identificados por el Protocolo de GEI desarrollado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en conjunto con World Resources Institute (WRI) (Wintergreen, 2007).

La diferencia entre estos dos documentos es que el Protocolo de GEI identifica, explica, y proporciona opciones para las mejores prácticas de inventarios de GEI, mientras que la ISO 14064 establece las normas mínimas para el cumplimiento de estas buenas prácticas. Aunque diferentes en unas pocas áreas de menor importancia, el protocolo y la ISO estándar son documentos complementarios, donde la ISO identifica qué hacer y el protocolo de GEI explica cómo hacerlo (Wintergreen, 2007). Otra diferencia es que si bien ambos estándares son de carácter voluntario, la norma ISO 14064 es certificable.

2.6.3 NORMA ISO 14069 CUANTIFICACIÓN Y EL REPORTE DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA LAS ORGANIZACIONES - GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 14064-1

La norma ISO 14069 describe los principios, conceptos y métodos relacionados con la cuantificación y el informe de emisiones de gases directos e indirectos de efecto invernadero para una organización. Esta norma actual, proporciona una guía para la aplicación de la norma ISO 14064-1 para los inventarios de gases de efecto invernadero a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de las emisiones directas, las emisiones indirectas de energía y otras emisiones indirectas (ISO, 2013).

Esta norma técnica permite a la organización hacer lo siguiente (ISO, 2013):

- Mejorar la transparencia y la consistencia de las emisiones de GEI reportados (directa, indirecta de energía y otras emisiones indirectas), establecer una clasificación de categorías para todas las emisiones, en particular las emisiones indirectas, y recomendar esta clasificación para todos los inventarios de la ISO 14064-I.
- Elegir o desarrollar el método de cálculo de las emisiones.
- Diferenciar, cuando sea necesario, los tres principales tipos de organización que se abordan:
 - Una instalación o un centro de producción (especialmente delimitado) el suministro de bienes (industria) y/o servicios (terciario), que pertenece a una organización pública o privada.

- Una organización privada o pública, con varias instalaciones, sitios o subsidiarias.
- Una autoridad local que produce emisiones directas e indirectas, tanto de sus propias operaciones como de los servicios prestados dentro de un territorio específico: como los servicios prestados a la comunidad (carreteras, limpieza, transporte, jardines, etc.) que pueden ser entregados directamente por la autoridad pública o en formas mixtas (actividades externalizadas, delegaciones, etc.)
- Reportar las emisiones y remociones de GEI utilizando un formato simplificado para reportar de manera fácil y entendible.

2.6.4 GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la finalidad de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica pertinente para la comprensión del riesgo de cambio climático inducido por los seres humanos. Desde su creación, el IPCC ha producido una serie de informes de evaluación sobre el estado de los conocimientos acerca de las causas del cambio climático, sus efectos potenciales, y las opciones en cuanto a estrategias de respuesta. Así mismo ha preparado informes especiales, documentos técnicos, metodologías y directrices. Las publicaciones del IPCC se han convertido en obras de referencia de uso habitual, ampliamente utilizadas por los responsables de políticas, los científicos y otros expertos (IPCC, 2000).

Las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero constituyen el resultado de la invitación efectuada por la CMNUCC para actualizar las directrices de la versión revisada en 1996 y la orientación de buenas prácticas asociada, en las que se brindan metodologías acordadas internacionalmente para que utilicen los países, con el objeto de estimar los inventarios de GEI e informarlos a la CMNUCC (IPCC, 2006).

A) FACTORES DE EMISION

El abordaje metodológico simple más común consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominado datos de la actividad o AD, del inglés activity data) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se les denomina factores de emisión (EF, del inglés, emission factors). Por consiguiente, la ecuación básica es (IPCC, 2006):

$$Emisiones = AD \times EF$$

El IPCC mantiene una Base de Datos de Factores de Emisión (EFDB por sus siglas en inglés) con el objetivo de proporcionar a una variedad de usuarios de factores de emisión actualizados y bien documentados, así como para establecer una plataforma de comunicación para la distribución y discusión de nuevos datos de investigación y medición. La EFDB pretende ser un repositorio de datos reconocida donde los usuarios pueden encontrar los factores de emisión y otros parámetros con la documentación de antecedentes o referencias técnicas (IPCC, 2007 b).

B) NIVELES DE FACTORES DE EMISIÓN SEGÚN SU COMPLEJIDAD METODOLOGICA

a) NIVEL 1

Son los factores de emisión por defecto, para su utilización directa con la ecuación básica de emisiones. Requieren la menor cantidad de datos y son proclives a proporcionar las estimaciones de emisiones menos exactas (IPCC, 1997b).

b) NIVEL 2

Son específicas del país o región, consideran aspectos como el contenido de carbono de los combustibles utilizados, los factores de oxidación del carbono, la calidad del combustible y (en especial para los gases que no son CO₂) el estado del progreso tecnológico. Una estimación del Nivel 2 de emisión arroja una incertidumbre inferior a la de la estimación del Nivel 1 (IPCC, 1997b).

c) NIVEL 3

Son factores de emisión que incluyen los datos a nivel de las plantas individuales (IPCC, 2006) y toman consideración aspectos como:

- Tipo de combustible utilizado
- Tecnología de combustión
- Condiciones de uso
- Tecnología de control
- Calidad de mantenimiento
- Antigüedad del equipo usado para quemar el combustible
- Otros aspectos específicos de las instalaciones y/o equipos de la organización informante.

En un método de Nivel 3 se lo toma en cuenta dividiendo las estadísticas de quema del combustible por las diferentes posibilidades tecnológicas y usando los factores de emisión que dependen de estas diferencias. En este caso, tecnológica significa todo dispositivo, proceso de combustión o propiedad del combustible que pueda influir sobre las emisiones (IPCC, 1997b).

Muchas veces es innecesario usar un método de Nivel 3 para estimar las emisiones de CO₂ porque éstas no dependen de la tecnología de combustión (IPCC, 1997b). Sin embargo, debido a la naturaleza de los otros gases de efecto invernadero diferentes del CO₂, se justifica el uso de factores de Nivel 3 en los inventarios de GEI (IPCC, 1997b). A veces se denominan los niveles 2 y 3 métodos de nivel superior y se les suele considerar más exactos (IPCC, 1997b).

2.7 FUENTES DE ENERGÍA

Las fuentes de energía son aquellos recursos o medios naturales capaces de producir algún tipo de energía (Cabrera, 2012).

Las fuentes de energía se dividen en dos grupos (Cabrera, 2012):

- Renovables: Son aquellas que utilizan un recurso natural cuya vida no depende del uso que se haga de ella. No se agotan tras la transformación energética.
- No renovables: Son aquellas que dependen de un recurso natural con vida limitada, de forma que al ritmo de consumo actual pueden acabarse en un periodo de tiempo relativamente corto. Se agotan al transformar su energía en energía útil.

Cuadro 3 Fuentes de energía

Renovables	No renovables
Solar (térmica y fotovoltaica)	Combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural)
Eólica	Nuclear (uranio)
Océanos (mares, mareomotriz, olas)	
Hidráulica	
Biomasa	
Geotérmica (puede considerarse dentro de las no renovables)	

Fuente: Cabrera 2012.

2.7.1 ENERGÍA NO RENOVABLE

A) TIPOS DE COMBUSTIBLES

Se denomina combustible a cualquier sustancia que reacciona químicamente con un agente oxidante para obtener fundamentalmente energía en forma de calor. Según sea el estado físico de esa sustancia los combustibles se clasifican en: sólidos, líquidos y gaseosos, ya sea en su estado natural o en forma preparada (Subero, 2010).

Cuadro 4 Tipos de Combustibles

Sólidos carbones	Antracita
	Semiantracita
	Carbones bituminosos
	Carbones sub-bituminoso
	Lignito
Líquidos: derivados del petróleo	Gasolina
	Turbo-combustibles
	Gasóleo
	Fuel oil
Gaseosos	1ª familia
	$23,860 < W < 31,395 \text{ kJ/m}^3\text{N}$
	2ª familia
	$41,274 < W < 57,976 \text{ kJ/m}^3\text{N}$
	3ª familia
	$77.441 < W < 93,385 \text{ kJ/m}^3\text{N}$

Fuente: UVIGO (Universidad de vigo).

Los combustibles sólidos, se define como los combustibles que se encuentran en estado sólido en la naturaleza y se utilizan para producir energía mediante su combustión. El combustible sólido más utilizado es el carbón (Subero, 2010).

B) CARBÓN COMO COMBUSTIBLE SOLIDO

El carbón es una mezcla de carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, azufre, agua y cenizas (Severns et al 2007). Se trata de una roca formada a partir de la acumulación y enterramiento de materia vegetal desde las primitivas eras geológicas. Estos depósitos se convierten en carbón a través de unos cambios biológicos iniciales y posteriores efectos mecánicos de presión y temperatura en el seno de los sedimentos (Subero, 2010).

Es el recurso energético más abundante en el mundo, siendo mayoritariamente utilizado en la producción de energía eléctrica (Subero, 2010).

a) **BRIQUETAS DE CARBÓN MINERAL**

Las briquetas de carbón mineral son una aglomeración compuesta por aproximadamente 80 por ciento de carbón antracítico y 20 por ciento de arcilla, denominándose a la mezcla “**carboníña**”. Tiene forma cilíndrica y sus dimensiones en diámetro es de 150 mm y su altura de 140mm (Matsusita, 1990).

Basadas en la briquetas coreanas “YONTAN”, tienen un peso que oscila alrededor de los 3,6 kg y cuenta con 22 agujeros de 12mm de diámetro paralelos a su generatriz distribuidos en forma uniforme, de tal manera que permiten el paso del aire (Matsusita, 1990).

2.7.2 **ENERGÍA RENOVABLE**

A) *TIPOS DE BIOCOMBUSTIBLE*

Un biocombustible es aquel combustible obtenido a partir de biomasa; es decir, de materia orgánica originada en un proceso biológico, que puede emplearse como fuente directa o indirecta de energía. Dicha energía puede emplearse para diferentes fines: transporte, conversión en energía eléctrica, calefacción, etc (CEPAL, 2007).

Cuadro 5 Fuentes de abastecimiento y tipos de biocombustibles

<i>Producción, Oferta</i>	<i>Tipo de Biocombustible</i>	<i>Usos, ejemplos de biocombustibles</i>
Dendrocombustibles Directos	DENDROCOMBUSTIBLES	Sólidos: leña, rollizos, chips, aserrín, carbón vegetal
Dendrocombustibles Indirectos		Líquidos: licor negro, etanol.
Dendrocombustibles Recuperados		Gaseosos: gas de pirólisis
Cultivos Energéticos	AGROCOMBUSTIBLES	Sólidos: paja, tallos, cáscaras, bagazo
Subproductos Animales		Líquidos: licor negro, etanol.
Subproductos de la Agro-industria		Gaseosos: gas de pirólisis
CENTROS URBANOS	SUBPRODUCTOS MUNICIPALES	Sólidos: residuos sólidos urbanos
		Líquidos: efluentes cloacales, bioaceite de pirólisis
		Gaseosos: biogás, gas de pirólisis

Fuente: TUB (Terminología unificada sobre bioenergía), citado por FAO 2009

B) BIOMASA COMO BIOCOMBUSTIBLE SOLIDO

La biomasa es toda aquella fracción biodegradable de los productos, los desechos y los residuos procedentes de la agricultura, de la silvicultura y de las industrias conexas (incluidas las sustancias de origen animal), así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales. Por sus características físico-químicas y caloríficas, la biomasa es un recurso interesante para la producción de energía (calor y electricidad) y biocombustibles (Subero, 2010).

C) CARBON VEGETAL COMO BIOCOMBUSTIBLE

En muchas partes del mundo la leña y el carbón vegetal, siguen siendo el principal biocombustible empleado para la cocina, la calefacción y la luz. Esta fuente de energía es un recurso renovable si se obtiene a partir de bosques convenientemente reforestados (ARGENBIO, s.f.).

La producción de carbón en la amazonia es una opción para recuperar los residuos que se generan en el bosque al momento de la extracción y en la transformación primaria de la madera, es decir en los aserraderos; contribuyendo así en el crecimiento y desarrollo socio económico del poblador amazónico, ya que actualmente los métodos utilizados son artesanales en la producción del carbón vegetal (Mori, 1994).

El 96 por ciento de la producción nacional de carbón vegetal del año 2010 procede de tres departamentos: Lambayeque, 74 por ciento; Piura, 13 por ciento; y La Libertad, 9 por ciento. Más aun, el 95 por ciento de la producción es de algarrobo, especie endémica de los bosques secos del norte del Perú (DGFF, 2011).

El carbón vegetal es un producto sólido, frágil y poroso que contiene un alto porcentaje de carbono de un orden del 80 por ciento, este es producido por el calentamiento de la madera o residuos de vegetales en ausencia de aire, la temperatura con la cual se forma el carbón se encuentra entre 400 a 700 °C, este proceso se denomina pirolisis o carbonización, en dicho proceso se obtienen gases y aceites que son producidos por el calentamiento del material vegetal (Guardado et al 2010).

El transporte y el manipuleo del carbón vegetal producen carbonilla fina que puede alcanzar el 10 por ciento en peso, en la mejor de las circunstancias y el 20 por ciento o más, en el peor de los casos. Cuanto más el carbón vegetal esté manipulado y cuantas más sean las etapas de transporte, tanta más carbonilla será producida (FAO, 1983).

La carbonilla fina tiene una pureza muy inferior a la del carbón vegetal en pedazos. Esta contiene, aparte del carbón vegetal, fragmentos, arena mineral y arcilla, recogidos del suelo, y de la superficie de la madera y corteza. La carbonilla pulverizada fina producida de la corteza, ramitas y hojas tiene un contenido de ceniza mayor que el carbón vegetal normal de la madera. La mayor parte de este material indeseado con alto contenido de cenizas, puede ser separado tamizando la carbonilla y descartando el material de menor tamaño que pasa por una malla de 2 a 4 mm. Este material fino puede aún contener más del 50 por ciento de carbón vegetal según su grado de contaminación, sin embargo es difícil hallarle utilidades (FAO, 1983).

a) BRIQUETAS DE CARBON VEGETAL

Las briquetas de carbón vegetal son un combustible, de origen lignocelulósico, formado por la compactación de biomasa carbonizada; la materia prima fundamental son las astillas y residuos de madera. Sin embargo, a veces, las briquetas están formadas por la compactación de cualquier tipo de biomasa residual (Hernández, 2011).

