

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LICENCIATURA EN GESTIÓN AMBIENTAL CON ÉNFASIS EN
TECNOLOGÍAS LIMPIAS

**Plan de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto
Invernadero para alcanzar la Carbono Neutralidad,
Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.**

Trabajo de graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional para optar al grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con Énfasis en Tecnologías Limpias.

ERICK HUMBERTO MOLINA VARGAS

Heredia, Costa Rica

Mayo, 2018

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Gestión Ambiental con Énfasis en Tecnologías Limpias.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

.....

M.Sc. José P. Sibaja Brenes

Representante Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

.....

M.Sc. Igor Zúñiga Garita

Representante Directora de la Escuela
de Ciencias Ambientales

.....

M.Sc. Rodolfo Alvarado Rojas

Director del trabajo

.....

M.Sc. José Félix Rojas Marín

Lector del trabajo

.....

Lic. Luis H. Hernández Herrera

Lector del trabajo

.....

Bach. Erick Molina Vargas

Postulante

Resumen

Plan de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para alcanzar la Carbono Neutralidad, Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

El cambio climático es un problema que incluye a toda la población y las organizaciones a nivel mundial. La huella de carbono define un proceso transparente de medición de emisiones de gases de efecto invernadero que permite conocer los kgCO_{2e} resultantes, a su vez busca la forma de reducirlas y compensarlas.

A nivel internacional y nacional se han adquirido compromisos para contrarrestar las emisiones de GEI y mejorar las condiciones socio ambientales. A raíz de esto, muchas organizaciones (públicas o privadas) miran hacia la cuantificación de sus emisiones de gases de efecto invernadero, considerando los beneficios ambientales, sociales y económicos que conlleva ser carbono neutro.

El plan de gestión incluye el GHG Protocol y la INTE B5:2016 como metodologías existentes que establecen el proceso para conocer la huella de carbono, buscando la reducción de las emisiones, utilizando las tecnologías limpias y realizando la compensación mediante los mecanismos establecidos.

La cuantificación de la huella de carbono para el 2015 en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., presentó como resultado una emisión de 7 749.43 tCO_{2e}. El gas licuado de petróleo representó el mayor aporte de emisiones de GEI con un 86,6%, seguido del gas refrigerante R407c con un 5,85% y la energía eléctrica con un 3,03%; con una incertidumbre total de 2,37%.

En la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. se reducen 10.6 tCO_{2e} mediante la implementación de sistemas fotovoltaicos en la fuente de energía eléctrica, obteniendo la compensación mediante la unidad costarricense de compensación (UCC), se logra una huella de carbono de cero y esto significa la obtención de la certificación carbono neutral.

Dedicatoria

A Dios por ser parte de ese sentimiento de satisfacción y que brinda la serenidad en cada momento de esta etapa que esta próxima a culminar.

Dedico este proyecto a mis padres, Zaida y Hugo por el apoyo que me han brindado y les agradezco por cada uno de los valores que me inculcaron.

A mis hermanos, Juan Carlos y Kevin por el apoyo incondicional que me brindaron.

A mis amigos y familiares quienes fueron de gran apoyo durante el tiempo que estuve realizando este proyecto.

A los sinodales quienes me brindaron su dedicación y esfuerzo para concluir esta etapa.

A todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo; para ellos es esta dedicatoria.

Agradecimiento

A mis padres quienes me inculcaron valores y apoyaron en este proceso.

Al MSc. Rodolfo Alvarado Rojas tutor del proyecto, por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto, aportando su conocimiento y experiencia.

Al Lic. Luis Hernández Herrera y Lic. José Félix Rojas Marín por su apoyo, dedicación y profesionalismo.

A la Ing. Sara Moreno y el Lic. José Arce por su dedicación y aporte en el desarrollo del presente trabajo.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que me encantaría agradecer su apoyo y compañía. Algunos están aquí y otros en mis recuerdos, sin importar en donde estén quiero agradecerles por formar parte de mi vida y por lo que me han brindado.

Para ellos: Muchas Gracias y que Dios los bendiga.

Tabla de contenidos

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN	3
3.	PROBLEMA	8
4.	OBJETIVOS	10
4.1.	OBJETIVO GENERAL	10
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
5.	MARCO TEÓRICO.....	11
5.1.	CAMBIO CLIMÁTICO	11
5.2.	SITUACIÓN DE COSTA RICA.....	12
5.3.	HUELLA DE CARBONO.....	14
5.4.	CARBONO NEUTRALIDAD	14
5.5.	METODOLOGÍAS Y NORMAS PARA LA C-NEUTRALIDAD.....	15
5.6.	TECNOLOGÍAS MÁS LIMPIAS	18
6.	MARCO METODOLÓGICO	21
6.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	21
6.2.	TIPO DE ESTUDIO	21
6.3.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO.....	22
6.4.	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	22
7.	RESULTADOS.....	31
I FASE: ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO		
INVERNADERO		31
7.1.	GENERALIDADES DE LA ORGANIZACIÓN	31
7.2.	INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	33
II FASE. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA GESTIONAR LAS EMISIONES DE		
GASES DE EFECTO INVERNADERO		60
7.3.	PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	60
7.4.	NUEVOS DOCUMENTOS.....	70
III FASE. ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA, FINANCIERA Y AMBIENTAL DE TECNOLOGÍAS		
MÁS LIMPIAS.....		72
7.5.	DEFINICIÓN DE META DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	72
7.6.	ESTUDIO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS	72
7.7.	ANÁLISIS TÉCNICO, FINANCIERO Y AMBIENTAL DE LAS TECNOLOGÍAS LIMPIAS	75
7.8.	ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS.....	77
IV FASE. ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO		
INVERNADERO PARA LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A.		78
7.9.	COMPROMISO DE LA ORGANIZACIÓN.....	78
7.10.	PROGRAMA DE REDUCCIÓN.....	78
7.11.	PROGRAMA DE COMPENSACIÓN.....	84
7.12.	LOGRO DE LA C-NEUTRALIDAD.....	86
7.13.	TALLER DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	87
8.	CONCLUSIONES.....	88
9.	RECOMENDACIONES	90
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
11.	ANEXOS.....	97

Lista de cuadros

CUADRO 1. EMISIONES DE GEI EN LOS AÑOS 2000, 2005, 2010 Y PROYECCIÓN PARA EL 2021.	13
CUADRO 2. PRINCIPALES METODOLOGÍAS USADAS INTERNACIONALMENTE PARA MEDIR LAS EMISIONES DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO.	16
CUADRO 3. CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE GEI Y SU RESPECTIVO ALCANCE DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL AÑO 2015.	24
CUADRO 4. FUENTES DE EMISIÓN CON SU RESPECTIVO GAS DE EMISIÓN Y ALCANCE DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO, DCR S.A. EN EL 2015.	34
CUADRO 5. MACROPROCESOS CON LAS RESPECTIVAS FUENTES DE EMISIÓN DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	35
CUADRO 6. CATEGORIZACIÓN DE LAS FUENTES DE EMISIÓN DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	47
CUADRO 7. POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL POR UTILIZAR EN EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	52
CUADRO 8. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	53
CUADRO 9. DATOS DE ACTIVIDAD SELECCIONADO, PARA CADA FUENTE IDENTIFICADA EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	54
CUADRO 10. RESPONSABLES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CARBONO NEUTRALIDAD DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A.	63
CUADRO 11. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DEL INVENTARIO DE GEI DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	65
CUADRO 12. PROCEDIMIENTOS Y DOCUMENTOS QUE BRINDAN RESPUESTA A LOS ASPECTOS DE LA NORMA INTE B5:2016.	68
CUADRO 13. IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	74
CUADRO 14. ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	75
CUADRO 15. ANÁLISIS FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	76
CUADRO 16. ANÁLISIS AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	76
CUADRO 17. ANÁLISIS DE LA TECNOLOGÍA LIMPIA MÁS VIABLE PARA REDUCIR EMISIONES DE GEI EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	77
CUADRO 18. ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DEMOSTRADA PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE KWH EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	80
CUADRO 19. ESTRATEGIA DE COMPENSACIÓN PARA LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	85
CUADRO 20. DEMOSTRACIÓN DE LA C-NEUTRALIDAD PARA LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.	86

Lista de figuras

FIGURA 1. RUTA DE LAS PRINCIPALES POLÍTICAS INTERNACIONALES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO Y EL AMBIENTE.....	4
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2016.....	52
FIGURA 3. COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	56
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS EMISIONES DIRECTAS E INDIRECTAS DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.....	57
FIGURA 5. COMPOSICIÓN DE LAS EMISIONES POR TIPO DE FUENTE EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	58
FIGURA 6. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.....	59
FIGURA 7. REGISTRO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE GEI DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2015.	70
FIGURA 8. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS A LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. EN EL 2017.	87

Lista de anexos

ANEXO 1. HOJA DE CÁLCULO DE EMISIONES DE CO _{2e} PARA LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. 2016.	97
ANEXO 2. HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y CONSUMO MENSUAL PARA EL GAS LICUADO DE PETROLERO Y DIÉSEL DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. 2016.	97
ANEXO 3. HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE CONSUMO DE LUBRICANTES DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. 2016.	98
ANEXO 4. HERRAMIENTA DE CÁLCULO DE EMISIONES POR VIAJES DE AVIÓN DE LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. 2016.	98
ANEXO 5. HERRAMIENTA DE CÁLCULO UTILIZADA POR ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (OACI).....	99
ANEXO 6. CÁLCULO DE REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO EN LA COMPAÑÍA DE GALLETAS POZUELO DCR, S.A. 2016.	99

1. Introducción

El cambio climático (CC) es un tema reconocido y de importancia a nivel mundial, este pasó de ser un asunto de los grupos ecologistas a convertirse en un punto central de las agendas empresariales a nivel local e internacional. Es por ello que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define el CC como un cambio del clima atribuible a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera terrestre. Este cambio ha derivado en un calentamiento global que se conoce como efecto invernadero y se percibe como una acumulación de gases atrapados en la atmósfera. Según Arguedas (2012), las emisiones de GEI han aumentado en un 70% con respecto a la era preindustrial. Este comportamiento ha provocado una serie de amenazas ambientales, sociales y económicas.

Dichas amenazas son parte importante y una de las razones para que a nivel internacional se desarrollen diferentes cumbres y conferencias para tratar el tema de calentamiento global. Producto de dichas “reuniones” se han elaborado nuevas estrategias para mitigar la contaminación provocada, por ejemplo, el Protocolo de Kioto propone una serie de acciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los países firmantes (CEPAL, s.f.).

En Costa Rica, se ratificó la Convención Marco de Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, esto dio paso para que el país se planteará ser carbono neutral para el 2021 y también para que realice las primeras propuestas para mitigar y adaptar el cambio climático. Estas propuestas se plasman en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) del 2009 (MINAET, 2009).

Surge de la ENCC la Dirección de Cambio Climático (DCC), la norma INTE B5:2016 y el Programa País Carbono Neutralidad en donde se oficializan los procesos relacionados con los inventarios de GEI y la aplicación de la norma citada anteriormente (DCC. s.f.).

Como consecuencia muchas entidades (públicas o privadas) han apuntado a contabilizar, reducir y compensar sus emisiones, considerando esta situación para

obtener beneficios como incrementar su competitividad en los mercados. Así cada entidad cuantifica los GEI emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Mondéjar *et al*, 2011).

Luego se puede iniciar un proceso para ser carbono neutro, esto involucra reducir las emisiones y compensar las emisiones restantes. Para ello se busca realizar planes de gestión para la C-neutralidad como insumo base para definir acciones con el fin de gestionar las emisiones de GEI (INTECO, 2011).