Estas suelen hacerse mezclando un 73 por ciento aproximadamente de carbón vegetal triturado (Carbonilla) con un 4 por ciento de almidón, y un 23 por ciento de agua en peso (Simmons, 1963).

La experiencia ha demostrado hasta ahora que, si bien es técnicamente posible hacer briquetas con carbonilla, los aspectos económicos generalmente no favorecen, a menos que el precio del carbón en trozos sea muy alto y se obtenga carbonilla a un costo muy bajo o regalado (FAO, 1983).

Esta briqueta arde con gran facilidad, tiene forma cilíndrica y es una alternativa para generar energía, que estimula el buen uso de los recursos renovables a beneficio del medio ambiente pero también, que genera ganancias para la industria; no en vano son cientos de millones de

euros los que se mueven anualmente en la comercialización de briquetas en Alemania, Dinamarca, Austria, Estados Unidos y Canadá (Barrera, J. 2010).

Varios usos eficientes pueden hacerse con este producto. En el hogar puede ser utilizado en: calefacción, estufas, cocinas, parrillas, barbacoas, en las industrias su uso es mucho más eficiente, especialmente para las calderas, porque necesitan generar energía y, como no expiden gases ni chispas, son mucho más seguras (Da Silva, D. 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 LUGAR

El trabajo se llevó a cabo en la empresa CARBOTEC S.A ubicada en Av. Chillón Nro. S/n Lote. 54 Chacra Cerro, distrito de Comas, Provincia de Lima, Departamento de Lima. La entrada principal se ubica en la siguiente coordenada geográfica:

LS: -11.91427899°

LO: -77.06526898°

ALTITUD: 140 m.s.n.m



Figura 5 Ubicación y Vista del Perímetro de la empresa Evaluada (CARBOTEC S.A)

Fuente: Google Earth 2013.

3.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS

- Materiales de escritorio
- Laptop
- Cámara digital
- Impresora
- Tinta de impresora
- Libreta de notas
- Calculadora
- GPS (Garmin etrex 10)
- Otros

3.1.3 REFERENCIAS

- Factores de conversión de emisión del IPCC (IPCC, 2006)
- Protocolo de Gases de Efecto invernadero (WBCSD-WRI, 2004)
- ISO 14064-I Cuantificación de Gases de efecto invernadero (ISO, 2006)

3.2 METODOS

Para el presente trabajo de investigación primero se realizó una descripción de la empresa fabricante de briquetas y sus actividades, segundo se determinó los límites organizacionales y operacionales del inventario de GEI y por último se procedió a la cuantificación de emisiones de GEI de acuerdo a la metodología.

3.2.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA FABRICADORA DE BRIQUETAS Y SUS ACTIVIDADES.

Se identificaron las actividades y los procesos que la fábrica de briquetas realiza durante su operación. Para tal fin se utilizó el “*Formato para el Diagnóstico de producción de la empresa*” (ver *Anexo 1*).

Con esta información se realizó una descripción ordenada de la empresa fabricante de briquetas, que permitirá tener una base de información útil para la aplicación de las subsiguientes metodologías.

3.2.2 DETERMINACION DE LOS LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES DEL INVENTARIO DE GEI.

Tomando como referencia los aspectos del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero propuesta por WBCSD-WRI (2004) y de la norma ISO 14064-I (2006). Se determinaron los siguientes límites.

A) *LIMITES ORGANIZACIONALES*

Los límites organizacionales para efectos del presente trabajo de investigación se definieron a través del enfoque de control operacional⁴ obteniéndose y posteriormente documentados en el “*Formato de Límites Organizacionales Y Operacionales del Inventario de GEI*” (ver *Anexo 2*).

B) *LIMITES OPERACIONALES*

Los límites operacionales definidos fueron los siguientes:

- Alcance 1: Emisiones directas de GEI por consumo de combustibles fósiles y producto de las operaciones controladas por la empresa.

⁴ Una empresa ejerce control operacional sobre alguna operación si dicha empresa o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación, en cuyo caso se contabiliza el 100 % de sus emisiones de GEI (IPIECA, 2003).

- Alcance 2: Emisiones directas de GEI derivadas del consumo de energía eléctrica.
- Alcance 3: Emisiones indirectas de GEI por consumo de papel, agua y por transporte Casa-Trabajo-Casa.

Los Límites operacionales del inventario de GEI fueron también documentados en el “Formato de Límites Organizacionales y Operacionales del Inventario de GEI” (ver *Anexo 2*).

3.2.3 METODOLOGIA PARA LA CUANTIFICACION DE EMISIONES DE GEI

Se tomaron como referencia los factores de conversión de emisión del IPCC (2006) y la metodología del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero propuesta por WBCSD-WRI (2001) y de la norma ISO 14064-I (2006). Se aplicaron los siguientes pasos:

A) IDENTIFICACION DE LAS FUENTES DE EMISION DE GEI

Se identificaron y clasificaron las fuentes de GEI dentro de los límites organizacionales y operacionales determinados, utilizando para ello el “*Formato de Lista de Identificación de Fuentes de Emisión de GEI*” (ver *Anexo 3*).

B) CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE GEI POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES.

Se determinaron las emisiones directas de GEI utilizando los métodos propuestos por ICFPA (2005) y WRI (2008).

a) Determinación del consumo de combustibles

Se obtuvieron los datos mensuales de consumo de combustibles, en litros (L), de todas las fuentes de emisión de GEI, tanto estacionarias como móviles, que pertenecen o son controladas por la empresa evaluada dentro los límites organizacionales determinados para efectos del inventario de GEI. Esta información fue obtenida a partir de los diferentes registros y facturas por consumo de combustibles mantenidas por la empresa.

b) Determinación de las Emisiones de GEI por consumo de combustibles.

Las lecturas de consumo de combustibles, en litros, se expresaron en unidades de masa tomando como referencia los valores de densidad de los combustibles fósiles indicados en el

cuadro 6 REPSOL (2009), REPSOL (2011) e IPCC (2006). Para tal fin se utilizó el “*Formato de Datos de la Actividad – Consumo de Combustibles*” (ver Anexo 4)

Cuadro 6 Valores de Poder Calórico Inferior, Densidad y Factores de Emisión De Los Combustibles Fósiles.

<i>Tipo de combustible</i>	<i>Valor Calórico Neto (kJ/kg)⁵</i>	<i>Densidad (kg/L)⁵</i>	<i>kg CO₂/GJ Por defecto⁶</i>	<i>kg CH₄/GJ Por defecto⁷</i>	<i>kg N₂O /GJ Por defecto⁷</i>
Gasolina	47729	0,718	69,3	0,033	0,003
Diesel B5	45500	0,87	74,1	0,004	0,004

Fuente: REPSOL (2009), REPSOL (2011) e IPCC (2006)

Luego, se multiplicaron los kilogramos de combustible por su valor calórico neto (ver cuadro 6). A continuación, se multiplicó de forma separada el valor resultante por cada uno de los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O (ver cuadro 6) y por sus respectivos PCG (ver cuadro 1). Finalmente, la sumatoria de dichas multiplicaciones permitió obtener el total de emisiones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), producidas por la actividad y/o proceso. Todo el procedimiento anteriormente expuesto se resume en la siguiente ecuación:

$$ED = \frac{CC \times PCN \times FE_{CO_2}}{10^3} + \frac{CC \times PCN \times FE_{CH_4} \times PCG_{CH_4}}{10^3} + \frac{CC \times PCN \times FE_{N_2O} \times PCG_{N_2O}}{10^3}$$

Dónde:

ED	:	Emisiones Directas de GEI, en tCO ₂ eq
CC	:	Cantidad de Combustible consumido, en kg.
PCN	:	Poder Calórico Neto del Combustible utilizado, en GJ/kg
FE_{CO2}	:	Factor de Emisión de CO ₂ del Combustible utilizado, en kgCO ₂ /GJ
FE_{CH4}	:	Factor de Emisión de CH ₄ del Combustible utilizado, en kgCH ₄ /GJ
FE_{N2O}	:	Factor de Emisión de N ₂ O del Combustible utilizado, en kgN ₂ O/GJ

⁵ Estos valores corresponden al Gasohol 95 Plus y al diesel B5 S-50 que se comercializa en Lima.

⁶ Los valores representan el 100% del valor del contenido de carbono del combustible.

⁷ Factores de emisión por defecto de CO₂, CH₄ y N₂O del transporte terrestre únicamente.

PCG_{CH_4}	:	Potencial de Calentamiento Global del CH ₄
PCG_{N_2O}	:	Potencial de Calentamiento Global del N ₂ O.

Esta fórmula se empleó para el cálculo de las emisiones directas del consumo de combustibles del alcance 1.

C) CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES INDIRECTAS DE GEI POR CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ atribuibles al consumo de energía eléctrica se hizo uso de la metodología propuesta por WBCSD-WRI (2010).

a) Determinación del Consumo Eléctrico de la Empresa

Se obtuvieron los datos mensuales de consumo eléctrico, en kilowatts-hora (kWh), de todas las actividades dentro de los límites organizacionales determinados para efectos del Inventario de GEI. Las fuentes de información fueron los recibos mensuales de consumo eléctrico entregados por el proveedor del servicio a la empresa. Para tal fin se utilizó el “*Formato de Datos de la Actividad – Consumo de Energía Eléctrica*” (ver Anexo 5).

Posteriormente se dividió el consumo eléctrico global en:

- Consumo eléctrico del área de producción (Sistema trifásico)
- Consumo eléctrico del área de mantenimiento (Sistema trifásico)
- Consumo eléctrico del área administrativa (Sistema monofásico)

El consumo eléctrico del área administrativa (Sistema monofásico) fue obtenido realizando un inventario de los equipos eléctricos del área de administración y aplicando la siguiente ecuación básica de electricidad:

$$P = I \times V$$

Dónde:

P : Potencia del equipo, expresada en Watts (W)

I : Intensidad, expresada en Amperios (A)

V : Voltaje, expresado en voltios (V)

Luego, la potencia obtenida de cada equipo eléctrico, expresada en Watts (W), fue multiplicada por el tiempo de uso del equipo (h) y dividida entre 1000 para obtener el consumo eléctrico diario, expresado en Kilowatts-hora (kWh), de cada equipo. Este valor fue multiplicado por 252 (días laborados de Lunes a Viernes en el 2013) tomando en cuenta que los Sábados se trabaja de 8:00 – 13:00, se sumó el producto de 5 horas por 51 Sábados y se dividió entre el total de horas de un día normal de trabajo (9 horas), resultando un total de 281 días, de esta manera se obtuvo el valor del consumo anual de cada equipo.

Finalmente, se sumó el consumo anual de cada equipo eléctrico del área administrativa para obtener el consumo eléctrico total real del área administrativa (CTA_{REAL}).

De otro lado, el consumo eléctrico total real del área de producción (CTP_{REAL}) fue obtenido restando el consumo eléctrico real del área de administración (CTA_{REAL}) al consumo eléctrico global (CEG), tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$CTP_{REAL} = CEG - CTA_{REAL}$$

Dónde:

CTP_{REAL} : Consumo Eléctrico Total Real del Área de Producción, en kWh

CEG : Consumo Eléctrico Global, en kWh

CTA_{REAL} : Consumo Eléctrico Total Real del Área Administrativa, en kWh

Para poder determinar el consumo eléctrico específico de cada equipo del área de producción (Sistema Trifásico) se procedió a utilizar la siguiente ecuación:

$$P = I \times V \times \sqrt{3}$$

Dónde:

P : Potencia del equipo, expresada en vatios (W)

I : Intensidad, expresada en Amperios (A)

V : Voltaje, expresado en voltios (V)

Al igual que para el caso del área administrativa, la potencia obtenida de cada equipo eléctrico, expresada en watts (W) fué multiplicada por el tiempo de uso del equipo (h) y dividida entre 1000 para obtener el consumo eléctrico diario de cada equipo, expresado en kilowatts – hora (kWh). Este valor fue multiplicado por 252 (días laborados de Lunes a Viernes en el 2013) tomando en cuenta que los Sábados se trabaja de 8:00 – 13:00, se sumó el producto de 5 horas por 51 Sábados y se dividió entre el total de horas de un día normal de trabajo (9 horas), resultando un total de 281 días, de esta manera se obtuvo el valor del consumo anual de cada equipo. Sin embargo, dado que en condiciones normales de operación los equipos del área productiva no se encuentran funcionando al máximo de su potencia, se determinó el consumo eléctrico real de cada equipo (CI_{REAL}) sobre la base de la relación entre el consumo eléctrico total real del área de producción (CTP_{REAL}) y el consumo eléctrico total teórico del área de producción (suma de los consumos eléctricos teóricos de cada equipo del área de producción), según la siguiente ecuación:

$$CI_{REAL} = \frac{CTP_{REAL} \times CI_{TEORICO}}{CTP_{TEORICO}}$$

Dónde:

CI_{REAL} : Consumo Eléctrico Real de un equipo, en kWh

CTP_{REAL} : Consumo Eléctrico Total Real del Área de Producción, en kWh

$CI_{TEORICO}$: Consumo Eléctrico Teórico de un equipo, en kWh

$CTP_{TEORICO}$: Consumo Eléctrico Total Teórico del Área de Producción, en kWh

- b) Determinación de las Emisiones de GEI por consumo de Energía Eléctrica.

Se dividió la información referida al consumo eléctrico global (kWh) por 1000, obteniendo la cifra expresada en MWh, y se multiplicó ese valor por el factor de emisión de 0,5470tCO₂eq/MWh⁸ obteniéndose las emisiones de GEI expresadas en tCO₂eq.

D) CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES INDIRECTAS DE CO2 POR CONSUMO DE AGUA

- a) Determinación del Consumo de Agua de la Empresa

Se obtuvieron los datos mensuales de consumo de agua, en metros cúbicos (m³), de todas las actividades dentro de los límites organizacionales determinados para efectos del Inventario de GEI. Las fuentes de información fueron los recibos mensuales de consumo de agua entregados por el proveedor del servicio a la empresa y los resultados fueron registrados en el “*Formato de Datos de la Actividad – Consumo de Agua*” (ver Anexo 6).

- b) Determinación de las Emisiones de GEI por consumo de Agua.