En Costa Rica ya existen entidades que han alcanzado el galardón de ser carbono neutro y otras emprenden acciones en miras de obtener esta certificación a futuro. La Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., es una de ellas, esta organización posee dentro de sus metas reducir las emisiones de GEI al 2020, por lo que se necesita emprender acciones para lograr el objetivo. La corporación no posee un procedimiento concreto para realizar acciones enfocadas en reducir las emisiones, por lo tanto, el objetivo de este proyecto es elaborar un Plan de Gestión de Emisiones de GEI para alcanzar la C-Neutralidad en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Como parte del proyecto se busca una forma de innovación y mejora del desempeño ambiental mediante la introducción de tecnologías limpias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

2. Justificación

El calentamiento global es un problema que atañe a todos, en él confluyen responsabilidades de todos y cada uno de los habitantes del planeta; el problema se acrecienta, ya que genera en las actividades los gases de efecto invernadero (GEI) que afectan, absorbiendo la radiación infrarroja y atrapando el calor dentro del sistema de la troposfera terrestre (Valderrama, Espíndola, Quezada, 2011).

Dados estos problemas ambientales, muchas naciones han tomado medidas de mitigación para reducir el impacto ambiental que producen sus actividades; Costa Rica se ha propuesto limitar sus emisiones de GEI al 2021 y en los siguientes años buscar una des carbonización de la economía con el fin de reducir las emisiones.

A nivel internacional, existen organizaciones que investigan y brindan informes detallados sobre la situación del calentamiento global, dentro de estos organismos se encuentran: La secretaria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa ONU Medio Ambiente (PNUMA), El Banco Mundial, La Agencia Internacional de la Energía y Cambio Climático (IEA), El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), La Organización Meteorológica Mundial (OMM), Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), Organización Mundial de Salud (OMS), Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). A nivel de Costa Rica las organizaciones más relevantes son: la Dirección de Cambio Climático (DCC), el Programa de Bandera Azul Ecológica (PBAE) y el Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

La comunidad internacional ha desarrollado políticas conforme pasan los años, éstas han sido la base para desplegar cambios a nivel mundial. Estos cambios (los más importantes) se evidencian en las diferentes declaraciones, convenciones y protocolos desarrollados por los países participantes (Figura 1).

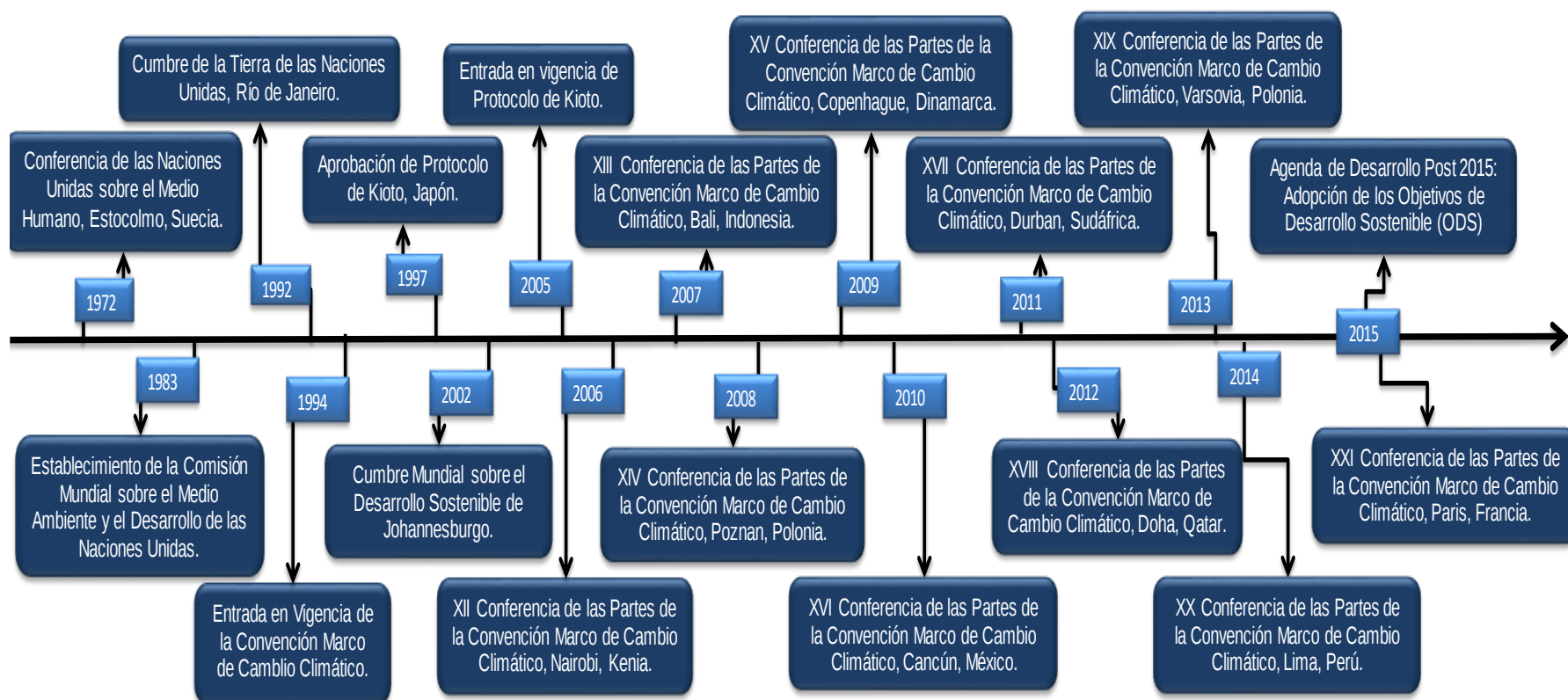


Figura 1. Ruta de las principales políticas internacionales sobre cambio climático y el ambiente.

Fuente: Elaboración con datos de la Dirección de Cambio Climático (2014).

Las diferentes “reuniones” que se han realizado a nivel mundial (Figura 1) presentan la línea de acción que se maneja sobre los principales acuerdos con respecto al ambiente y el cambio climático. El Protocolo de Kioto inicio el camino en la búsqueda de la reducción de las emisiones de GEI. Dicho protocolo estuvo vigente hasta el 2012, por lo cual desde la XIII Conferencia de las Partes celebrada en Bali se ha estado trabajando en lograr un acuerdo internacional que fijara un marco que sustituyera al Protocolo de Kioto. En la XV Conferencia de las Partes, tras dos años de negociaciones se llegó, a un acuerdo ambicioso con expectativas de reducción de alto nivel, resultando en una valoración negativa en este punto, sin embargo, como efecto positivo se destaca la necesidad de limitar el incremento de la temperatura global. En la COP19 y 20 se redactaron documentos de borrador del acuerdo universal de cara a la COP21. Estos documentos fueron la base para alcanzar un acuerdo global (Acuerdo de París) para la reducción de emisiones en miras del 2020 y años posteriores (Energía y Sociedad. s.f.).

Costa Rica ratificó la Convención Marco de Cambio Climático mediante la firma voluntaria de este convenio en 1994; luego se creó el Protocolo de Kioto, en 1997, que se ratificó en el 2005 mediante la Ley No. 8 219. El país al ratificar estos acuerdos, se plantea realizar acciones para mitigar y adaptar el cambio climático al territorio. Por ello que las primeras propuestas de reducir las emisiones de GEI al 2021 nacen por la iniciativa “Paz con la Naturaleza” en el 2006, por el compromiso nacional en el Plan Nacional de Desarrollo del 2007-2010 y el Acuerdo del Consejo de Gobierno del 1º. de agosto del 2007. Posteriormente, en el Plan Nacional de Desarrollo del 2010-2014, en donde las propuestas son plasmadas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) del 2009. Ésta se enfoca en desarrollar acciones concretas, buscar la participación y apropiación de los diferentes sectores y actores del país para el logro de ella (MINAET. 2009).

De la estrategia se deriva: la creación en el 2009 de la Dirección de Cambio Climático (DCC), luego surge en el 2011 la norma nacional para demostrar la C-neutralidad (actualmente conocida como la INTE B5:2016), la cual busca hacer transparencia en la gestión de reducción de emisiones, un año después surge el Programa País Carbono Neutralidad mediante el Acuerdo-36-2012–MINAET en donde se oficializó los

procesos relacionados con los inventarios de GEI y con la aplicación de la norma citada anteriormente; además, este programa refuerza la propuesta de ser carbono neutral al 2021 (DCC. s.f.).

Actualmente, la Ley Marco de Cambio Climático Expediente N° 18 860 establece un marco operativo para desarrollar políticas públicas de mitigación y adaptación al calentamiento global; aquí se debe regular la planificación, ejecución y control de actividades para la gestión integrada de la mitigación y adaptación al cambio climático. Seguidamente, en la vigésima primera Conferencia de las Partes (COP 21) 195 países aprobaron en París el primer acuerdo universal sobre el clima. Para Costa Rica este acuerdo es de suma importancia ya que refuerza las acciones que se desarrollan en el país (por ejemplo: la Ley Marco de Cambio Climático). En este acuerdo se busca un equilibrio justo entre la ambición, la solidaridad y la participación de los países firmantes. Se busca fortificar los esfuerzos internacionales ante las amenazas del cambio climático y se fija una meta de limitar la temperatura promedio por debajo de los 2 °C y limitarla a 1.5 °C con respecto a los promedios de la era preindustrial (Ambientico. 2016).

Los esfuerzos de Costa Rica se enfocan en sectores como el transporte, energía, agricultura, ganadería, forestal y residuos. Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (INDCs, por sus siglas en inglés) señala un compromiso en reducir las emisiones al 2030, teniendo el 2021 como un punto de inflexión. Son muchos los compromisos adquiridos, sin embargo, Costa Rica fortalecerá sus acciones en mitigación de GEI alineado a lo necesario según lo indique la comunidad científica. En adaptación se promociona el desarrollo verde e inclusivo bajo en emisiones. En estas acciones se busca aumentar la resiliencia de la población ante los impactos del calentamiento global y robustecer a los diferentes sectores con medidas para un desarrollo bajo en emisiones. Basados en estas acciones lograremos apropiarnos del Acuerdo de París y cumplir con los acuerdos ante las Naciones Unidas; además de proponer soluciones integrales en donde se gesten beneficios para la población costarricense (Gutiérrez Espeleta, E. 2016).

A nivel industrial, las organizaciones han emprendido acciones para dar su aporte y obtener beneficios. De esta manera, la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., establece, dentro de sus metas ambientales, un apartado para la reducción de emisiones de GEI. En éste se establece una reducción del 33% de las emisiones al 2020, el dato es establecido por el Grupo Nutresa del cual la compañía es subsidiaria (Grupo Nutresa, 2012).

Con este proyecto, la compañía podrá tener control sobre sus emisiones de GEI, sobre los mecanismos de reducción y compensación que se realicen, además de la aplicación de nuevas tecnologías amigables con el ambiente. Esto les permitiría obtener beneficios sociales, ambientales, económicos y ventajas a nivel del mercado nacional e internacional (mayores ventas, prestigio, mejora de imagen, entre otras).

El beneficiado indirecto con este trabajo es la articulación de los diferentes sistemas de gestión que la compañía trabaja desde el 2007 (calidad, inocuidad de los alimentos, ambiental, seguridad y salud ocupacional, control y seguridad comercial, riesgos). Se pretende contar con un sistema de gestión integrado y por ello se trabaja en cumplir con los requisitos indicados en cada norma, además de mejorar la cadena de realización de producto y los procesos de apoyo; por ejemplo: disminuir el consumo del recurso energético, utilizar el gas licuado de petróleo, entre otros. Estas mejoras en los procesos pueden dar un aporte importante para reducir las emisiones de GEI que posee la compañía.