Se estimó las emisiones indirectas de GEI por consumo de agua utilizando, para ello, la siguiente ecuación:

$$OEI_w = DA \times FE$$

Dónde:

OEI_w : Otras Emisiones Indirectas de GEI por consumo de agua, en tCO₂eq

DA : Datos de la Actividad, en m³

FE : Factor de Emisión por Consumo de Agua (0,0005 tCO₂eq/m³)⁹

⁸ Factor de Emisión de CO₂ del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) para el año 2007 (FONAM, 2009).

⁹ Se Usó el Factor de Emisión determinado por el Ayuntamiento de Santiago de Chile (CONAMA, 2008).

E) CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES INDIRECTAS DE GEI POR EL TRANSPORTE CASA-TRABAJO – CASA.

a) Elaboración de Encuesta de Transporte Casa-Trabajo-Casa

Se elaboró una encuesta (*ver Anexo 7*) que incluyó los rubros referentes a:

- Nombre del colaborador
- Distrito del Domicilio
- Dirección del Domicilio
- Medio de Transporte
- Tipo de Combustible (en caso del medio de transporte fuera un vehículo particular)
- Año del Vehículo (en caso del medio de transporte fuera un vehículo particular)
- Tecnología de control de emisiones (en caso del medio de transporte fuera un vehículo particular)
- Numero de ruta (en caso el medio de transporte sea de transporte público)
- Días a la semana que trabaja en la empresa.

b) Distribución de encuesta de transporte Casa-Trabajo-Casa

Se distribuyó la encuesta elaborada (*ver Anexo7*) a la totalidad de trabajadores de la empresa con la finalidad de recopilar información referida al transporte de su casa al trabajo y viceversa.

c) *Determinación de las emisiones de GEI por el transporte Casa-Trabajo-Casa*

Se utilizó la información recopilada por las encuestas (*ver Anexo 7*) y los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O por tipo de vehículo de transporte (*ver Anexo 8 y 9*) para determinar las emisiones totales de GEI generados por el transporte de la casa al trabajo a través de la siguiente ecuación.

$$OEI_t = \frac{DR_i \times FE_{CO2}}{10^6} + \frac{DR_i \times FE_{CH4} \times PCG_{CH4}}{10^9} + \frac{DR_i \times FE_{N2O} \times PCG_{N2O}}{10^9}$$

Dónde:

- OEI_t** : Otras Emisiones Indirectas de GEI por transporte Casa-Trabajo, en tCO₂eq
- DR_i** : Distancias recorrida por colaborador, en Km (considerar viaje de ida y vuelta)
- FE_{CO2}** : Factor de Emisión de CO₂ del vehículo empleado por el colaborador, en gCO₂/km
- FE_{CH4}** : Factor de Emisión de CH₄ del vehículo empleado por el colaborador, en mgCH₄/km
- FE_{N2O}** : Factor de Emisión de N₂O del vehículo empleado por el colaborador, en mgN₂O/km
- PCG_{CH4}** : Potencial de Calentamiento Global del CH₄
- PCG_{N2O}** : Potencial de Calentamiento Global del N₂O
- n** : Número de pasajeros que ocupa el vehículo empleado por el colaborador para el transporte de su casa al trabajo y viceversa.
- i** : Colaborador(a)

Es necesario incluir la variable “n” en la ecuación pues se entiende que cada pasajero comparte un porcentaje de las emisiones de GEI del vehículo de transporte del que hacen uso. Por lo tanto, solo se le puede atribuir al colaborador una fracción de las emisiones de GEI del vehículo de transporte en el tramo de su casa al Trabajo, la cual, para fines prácticos, fue equivalente a dividir la emisión total calculada en un determinado tramo entre el número de pasajeros que ocupa el vehículo de transporte (WRI, 2008). En el caso de los vehículos de transporte público, su capacidad se consideró igual a la establecida por el proyecto de Bus Patrón de la Municipalidad de Lima.

El *Anexo 8* muestra los factores de emisión de CO₂ por tipo de vehículo (ICFPA, 2005). El *Anexo 9* contiene los factores de emisión de CH₄ y N₂O por tipo de vehículo (IPCC, 2006). Para facilitar la manipulación de los datos se hizo uso de la hoja de Trabajo “GHG Protocol Tool for Mobile Combustión” (WRI, 2008).

F) CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES INDIRECTAS DE GEI POR EL CONSUMO DE PAPEL

a) Determinación del consumo de papel de la empresa

Para el consumo de papel de la empresa se recopiló información de la cantidad de papel utilizada y tipo. Esta información fue recopilada de las áreas administrativas y operativas mediante entrevistas al personal y datos de compras o almacén.

b) Determinación de las emisiones de GEI por consumo de papel de la Empresa

El cálculo de las emisiones de GEI por consumo de papel se realizó en base a la información recopilada en el paso anterior, la cual fue llevada a unidades de masa. Posteriormente se multiplicó la información referida al consumo de papel (kg) por el factor de emisión de 0.00184 tCO₂eq/kg de papel virgen o 0.00061 tCO₂eq/kg de papel reciclado (CONAMA, 2008), obteniéndose como resultado las emisiones de GEI en tCO₂eq.

3.2.4 CALCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA EVALUADA

Se calculó el total de emisiones de GEI de la empresa evaluada para el año 2013 utilizando, para ello, la siguiente ecuación:

$$ET = ED + EI + OEI$$

Dónde:

ET	:	Emisiones Totales de GEI, en tCO ₂ eq
ED	:	Emisiones Directas de GEI, en tCO ₂ eq (Alcance 1)
EI	:	Emisiones Indirectas de GEI, en tCO ₂ eq (Alcance 2)
OEI	:	Otras emisiones Indirectas de GEI, en tCO ₂ eq (Alcance 3)

Una vez determinada la totalidad de emisiones de GEI, se procedió a dividir el resultado obtenido entre la producción total anual de briquetas de la empresa evaluada durante el año 2013, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$HC = \frac{ET}{PA}$$

Dónde:

- HC** : Huella De Carbono De La Empresa Evaluada, en KgCO₂eq/ millar de briquetas
- ET** : Emisiones Totales de GEI, en KgCO₂eq
- PA** : Producción anual de Briquetas en millares.

La producción anual de Briquetas de la empresa evaluada se determinó utilizando como fuente de datos la totalidad de las facturas de ventas correspondientes al año en estudio, las mismas que se encontraban archivadas en el área administrativa.

3.2.5 NEUTRALIZACION DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA EVALUADA.

La neutralización de la huella de carbono de la empresa en estudio se realizaría mediante la plantación de la especie “Capirona” (*Calycophyllum spruceanum* Benth). El lugar de la plantación será motivo de una evaluación posterior de acuerdo a la evaluación económica.

En el cuadro 7 se presentan las características de la plantación registradas por Ugarte y Domínguez (2010) y la densidad básica de la madera de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) según Arostegui (1975).

Cuadro 7 Consideraciones para la plantación de *Calycophyllum spruceanum*

Características	Valor	Unidad
Crecimiento	8,31-10,28	m ³ /ha/año ¹⁰
Ciclo de corta	16-20	Años ¹⁰
Distanciamiento	2,5 x 2,5	m ¹⁰
Densidad básica de la madera	760	kg/m ³ ¹¹

¹⁰ Estos valores son tomados de un estudio realizado por Ugarte y Domínguez (2010).

¹¹ Estos valor es tomado como referencia de Aróstegui (1975).

Se debe resaltar que la “capirona” (*Calycophyllum spruceanum*) es una especie heliófita de crecimiento rápido y de buen valor comercial en la actualidad.

Según Ugarte y Domínguez (2010) se deberán plantar a un distanciamiento de 2,5 x 2,5 m en campo abierto, además se espera con esto tanto neutralizar la huella de carbono así como producir madera aprovechable. De acuerdo a este distanciamiento para asegurar el buen crecimiento de la plantación se deberá tener en cuenta la realización de mantenimiento mediante raleos, y en caso de no realizarse el peor escenario para la captura de carbono sería utilizando el menor valor de crecimiento, es decir 8,31 m³/ha/año.

Con el distanciamiento establecido de 2,5 x 2,5 m entre líneas y plantas se obtiene un total de 1600 árboles por hectárea. Sin embargo en Ugarte y Domínguez (2010) se obtiene con este distanciamiento en plantación de 64 meses un total de 786 individuos por hectárea.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA FABRICA DE BRIQUETAS Y SUS ACTIVIDADES

CARBOTEC S.A es una empresa del Sector industrial que se dedica principalmente a la producción y comercialización de briquetas, de carbón vegetal y mineral.

Cuenta con un área total de 1640 m², y con un área cubierta de 242 m² que abarcan las zonas de administración, mantenimiento y almacenamiento.

La empresa opera a partir del 01 de agosto de 1991, cuyos productos están destinados para diversos usos, tales como:

- Industria hotelera (Sistema de calentamiento de agua)
- Gimnasios (sistema de calentamiento de agua)
- Granjas de crianza de animales menores (sistema de calefacción)
- Compartimientos de las empresas mineras (sistema de calefacción, calentamiento de agua y secado de ropa)
- Industria de curtiembre (sistema de secado)
- Preparación de alimentos en comedores (sistema de cocción adaptado mediante tubos refractarios)

Para la fabricación de briquetas de carbón vegetal, la materia prima utilizada es la carbonilla, que es producto de los residuos generados por el transporte del carbón vegetal, que proviene en un 95 por ciento de la costa norte (Piura, Lambayeque y Tumbes), siendo la especie más utilizada *Prosopis pallida* (algarrobo) y en un 5 por ciento de la Selva peruana (Ucayali y Madre Dios) siendo las especies más usadas el *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), *Manilkara bidentata* (Quinilla) y *Calycophyllum spruceanum* (Capirona).

La carbonilla utilizada como materia prima por la empresa es comprada y transportada en sacos de 50 kg de los mercados de productores de Santa Anita y Yerbateros en Lima, habiendo adquirido un total de 32 t.

Asimismo en la fabricación de briquetas de carbón vegetal se utiliza la bentonita, que son silicatos de aluminio hidratados ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que proviene de la Compañía minera Agregados Calcáreos S.A (COMACSA), adquiriéndose un total de 2,5 t.

En el caso de la fabricación de briquetas de carbón mineral, el carbón comprado es la semiantracita, siendo el más idóneo para la empresa, el cual es adquirido de los siguientes proveedores: FERRETERÍA REGIONAL E.I.R.L; J .C. L OROPESA E.I.R.L y GRUPO B.T S.R.L que comercializan el carbón obtenido de las minas del Callejón de Huaylas, Huaraz. La cantidad de carbón mineral que compra la empresa varía de acuerdo a la temporada, en alta compran 60 t/semana y en baja 30 t/semana.

Otro de los insumos empleados en la fabricación de briquetas de carbón mineral es la arcilla que se compra en una cantidad de 160 m³ anuales y la cal que se adquiere en sacos de 30 kg con un total de 16 t/año.

4.1.1 PROCESO DE PRODUCCION DE BRIQUETAS EN CARBOTEC

- a) Descarga.- Es la etapa inicial, en la cual la empresa recepciona el carbón en su patio de acopio.
- b) Almacenamiento.- Esta etapa se lleva a cabo también en el patio, próximo a los tamicos, y su volumen dependerá de la cantidad demandada por la empresa, según sea la temporada.
- c) Zarandeo.- Es la etapa inicial en el cual el carbón vegetal (carbonilla) y mineral pasan por un tamiz deslizador de ½ pulgada de abertura para así asegurar que las partículas sean de un tamaño adecuado y homogéneo.
- d) Molienda.- Esta etapa alterna se realiza siempre y cuando las partículas queden retenidas en el tamiz deslizador, para así disminuir su tamaño mediante el molino de martillos y continúe con el proceso. En caso estas no sean retenidas, pasaran al mezclado.
- e) Mezclado.- En el mezclado, las partículas de carbón vegetal se mezclan en la siguiente proporción: 56 por ciento de carbón vegetal, un 36 por ciento de agua y un 8 por ciento de bentonita y en el caso de las briquetas de carbón mineral la

proporción es de: 78 por ciento de carbón mineral, 12 por ciento de agua, 9 por ciento arcilla y 1 por ciento cal.

- f) Briqueteado.- Una vez obtenida la mezcla se procede a llenar de forma manual el contenedor que posee la briqueteadora, la cual es una máquina que mediante presión y moldes cilíndricos (matriz) se obtiene un bloque perforado denominado briqueta con 22 perforaciones transversales. La briqueteadora produce 48 unidades por minuto o 2880 u./hora.
- g) Almacenamiento final.- Una vez producida la briqueta, esta sale mediante una faja transportadora que es recibida por los operarios, y cada uno de estos transporta cinco briquetas al lugar de almacenaje.

Cabe destacar que la empresa en los meses de enero, febrero y marzo se dedica al mantenimiento de máquinas para la campaña de invierno y en menor cantidad produce briquetas a pedido. Esta campaña comienza desde abril hasta diciembre donde la producción de briquetas es alta.

El transporte de materiales e insumos al interior de la empresa se realiza por medio de carretillas y el izaje de las briquetas terminadas a los camiones de despacho en forma manual. Cabe destacar que las briquetas no cuentan con algún tipo de embalaje, y la manipulación de estas por parte de los operarios solo se realiza con guantes de protección.

Así mismo, para la distribución de los productos terminados hacia el exterior del local, la empresa cuenta con dos camiones, uno ligero y otro mediano. Adicionalmente se contó con otro camión ligero de color azul durante los 7 primeros meses del año 2013.

En la figura 6 se presenta un diagrama de flujo con las diferentes etapas realizadas por la empresa. Además, en la figura 7 se presenta en un plano la distribución de planta con sus respectivas áreas.