El beneficiado directo con la realización de este trabajo es la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., porque busca obtener una certificación de carbono neutralidad en un mediano a largo plazo, e indirectamente estarían contribuyendo a reducir las emisiones que son parte de la meta país. La aplicación de tecnologías limpias para reducir emisiones le da un aspecto novedoso al proyecto y, por lo tanto, ayudaría a mejorar el desempeño ambiental de la organización.

3. Problema

La participación de las instituciones en la sociedad juega un rol fundamental en la búsqueda del bien común. Esto involucra un empoderamiento responsable sobre una gestión adecuada de su huella de carbono, como una acción intencional de fortalecer la visión y la misión de la empresa. La comprensión de una actitud responsable involucra el discernir sobre las acciones en un plano de normativas formales e informales. Si bien no existe una ley formal que exija la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), existe un consenso global sobre la necesidad de tomar acciones concretas para mitigarlos y reducirlos; por ejemplo el protocolo de Kioto que promueve reducir los GEI mediante objetivos obligatorios, la cuantificación de éstos y reducción para los países firmantes (MINAET, 2009).

El país se ha propuesto llegar a cero emisiones para el 2021 por medio de un compromiso nacional en el plan nacional de desarrollo, la iniciativa presidencial “Paz con la Naturaleza” y un acuerdo del consejo de gobierno que establecen el marco de acciones concretas del estado para la intervención ante el cambio climático. Para alcanzar esta meta se necesita la ayuda de todo el sector privado y el público, con el propósito de avanzar, se convoca a la empresa privada para que aporte su granito de arena, realizando la gestión de su huella de carbono (Calderón, Ureña. s.f.).

Este compromiso y las acciones estratégicas concretas se ven plasmadas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC); ésta nace en el 2011 como una herramienta para responder a la problemática global. La ENCC permite agilizar la toma de decisiones, definir prioridades y determinar mecanismos de monitoreo para legitimar la meta propuesta, además posee una fuerte participación de los diferentes actores y sectores de la sociedad (MINAET, 2009).

Costa Rica posee muchas organizaciones, las cuales han ido desarrollando voluntariamente sistemas para reducir las emisiones de GEI. Por este motivo se propuso la confección de una norma cuyo objetivo es el de normalizar un Sistema de Gestión para demostrar la C-Neutralidad, garantizando así la confianza en que las declaraciones de carbono neutro son válidas y reconocidas por el estado, además de subsanar de un método con este tipo de reconocimiento.

La Norma INTE B5:2016 se realizó mediante la participación de comités técnicos y el público, fue aprobado por la Comisión Nacional de Normalización del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) en el 2017.

El objetivo de esta norma es la “transparencia en la gestión de reducción de emisiones, contribuyen con el objetivo de Costa Rica para lograr la C-neutralidad como país y avanzar hacia un modelo de desarrollo bajo en emisiones”, además existe dentro del Programa País la marca C-Neutral que brinda el estado, los diferentes mercados de carbono y los mecanismos de desarrollo limpio para hacer frente a la meta planteada (DCC. s.f.).

Al conocer la situación actual, ¿Estarán las empresas privadas realizando acciones para minimizar sus emisiones?, ¿Existe apoyo del sector público y privado para trabajar el tema de cambio climático?, ¿Los sistemas de gestión enfocados a la carbono neutralidad verdaderamente ayudan a realizar un cambio?, ¿Las tecnologías limpias ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero?, ¿Se podrían integrar los diferentes sistemas de gestión con el tema de cambio climático?

La compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. es subsidiaria del Grupo Nutresa, por lo cual debe acatar las directrices brindadas por este grupo el cual establece objetivos y metas ambientales para mitigar y prevenir los impactos al ambiente (Grupo Nutresa. 2012).

Por ello, se necesita contar con un plan de gestión de emisiones de GEI, el cual le permita identificar sus emisiones, realizar las reducciones y las compensaciones respectivas, además de aplicar tecnologías limpias para cumplir con lo que se ha mencionado anteriormente. A futuro, podrá optarse por una certificación de carbono neutral y ayudar a la meta del país en ser carbono neutral para el 2021.

Por lo tanto, no se cuenta con un plan de gestión de emisiones de GEI y no se presentan acciones concretas para ser carbono neutro en un mediano a largo plazo.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de un Plan de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el marco de la certificación C-Neutral para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., para implementar la estrategia de desarrollo sostenible.

4.2. Objetivos específicos

- Realizar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la compañía que funcione como línea base para obtener la huella de carbono.
- Elaborar procedimientos, registros e instructivos de gestión de la información que ayuden a gestionar los gases de efecto invernadero.
- Evaluar la viabilidad de implementar diferentes tecnologías limpias como medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Plasmar un plan de gestión de emisiones de gases de efecto invernadero acorde con las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. con el fin de reforzar la estrategia de desarrollo sostenible.

5. Marco teórico

5.1. Cambio climático

El cambio climático se ha reconocido (por muchas organizaciones y expertos) como uno de los mayores retos a los cuales se enfrentan las naciones, las industrias, los gobiernos y principalmente las poblaciones del mundo. Es de vital importancia entender que aunque sus causas se presentan de forma distinta en cada país, sus consecuencias son globales y acumulativas. Este escenario supone una alteración del equilibrio en el ambiente y, aunque no se conocen con exactitud sus consecuencias, los científicos aseguran que pueden originar cambios en el uso de los recursos, en la producción y las actividades económicas (MINAET. 2009).

El cambio climático se entenderá en este trabajo según lo indica la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992) en su artículo 1, párrafo 2 como: *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”*.

Uno de los factores que se atribuyen al cambio del clima está dado por el incremento en la temperatura de la superficie terrestre. Este incremento está inmerso dentro del fenómeno natural llamado efecto invernadero el cual se produce cuando la energía proveniente del sol llega a la atmósfera en forma de luz visible y es retenida por gases como el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (NO_2). Aquí cerca del 30% de la radiación se dispersa, el restante 70% atraviesa la atmósfera con el objetivo de calentar el planeta. Una proporción de esta radiación es capturada por los gases de efecto invernadero (GEI) presentes en la atmósfera y estos gases son los responsables del calentamiento del planeta (MINAET. 2009).

Los GEI según Sánchez Calderón (2012) son compuestos gaseosos (naturales o antropogénicas) que absorben y emiten radiación. En el Protocolo de Kioto se definen los gases de GEI generados que provocan un mayor calentamiento; los cuales son: hexafluoruro de azufre (SF_6), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), óxido nitroso (NO_2), metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Todos estos son impulsores del calentamiento global y se generan mayoritariamente en actividades

antropogénicas como lo son el sector agrícola (junto a la deforestación), la ganadería, la producción de energía, utilizando combustibles fósiles, el transporte y el sector industrial.

Por lo tanto, el sector industrial se encuentra inmerso en el cambio del clima debido a las constantes emisiones de GEI que generan sus actividades. Para contrarrestarlas Mondéjar *et al.* (2011) indica que se han desarrollado políticas nacionales e internacionales que han estimulado la creación de nuevos mecanismos para afrontar el cambio climático.

Estos mecanismos han dado paso para aplicar nuevas herramientas de estimación de emisiones y evaluar la sostenibilidad de una organización, proyecto o región geográfica, dando una perspectiva integral para hacer frente al cambio del clima. Mondéjar *et al.* (2011) indica que las herramientas hacen una evaluación del impacto de las emisiones de GEI a la atmósfera y destaca las siguientes: Análisis de Ciclo de Vida, Huella Ecológica, Huella de producto y Huella de Carbono. Con respecto al cambio climático y la industria, la huella de carbono es la herramienta que más se ha utilizado para gestionar las emisiones de una organización, por tanto, el plan se enfoca gestionar la huella de carbono de la compañía.

5.2. Situación de Costa Rica

El gobierno de la república adquirió en el 2007 el compromiso de ser carbono neutral al 2021. Para esto está planteando la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) como un modelo eco competitivo, bajo en emisiones y resiliente al calentamiento global. Esta estrategia posee varios ejes de acción, uno de ellos se enfoca en la mitigación del cambio climático, este busca evitar la generación de emisiones expresadas en CO_{2e} y adoptar una visión que concuerde con la estrategia de competitividad nacional.

Derivada de esta estrategia se ha creado herramientas e instituciones como la Dirección de Cambio Climático (DCC) en el 2010 con el fin de coordinar acciones en el tema de CC, la norma INTE B5:2016 cuyo objetivo es la transparencia en la gestión de la carbono neutralidad y el Programa País para oficializar los procesos relacionados con el reporte de inventarios de GEI y la aplicación de la norma citada (DCC. s.f.).

La ENCC indica que para el sector industria las opciones de mitigación se orientan por la eficiencia energética y la implantación de procesos más amigables al ambiente que permitan reducir emisiones, además se estimula a las empresas para que se certifiquen carbono neutro con el fin de desarrollar un sector más competitivo a nivel nacional e internacional y ayudar a la meta país del 2021 (MINAET. 2009).

Además existe el Programa ACCIÓN Clima-Desarrollo Bajo en Emisiones, el cual mediante la DCC busca ejecutar estrategias de reducción de emisiones así como fortalecer las capacidades de Costa Rica. Específicamente, en el sector privado, el programa promueve el uso de tecnologías más eficientes energéticamente y más amigables climáticamente para reducir emisiones. Por lo tanto, los programas de reducción de emisiones en las industrias pueden aliarse con el programa citado para promover nuevas tecnologías y reducir emisiones (Arauz. 2014).

Según el Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2014) y según el último inventario de GEI publicado en el 2012 la mayor fuente de emisiones la constituye el sector energético con un 50% del total. La segunda mayor fuente está dada por el sector agropecuario en donde se generan gases de metano y óxido nitroso principalmente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Emisiones de GEI en los años 2000, 2005, 2010 y proyección para el 2021.

Fuente de emisión	Emisiones de GEI expresadas en CO ₂ e (Gg)			
	2000	2005	2010	2021
Energía	4 805.6	5 688.6	7 081.2	12 836.0
Agricultura	4 608.6	4 603.9	4 782.4	5 499.0
Desechos	1 236.9	1 320.9	1 378.2	2 025.0
Procesos Industriales	449.8	672.5	802.7	1 273.0
Total de emisiones	11 100.9	12 285.9	14 044.5	21 633.0
Cambio en el uso de la tierra	-3 160.5	-3 506.7	-5 255.1	-2 988.0
Total	7 940.4	8 779.2	8 789.4	18 645.0

Fuente: Programa Estado de la Nación (2014).

De acuerdo con la proyección de las emisiones del sector industrial, se observa un aumento para el 2021 de 470.3 Cg CO_{2e} con respecto al 2010. Por ello, es importante que las industrias realicen acciones para contrarrestar este panorama, midan su huella de carbono y hagan cambios en los procesos productivos con el fin de reducir las emisiones. En este sentido las herramientas mencionadas anteriormente son un paso muy importante para que las industrias midan su huella de carbono, procedan a reducir sus emisiones y, luego, compensen las restantes. Por lo tanto, la aplicación de estas herramientas en la investigación permite brindar una ruta para gestionar las emisiones de la compañía.

5.3. Huella de carbono

La cuantificación del impacto de todas las emisiones producidas por las actividades que se realizan en el ambiente se le denomina huella de carbono. Schneider y Samaniego (2009) indican que se considera una de las herramientas más importantes para cuantificar, reducir y compensar las emisiones de GEI por efecto directo e indirecto de un individuo, organización, país o región.

El concepto de huella de carbono se entenderá en este trabajo como lo indica García Sardina (2013): “La medida del impacto que nuestras actividades tienen en el medio ambiente, especialmente en el cambio climático” esto indica que para medir el impacto, deben cuantificarse las emisiones de GEI por medio de un inventario de emisiones directas e indirectas. El resultado de la cuantificación se reporta en kilogramos o toneladas de CO_{2e}, esto para expresar las emisiones de distintos gases de GEI en una unidad común.