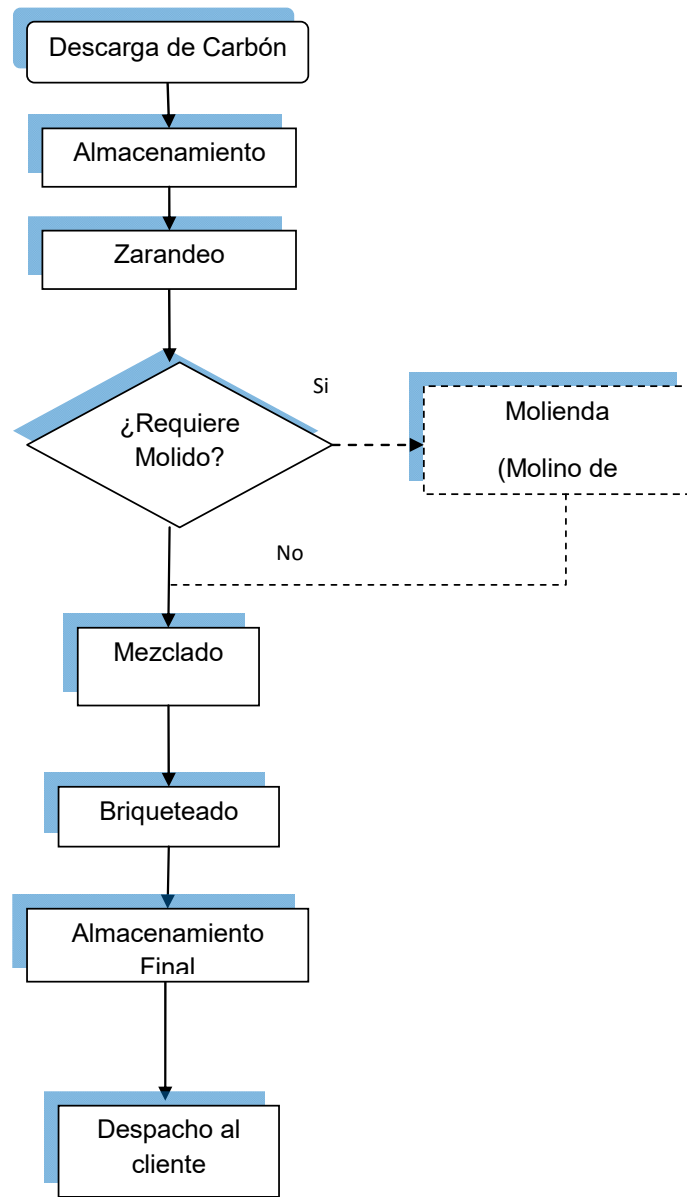


Figura 6 Diagrama de Flujo de las Etapas de la Empresa Evaluada

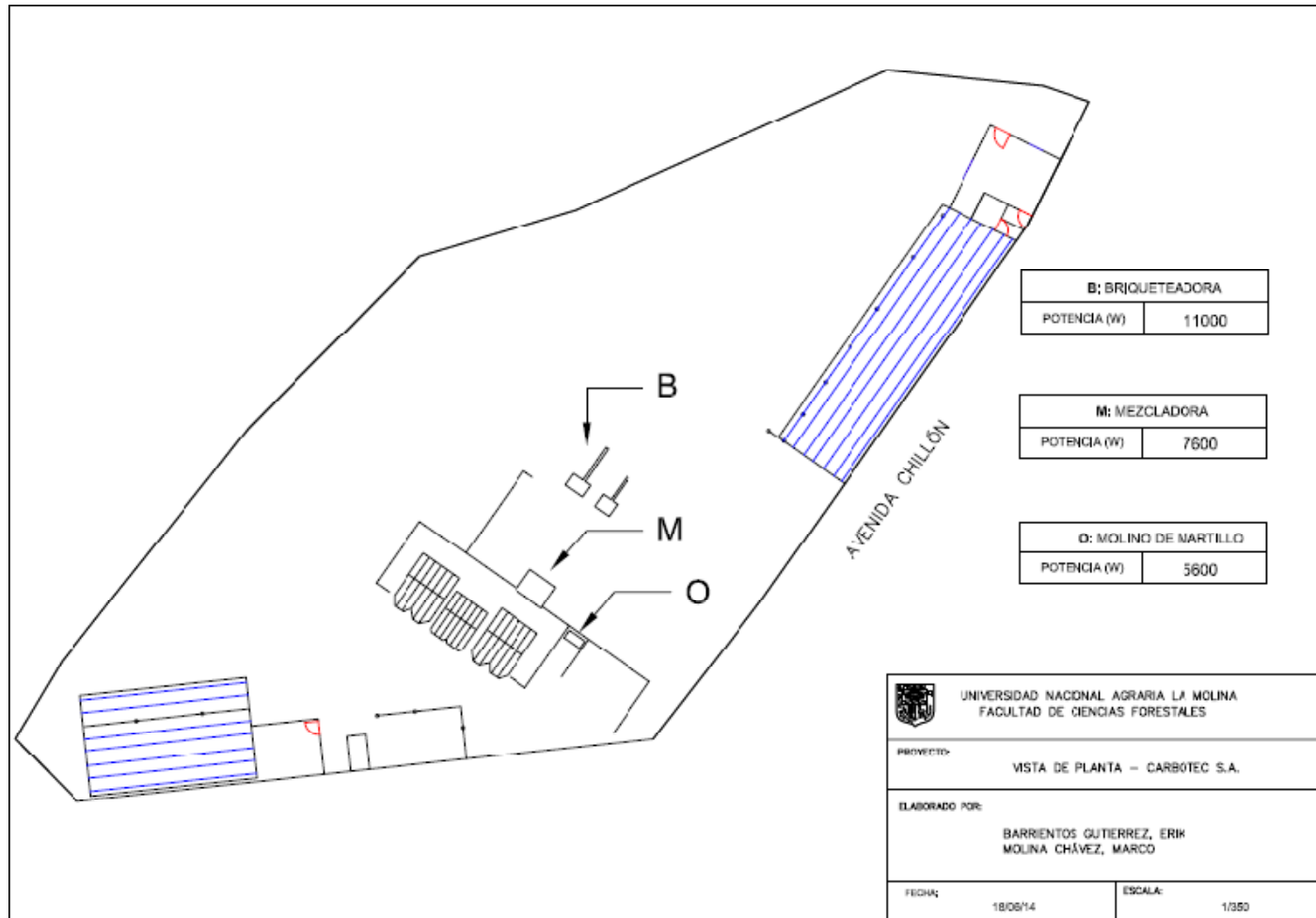


Figura 7 Vista de planta de la empresa Carbotec S.A

4.1.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Para las diversas operaciones de mantenimiento de las máquinas y la elaboración de piezas de repuestos que se emplean en estas, la empresa en estudio cuenta con los siguientes equipos:

- 01 Amoladora angular BOSCH GWS 24 -230 PROFESSIONAL, la cual utiliza un disco de 9 ".
- 01 Amoladora angular BOSCH GWS 14-125 CI PROFESSIONAL, la cual utiliza un disco de 5 ".
- 01 Amoladora Banco Pequeño MACHINTEG TDS 160 de 760 Watts.
- 01 Amoladora Banco Mediano ASEVER E-1000, de 900 Watts.
- 01 Taladro Percutor DEWALT DW502- B2 de 1/2 " (13 mm).
- 01 Taladro Banco DOMOTEC de 16 mm, de 450 Watts.
- 01 Tronzadora BOSCH GCO 2000 de 14".
- 01 Soldadora SAFARI BX-1

El área administrativa de la empresa, cuenta con los siguientes electrodomésticos: una computadora de escritorio, una laptop, una impresora, dos teléfonos, un módem, un intercomunicador. En ésta misma área se encuentran adicionalmente un frigobar y un microondas. Todos los equipos mencionados anteriormente consumen energía eléctrica.

Las fuentes utilizadas para la iluminación del área administrativa de la empresa son, dos focos ahorradores de 27 Watts y un foco incandescente de 60 Watts para el baño administrativo.

En el área de producción la iluminación es por fuente de energía eléctrica, para lo cual utilizan un foco ahorrador de 27 Watts y un foco ahorrador de 85 Watts en el taller de mantenimiento, un foco ahorrador de 18 Watts para el zarandeo y un foco ahorrador de 27 Watts para el briqueteado.

En el área de almacenamiento o depósito de briquetas se tienen tres focos ahorradores, de los cuales uno es de 85 Watts y otros dos de 27 Watts.

4.2 LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES

4.2.1 LÍMITES ORGANIZACIONALES

Se ha considerado dentro de los límites organizacionales para la Huella de Carbono del año 2013 de la empresa CARBOTEC S.A, a la totalidad del local ubicado en la Av. Chillón S/n Lote. 54 Chacra Cerro, distrito de Comas, provincia de Lima, departamento de Lima.

4.2.2 LÍMITES OPERACIONALES

Para efectos del presente trabajo, se establecieron los siguientes alcances:

- a) Alcance 1: se incluyen las emisiones directas por consumo de combustible fósil y todas las emisiones directas que puedan ser identificadas. Para el caso de la empresa evaluada, este alcance solo comprenderá el consumo de combustibles de los vehículos.
- b) Alcance 2: se incorporan las emisiones indirectas generadas por el consumo de energía eléctrica de las máquinas y equipos que se encuentran en el local de la empresa en estudio.
- c) Alcance 3: corresponden a otras emisiones indirectas debido a las actividades propias de la empresa evaluada, que incluyen: consumo de agua, papel y transporte de los trabajadores de casa-trabajo-casa.

Los límites organizacionales y operacionales son ilustrados en la figura 8.

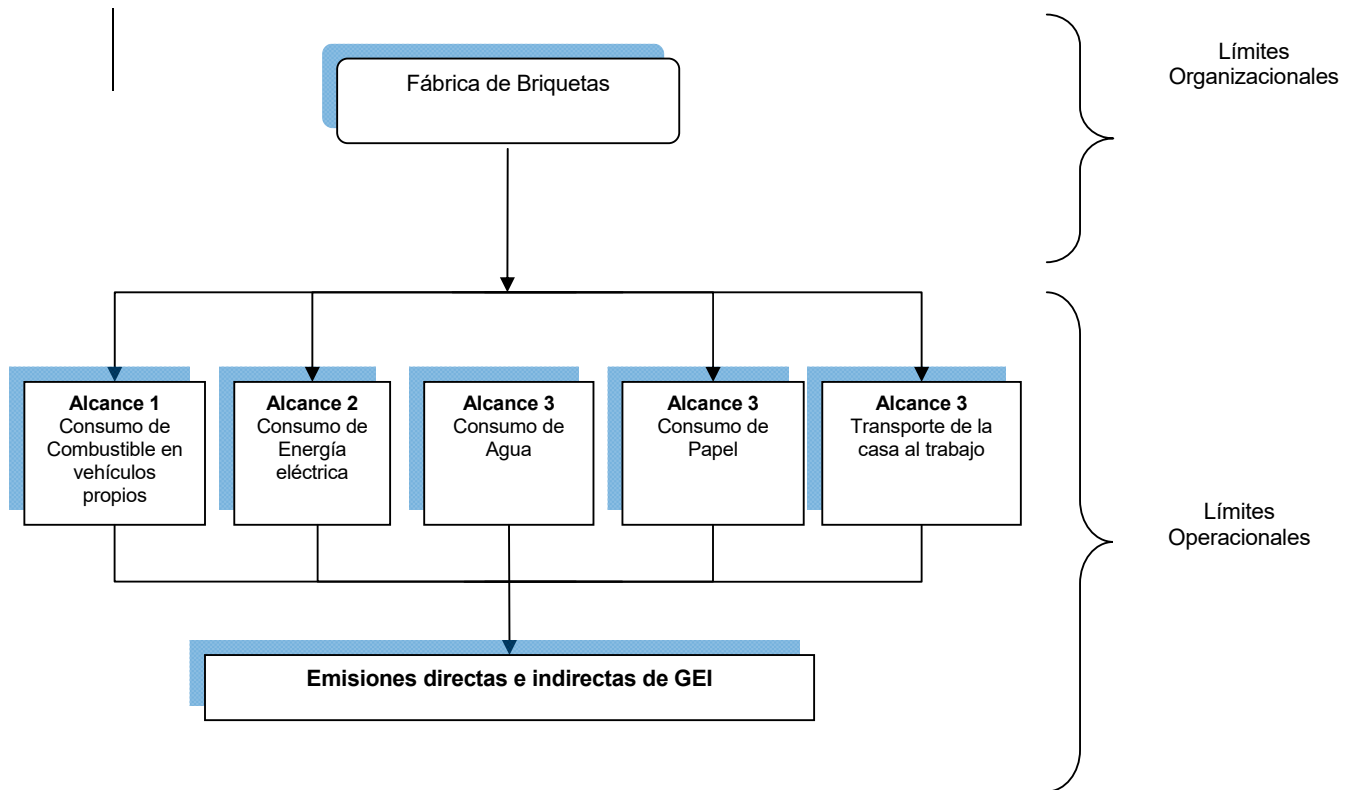


Figura 8 Límites del Sistema

4.3 CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI

4.3.1 IDENTIFICACION DE LA FUENTES DE GEI

En el cuadro 8 se muestran las actividades que se realizan en la empresa evaluada con sus respectivas fuentes de emisión y alcances.

Cuadro 8 Fuentes de Emisión de GEI atribuibles a las Actividades/Operación de la Empresa Carbotec.