Los inventarios de emisiones son una herramienta indispensable en la industria, ya que permite conocer la cantidad de emisiones generadas en sus procesos para luego poder atacar esos procesos y reducir las emisiones de GEI.

5.4. Carbono neutralidad

El concepto de carbono neutralidad se define como un proceso o práctica transparente de medición de las emisiones con el objetivo de balancear los equivalentes de dióxido de carbono, con prácticas de reducción y compensación (INTECO, 2011).

Según Vega (2012) el estado de neutralidad se logra por medio del siguiente procedimiento:

Se desarrolla la siguiente formula: $e - r - c = 0$.

- **Emisiones (e)**: se cuantifican las emisiones de GEI para cada fuente de la organización, luego se verifica esta cuantificación por un ente externo y el resultado es un inventario de gases de efecto invernadero medido en ton CO_{2e}/año.
- **Reducción (r)**: se implementan medidas de reducción de emisiones de GEI mediante planes aplicados a la cadena de valor.
- **Neutralización (c)**: al remanente de emisiones se le compensa mediante bonos de carbono.

Para alcanzar la C-neutralidad se pueden desarrollar e implementar un plan de gestión el cual según INTECO (2011) es un instrumento para alcanzar los objetivos y metas planteadas.

Este plan brinda la ruta a seguir para gestionar las emisiones de una organización mediante la designación de responsables, los medios y el cronograma respectivo con el fin de alcanzar los objetivos de C-neutralidad.

Realizado este proceso se puede optar por la certificación de carbono neutral mediante las instituciones acreditadas para tal fin. No obstante, el establecimiento de inventarios de emisiones de GEI y los planes de gestión son base para demostrar la C-neutralidad, éstos representan los inicios de una ruta que avanza y toma fuerza en las organizaciones y especialmente en la industria (Guerra, 2007).

5.5. Metodologías y normas para la C-neutralidad

Muchas organizaciones a nivel internacional y nacional se han planteado el reto de elaborar normas, metodologías y guías para determinar la huella de carbono; las cuales, además, faciliten la verificación del procedimiento seguido y los resultados obtenidos, para acceder posteriormente a una certificación.

En los últimos años, estas metodologías han avanzado hacia una mayor armonización, buscan más similitudes que diferencias y, por ello, son las más utilizadas. En ese

sentido, Frohmann *et al*, (2012) indica que las metodologías más utilizadas son el GHG Protocol, la ISO 14064 y la PAS 2050 (Cuadro 2). Con respecto a las metodologías desarrolladas por países u organizaciones específicas, éstas utilizan alguna de las metodologías internacionales como base e incorporan diferentes aspectos, tal es el caso de la norma INTE B5:2016 para demostrar la C-neutralidad en Costa Rica.

Cuadro 2. Principales metodologías usadas internacionalmente para medir las emisiones de los gases de efecto invernadero.

Organización	Nombre	Enfocado en	Año publicación	Especificación agro/alimentos
Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable	GHG Protocol Corporativo	Empresa	2001	Guía para el sector agrícola
	GHG Protocol Cadena de Valor	Empresa	2011	Guía para el sector agrícola (2013)
	GHG Protocol Ciclo de vida	Producto	2011	
Instituto Británico de Normalización y Carbon Trust	PAS 2050	Producto	2008	PAS 2050-1 para productos hortícolas (publicada en 2012) PAS 2050-2 para productos acuícolas (2012)
	PAS 2060	Empresa	2010	
Organización Internacional de Normalización	ISO 14064-1	Empresa	2006	
	ISO 14067	Producto	2013	
Agencia del Medioambiente y Gestión de la Energía de Francia (ADEME)	Bilan Carbone	Empresa	2004	
	BP X30-323	Producto	2009	Grupo de alimentos y Agri BALYSE (base de datos para el sector)

Fuente: Modificado a partir de Frohmann *et al*. (2012)

La información presentada (Cuadro 2) evidencia las metodologías que a nivel internacional se usan para cuantificar y reportar la huella de carbono, algunas se enfocan a empresas u otras a los productos. Cada metodología posee características diferentes, las cuales van a dar ventajas o desventajas para su aplicación.

Por esto, para esta investigación se utilizará para elaborar el inventario de emisiones de GEI el Protocolo de GEI (GHG Protocol) y para realizar la documentación necesaria, además del plan de gestión se utilizará la norma INTE B5:2016.

El Protocolo de GEI se desarrolló en el 2001 por el Instituto de Recursos Mundiales y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable. Este protocolo se ocupa de la contabilidad y la información de los seis gases de efecto invernadero

contemplados en el Protocolo de Kioto (CO₂, SF₆, CH₄, N₂O, HFC, PFC). Además, ayuda a las empresas y otras organizaciones a identificar, calcular e informar las emisiones de GEI de sus actividades. Está diseñado para establecer el estándar para la contabilidad exacta, completa, coherente, pertinente y transparente e informarlo a la organización (GHG Protocol, 2012).

La metodología por seguir es la siguiente: se define los objetivos del inventario o las metas a las cuales se aspira, posteriormente se define el alcance de la organización y las operaciones, seguidamente se define un año base y se define la tipología de las emisiones consideradas dentro del cálculo (alcance 1, 2 o 3). A continuación se inicia con las siguientes etapas:

- Identificación de fuentes de emisión.
- Selección del método de cálculo.
- Recolección de datos y elección de factores de emisión.
- Aplicación de herramientas de cálculo.
- Estimación de la incertidumbre.
- Envío de datos de emisiones a nivel corporativo.

Luego se realiza la contabilidad de las reducciones de emisiones mediante mejoras en los procesos y las emisiones remanente se compensan (Hidalgo, 2013).

La norma INTE B5:2016 es de carácter privado, pero de utilización por cualquier ente que quiera entrar en un proceso de certificación carbono neutro. Se basa en la ISO 14064 y el GHG Protocol debido a que se busca que los agentes nacionales e internacionales tengan confianza en que las declaraciones de carbono neutro sean válidas y reconocidas.

La metodología para gestionar las emisiones de una organización contiene los siguientes aspectos:

Inicialmente se debe definir un alcance del sistema; además debe asegurar los recursos, funciones y responsabilidades esenciales para gestionar el sistema. Luego se debe realizar la cuantificación de las emisiones; aquí la norma refiere este apartado

a las metodologías internacionales que se consideren sólidas en este aspecto, para este caso será el GHG Protocol.

El siguiente paso es implementar un plan de gestión para lograr las reducciones necesarias y/o remociones de GEI. Una vez que se reduzca la cantidad de emisiones máxima, se procede a realizar la compensación de emisiones mediante los esquemas aceptados por la norma. De esta manera puede completarse la ecuación $e - r - c = 0$. En donde e representa las emisiones totales, r las reducciones y c las compensaciones.

Completado esto, se procede a realizar la declaración de carbono neutro en donde se realiza un informe para verificar y posteriormente certificar el sistema de gestión (INTECO, 2011).

Otro tipo de metodología a nivel nacional para gestionar la C-neutralidad está dada por medio del Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) la cual es una norma voluntaria y de carácter público. Este programa posee la categoría VI (cambio climático) en donde se trabaja sobre mitigación y compensación, esta categoría se destina hacia la responsabilidad ambiental empresarial dentro de un marco de sostenibilidad. Este marco brinda el fomento para combatir el CC, promoviendo la cuantificación, la reducción y la compensación de las emisiones producto de las actividades de la organización (PBAE, 2013).

5.6. Tecnologías más limpias

Actualmente, la utilización eficiente de los recursos es un tema muy importante por diversas razones: entre ellas la competitividad, la imagen y la mejora del desempeño ambiental. En la industria alimentaria es de vital importancia utilizar eficientemente los recursos debido a que son la principal materia prima. Para utilizar los recursos eficientemente se plantean dos opciones, una aplicación de medidas o prácticas ambientales y la otra aplicar tecnologías más limpias.

Las medidas o prácticas ambientales se entenderán como lo indica EURESP (2005), son procedimientos enfocados a reducir el impacto ambiental por medio de cambios en los modos de actuación y en la organización de procesos y/o actividades. Cada

práctica se orienta a reducir el uso de recursos, mejorar la eficiencia de dichos recursos, disminuir la generación de impactos y dar una correcta gestión de los mismos. Sin embargo, las prácticas que caben dentro de esta definición requieren ante todo un cambio en la actitud de las personas y en la cultura organizacional de las operaciones.

Según Arroyave y Garcés (2007) se entenderá como una tecnología limpia al conjunto de conocimiento e información que pueden aplicarse de forma sistemática para el diseño, el desarrollo, la fabricación y la comercialización de productos o servicios orientados tanto a reducir como a evitar la contaminación; modificando el proceso y/o el producto. La incorporación de cambios puede generar beneficios económicos y ambientales, como por ejemplo la reducción de los costos y la reducción de las emisiones generadas.

Las tecnologías limpias se han estudiado desde hace unos años; sin embargo, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2014) indica que actualmente se han desarrollado rápidamente por varios factores que han generado ese impulso: crecimiento de la demanda energética y materias primas, volatilidad en el suministro y precios de materias primas, avances en la tecnología, presiones regulatorias e incentivos de mercado, preocupaciones sociales y los efectos de las emisiones del CO₂.

Así como se desarrollan muy rápido, también una tecnología limpia según Arroyave y Garcés (2007) puede identificarse de varias maneras: cuando permite la reducción de emisiones o descargas de un contaminante, cuando reduce el consumo de energía eléctrica o agua, cuando logra un balance ambiental más limpio.

Los manuales de buenas prácticas ambientales se han implementado en las organizaciones para brindar acciones en pro del ambiente. Dentro de las tecnologías limpias que se han implementado a nivel industrial para mejorar los procesos se encuentran: proyecto de "...aislamiento térmico como oportunidad de conservación de energía" en donde se aplican chaquetas desmontables y reusables a las calderas para obtener ahorros económicos, disminuir riesgos, mejorar condiciones y reducir las emisiones de GEI de la caldera. Proyecto de "cambio de caldera de búnker por caldera

de biomasa-pellets” en donde la caldera de búnker se sustituye por una que consume biomasa (pellets), de esta manera se considera un sistema libre de emisiones de GEI. Proyecto de “cambio de refrigerantes naturales” en donde se cambian los gases refrigerantes tradicionales por gases naturales como el R600a, R1270 u R 290. Estas tecnologías han dado paso para reducir las emisiones de la organización donde fueron implementadas, por lo tanto, el uso de tecnologías limpias es muy importante que se desarrolle dentro de las industrias alimentarias (Arauz, 2014). Posteriormente, dentro del trabajo se realizará un análisis exhaustivo con las ventajas y desventajas de las tecnologías más limpias y otras, según la fuente de emisiones más significativa en la compañía.

6. Marco metodológico

6.1. Enfoque de la investigación

Este estudio se basó en un método de investigación mixto, siendo cualitativo y cuantitativo, dirigido a constituir un plan de carbono neutralidad en la empresa, tomando en cuenta las diferentes variables que interactúan. Este enfoque se define según Hernández *et al*, (2006) como un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema.

El enfoque cualitativo es una estrategia de investigación cuya sistemática se basará en la descripción contextual y recolección de información referente al tema, para su posterior análisis y validación.

El enfoque cuantitativo permite realizar la investigación, basándose en resultados numéricos por medio de la obtención de datos; de manera que en este proyecto se establecerá principalmente la cuantificación de la huella de carbono, la reducción y compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero generados en los procesos de la empresa. Igualmente se presentan datos estadísticos relacionados con el tema de investigación.