Actividad/Operación	Fuente de Emisión	Marca / Modelo	Flujo de Emisión	Alcance (1,2,3)
Transporte externo azul	01 Camión ligero	Mazda / Titan	Diesel	1
Transporte externo Blanco	01 Camión ligero	Dong feng / Olympic 10.5	Diesel	1
Transporte externo Blanco	01 Camión Mediano	Dong feng / Olympic 8	Diesel	1
Transporte externo Rojo	01 Automóvil	Toyota / Corolla	Gasolina	1
Molienda	01 Molino martillo loco	*	Energía eléctrica	2
Briqueteado	01 Briqueteadora	*	Energía eléctrica	2
Mezcladora	01 Mezcladora	*	Energía eléctrica	2
Esmerilado	01 Amoladora Angular 9 "	Bosch- Gws 24 / 230 professional	Energía eléctrica	2
Esmerilado	01 Amoladora Angular 5 "	Bosch- Gws 14 / 125 ci professional	Energía eléctrica	2
Esmerilado	01 Amoladora Banco Pequeño	Machinteg / Tds 160	Energía eléctrica	2
Esmerilado	01 Amoladora Banco Mediano	AseverE / 1000	Energía eléctrica	2
Taladrado	01 Taladro Percutor de 1/2 " (13 mm)	Dewalt / Dw502- b2	Energía eléctrica	2
Taladrado	01 Taladro de Banco de 16 mm	Domotec / *	Energía eléctrica	2
Tronzado	01 Tronzadora 14"	Bosch / Gco 2000	Energía eléctrica	2
Soldadora	01 Soldadora	Safari / Bx-1	Energía eléctrica	2
Administración	01 Frigobar	General electric / Gav5samrbs	Energía eléctrica	2
Administración	01 Microondas	Daewoo / Kor - 30fb	Energía eléctrica	2
Administración	01 Ventilador	Miraw / *	Energía eléctrica	2

... Continúa

Actividad/Operación	Fuente de Emisión	Marca / Modelo	Flujo de Emisión	Alcance (1,2,3)
Administración	01 Radio	Akita / Rx-cr83	Energía eléctrica	2
Administración	01 Impresora	Hp / deskjet 3050	Energía eléctrica	2
Administración	01 Computadora escritorio	*	Energía eléctrica	2
Administración	01 Laptop	Hp-550	Energía eléctrica	2
Administración	02 Teléfono	Telefonica - Huawei / America Tell - Ets 2028	Energía eléctrica	2
Administración	01 Modem	America tell- Thomson st 780	Energía eléctrica	2
Administración	01 intercomunicador	Delta - *	Energía eléctrica	2
Iluminación-Administración	02 Focos Ahorradores	Omicron- Om 42e	Energía eléctrica	2
Iluminación-Administración	01 Foco Amarillo Baño	Philips / *	Energía eléctrica	2
Iluminación-Prod-Almac-Mant	04 Focos Ahorradores	Philips / Twister	Energía eléctrica	2
Iluminación-Prod-Almac-Mant	01 Foco Ahorrador	Philips / Deco globo	Energía eléctrica	2
Iluminación-Prod-Almac-Mant	02 Foco Ahorrador	Newstar / *	Energía eléctrica	2
Servicios Básicos	Consumo de Agua	* / *	**	3
Administración	Consumo de papel	* / *	**	3
Transporte -Casa-Trabajo	Transporte Publico	* / *	Diesel	3

CONSIDERACIONES/ACLARACIONES: * No disponible ** No aplicable

4.3.2 CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 1

Las emisiones correspondientes al alcance 1 fueron de 34,35 tCO₂eq y representan el 88,25 por ciento del total de emisiones de la empresa evaluada (ver cuadro 16). El detalle de las emisiones se muestra en el cuadro 9. Para ello se utilizó la ecuación para el cálculo de emisiones directas de GEI, en tCO₂eq, cuyas cantidades de combustibles están descritas en “Consumo de combustibles fósiles” (ver Anexo 10).

Cuadro 9 Emisiones de GEI para el Alcance 1- 2013

<i>Fuente de Emisión</i>	<i>Combustible</i>	<i>Emisiones CO₂ (kg)</i>	<i>Emisiones CH₄ (kg)</i>	<i>Emisiones N₂O (kg)</i>	<i>Emisiones GEI (kgCO₂eq)</i>	<i>Emisiones GEI (tCO₂eq)</i>	<i>Participación (%)</i>
Camión grande	Diesel B5 S50	6018,25	0,32	0,32	6123,19	6,12	17,82
Camión ligero	Diesel B5 S50	16256,44	0,88	0,88	16539,88	16,54	48,15
Camión ligero azul	Diesel B5 S50	9641,44	0,52	0,52	9809,55	9,81	28,55
Automóvil	Gasohol 95	1836,01	0,87	0,08	1881,58	1,88	5,48
Total		33752,14	2,60	1,80	34354,20	34,35	100,00

La mayor participación de las emisiones de GEI del alcance 1 pertenece al uso de combustible Diesel B5 S-50 (94,52 %), que viene a ser la suma de la participación de las emisiones de los camiones, esto se debe a que es el combustible más usado para el transporte del producto final. Por lo tanto se afirma que el uso de combustibles fósiles tanto el diesel como la gasolina, tienen un alto impacto en la emisión de GEI.

4.3.3 CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 2

En el cuadro 10 se muestra el consumo eléctrico según área. Se aprecia que el área de mantenimiento tiene un consumo de energía eléctrica durante los primeros tres meses del año, asimismo se aprecia una disminución del consumo eléctrico durante el mismo periodo para el área de producción, debido a la baja temporada.

Cuadro 10 Distribución Mensual del Consumo Eléctrico según Área – 2013

<i>Mes</i>	<i>Consumo Global de Energía Eléctrica (kWh)</i>	<i>Consumo Área Administrativa (kWh)</i>	<i>Consumo Área Mantenimiento (kWh)</i>	<i>Consumo Área Producción (kWh)</i>
Enero	628,00	214,41	280,54	133,05
Febrero	680,00	197,92	258,96	223,12
Marzo	620,00	197,92	258,96	163,12
Abril	638,00	214,41	-	423,59
Mayo	615,00	214,41	-	400,59
Junio	589,00	197,92	-	391,08
Julio	605,00	214,41	-	390,59
Agosto	625,00	206,17	-	418,83
Septiembre	680,00	214,41	-	465,59
Octubre	618,00	214,41	-	403,59
Noviembre	670,00	206,17	-	463,83
Diciembre	628,00	206,17	-	421,83
Total	7596,00	2498,72	798,46	4298,82

Las emisiones de GEI para el consumo eléctrico (Alcance 2) de la empresa se presentan en el cuadro 11, la cual ha consumido un total de 7 596 kWh durante el año 2013. Las emisiones GEI para el alcance 2 fueron de 4,16 tCO₂eq, esto representa un 10,67 por ciento de la participación total de emisiones (ver cuadro 16).

Cuadro 11 Consumo Eléctrico Anual de las Áreas de la Empresa – 2013

<i>Fuente de Emisión</i>	<i>kWh</i>	<i>Emisiones GEI (kgCO₂eq)</i>	<i>Emisiones GEI (tCO₂eq)</i>	<i>Participación (%)</i>
ÁREA ADMINISTRATIVA	2498,72	1366,80	1.367	32,90
ÁREA MANTENIMIENTO	798,46	436,76	0.437	10,51
Amoladora Angular 9 "	177,60	97,15	0.097	2,34
Amoladora Angular 5 "	51,80	28,33	0.028	0,68
Amoladora Pequeño	28,12	15,38	0.015	0,37
Amoladora Mediano	33,30	18,22	0.018	0,44
Taladro Percutor 1/2 " (13 mm)	4,44	2,43	0.002	0,06
Taladro 16 mm	133,20	72,86	0.073	1,75
Tronzadora 14"	44,40	24,29	0.024	0,58
Soldadora	325,60	178,10	0.178	4,29
ÁREA PRODUCCIÓN	4298,82	2351,45	2.351	56,59
Briqueteadora	2612,54	1429,06	1.429	34,39
Mezcladora	1353,77	740,51	0.741	17,82
Molino martillo loco	332,51	181,88	0.182	4,38
TOTAL	7596,00	4155,01	4.155	100,00

Se observa en el cuadro 11 que la briqueteadora es la mayor fuente de emisión de GEI del alcance 2, con una emisión anual de 1,43 tCO₂eq, seguida del área administrativa, con una emisión anual de 1,37 tCO₂eq.

Asimismo en la figura 9 se muestra la distribución de las emisiones del GEI por consumo de energía eléctrica (Alcance 2). Al tener el mismo factor de emisión, la distribución de las emisiones correspondientes a cada una de las áreas es proporcional a la distribución del consumo total de las mismas.

Se aprecia el área administrativa que ocupa una oficina equipada que representa el 32,90 por ciento del total de emisiones de GEI por consumo eléctrico, mientras que el área de producción emite 56,59 por ciento y el área de mantenimiento 10,51 por ciento.

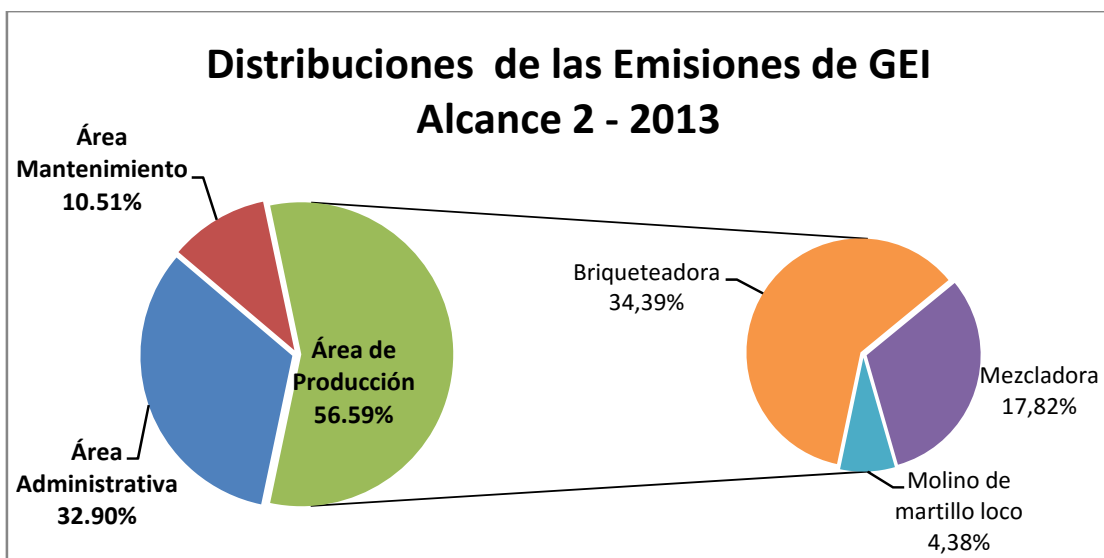


Figura 9 Distribución porcentual de las emisiones de GEI del alcance 2 - 2013

4.3.4 CUANTIFICACION DE LAS EMISIONES DE GEI DEL ALCANCE 3

A) CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI POR CONSUMO DE AGUA

Las emisiones de GEI generadas por el consumo de agua en de la empresa evaluada se detallan en el cuadro 12.

Cuadro 12 Emisiones de GEI por Consumo de Agua - 2013

<i>Mes</i>	<i>Consumo de Agua (m³)</i>	<i>Emisiones de GEI (kgCO₂eq)</i>	<i>Emisiones de GEI (tCO₂eq)</i>
Enero	12,85	6,42	0,006
Febrero	7,88	3,94	0,004
Marzo	10,30	5,15	0,005
Abril	15,53	7,76	0,008
Mayo	17,91	8,96	0,009
Junio	19,33	9,66	0,010
Julio	24,30	12,15	0,012
Agosto	28,26	14,13	0,014
Septiembre	21,19	10,60	0,011
Octubre	23,84	11,92	0,012
Noviembre	14,38	7,19	0,007
Diciembre	10,30	5,15	0,005
Total	206,07	103,04	0,103

La empresa evaluada ha consumido un total de 206,07 m³ de agua en el año 2013. Esta fuente de emisión generó un total de 0,103 tCO₂eq. Estas emisiones representan un 0,26 por ciento del total de las emisiones GEI.

B) CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI POR CONSUMO DE PAPEL

Las emisiones de GEI por consumo de papel se presentan en el cuadro 13

Cuadro 13 Emisiones de GEI por consumo de Papel - 2013

<i>Tipo de Papel</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Factor de Emisión (tCO₂eq/kg)</i>	<i>Peso Total (kg papel)</i>	<i>Emisión de GEI (kgCO₂eq)</i>	<i>Emisión de GEI (tCO₂eq)</i>
Medio Millar Papel bond A-4 75 g	9	0.00184	21,04	38,7	0,0387

En cuanto al cálculo del peso total de papel utilizado, se tiene en cuenta que el gramaje es 75 g/m², por lo tanto medio millar de hojas A-4 de dimensiones de 210 mm * 297 mm tienen un peso de 2,34 kg. Una vez obtenido el peso total de papel consumido se multiplicó por el factor de emisión para pulpa virgen.

La empresa evaluada ha emitido 0,0387 tCO₂eq por consumo de papel, que representan un 0,10 por ciento del total de emisiones GEI (ver cuadro 16), además es la fuente que genera menor emisión de GEI.

C) CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI POR EL TRANSPORTE CASA-TRABAJO-CASA

Para el transporte de la casa al trabajo y viceversa, es importante mencionar que, de las diez personas que conforman el recurso humano de la empresa (cinco operarios, un guardián, un chofer, una secretaria, un asistente de gerencia y un gerente), seis se movilizan utilizando medios de transporte públicos, tres se van caminando, y otro usa bicicleta para su traslado.

Las distancias recorridas en el año 2013 por los trabajadores por efecto del transporte casa-trabajo se presentan en el cuadro 14. Es importante mencionar que en estos cálculos solo se incluyen a aquellos colaboradores que hagan uso de medios de transporte que funcionen a base de combustibles fósiles.

Cuadro 14 Distancias Recorridas al año por Transporte Casa-Trabajo-Casa - 2013

<i>Nombre</i>	<i>Dirección</i>	<i>Distrito</i>	<i>Medio de transporte</i>	<i>Distancia recorrida por día (km)</i>	<i>Días de trabajo por semana</i>	<i>Distancia recorrida por año (km)</i>
Jorge Quevedo Lara	Av. Juan Lecaros	Puente Piedra	Bus	15,8	6	4787,4
Jorge Espinoza	Ovalo de Puente Piedra	Puente Piedra	Bus	13,8	6	4181,4
Hernán Herbach Peña	Ovalo de Puente Piedra	Puente Piedra	Bus	13,8	6	4181,4
Marco García Lucero	Los huertos de Tungasuca Anypsa	Comas	Bus	4,6	6	1393,8
Miriam Cipriano Alvarado	Av. Independencia, Shangrila	Puente Piedra	Bus	2,4	6	727,2
			Mototaxi	3,4		1030,2
Diana Ayala Ramos	AA HH Los Olivos Pro	Los Olivos	Bus	20,4	6	6181,2
			Mototaxi	1,9		575,7
Magno Zorrilla Alcántara	Los jardines de Shangrila	Puente Piedra	Caminando	0	6	0
Alexander Calle Pérez	Av. Chillón	Comas	Caminando	0	6	0
José Luis Cipriano Mallqui	Av. El Pinar Comas Urb. El Pinar	Comas	Caminando	0	6	0
Susano Camacho Cadio	Los jardines de Shangrila, Paucartambo	Puente Piedra	Bicicleta	0	6	0

Las emisiones de GEI correspondientes al transporte casa - trabajo de los colaboradores de la empresa en estudio se presentan en el cuadro 15.

Cuadro 15 Emisiones de GEI por Transporte Casa-Trabajo-Casa - 2013

Colaborador	Distancia recorrida Anual (km)	Emisiones CO₂ (kg)	Emisiones N₂O (kg)	Emisiones CH₄ (kg)	Emisiones Totales (KgCO₂eq)	Emisiones Totales (tCO₂eq)
Jorge Quevedo Lara	4787	44.8	0.04	0.003	44.80	0.045
Jorge Espinoza	4181	39.1	0.03	0.003	39.13	0.039
Hernán Herbach Peña	4181	39.1	0.03	0.003	39.13	0.039
Marco García Lucero	1394	13.0	0.01	0.001	13.04	0.013
Miriam Cipriano Alvarado	727	6.8	0.005	0.000	6.81	0.007
	1030	47.9	0.460	0.515	48.88	0.049
Diana Ayala Ramos	6181	57.8	0.046	0.004	57.84	0.058
	576	26.8	0.257	0.288	27.32	0.027
Total	23058	275.3	0.878	0.816	276.95	0.277

Las emisiones generadas por el transporte casa-trabajo-casa generaron un total de 0,277 tCO₂eq, las cuales representan el 0,71 por ciento del total de emisiones de GEI generadas.

La colaboradora Diana Ayala es la emisora más importante de GEI en este rubro, con un total de 0,085 tCO₂eq; esto es debido a la mayor distancia de recorrido y por el viaje en dos vehículos de transporte público.

4.4 CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

En el cuadro 16 se presenta el resumen de las emisiones de GEI de la empresa evaluada.

Cuadro 16 Emisiones Totales de GEI de la Empresa Evaluada- 2013

<i>Fuente</i>	<i>Emisiones GEI (tCO₂eq)</i>	<i>Participación (%)</i>
ALCANCE 1	34.35	88.25
Camión grande	6.12	15.73
Camión ligero	16.54	42.49
Camión ligero azul	9.81	25.20
Automóvil	1.88	4.83
ALCANCE 2	4.16	10.67
Energía eléctrica área administrativa	1.37	3.51
Energía eléctrica área Producción	2.35	6.04
Energía eléctrica área mantenimiento	0.44	1.12
ALCANCE 3	0.42	1.08
Consumo de agua	0.10	0.26
Consumo de papel	0.04	0.10
Transporte casa- trabajo	0.28	0.71
Total	38.93	100.00

La empresa evaluada, producto de las actividades realizadas, ha generado un total de 38,93 tCO₂eq.

En la figura 10 se muestra la distribución de las emisiones de GEI totales según alcance.

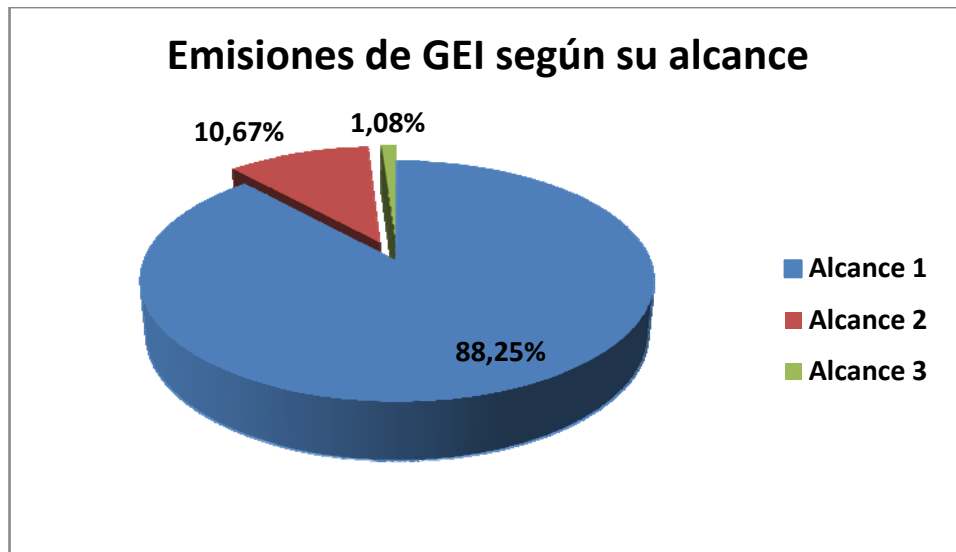


Figura 10 Distribución Porcentual de las Emisiones de GEI según alcance 2013

En el cuadro 16 se puede distinguir las fuentes con mayor contribución por Alcance:

- Para el alcance 1, el mayor emisor de GEI resultó ser el camión ligero, con una participación del 42,49 por ciento con respecto a las emisiones totales de GEI para el 2013. Esta participación se incrementará para el siguiente año ya que el camión ligero azul dejó de operar a partir del mes de Julio del 2013. Este alcance es además el que produce la mayoría de las emisiones de la empresa en estudio.
- Para el Alcance 2, la fuente que mayor cantidad de emisiones de GEI aporta es el consumo de energía eléctrica del área de producción, con una participación del 6,04 por ciento con respecto a las emisiones totales de GEI.
- Para el Alcance 3, la fuente que mayor cantidad de emisiones de GEI aporta es el Transporte de casa-trabajo-casa, con una participación del 0,71 por ciento con respecto a las emisiones totales de GEI.

En la figura 11 se encuentran representadas las emisiones de GEI según alcance y fuente para permitir una mejor visualización de los resultados anteriormente expuestos.

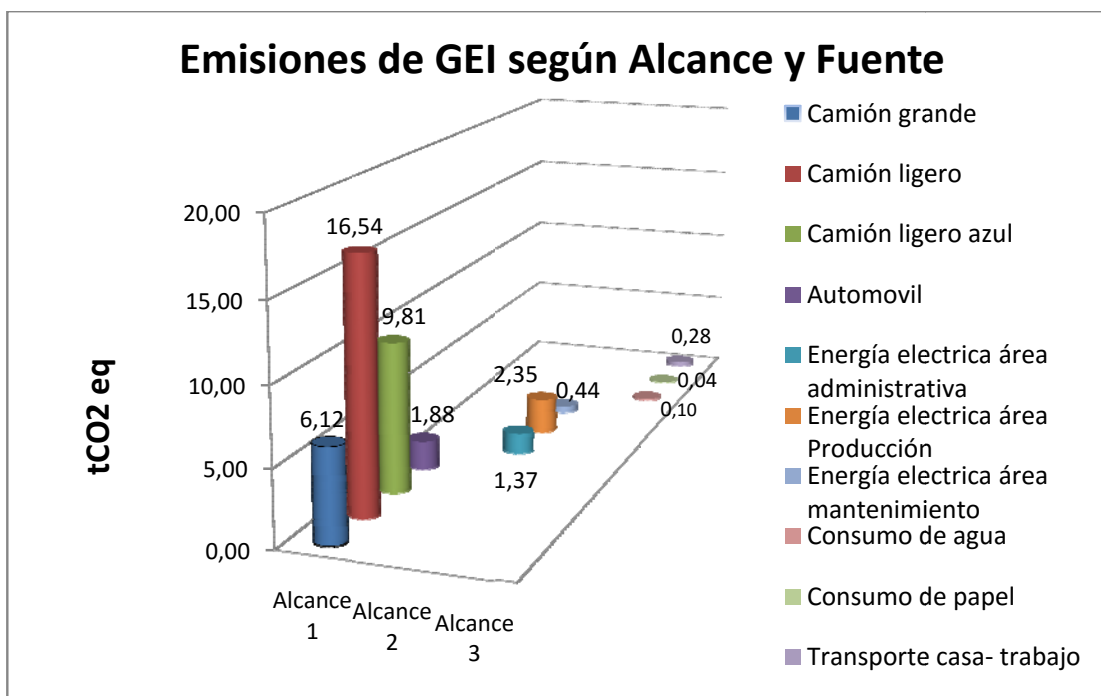


Figura 11 Emisiones GEI de la Empresa Evaluada por Alcance y Fuente

Por otro lado, en el cuadro 17 se presenta la producción de Briquetas de carbón mineral y carbón vegetal de la empresa evaluada correspondiente al año 2013.

Cuadro 17 Producción Anual de Briquetas en la Empresa Evaluada

Mes	Briquetas Carbón mineral (und)	Briquetas Carbón Vegetales (und)	
Enero	96 513	7 157	
Febrero	59 591	-	
Marzo	69 936	5 160	
Abril	123 308	4 296	
Mayo	141 241	-	
Junio	157 515	-	
Julio	182 083	-	
Agosto	208 748	-	
Septiembre	161 784	-	
Octubre	190 515	-	
Noviembre	109 921	-	
Diciembre	70 758	5 830	
Total	1 571 913	22 443	1 594 356
Participación (%)	98,59	1,41	100,00

Habiendo determinado el total de producción anual de briquetas que es 1 594 356, y teniendo un total de emisiones de 38,93 tCO₂eq, que llevando a una unidad de base (millar), la huella de carbono correspondiente es 24,41 kg CO₂eq/millar de briquetas producidas.

De acuerdo a la participación en la producción, el 98,59 por ciento corresponde a briquetas de carbón mineral y 1,41 por ciento a briquetas de carbón vegetal. Por lo tanto las emisiones totales de GEI son de 38,38 tCO₂eq para briquetas de carbón mineral y 0,55 tCO₂eq para briquetas de carbón vegetal.

4.5 NEUTRALIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

En el cuadro 18 se presentan los valores de captura de CO₂ de la plantación. El valor de crecimiento (m³/ha/año) fue dividido por el número de árboles por hectárea para obtener el crecimiento por árbol (m³/árbol/año), luego este crecimiento se multiplicó por la densidad (kg/m³) para obtener el crecimiento en peso (kg/árbol/año), a continuación se utilizó un factor del 50 por ciento para representar el carbono (C) capturado por el árbol en kgC/árbol/año, finalmente, por estequiometría, se transformó la cantidad de C en CO₂ (kgCO₂/árbol/año).

Cuadro 18 Valores de Captura de CO₂ para la plantación de *Calycophyllum spruceanum*

Crecimiento por árbol (m³/ha/año)	Crecimiento por árbol (kg/árbol/año)	Captura de C (kgC/árbol/año)	Captura de CO₂ (kgCO₂/árbol/año)
0,0105	8,03	4,02	14,74

En el cuadro 19 se presenta la cantidad de CO₂ capturado por hectárea plantada de capirona (*Calycophyllum spruceanum*), además del número de hectáreas necesarias para neutralizar la huella de carbono de la empresa que ha sido calculada en 38 927,90 kgCO₂eq/año.

Cuadro 19 Requerimiento de Superficie Plantada de *Calycophyllum spruceanum* para la Neutralización de la Huella de Carbono

Captura de CO₂ (kgCO₂/ha/año)	Hectáreas necesarias para Neutralizar Huella de Carbono (ha)
11 586	3,37

Para compensar las emisiones de CO₂ de la empresa, se estima reforestar 3,37 ha de *Calycophyllum spruceanum* con un distanciamiento de 2,5 x 2,5 m durante 16 a 20 años de rotación, estimada en función del crecimiento medio anual 8,31 m³/ha/año.

Este valor se debe considerar como un mínimo de referencia ya que en un futuro es posible que crezca la empresa, incrementando sus emisiones en los siguientes años, debido a que contará con una mayor cantidad de vehículos, equipos, maquinarias, así como la contratación de personal lo que aumentaría sus fuentes de emisión.

Sin embargo, dado que la instalación de una plantación de capirona es un proceso que requiere de gran inversión (extensiones amplias, recursos y personal especializado), para que esta sea rentable, resultaría más práctico el retiro del mercado de carbono (ya sea el regulado o el voluntario) de 39 créditos de carbono producidos por proyectos MDL.

5. CONCLUSIONES

La empresa de fabricación de briquetas evaluada, ha emitido 24,41 kgCO₂eq/millar de briquetas producida durante el año 2013.

El total de las emisiones de GEI en la empresa evaluada es de 38,93 tCO₂ equivalente, del cual 98,59 % corresponde para briqueta de carbón mineral y el 1,41%.para briqueta de carbón vegetal.

La neutralización de la huella de carbono requerirá 3,37 ha de plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* con un distanciamiento de 2,5 x 2,5 m.

Las fuentes que generaron más emisiones de GEI, fueron: consumo de combustible del camión ligero (42,49%), camión ligero azul (25,20%) y el camión grande (15,73%) los cuales pertenecen al alcance 1.

Las fuentes que generaron menos emisiones de GEI, fueron: consumo de papel (0,10%), consumo de agua (0,26%) y el consumo de transporte casa-trabajo-casa (0,71%), los cuales pertenecen al alcance 3.

6. RECOMENDACIONES

Las emisiones de GEI estimada para el año 2013 por el presente trabajo deben constituir la línea base a partir de la cual la empresa pueda comenzar a implementar políticas, objetivos, metas y procedimientos orientados a gestionar sus emisiones de GEI y reducir su impacto ambiental.

Se recomienda la conversión al sistema de gas natural tanto de los motores diesel de los camiones así como del motor gasolinero del automóvil, de esta manera se ahorrará en gasto de combustible y disminuirá las emisiones de GEI.

Se sugiere mantenimientos periódicos de la flota de vehículos (afinación, aire en neumáticos, hábitos de uso, cambios de filtro y aceite, etc.) para que el consumo de combustible esté optimizado.

La empresa podría implementar el uso de tecnologías limpias, que requieran menos energía y que apoyen más la eficiencia de la empresa, así como la inversión en fuentes de energía renovable con el objetivo de que se reduzcan sus emisiones. Esto constituirá que la empresa sea más sostenible y responsable con el medio ambiente.