6.2. Tipo de estudio

La investigación se basó en dos tipos de estudio, el primero es el descriptivo y el segundo explicativo.

El estudio descriptivo detalla los aspectos investigados por medio de la recolección de datos e información, se basa en la medición y la cuantificación de un panorama de referencia. En este caso va a definir el panorama existente de la huella de carbono que presenta la empresa, además de las diferentes tecnologías limpias viables para ser desarrolladas en la organización.

El estudio explicativo brinda un esclarecimiento del espacio donde ocurren los fenómenos y en qué condiciones se presentan; o por qué dos o más variables están relacionadas. Además, se da un sentido de entendimiento del fenómeno al cual se hace referencia. Por lo tanto, en esta investigación se tratará de dar una explicación

de cómo ocurren las emisiones de GEI y las condiciones que presenta la empresa para poder llegar a ser carbono neutro; además como se relacionan los diferentes sistemas de gestión en la organización y dar una propuesta para hacer frente a este fenómeno.

6.3. Criterios de selección del sitio de estudio

El sitio de estudio es seleccionado por el alcance definido en el inventario de emisiones de GEI, concerniente a los límites organizacionales y operacionales; es decir todos los procesos que se desarrollan dentro de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. ubicada en el distrito de La Uruca, San José, Costa Rica.

El objeto de estudio es seleccionado bajo diferentes criterios de selección los cuales son:

- El compromiso descrito en la política ambiental de la empresa orientada a prevenir, mitigar los impactos ambientales generados y dar un uso racional de los recursos; lo cual se ve reflejado en gran medida por el objeto de estudio.
- El ambiente normativo adoptado por la empresa hace referencia a los requisitos de la norma ISO 14001:2004, respecto al compromiso asumido de mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental en donde existe un apartado para las emisiones de GEI generadas por la compañía.

6.4. Procedimiento metodológico

Para elaborar el proceso metodológico se utilizó como referencia la norma nacional para demostrar la carbono neutralidad INTE B5:2016 y para elaborar el inventario de gases de efecto invernadero se utilizó el Protocolo de Gases Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (WRI).

6.4.1. I Fase. Elaboración del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Para esta etapa se desarrolló el inventario de emisiones de GEI, para cuantificar la totalidad de emisiones de CO₂ equivalente.

Se inició con la **definición del alcance del inventario de GEI y definición del año base**, por medio de una reunión con el encargado de gestión ambiental en donde se determinó el alcance del inventario y el año base. Para el alcance se basó en la definición de los límites organizacionales y operacionales; para el límite organizacional se trabajó con el enfoque de control operacional el cual indica que se contabiliza el 100% de las emisiones de GEI atribuibles a los procesos de la compañía. Para el límite operacional se definió a partir del alcance de las emisiones directas e indirectas para las operaciones que caen dentro del límite organizacional establecido. Con respecto al año base, éste se seleccionó tomando en consideración el año para el cual existe información confiable de las emisiones.

Para el alcance se elaboró un listado de las operaciones y los procesos que generan emisiones de GEI sobre las cuales la compañía ejerce control operacional, luego se determinó las emisiones del proceso. Esto se realizó mediante un cuadro en donde se expone la información indicada y se incluirá el año base seleccionado.

Para obtener la información se utilizó el mapa de procesos de la compañía y se realizó una visita de campo en donde se observaron las emisiones generadas por los procesos, esto se realizó conjuntamente con el departamento de gestión ambiental. Se necesitó tiempo, recursos informáticos y hojas para poder desarrollar la actividad.

Seguidamente se realizó la **identificación y la categorización de las fuentes de emisiones de GEI**, para ello se identificó las emisiones de GEI derivadas de los procesos y seguidamente se categorizaron con base en la categoría de fuente, el tipo de actividad y el alcance. Para identificar las emisiones se utilizó el listado anterior y la categorización se realizó de la siguiente manera (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de las fuentes de emisión de GEI y su respectivo alcance de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el año 2015.

Categoría de Fuentes	Tipos de actividades	Alcance
Combustión Fija	Las que involucran la generación de electricidad, calor o vapor por medio de la combustión de combustibles a nivel interno (dentro de la compañía).	1, 2
Combustión Móvil	Involucran el transporte de materiales, productos, residuos y empleados a nivel externo e interno (dentro de la compañía).	1, 3
Emisiones de Proceso	La mayor parte de estas emisiones resultan de la manufactura o el procesamiento de químicos y materiales a nivel interno (dentro de la compañía).	1, 2
Emisiones Fugitivas	Estas emisiones resultan deliberaciones intencionales o no intencionales a nivel interno y externo, como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos, instalaciones de almacenamiento de GLP, tratamiento de aguas residuales y residuos destinados al relleno sanitario.	1, 3

Para identificar las emisiones se utilizó el listado de la fase anterior, luego se clasificaron con base en el tipo de fuente y el alcance (Cuadro 3). Esto se realizó en un cuadro de categorización de fuentes en donde se puso la información de la fuente de emisión, su tipo y el alcance respectivo.

Para obtener la información, se manejó el listado de la etapa anterior, se trajo de referencia el mapa de procesos de la compañía y se realizó una visita para corroborar las emisiones generadas, este punto se ejecutó con el apoyo del personal del departamento de gestión ambiental. Se necesitó 15 días, computadora y hojas para desarrollar esta actividad.

Luego, se procedió a seleccionar la **metodología de cuantificación**, para ello, la metodología seleccionada se basó en cada fuente identificada en el paso anterior. Esto quiere decir que para cada fuente se seleccionó la metodología más adecuada para la

obtención de las emisiones de GEI. Para ello se creó una lista con la fuente identificada y la metodología pertinente para su evaluación.

Para las fuentes que utilizaron factores de emisiones, se manejaron los datos proporcionados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Para los casos en los cuales no se cuente con información del IMN, se utilizaron los factores proporcionados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

La información necesaria para realizar esta actividad es del cuadro 3 referente a la categorización de fuentes y la lista de fuentes con su respectivo método de cálculo, además del documento de factores de emisión de GEI avalados por el IMN o el documento respectivo del IPCC.

La siguiente actividad se refiere a la **selección y recopilación de datos de actividad de GEI**. Para ello, se buscaron los registros existentes para cada fuente identificada basado en el año de cuantificación seleccionado.

Seguidamente, con el resultado del cuadro 3 con respecto a la categorización de las fuentes, se recopilaron los datos de la siguiente manera: se aplicó entrevistas a los encargados de las fuentes móviles, emisiones de proceso, emisiones fugitivas y emisiones fijas identificadas en el paso anterior para recolectar la información de los datos de actividad. Las emisiones del alcance 1 se recopilaron con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales, gases y procesamiento de sustancias químicas; las del alcance 2 se recogió datos a partir del consumo de electricidad y el alcance 3 se calculó a partir de los datos de actividad de la empresa correspondiente o departamento correspondiente. Con respecto de la obtención de datos de la caldera y de los residuos se procedió de la siguiente manera: para la caldera se utilizó los datos existentes de consumo de recursos y para los residuos solamente se tomaron en cuenta las toneladas o kilogramos de residuos enviados al relleno sanitario correspondiente.

Para realizar esta actividad se utilizaron una hoja de excel, en donde, mediante una tabla se indicará la fuente identificada anteriormente y los datos correspondientes de cada mes, al final de la tabla hay una casilla dedicada a totalizar las emisiones de todos los meses.

Una vez obtenido estos datos, se procedió a realizar el **cálculo de las emisiones del inventario de GEI**, para ello, se utilizó como principal cálculo el método del factor de emisión (FE); el cual consta de recolectar los datos de actividad, dar una suma total, identificar el FE para la fuente y el potencial de calentamiento global (PCG). Luego, se aplicó la siguiente fórmula: $\text{ton CO}_2 \text{ e (fuente)} = \text{total datos de actividad} \times \text{FE} \times \text{PCG}$. De no poder aplicar este método en alguna fuente identificada, se seleccionó el método más adecuado a esa fuente y que produzca resultados coherentes.

Esto aplicó para cada fuente, luego se sumó las tCO₂ equivalente para cada fuente y se obtiene las tCO₂ equivalente total (huella de carbono). Estos cálculos se realizaron en una hoja de excel.

Para realizar esta actividad se necesitaron las fuentes de emisión con sus respectivos datos de actividad, los factores de emisión identificados para el año base y el potencial de calentamiento global respectivo. Toda la información resultante se transmitió en forma de figuras y tablas para su mayor comprensión, además de proporcionar la totalidad de los cálculos realizados. En esta etapa se necesitó el acceso a una computadora con Microsoft office.

En la última etapa se realizó el **cálculo de la incertidumbre**, para ello se utilizaron los siguientes criterios:

- Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) y;
- Certificado de calibración de los instrumentos que generan datos.

Con base en estos criterios, se desarrollaron análisis estadísticos, se necesitaron los datos del inventario de emisiones y los datos de la incertidumbre de los factores de emisión.

Para ello se utilizó una hoja de excel en donde se realizarán los cálculos respectivos; a criterio profesional del investigador se establece un rango óptimo de un 25% - 30% como error máximo para el cálculo de las emisiones. Si el resultado es mayor al porcentaje establecido se considera el material como engañoso y por lo tanto no se acepta.

Resultado esperado de la fase: la elaboración y cuantificación de la huella de carbono de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

6.4.2. II Fase. Elaboración de la documentación para gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero

En esta etapa se desarrolló la documentación necesaria y pertinente para gestionar las fuentes de emisiones identificadas.

Se realizó la documentación de: el registro de métodos utilizados, datos de actividad, procesos, sistemas, supuestos y estimaciones utilizadas para preparar el inventario. Además de los responsables del inventario, calibración de equipos de medición y revisiones técnicas periódicas. La documentación incluye todo lo que los empleados necesitan para preparar y mejorar el inventario de la empresa.

Para ello, se realizaron las siguientes entrevistas no estructuradas:

- Al gerente de calidad integrada con el objetivo de conocer los responsables del inventario, el personal que calibra equipos y los empleados que realizan revisiones periódicas.
- A los respectivos jefes de cada departamento donde se presente una fuente de emisión de GEI, con el objetivo de conocer la documentación existente y desarrollar nuevos formularios para levantar información referente a la fuente.

El resultado esperado es la obtención de un procedimiento de gestión de la información o fuentes el cual es una base para iniciar la gestión de la C-Neutralidad.

6.4.3. III Fase. Análisis de viabilidad técnica, financiera y ambiental de tecnologías más limpias

En esta etapa se evaluó cada una de las tecnologías limpias disponibles que son consideradas viables por realizar. El objetivo de utilizar dichas tecnologías es la búsqueda de la reducción de las emisiones de GEI en la organización.

Basados en la información del inventario de emisiones de GEI, se realizó la **definición de una meta de reducción de emisiones** para la empresa. Aquí mediante criterio profesional del investigador, el encargo del departamento de gestión ambiental y el

gerente de calidad integrada se definió un porcentaje de reducción de emisiones utilizando el criterio que el porcentaje debe ser una meta real que sea factible cumplir en un periodo establecido.

Seguidamente se realizó un **estudio de tecnologías más limpias posibles de aplicar**, donde se efectuó una búsqueda exhaustiva de información sobre tecnologías existentes en el país para reducir emisiones o tecnologías a nivel internacional para el mismo fin, y según sea equipos, procesos, operaciones o productos. Para esto, se elaboró un listado de las tecnologías más limpias con cada una de sus principales características y requerimientos, tipo de tecnología y contactos de proveedores.

Esta información se obtuvo de empresas que brindan servicios o productos requeridos e instituciones públicas. La información que se obtuvo se analizará mediante cuadros en donde se anota la información general obtenida para cada una de las tecnologías.

Luego se plasmó un **análisis técnico, financiero y ambiental** según las condiciones de la empresa. En esta actividad se ejecutó una búsqueda de requisitos técnicos, ambientales y financieros específicos para cada una de las tecnologías. Para ello se utilizó el listado de las tecnologías más limpias y además se determinaron las siguientes variables según el tipo de análisis:

- Técnico: tamaño del equipo (kg, toneladas, volumen), personal requerido (No. trabajadores), insumos necesarios para aplicarla, facilidad de adquisición, legislación aplicable, manual de operación y descripción del proceso de instalación.
- Financieros: costo de adquisición, costo de instalación, costo de la mano de obra, costo de mantenimiento, forma de pago, costo del consumo de recursos y garantía.
- Ambiental: aspecto e impacto ambiental, cantidad de emisiones que genera la tecnología y potencial de reducción.

La información se adquirió mediante las empresas que ofrecen la tecnología y en casos donde es aplicada. Se analizó la información por cada variable mediante cuadros en donde se comparó cada una de las alternativas tecnológicas. Se tomó como referencia el Programa de Evaluación Ambiental de Proyectos de la compañía, además del Procedimiento de Diseño y Desarrollo de Productos y/o Proyectos y Evaluación de Cambios que Podrían Afectar el Sistema Integrado de Gestión.

Por último, se realizó un **análisis de tecnologías** por medio de las variables: costo total, potencial de reducción de emisiones de GEI e impactos ambientales. Para ello se analizó cada variable y la información respectiva mediante la aplicación de una valoración numérica de 1, 1,5 y 2; en donde 1 significa que la tecnología no es factible, 1,5 que la factibilidad es leve o moderada y 2 significa que la tecnología si es factible. Esta valoración se considera por criterio profesional del investigador y el encargado del departamento de gestión ambiental. El resultado esperado de esta fase es la determinación de las tecnologías más viables para reducir emisiones en los procesos de la empresa.

6.4.4. IV Fase. Elaborar el plan de gestión de emisiones de gases de efecto invernadero para la compañía

En esta etapa se confeccionó el plan de gestión de emisiones de GEI. El fin es reducir las emisiones mediante la aplicación de tecnologías más limpias y compensar las emisiones sobrantes.

El plan se inició con una **declaración del compromiso de la organización en reducir y compensar sus emisiones** y la definición de **objetivos de reducción de GEI** para el alcance definido y escala de tiempo preestablecida. Para ello, se realizó una reunión con el jefe de gestión ambiental y el gerente de calidad integrada, esto para realizar y obtener la información respectiva.

Luego, la información obtenida se incluyó en el plan de gestión, para su realización se necesitó una sala de reuniones, tiempo y un procesador de texto.

Se seleccionaron las tecnologías más limpias a aplicar, a partir del análisis de tecnologías, se seleccionó las tecnologías viables a implementar en la compañía. Esta información se obtiene de las actividades anteriores en conjunto con el encargado de gestión ambiental.

La siguiente actividad fue la **elaboración del programa de reducción de emisiones de GEI** y el **programa de compensación de emisiones de GEI**, en donde cada programa se basó en proyectos viables para la compañía y a su vez dichos proyectos se basaron en las tecnologías identificadas como viables en las etapas anteriores.

Para realizar esta actividad, el programa de reducción incluye las siguientes variables: objetivo, meta de reducción (tonelada de CO₂ equivalente a reducir), proyectos o acciones por ejecutar, metodología de reducción, responsables, indicadores de seguimiento, métodos de control y recursos necesarios.

El programa de compensación incluye las siguientes variables: objetivo, tonelada de CO₂ equivalente por compensar, esquema de compensación, costos de compensación, responsables, indicadores de seguimiento, métodos de control y recursos necesarios.

Cada programa se formalizó juntamente con el encargado de gestión ambiental y la información se adquiere mediante las etapas anteriores.

Posteriormente se efectuó una **reunión de validación** del plan y los programas propuestos. Esta reunión incluyó al jefe de gestión ambiental, el director de operaciones, el director administrativo financiero y los gerentes de: manufactura y mantenimiento, productividad y calidad integrada. Para ello se presentó el plan para su validación, luego se realizó la asignación del presupuesto y el tiempo necesario para su ejecución.

El resultado esperado es la obtención de un plan basado en programas para gestionar las emisiones de GEI en la compañía.

7. Resultados

I Fase: Elaboración del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero

7.1. Generalidades de la organización

7.1.1. Ubicación.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. tiene su planta productiva 300 metros norte del puente Juan Pablo II en el distrito de la Uruca, San José, Costa Rica.

7.1.2. Propiedades.

Según la base de datos del Registro Nacional de Costa Rica, la compañía posee 5 propiedades inscritas a su nombre y ubicadas en la provincia de San José. La finca #159457 registrada con el plano SJ-1516267-2011, la finca #159459 registrada con el plano SJ-1524907-2011, la finca #317396 registrada con el plano SJ-0098285-1993 y la finca #350130 registrada con el plano SJ-1588600-2012 conforman los terrenos de la planta productiva en la Uruca. La finca #272738 registrada con el plano SJ-0987356-2005 se ubica en el cantón de Pérez Zeledón y en esta propiedad no se desarrolla ninguna actividad (Registro Nacional de Costa Rica, 2016).

7.1.3. Antecedentes del inventario de gases de efecto invernadero (GEI)

La Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., es líder del sector galletero del mercado centroamericano. La organización es portadora de la cédula jurídica: 3-101-420995 y su domicilio es en el distrito la Uruca de la provincia de San José. Desde el 2006 la empresa es subsidiaria del Consorcio Colombiano Grupo Empresarial Nutresa S.A.

Grupo Nutresa, S.A., brinda pautas a seguir en diferentes temas para un desarrollo eficiente del negocio; de esta manera la compañía trabaja en el desarrollo de muchos temas y posee como marco de gestión el desarrollo sostenible en el cual se compromete a contribuir con un modelo en el cual se incluye el componente económico, social y ambiental.

En el tema ambiental dicho grupo empresarial posee compromisos ambientales, uno de ellos se representa con la contribución en la mitigación y la adaptación al cambio climático mediante la implementación de diferentes acciones que minimicen las emisiones de gases de efecto invernadero y permitan cumplir con el compromiso adquirido.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., debe cumplir con las disposiciones del grupo empresarial y para ello posee un Sistema Integrado de Gestión que vela por todos los aspectos de la organización y que es sustentado por lo indicado en la siguiente política de la organización:

“Somos una Compañía de alimentos que actuamos dentro del marco de nuestra misión, visión y valores; comprometidos con el desarrollo sostenible, la creciente generación de valor y la innovación efectiva. Para ello mantenemos y mejoramos un Sistema Integrado de Gestión que incluye: La Seguridad y Salud Ocupacional, Inocuidad de los alimentos, Control y Seguridad Comercial, Calidad, Riesgos y Ambiental. La empresa cumple con la normativa, legislación y otros requisitos aplicables a nuestra actividad productiva y comercial; mantenemos canales de comunicación con nuestras partes interesadas e impulsamos el mejoramiento continuo de nuestros procesos mediante la cultura de trabajo TPM con la participación y autogestión de nuestra gente”.

En la política de la compañía se habla sobre el componente ambiental que se enfoca en prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por los procesos que se desarrollan y gestionan el uso racional de los recursos.

Los gases de efecto invernadero generados en la compañía representan un impacto ambiental y por lo tanto deben gestionarse y mitigarse; para cumplir con lo indicado en la política, en los objetivos y metas establecidas por la organización además de cumplir con los compromisos adquiridos por el Grupo Nutresa, S.A.

Por ello, la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., tiene como objetivo la cuantificación de las emisiones de GEI en la planta productiva y apoyar el esfuerzo que realiza el gobierno en alcanzar la carbono neutralidad.

En la planta productiva, según lo indica el mapa de procesos se llevan a cabo los siguientes macroprocesos y procesos:

- Estratégicos: -Gestión de la dirección, - Comunicaciones.
- Cadena de la Realización del Producto: -Mercadeo, -Desarrollo de Producto, - Gestión del planeamiento integral, - Producción, -Gestión de Ventas, -Logística de Producto terminado, -Gestión de servicio al cliente.
- Apoyo: -Gestión de compras, -Gestión de la Seguridad y salud del trabajador, - Gestión de la Seguridad Comercial, -Gestión del mantenimiento, -Gestión del talento humano, -Seguridad Patrimonial, -Gestión de la tecnología de la información, -Gestión de calidad e inocuidad, -Servicio Logístico al cliente internacional, -Gestión de los recursos financieros, -Gestión ambiental, -Importación.
- Medición, Análisis y Mejora: -Gestión del conocimiento, la innovación y el cambio; - Gestión del sistema integrado.

7.2. Inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero

Se elaboró el inventario de las emisiones de GEI para conocer la huella de carbono de la empresa. A continuación se detalla los pasos y el contenido del inventario de emisiones.

7.2.1. Alcance del inventario

La cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. con el objetivo de demostrar la carbono neutralidad según el Programa País incluye las emisiones resultantes de los procesos y las operaciones que se desarrollan en la planta productiva de la Uruca y para su definición se consideraron los límites organizacionales y límites operativos.

7.2.1.1. Límites de la organización

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., consolida sus emisiones de GEI de todas las instalaciones en las cuales se desarrollan los procesos documentados en el mapa de procesos y sobre las cuales la empresa tiene control operacional o financiero.

7.2.1.2. Límites operativos

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. con base en el enfoque de control identifica y clasifica los límites operativos dentro de la planta productiva con las fuentes de emisión (Cuadro 4).

Cuadro 4. Fuentes de emisión con su respectivo gas de emisión y alcance de la Compañía de Galletas Pozuelo, DCR S.A. en el 2015.

Fuente de Emisión	Gas de Emisión					Alcance
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	HCFC	
Gas Licuado de Petróleo	X	X	X			1
Gas refrigerante R22					X	1
Gas refrigerante R410a				X		1
Gas refrigerante R407c				X		1
Gas refrigerante R507a				X		1
Sistema aerobio de aguas ordinarias.		X				1
Planta de tratamiento de aguas residuales		X				1
Aceites lubricantes	X					1
Acetileno	X					1
Diésel	X	X	X			1
Diésel de vehículos	X	X	X			1
Extintores	X					1
Energía eléctrica	X					2
Residuos Sólidos		X				3
Viajes de avión	X					3

En la columna de alcance, el número 1 representa las emisiones directas, el número 2 las emisiones indirectas por energía y el número 3 otras emisiones indirectas.

La compañía desarrolla los macroprocesos que involucran las respectivas fuentes de emisión que son parte de los procesos de la organización (Cuadro 5).

Cuadro 5. Macroprocesos con las respectivas fuentes de emisión de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

Nombre	Fuentes
Procesos estratégicos	energía eléctrica, gas refrigerante R22, gas refrigerante R410a, gas refrigerante R507, gas refrigerante R407c, viajes de avión, extintores, sistema aerobio de aguas residuales ordinarias, residuos sólidos, diésel de vehículos.
Procesos de la cadena de la realización del producto	energía eléctrica, gas refrigerante R22, gas refrigerante R410a, gas refrigerante R507, gas refrigerante R407c, viajes de avión, extintores, sistema aerobio de aguas residuales ordinarias, residuos sólidos, diésel de vehículos, planta de tratamiento de aguas residuales, aceites lubricantes, acetileno, diésel, gas licuado de petróleo.
Procesos de apoyo	energía eléctrica, gas refrigerante R22, gas refrigerante R410a, gas refrigerante R507, gas refrigerante R407c, viajes de avión, extintores, sistema aerobio de aguas residuales ordinarias, diésel de vehículos, residuos sólidos, planta de tratamiento de aguas residuales, aceites lubricantes, diésel, acetileno, gas licuado de petróleo.
Procesos de medición, análisis y mejora	energía eléctrica, gas refrigerante R22, gas refrigerante R507, gas refrigerante R410a, gas refrigerante R407c, extintores, sistema aerobio de aguas residuales ordinarias, residuos sólidos.