Previo a la compensación de las emisiones de GEI a través de proyectos MDL, sería oportuno la implementación de un plan de reducción.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, J.** 2008. What is a carbon footprint? ECCM (Edinburgh Centre for Carbon Management. Version 2.
- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).** (s.f.). Cálculo y verificación de la huella de carbono. Acciones de reducción de emisiones, ES. 116 diapositivas. Consultado el 10 de mar. 2014. Disponible en http://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=33948&folderId=880358&name=DLFE-10603.pdf
- ARGENBIO (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología),** AR. (s.f.). Los biocombustibles (en línea). Buenos aires, AR. Consultado 2 de Jul.2014. Disponible en <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/biocombustibles.pdf>
- Arostegui, A.** 1974. Estudio tecnológico de maderas del Perú (Zona Pucallpa) Vol. 1; características tecnológicas y usos de la madera de 145 especies país. Ministerio de Agricultura, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima .PE. p. 90 – 92.
- Barrera, J.** 2010 “Briquetas: La Mejor Forma de Reutilizar los Residuos Forestales” Revista El Mueble y La Madera. 69 ed.: 66-72
- Bohórquez, A. Y Lugo, D.** 2010. “Cuantificación y Análisis de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el Ciclo de vida del etanol obtenido de la Caña de Azúcar, con base en las Directrices del IPCC 2006. Caso de Estudio: Ingenio Providencia S.A”. Tesis de grado para optar al título de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. Consultado el 10 de En. 2014. Disponible en <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/13976/1/T41.10%20B635c.pdf>
- Cabrera, G.** ES. 2012. Tecnología industrial I, Energía procedente de Combustibles fósiles. Aprendemos Tecnología (en línea). Tenerife, ES. Consultado 27 de Jun.2014.Disponible en <http://aprendemostecnologia.org/2012/10/04/tecnologia-industrial-i-energia-procedente-de-combustibles-fosiles/>

- Calle, C. Y Guzmán, R.** 2011. “Cálculo de la Huella de Carbono del Ecolodge Ulcumano ubicado en el Sector de la Suiza, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa, región Pasco”. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Agraria La Molina. Lima, PE.
- CARBON TRUST.**2012. Carbon footprinting guide. Consultado el 04 de Mar. 2014. Disponible en http://www.carbontrust.com/media/44869/j7912_ctv043_carbon_footprinting_aw_interactive.pdf
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina) Y Naciones Unidas.**2007.Serie desarrollo productivo N°181. Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe. Santiago. CL.
- CMNUCC.**1992. Convenio Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.
- COMUNIDADES EUROPEAS.** 2008. La acción de la UE contra el cambio climático. Adaptación al cambio climático. BE. pp24.
- CONAM (Comisión Nacional de Cambio climático).** 2002. Estrategia Nacional de Cambio climático. Lima, PE.
- CONAMA (Congreso Nacional del Medio Ambiente – Chile).** 2008. Metodología para el cálculo de la Huella Ecológica en Universidades.
- CONEXIÓN ESAN.**2011. La huella de carbono que debemos borrar. Consultado el 01 de Abr. 2014. Disponible en <http://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2011/02/01/la-huella-que-debemos-borrar/>
- Da Silva, D.** 2013 “Proyecto de Creación de Una Fábrica de Briquetas de Aserrín en Santa Rosa del Aguaray” Requisito para la obtención del título de Licenciado en Ciencias Administrativas. Santa Rosa del Aguaray, PY.
- DEUMAN. (s.f.).** Consultoría para la Actualización de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Informe Final.
- DGFF (Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre, PE)-MINAG.**2010.Perú forestal en números año 2010. Lima, PE.

- Díaz, C Y Pinillos, A.** 2012. “Medida de la Huella de Carbono en una Empresa de Transformación Secundaria de la madera”. Trabajo de Titulación para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Agraria La Molina. Lima, PE.
- Espíndola, C Y Valderrama, J.** 2012. Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro. Información Tecnológica 23(1):177-192
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** 1983. Métodos Simples para fabricar carbón vegetal. Dirección de recursos forestales, departamento de montes. Roma, IT.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** 2009. Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina. Informe Final.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).** 2010. Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Roma, IT.
- FINANZAS CARBONO.** 2014. Comparación entre MDL y mercado voluntario de carbono (en línea). Consultado el 15 de Jul. 2014. Disponible en <http://finanzascarbono.org/mercados/acerca/comparacion-entre-mdl-y-mercados-voluntarios/>
- FONAM (Fondo Nacional del Ambiente – Perú).** 2009. Modelo del Cálculo del Factor de Emisiones en la Red Eléctrica Peruana Año 2007. Lima, PE.
- FONAM (Fondo Nacional del Ambiente), PE.** 2013. Exitosa culminación y entrega de estudio de Huella de carbono de la municipalidad de Santiago de Surco (en línea). Lima, PE. Consultado 12 de Ene. 2014. Disponible en http://fonamperu.org/general/documentos/NOTA_DE_PRENSA_FONAM_HUELLA_SURCO.pdf

- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007:** Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US. pp 211-216
- Garduño, R.** 1998. El veleidoso clima. México. La ciencia para todos. FCE-SEP-CONACYT.
- Garduño, R.** 2004. ¿Qué es el efecto invernadero? En: *Cambio Climático: una visión desde México*. 1era Edición. Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Godoy, M.** 2008. Mecanismo del protocolo de Kyoto: Desarrollo y Oportunidades para Argentina. Consultado el 15 de Jul. 2014. Disponible en <https://www.bcr.com.ar/Publicaciones/Ediciones%20BCR/Archivos%20de%20cortes%20C3%ADa/Lecturas%2013/NataliaGodoy%20MecanismoPKenero.pdf>
- Google earth.** 2013. Consultado el 06 de Jun. 2014. Disponible en http://www.google.es/intl/es_es/earth/
- Guardado, M., Rodríguez, J., Monge, L.** 2010. “Evaluación de la calidad del carbón vegetal producido en hornos de retorta y hornos metálicos portátiles en el salvador”. Trabajo de graduación preparado para optar el grado de Ingeniero Mecánico. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”. Antiguo Cuscatlán, SV.
- Hernández, J.** 2011. “Estudio técnico para la obtención de briquetas de fácil encendido a partir de carbón de la cascarilla de palma africana y su producción en la Empresa Tysai S.A”. Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, EC.
- ICFPA (International Council of forest and Paper Associations).** 2005. Calculation Tools for estimating Greenhouse Gas Emissions from Wood Product Facilities. Washington DC, París, FR.

- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).** 2007. Benavides Henry & León, Gloria Esperanza. Información técnica sobre el cambio climático y los gases de efecto invernadero.pp116.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).**1995.Segunda Evaluación Cambio Climático. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.IPCC, Roma, IT. pp 81.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).**1997a. Estabilización De Los Gases Atmosféricos De Efecto Invernadero: Implicaciones Físicas, Biológicas Y Socioeconómicas. Documento técnico III del IPCC. IPCC, Ginebra, CH. pp 63.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).**1997b.Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero-versión revisada en 1996.Vol II.IPCC, París, FR.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).** 2000.Escenarios de emisiones. Resumen para responsables de políticas. Informe especial del Grupo de trabajo III del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. pp 27.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).** 2001.Tercer informe de Evaluación Cambio Climático 2001 La base científica. Resumen para responsables de políticas y resumen técnicos. IPCC, Shanghai, CN. pp 94.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).** 2002. Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. IPCC, Ginebra, CH. pp 93.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).** 2006.Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. (Eggleston H.S., Buendía L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. eds.). Vol. II IGES, JP.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).**2007a. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, CH. pp 104.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).** 2007b. Database on Greenhouse Gas Emission Factors. (IPCC-EFDB).User manual for Web application.

- IPIECA (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association).** 2003. Directrices de la Industria Petrolera para la notificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero .Ed IPIECA. Londres, UK.
- ISO (International Organization for Standardization).** 2006. ISO 14064: Greenhouse gases -Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.pp 20.
- ISO (International Organization for Standardization).** 2013. ISO 14069: Greenhouse gases - Quantification and reporting of greenhouse gas emissions for organizations - Guidance for the application of ISO 14064-1.
- Matsusita, J.** 1990. “Estudio experimental de la transferencia de calor en un calentador de agua modular con briquetas de carbón”. Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias con mención en Ingeniería mecánica. Pontífice Universidad Católica del Perú. Lima, PE.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE)** 2010a.Plan de acción de adaptación y Mitigación frente al cambio Climático. Lima.PE.pp10
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE)** 2010b. El Perú y el Cambio Climático. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco delas Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE)** 2011a. Huella de Carbono del Ministerio del Ambiente. Informe Final. Lima. PE.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE)** 2011b.Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021. Lima. PE.
- Mori, J.** 1994. “Influencia de la temperatura en los productos de destilación seca de seis maderas de la zona de Jenaro Herrera – Loreto”. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Agraria La Molina. Lima, PE.
- Reed K. y Ehrhart C.** 2007. Guía para responsabilizarnos de las Emisiones de Gases Efecto Invernadero de CARE. Taller CARE y El Carbono. Nairobi, KE, pp. 5-8.

- REPSOL, PE.** 2009. Ficha de datos de seguridad – Gasohol 95 Plus (en línea). Lima, PE. Consultado 01 Jul. 2014. Disponible en http://www.repsol.com/imagenes/pe_es/FDS-GASOHOL%2095%20PLUS_tcm18-618650.pdf
- REPSOL, PE.** 2011. Ficha de datos de seguridad – Diesel B5 S-50 (en línea). Lima, PE. Consultado 01 jul. 2014. Disponible en [http://www.repsol.com/imagenes/pe_es/FDS.%20DIESEL%20B5\(S-50\)_tcm18-618646.pdf](http://www.repsol.com/imagenes/pe_es/FDS.%20DIESEL%20B5(S-50)_tcm18-618646.pdf)
- Severns, W., Degler, H., Miles, J.** 2007. Energía mediante vapor, aire o gas. Editorial Reverte S.A. Barcelona, ES.
- Simmons, F.** 1963. La carbonización de la madera con hornos transportables e instalaciones fijas. *Unasyuva* 17(71) :15
- Subero, E.** 2010. Caracterización de los combustibles sólidos. Escuela Universitaria Ingeniería Técnica industrial Zaragoza (en línea). Zaragoza, ES. Consultado 23 jun. 2014. Disponible en <http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUITIZ/2010/5357/TAZ-PFC-2010-348.pdf>.
- Tyndall Centre for Climate Change Research.** 2004. Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., Eriksen, S. New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity. Tyndall Project IT1.11. Technical Report 7. UK: Tyndall Centre.
- UACH (Universidad Austral de Chile), CH.** 2008. Bosques Procarbono-Huella de carbono. Valdivia, CH. Consultado 15 de Ene. 2014. Disponible en http://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html
- Ugarte, J. Y Domínguez, G.** 2010. Índice de sitio de *Calycophyllum spruceanum* Benth. En relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía, Ucayali, PE. *Ecología aplicada* 9(2):101-110.
- UNEP-GRID – ARENDAL.** 2007. Vital climate graphics (en línea). Consultado 10 de En. 2014. Disponible en <http://www.grida.no/publications/vg/climate/page/3058.aspx>
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).** 2007. Unidos Por el Clima. Guía de la convención sobre cambio climático y el protocolo de kyoto.pp26

- UVIGO (Universidad de Vigo, ES).** (s.f.). Combustibles fósiles (diapositivas).Vigo, ES. 50 diapositivas.
- Vergés, J.** 2009. El Protocolo de Kyoto y el mercado de emisiones de CO₂; regulación mediante mercado para una especial externalidad negativa.
- WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute).** 2004. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Washington DC, US.
- WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute).** 2007. Indirect CO₂ emissions from the Consumption of purchased Electricity, Heat, and/or Steam (v 1.2) Washington DC, US
- Wintergreen, J. Y Delaney, T.** 2007. ISO 14064, International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification. In 16th Annual International Emissions Inventory Conference, Raleigh, NC.
- WRI (WORLD RESOURCES INSTITUTE).** 2008.GHG Protocol tool for Mobile Combustion (v 2.0) .Washington DC, US.

ANEXO 1

FORMATO PARA EL DIAGNOSTICO DE PRODUCCION DE LA EMPRESA

Sección 1: Datos Generales de la Empresa

Razón Social	Nombre Comercial	RUC:

Sección 2: Ubicación de la Empresa

Dirección Principal	Distrito	Provincia	Departamento

Sección 3: Caracterización

Trabajadores	Tipo	Cantidad
	Personal Administrativo	
	Personal Técnico	
	Personal Operario	

Producción Anual	Año	Millares
	2011	
	2012	
	2013	

Facturación Anual	Año	Nuevos Soles
	2011	
	2012	
	2013	

ANEXO 2

FORMATO DE LÍMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES DEL INVENTARIO DE GEI

Responsable:	
Año de Reporte:	

LÍMITES ORGANIZACIONALES

Alcance

CONSIDERACIONES / ACLARACIONES:

LÍMITES OPERACIONALES (marcar con un aspa las emisiones a ser reportadas)

Tipo de Alcance*	Descripción
Alcance 1	Emisiones Directas de GEI por Consumo de Combustibles
Alcance 2	Emisiones Indirectas de GEI por Consumo de Energía Eléctrica
Alcance 3	Emisiones Indirectas de GEI por Consumo de Agua
	Emisiones Indirectas de GEI por Consumo de Papel
	Emisiones Indirectas de GEI por Transporte Casa-Trabajo
	Emisiones Indirectas de GEI por Transporte Aéreo Nacional
	Emisiones Indirectas de GEI por Transporte Aéreo Internacional
	Emisiones Indirectas de GEI por Transporte Terrestre Nacional
	Emisiones Indirectas de GEI por Movilidad Local

*Tanto las emisiones del alcance 1 como las del alcance 2 son de reporte obligatorio, mientras que las emisiones contempladas dentro del alcance 3 son de reporte voluntario. En caso de excluir alguna emisión de GEI considerada de reporte obligatorio o voluntario, se deberá justificar el porqué de la decisión (p. ej. Si se conoce con anterioridad que se trata de una fuente no relevante de emisión de GEI).

CONSIDERACIONES / ACLARACIONES:

ANEXO 4

FORMATO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD - CONSUMO DE COMBUSTIBLES

Responsable:	
Año de Reporte:	

Fuente de Emisión	Combustible	Consumo Mensual (gal/mes)	Consumo Mensual (L/mes)	Consumo Anual (L)	Consumo Anual (gal)

CONSIDERACIONES / ACLARACIONES:
--

ANEXO 5

FORMATO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD – CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Responsable:	
Año de Reporte:	

Mes	Consumo de Energía Eléctrica (kWh)	Fuente(es) Primaria(s) de Energía*
Enero		
Febrero		
Marzo		
Abril		
Mayo		
Junio		
Julio		
Agosto		
Septiembre		
Octubre		
Noviembre		
Diciembre		
Total		

*tipos de fuentes primarias de energía:

No renovables:

- Carbón
- Gas natural
- Combustibles destilados del petróleo crudo, como la gasolina, residual, GLP, GNC, butano, propano, etano, etc.