Los macroprocesos representados (Cuadro 5) contienen los 23 procesos que se desarrollan en la compañía y estos se incluyen dentro del mapa de procesos; en el contexto de la huella de carbono los procesos sirven para definir el alcance del inventario así como observar las fuentes de emisión en cada uno.

7.2.2. Definición del año base

El año base seleccionado para realizar el inventario de gases de efecto invernadero fue el 2015. Para este año se cuenta con la información más consolidada, confiable y

relevante para las operaciones actuales. Por tanto, la información para es más transparente, precisa y consistente con la actualidad de la organización.

7.2.3. Identificación, categorización y caracterización de las fuentes de GEI

7.2.3.1. Identificación de fuentes

Se identificó las fuentes de GEI mediante el registro para la identificación de las fuentes de gases de efecto invernadero, el cual tomó en cuenta el mapa de procesos de la organización, el proceso se realizó una vez al año por parte de gestión de calidad integrada en apoyo de los encargados de los procesos.

Para la clasificación de las fuentes, puede tomarse como referencia, normas internacionales como la INTE/ISO 14064-1 y/o el WBSD/WRI GHG PROTOCOL o metodologías reconocidas internacionalmente que se consideren lo suficientemente sólidas para demostrar que la cuantificación es razonablemente correcta de acuerdo con esta norma, de manera que puedan ser verificadas.

La Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. identifica las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de las fuentes directas e indirectas asociadas con su alcance.

Cuando se detecten actividades, planificaciones o desarrollos nuevos que puedan generar fuentes de emisión, se evalúan en caracterización flujo control inicial o procedimiento para la gestión de aspectos ambientales.

7.2.3.2. Caracterización de las fuentes de GEI

La caracterización de cada fuente incluye las etapas de generación y proceso de consumo, el manejo de la información, los registros y la calibración respectiva del instrumento de medición para cada fuente. A continuación se describen:

➤ Gas licuado de petróleo (GLP)

Generación y proceso de consumo.

El gas LP se utiliza en la compañía para realizar operaciones de horneado de galleta, uso de la caldera y en la preparación de alimentos en la cocina.

El departamento de almacén de repuestos sigue lo indicado en el procedimiento de verificación sobre el consumo de recursos energéticos para brindar la gestión total del GLP.

Manejo y consolidación de la información.

El transportista entrega la factura correspondiente al encargado del almacén de repuestos presente. Esta persona se encarga de realizar la gestión de la entrada de gas LP en el aplicativo SAP y brindar la documentación al departamento de gestión documental.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos de las entradas de gas LP según lo indica el procedimiento de verificación sobre el consumo de recursos energéticos.

Con la información obtenida se completa el documento entrada de GLP y con esta información se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La medición del volumen de GLP que ingresa a los tanques de almacenamiento de la compañía y la calibración del instrumento de medición es responsabilidad del proveedor. El departamento de gestión ambiental anualmente o según la necesidad solicita al proveedor una copia del certificado de calibración.

➤ **Gases refrigerantes: R22, R407c, R507 y R410a** ✓

Cada gas refrigerante es tratado como fuente de GEI independiente, sin embargo, se manejan de la misma forma y por lo tanto se procede a realizar una sola descripción para todos.

Generación y proceso de consumo.

El R22, R407c, R507 y R410a se manejan en la compañía para los sistemas de aire acondicionado que se encuentran distribuidos en toda la planta productiva, éstos son utilizados con el fin de brindar condiciones óptimas para los diferentes procesos que se desarrollan en organización.

Los gases refrigerantes mencionados anteriormente se gestionan mediante el departamento de almacén de repuestos. El personal de este almacén ejecuta una solicitud de compra en SAP con la cantidad requerida de gas refrigerante según cada tipo de gas utilizado. El departamento de compras recibe esa solicitud y procede a efectuar la compra respectiva; cuando el producto ingresa a la compañía el departamento de almacén de repuestos realiza el respectivo recibimiento, almacenamiento, manipulación y gestión documental en el sistema SAP de cada tipo de gas.

Manejo y consolidación de la información.

El personal de mantenimiento realiza las inspecciones respectivas de los equipos que utilizan cada tipo de gas refrigerante, cada vez que existan fugas se debe proceder con la reparación y la recarga de los equipos según el tipo de gas refrigerante que utilicen. Cuando se hacen recargas según el tipo de gas refrigerante utilizado, el personal del almacén de repuestos reporta la cantidad de gas refrigerante consumido en el aplicativo SAP.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos del sistema SAP respectivos a cada tipo de gas y con la información obtenida se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La comprobación de la cantidad de producto que trae cada cilindro de gas refrigerante se realiza verificando la etiqueta del producto, si la etiqueta indica "...el % de error de la cantidad de producto" se toma este dato y cuando no aplica se utiliza lo indicado en el IPCC, 2006. vol. 1. cap. 3. apartado 3.2.1.2.

➤ **Sistema aerobio de aguas residuales ordinarias y planta de tratamiento de aguas residuales**

Generación y proceso de consumo.

El sistema aerobio se utiliza para brindarle tratamiento a las aguas residuales de tipo ordinarias generadas en las instalaciones de la compañía para su posterior disposición en el alcantarillado sanitario respectivo.

La planta de tratamiento de aguas residuales se utiliza para brindarle tratamiento a las aguas residuales de tipo especial generadas en la planta productiva de la compañía y que son procedentes de actividades desarrolladas en el proceso productivo, de servicios o actividades especiales; que por sus características fisicoquímicas son diferentes a las ordinarias y por ende son consideradas en este tratamiento para su posterior disposición en el alcantarillado sanitario.

Cada año se realiza cuatro reportes operacionales, el departamento de gestión ambiental formaliza la contratación de un proveedor del servicio mediante una solicitud en SAP, seguidamente el proveedor de servicio efectúa las mediciones respectivas, confecciona dichos reportes operacionales y lo remite al departamento de gestión ambiental.

Manejo y consolidación de la información.

Esta fuente se identifica dentro del inventario general pero no se incluye en la cuantificación, esto porque en el vol. 5: desechos, cap. 6: tratamiento y eliminación de aguas residuales del IPCC; indica en la sección 6.2.3., que solo se produce CH₄ el agua industrial que contiene significantes cargas de carbono y se trata bajo condiciones anaeróbicas, ya sea que estén previstas o no. En la organización los dos sistemas de tratamiento son del tipo aerobio; por lo cual no se deben incluir dentro de la cuantificación del inventario de emisiones de GEI.

➤ **Aceites lubricantes**

Generación y proceso de consumo.

Los aceites lubricantes se utilizan para brindar movilidad, sin fricción, a los equipos que se manipulan en la planta productiva.

Los lubricantes son gestionados por el departamento de almacén de repuestos, el cual realiza una solicitud de compra en el aplicativo SAP con el tipo y la cantidad de aceites lubricantes dirigida al departamento de compras. Este último realiza la adquisición respectiva según el tipo de lubricante, cuando el producto ingresa a la compañía es recibido por el personal del almacén de repuestos y son los encargados de darle el

almacenamiento, manejo y gestión documental respectiva a cada lubricante en el aplicativo SAP.

Manejo y consolidación de la información.

El registro del consumo de los lubricantes es responsabilidad del personal del departamento de almacén de repuestos, éstos ingresan los datos en el aplicativo SAP en tres formas: en unidades, en galones y en litros, dependiendo del tipo de lubricante.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos sobre el consumo de cada tipo de lubricante del aplicativo SAP y para efectos de la cuantificación utiliza el archivo cálculo lubricantes para unificar los datos en unidades de litros.

Con la información obtenida del archivo cálculo lubricantes se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La comprobación de la cantidad del producto que trae cada tipo de lubricante se realiza verificando la etiqueta del producto, si la etiqueta indica “el % de error de la cantidad de producto empacado” se toma este dato y cuando no aplica se utiliza lo indicado en el IPCC, 2006. vol. 1. cap. 3. apartado 3.2.1.2.

➤ **Acetileno**

Generación y proceso de consumo.

El acetileno se utiliza en la compañía para las actividades de soldadura.

El acetileno es gestionado por el departamento de almacén de repuestos, el cual realiza una solicitud de compra en el sistema SAP según sea la necesidad del producto, seguidamente el departamento de compras ejecuta la adquisición respectiva. El producto es suministrado por un proveedor que efectúa las recargas de acetileno en sus instalaciones y posteriormente entrega los cilindros llenos al almacén de repuestos, estos últimos son los encargados de darle el almacenamiento y manejo respectivo.

Manejo y consolidación de la información.

El departamento de almacén de repuestos es el encargado de reportar las unidades consumidas de acetileno, para ello ingresa los datos de consumo al aplicativo SAP.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos sobre el consumo de acetileno del aplicativo SAP.

Con la información obtenida se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La medición de la recarga de los cilindros de acetileno así como la calibración del instrumento es responsabilidad del proveedor. El departamento de gestión ambiental anualmente o según la necesidad solicita al proveedor una copia del certificado de calibración.

➤ **Diésel**

Generación y proceso de consumo.

El diésel se usa para suplir el suministro energético (en caso de un corte eléctrico) a la compañía, esto mediante la planta de energía; además se utiliza la hidrolavadora en el departamento de mantenimiento para la limpieza de equipos.

El departamento de almacén de repuestos sigue lo indicado en el procedimiento de verificación sobre el consumo de recursos energéticos para brindar la gestión total del Diésel.

Manejo y consolidación de la información.

El transportista entrega la factura correspondiente al encargado del almacén de repuestos presente. Esta persona se encarga de realizar la gestión de la entrada de diésel en el aplicativo SAP y brinda la documentación al departamento de gestión documental.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos de las entradas de diésel según lo indica el procedimiento de verificación sobre el consumo de los recursos energéticos.

Con la información obtenida se completa el documento entrada de diésel y con esta información se completó el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La medición del volumen de diésel que ingresa al tanque de almacenamiento de la compañía y la calibración del instrumento de medición es responsabilidad del proveedor. El departamento de gestión ambiental anualmente o según la necesidad solicita al proveedor una copia del certificado de calibración.

➤ **Diésel de vehículos**

Generación y proceso de consumo.

El combustible permite brindar movilidad a la flotilla vehicular de la compañía. Por lo tanto, se utiliza en cada vehículo que la compañía posee y a los contratados por medio de leasing.

La Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., para facilitar el abastecimiento y pago del combustible que utiliza la flotilla vehicular, mantiene un contrato con el BAC San José mediante la plataforma BAC FLOTA y en la cual se asigna una cuenta que le permite a la compañía distribuir saldos entre el personal que maneja vehículos.

Los vehículos son abastecidos en todas las estaciones de servicio autorizadas, la cual emite y entrega una factura por el monto de la venta y el conductor procede a pagar con la tarjeta proporcionada por el banco y la organización.

Manejo y consolidación de la información.

El conductor debe seguir lo indicado en las Instrucciones BAC FLOTA para ingresar los datos en la plataforma BAC FLOTA. Aquí se consolida toda la información de transacciones, montos y volumen utilizados por la flotilla vehicular de la compañía.

El departamento de logística ingresa a la plataforma BAC FLOTA y obtiene los datos de consumo de combustible de la flotta vehicular mensualmente o según se requiera. Una vez obtenido los datos, éstos se envían mediante correo electrónico al personal del departamento de gestión ambiental.

Los datos de actividad se obtienen del informe enviado y con esta información se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La calibración de los equipos surtidores de combustibles esta normado mediante el Decreto N° 26 425-MEIC Reglamento para Surtidores de Combustible Líquidos (gasolina, diésel, kerosene, etc.).