Renovables:

- Solar
- Eólica
- Geotérmica
- Hidroeléctrica
- Energía Intermedia basada en la biomasa

NOTA: en caso la fuente primaria de energía formará parte del sistema Eléctrico Interconectado Nacional, escribir el acrónimo SEIN en el rubro correspondiente, ya que se trata de un sistema de generación mixto que emplea fuentes primarias renovables y no renovables.

CONSIDERACIONES/ACLARACIONES:

ANEXO 6

FORMATO DE DATOS DE LA ACTIVIDAD - CONSUMO DE AGUA

Responsable:	
Año de Reporte:	

CONSIDERACIONES / ACLARACIONES:

Mes	Consumo de Agua (m3)	Fuente(s) de agua *
Enero		
Febrero		
Marzo		
Abril		
Mayo		
Junio		
Julio		
Agosto		
Septiembre		
Octubre		
Noviembre		
Diciembre		
Total		

*tipos de fuentes de agua.




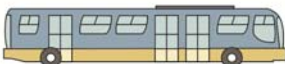

- Aguas superficiales procedente de humedales
- Aguas superficiales procedente de ríos
- Aguas superficiales procedente de lagos
- Aguas superficiales procedente de océanos
- Aguas subterráneas
- Aguas Pluviales captadas directamente y almacenadas por la empresa
- Aguas residuales de la Empresa
- Aguas residuales de otra Organización (especificar cuál)
- Suministro Municipal o de otras empresas de Agua

CONSIDERACIONES / ACLARACIONES:

ANEXO 7

FORMATO DE ENCUESTA DE TRANSPORTE CASA-TRABAJO

Encuesta de Transporte de la Casa al Trabajo		
Sección 1: Datos Generales		
Nombre del Colaborador	Dirección de Domicilio	Distrito
Sección 2: Transporte Casa-Trabajo		
Medio de Transporte*	Ruta / Número de Ruta	Días Laborables por Semana
<p><small>*Si el medio de transporte utilizado fuera un bus de servicio público, por favor indicar el tipo conforme al cuadro que aparece hacia el final de esta encuesta.</small></p>		
Sección 3: Otros (en caso el Medio de Transporte sea un Vehículo Particular)		
Tipo de Combustible	Tecnología de Control de Emisiones	Año del Vehículo

Tipo de Bus de Transporte Público		Número de Pasajeros	Largo del Vehículo (m)
Combi		20	6
Microbus		40	9
Omnibus		80	12
Omnibus Grande		120	14
JJBus Articulado		160	18

ANEXO 8

FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ POR TIPO DE VEHÍCULO

Tipo de Vehículo	Factor de Emisión (gCO ₂ /km)
Híbrido (gasolina/eléctrico) pequeño	100,1
Automóvil pequeño a gasolina, carretera	175,1
Automóvil pequeño a gasolina, ciudad	215,5
Automóvil mediano a gasolina, carretera	186,8
Automóvil mediano a gasolina, ciudad	254,7
Automóvil grande a gasolina, carretera	224,1
Automóvil grande a gasolina	311,3
StationWagon Mediana, carretera	207,5
StationWagon Mediana, ciudad	280,1
Mini Van, carretera	233,5
Mini Van, ciudad	311,3
Van grande, carretera	311,3
Van grande, ciudad	400,2
Pick-up, carretera	254,7
Pick-up, ciudad	329,6
Pick-up Grande, carretera	311,3
Pick-up Grande, ciudad	373,5
Automóvil a GLP	266,0
Automóvil a diesel	233,0
Camión Ligero a gasolina	400,0
Camión Pesado a gasolina	924,0
Camión Ligero a Diesel	374,0
Camión Pesado a Diesel	870,0
Motocicleta Ligera	93,0

Fuente: ICFPA (2005)

ANEXO 9

FACTORES DE EMISIÓN DE CH₄ Y N₂O POR TIPO DE VEHÍCULO

Vehículo	Combustible	Tecnología de control de emisiones	N ₂ O		CH ₄	
			En marcha (caliente)	Arranque en frío	En marcha (caliente)	Arranque en frío
			mg/km	mg/arranque	mg/km	mg/arranque
Vehículo ligero (automóvil)	Gasolina	Vehículo de bajas emisiones	0	90	6	32
		Catalizador tridireccional avanzado	9	113	7	55
		Catalizado tridireccional inicial	26	92	39	34
		Catalizador de oxidación	20	72	82	9
		Catalizador de no oxidación	8	28	96	59
		Sin controlar	8	28	101	62
	Diesel	Avanzada	1	0	1	-3
		Moderada	1	0	1	-3
		Sin controlar	1	-1	1	-3
	GLP	-	5	0	24	0
GNC	-	27 - 70	0	215 - 725	0	
Camión ligero	Gasolina	Vehículo de bajas emisiones	1	59	7	46
		Catalizador tridireccional avanzado	25	200	14	82
		Catalizado tridireccional inicial	43	153	39	72
		Catalizador de oxidación	26	93	81	99
		Catalizador de no oxidación	9	32	109	67
		Sin controlar	9	32	116	71
	Diesel	Avanzada y moderada	1	-1	1	-4
		Sin controlar	1	-1	1	-4
Vehículo pesado	Gasolina	Vehículo de bajas emisiones	1	120	14	94
		Catalizador tridireccional avanzado	52	409	15	163
		Catalizado tridireccional inicial	88	313	121	183
		Catalizador de oxidación	55	194	111	215
		Catalizador de no oxidación	20	70	239	147
		Sin controlar	21	74	263	162
	Diesel	Avanzado, moderado o sin control	3	-2	4	-11
	GLP	-	93	0	67	0
	GNC	-	185	0	5983	0
Motocicleta	Catalizador	3	12	40	24	
	Sin controlar	4	15	53	33	

* Factores de emisión para vehículos de Estados Unidos.

** Los factores de emisión negativos indican que un vehículo que arranca en frío produce menos emisiones que uno que arranca en caliente o caliente en marcha.

*** Los arranques en frío se midieron a una temperatura ambiente de 20°C a 30°C.

Fuente: IPCC (2006)

ANEXO 10

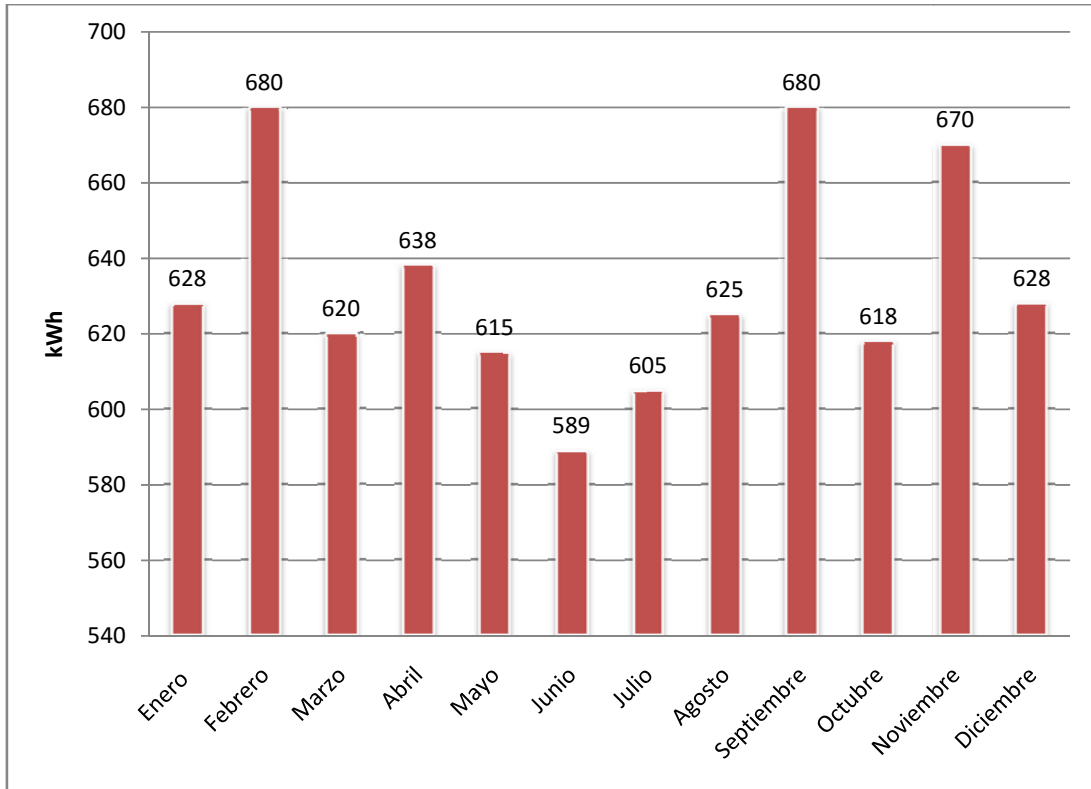
CONSUMO DE COMBUSTIBLES FÓSILES -2013

<i>Fuente de Emisión</i>	<i>Combustible</i>	<i>Consumo Mensual (L/mes)</i>	<i>Consumo Anual (L)</i>	<i>Densidad * (kg/L)</i>	<i>Peso (kg)</i>
Camión grande	Diesel B5 S-50	170,98	2051,74	0,87	1785,01
Camión ligero	Diesel B5 S-50	461,84	5542,13	0,87	4821,65
Camión ligero azul	Diesel B5 S-50	273,91	3286,95	0,87	2859,65
Automóvil	Gasohol 95 Plus	64,46	773,57	0,718	555,42
Total		971,20	11654,38		

*Fuente: * Datos obtenidos de (REPSOL, 2009) y (REPSOL, 2011).*

ANEXO 11

DISTRIBUCIÓN MENSUAL DEL CONSUMO GLOBAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA – 2013



ANEXO 12

CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DEL ÁREA ADMINISTRATIVA - 2013

<i>Equipo</i>	<i>Marca/Modelo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Horas de uso al día (h)</i>	<i>Consumo Diario (kWh)</i>	<i>Consumo Anual (kWh)</i>
Frigobar	GENERAL ELECTRIC / GAV5SAMRBS	1	220	24,00	5,28	1483,68
Microondas	DAEWOO / KOR-30FB (En uso)	1	900	0,17	0,15	42,23
Microondas	DAEWOO / KOR-30FB(En reposo)	1	1	8,83	0,01	2,48
Ventilador	MIRAY / *	1	70	2,06	0,14	40,52
Radio	AKITA / RX-CR83	1	15	9,00	0,14	37,94
Impresora	HP / HP-DESKJET 3050 (En uso)	1	1	0,50	0,00	0,13
Impresora	HP / HP-DESKJET 3050 (En reposo)	1	0	8,50	0,00	0,41
Monitor	LG / FLATRON T 730 SH	1	80	9,00	0,72	202,32
PC's	- / (En uso)	1	200	7,00	1,40	393,40
PC's	- / (En reposo)	1	15	2,00	0,03	8,43
Laptop	HP / HP-550	1	65	2,00	0,13	36,39
Teléfono	TELEFONICA / HUAWEI Ets 2028	1	2	24,00	0,04	10,12
Teléfono	AMERICA TELL / -	1	2	9,00	0,01	3,79
Modem	AMERICA TELL / THOMSON ST 780	1	1	9,00	0,01	2,53
Intercomunicador	DELTA / -	1	2	9,00	0,02	5,06
Focos Ahorradores	OMICRON / OM 42E	2	27	9,00	0,24	68,28
Foco Amarillo Baño	PHILIPS / CONVENCIONAL	1	60	0,50	0,03	8,43
Foco ahorrador -P	PHILIPS / TWISTER	1	27	1,00	0,03	7,59
Foco ahorrador -P	PHILIPS / DECO GLOBO	1	18	1,00	0,02	5,06
Foco ahorrador -P	PHILIPS / TWISTER	1	27	1,00	0,03	7,59
Foco ahorrador -P	NEWSTAR / -	1	85	1,00	0,09	23,89
Foco ahorrador-M	PHILIPS / TWISTER	1	27	2,00	0,05	15,17
Foco ahorrador-M	NEWSTAR / -	1	85	2,00	0,17	47,77
Foco ahorrador-M	PHILIPS / TWISTER	1	27	6,00	0,16	45,52
Total					8,89	2498,72

ANEXO 13

CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN - 2013

<i>Máquina-Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Horas de uso al día (h)</i>	<i>Consumo Diario (kWh)</i>	<i>Consumo Anual teórico (kWh)</i>	<i>Consumo Anual real (kWh)</i>	<i>Participación (%)</i>
Briqueteadora	*	*	1	11000	4	44	12364,00	2612,54	60,77
Mezcladora	*	*	1	7600	3	22,8	6406,80	1353,77	31,49
Molino martillo loco	*	*	1	5600	1	5,6	1573,60	332,51	7,73
Total							20344,40	4298,82	100,00

ANEXO 14

CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO - 2013

<i>Equipo</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Horas de uso al día (h)</i>	<i>Consumo Enero (kWh)</i>	<i>Consumo Febrero (kWh)</i>	<i>Consumo Marzo (kWh)</i>	<i>Consumo Periódico Total Real (kWh)</i>
Amoladora Angular 9 "	BOSCH	GWS 24 -230 PROFESSIONAL	1	2400	1,0	62,4	57,6	57,6	177,6
Amoladora Angular 5 "	BOSCH	GWS 14-125 CI PROFESSIONAL	1	1400	0,5	18,2	16,8	16,8	51,8
Amoladora Banco Pequeño	MACHINTEG	TDS 160	1	760	0,5	9,88	9,12	9,12	28,12
Amoladora Banco Mediano	ASEVER	E-1000	1	900	0,5	11,7	10,8	10,8	33,3
Taladro Percutor 1/2 " (13 mm)	DEWALT	DW502- B2	1	600	0,1	1,56	1,44	1,44	4,44
Taladro de Banco 16 mm	DOMOTEC	-	1	450	4,0	46,8	43,2	43,2	133,2
Tronzadora 14"	BOSCH	GCO 2000	1	2000	0,3	15,6	14,4	14,4	44,4
Soldadora	SAFARI	BX1-200c	1	4400	1,0	114,4	105,6	105,6	325,6
Total						280,54	258,96	258,96	798,46

ANEXO 15

FOTOGRAFIAS



Crianza de pollos



Sistema de Calentamiento de Agua



Crianza de Codornices



Crianza de Cerdos



Sistemas de calefacción



Crianza de Pavos



Molino de martillo



Briquetas



Camión ligero azul



Camión grande



Briqueteadora