➤ **Extintores**

Generación y proceso de consumo.

La compañía cuenta con extintores de CO₂ en la planta productiva. Los extintores se utilizan para cuando se presenta una emergencia en las instalaciones según lo indica el plan de emergencia.

El departamento de salud ocupacional posee un proveedor que brinda la gestión de los extintores.

El proveedor debe seguir lo indicado en el procedimiento de servicio, inspección, mantenimiento y recarga de extintores para brindar la debida gestión y recarga de los extintores de la compañía.

Manejo y consolidación de la información.

Cada vez que se realiza el mantenimiento respectivo, el proveedor del servicio envía el reporte denominado inventario extintores pozuelo uruca al departamento de salud ocupacional con la información del trabajo realizado y las recargas efectuadas.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos de las recargas efectuadas del reporte inventario extintores pozuelo uruca que el departamento de salud ocupacional lo envía mediante correo electrónico.

Con la información obtenida se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La medición de la recarga que se realiza, así como la calibración del instrumento de medición es responsabilidad del proveedor. El departamento de gestión ambiental anualmente o según la necesidad solicita al proveedor una copia del certificado de calibración.

➤ **Energía eléctrica**

Generación y proceso de consumo.

La compañía usa la energía eléctrica para llevar a cabo las actividades que se desarrollan diariamente.

La energía eléctrica se consume en los procesos que comprenden: la prestación del servicio, en los procesos de soporte, los procesos estratégicos y los procesos de mejora. Cada uno requiere la energía eléctrica para realizar las funciones propias de sus actividades.

Manejo y consolidación de la información.

El proveedor remite al departamento de contabilidad las facturas por consumo eléctrico. Este departamento se encarga de realizar el pago respectivo y entrega las facturas al departamento de gestión documental para que incluya el documento en el aplicativo SAP.

El departamento de gestión ambiental obtiene los datos de consumo de electricidad mediante las facturas que se encuentra en el aplicativo SAP.

Con la información obtenida se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La medición del consumo que se realiza, así como la calibración del instrumento de medición es responsabilidad del proveedor. El departamento de gestión ambiental

anualmente o según la necesidad solicita al proveedor una copia del certificado de calibración.

➤ **Residuos sólidos**

Generación y proceso de consumo.

La gestión de residuos se utiliza para brindar un adecuado manejo, almacenaje y disposición de los residuos sólidos en la planta productiva. De esta manera se pretende minimizar la generación de residuos y maximizar la utilización de los recursos. Así mismo, para dar cumplimiento con el Decreto 37 567-S-MINAET-H Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos y las disposiciones de la compañía, según sus políticas.

La gestión total de los residuos sólidos se realiza mediante el procedimiento para la gestión integral de los residuos.

Manejo y consolidación de la información.

Cada mes o cuando sea necesario el gestor de recolección de residuos ordinarios no aprovechables ingresa a la compañía, recolecta los residuos ordinarios que no son aprovechables y los traslada a su disposición final.

Antes de realizar la disposición final los residuos se pesan en kg, el proveedor genera un reporte con los kg de los residuos. Dicho reporte y la factura respectiva es enviada al departamento de gestión ambiental.

El departamento de gestión ambiental obtiene la información de los kg de los residuos sólidos ordinarios mediante la factura del proveedor.

Con la información obtenida se completa el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

La medición del pesaje que se realiza, así como la calibración del instrumento de medición es responsabilidad del proveedor. El departamento de gestión ambiental

anualmente o según la necesidad solicita al proveedor una copia del certificado de calibración.

➤ **Viajes de avión**

Generación y proceso de consumo.

Parte de las operaciones de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., incluye los negocios internacionales, para lo cual realizan viajes aéreos a diferentes destinos para llevar a cabo los negocios satisfactoriamente y operaciones de la compañía a nivel internacional.

La compañía posee un proveedor de viajes, cuando algún empleado sale del país este proveedor se encarga de realizar la gestión del itinerario. El proveedor mantiene y registra en su base de datos todos los viajes que se realizan a nombre de la compañía, así como el nombre de la persona, destinos, fechas y otra información relevante.

Manejo y consolidación de la información.

La empresa proveedora del servicio envía un reporte anual a la secretaria de la gerencia general de la compañía llamado pozuelo, chocolates y nutresa-viajes avión (seguido por el año respectivo), el cual indica la información descrita en el punto anterior. Este reporte es remitido al departamento de gestión ambiental mediante correo electrónico.

Con la información obtenida se completa el cálculo de viajes de avión, posterior a esto los datos se incluyen en el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Calibración.

El cálculo de las emisiones de CO₂ proporcionada por esta fuente se realiza con la calculadora de emisiones de carbono de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Para ello, ver el documento: Methodology ICAO Carbon Calculator_V8-2015. Apartado 5.

7.2.3.3. Categorización de las fuentes de GEI

Se procedió a categorizar las fuentes identificadas en el apartado anterior con base en su categoría de fuente (Cuadro 6). El objetivo de realizar esta categorización es identificar el área o categoría de impacto ambiental que presentan las emisiones de GEI de la compañía.

Cuadro 6. Categorización de las fuentes de emisión de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

Fuente de emisión	Categoría de fuente
Gas licuado de petróleo	Combustión fija y móvil
Gas refrigerante R22	Emisión fugitiva
Gas refrigerante R410a	
Gas refrigerante R407c	
Gas refrigerante R507a	
Aceites lubricantes	Emisión de proceso
Acetileno	
Diésel	Combustión fija
Diésel de vehículos	Combustión móvil
Extintores	Emisión fugitiva
Energía eléctrica	Emisión de proceso
Residuos sólidos	Emisión fugitiva
Viajes de avión	Combustión móvil

7.2.4. Metodología de cuantificación

Se selecciona e implementa la metodología de cuantificación que minimiza la incertidumbre, produce resultados coherentes y reproducibles.

Se diseñó la siguiente metodología: para cada fuente de GEI se estableció la fuente de los datos (estadística, medida o combinación de ambos), el responsable de los datos de actividad, la frecuencia y donde se registran los datos, así como el procedimiento o el documento asociado con cada fuente; esta información se representa en el apartado de la descripción de fuentes. Seguidamente, se realizó el cálculo respectivo a cada fuente basado en los datos de actividad de GEI. Para cada fuente el cálculo de las emisiones de CO_{2e} se detallan a continuación:

Para las fuentes de gas licuado de petróleo, diésel y diésel de vehículos el dato de actividad se presentó en litros y el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e}, para las fuentes mencionadas anteriormente, se realizó siguiendo la metodología de GHG Protocol (2012), se detalla a continuación:

Emisiones en tCO_{2e} de CO₂

$$= (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión de CO}_2 \times \text{PCG de CO}_2) \div 1\,000$$

Emisiones en tCO_{2e} de CH₄

$$= (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión de CH}_4 \times \text{PCG de CH}_4) \div 1\,000$$

Emisiones en tCO_{2e} de N₂O

$$= (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión de N}_2\text{O} \times \text{PCG de N}_2\text{O}) \div 1\,000$$

$$\text{tCO}_{2e} = \sum \text{tCO}_{2e}(\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O})$$

Para las fuentes de los gases refrigerantes (R22, R407c, R507 y R410a) el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó siguiendo la metodología de GHG Protocol (2012), se detalla a continuación:

Emisiones de cada tipo de gas refrigerantea en tCO_{2e} = (Dato de actividad × Factor de emisión × PCG) ÷ 1 000

El dato de actividad reportado en el aplicativo SAP para estas fuentes es presentado en unidades, para obtener los datos en kg se multiplica la masa de un cilindro (en libras) por la cantidad de unidades reportada a cada tipo de gas refrigerante y este dato se divide entre 2,2 que es el dato de conversión de libras a kilogramos.

Para la fuente de aceites lubricantes, el cálculo de las emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó siguiendo la metodología de GHG Protocol (2012), se detalla a continuación:

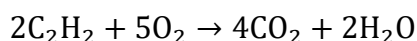
$$\text{Emisiones de tCO}_{2e} = (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión} \times \text{PCG}) \div 1000$$

En esta fuente para unificar los datos en litros totales de consumo se utilizó el documento cálculo lubricantes, en donde se realizan los siguientes cálculos: si el producto se reporta en litros no se realiza ningún cálculo, si el producto se reporta en galones únicamente se multiplica este dato por el factor de conversión a litros que es 3,785.

Para los que se reportan en unidades se realizó lo siguiente: se busca la masa del producto, la cantidad de unidades consuntas y la densidad del producto en la hoja de seguridad. De no contar con esta densidad, se busca la gravedad específica y la densidad del agua con el objetivo de multiplicar estos valores y obtener la densidad del producto. Se multiplicó la masa por la cantidad y el resultado se divide por la densidad del producto para obtener como resultado litros de consumo. Luego, se suman los datos de cada lubricante y este corresponde al dato total de la actividad.

Para la fuente de acetileno, el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó siguiendo la metodología del IPCC (2006) sobre las emisiones de la industria química, se detalla a continuación:

Las emisiones de CO₂ resultan del balance de masa del acetileno, según la siguiente ecuación



El balance de masa respectivo se evidencia a continuación:

$$"X" \text{ kg } C_2H_2 \times \frac{2 \text{ mol } C_2H_2}{(2 \times 26,083) \text{ kg } C_2H_2} \times \frac{4 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } C_2H_2} \times \frac{(4 \times 44,009) \text{ kg } CO_2}{4 \text{ mol } CO_2}$$

La X representa la cantidad de consumo de acetileno reportada y con el balance se obtiene las emisiones de CO₂, este cálculo se refleja en el Inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. Obtenido este valor se multiplica por el PCG respectivo y se divide entre mil para obtener las toneladas de CO_{2e}.

Para la fuente de extintores, el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó siguiendo la metodología de GHG Protocol (2012), se detalla a continuación:

$$\text{Emisiones de tCO}_{2e} = (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión} \times \text{PCG}) \div 1000$$

El dato de actividad es reportado en libras, por lo cual se divide entre 2,2 para convertir las libras a kilogramos.

Para la fuente de energía eléctrica, el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó siguiendo la metodología de GHG Protocol (2012), se detalla a continuación:

$$\text{Emisiones de tCO}_{2e} = (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}) \div 1000$$

Para la fuente de residuos sólidos, el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó siguiendo la metodología de GHG Protocol (2012), se detalla a continuación:

$$\text{Emisiones de tCO}_{2e} = (\text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión} \times \text{PCG}) \div 1\,000$$

Para la fuente de viajes de avión, el cálculo de emisiones en toneladas de CO_{2e} se realizó de la siguiente manera:

Con la información reportada, se completa el documento cálculo de viajes de avión con la información de mes, fecha y no, de factura, nombre del pasajero, descripción de la ruta, origen-destino y fecha de salida/ fecha de entrada (Ver Anexo 5).

Seguidamente, se ingresó a la calculadora de emisiones de carbono de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), la cual se encuentra en la siguiente dirección: <http://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CARBONOFFSET/Pages/default.aspx>.

En dicha calculadora se ingresaron los siguientes datos: si el viaje es ida y vuelta o solo ida, la clase de cabina, el número de pasajeros y la descripción de la ruta del viaje (aeropuerto de salida y llegada); luego se da clic al botón de cálculo y nos brinda una tabla con datos y el total de CO₂ (kg) aportado por la cantidad de personas que realizan el viaje. El documento cálculo de viajes de avión se completa con la información de los kg de CO₂ aportado por cada viaje. Luego se sumó los kg de CO₂ y se incluye en el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. en donde se multiplica por el PCG y se divide entre 1 000 para conocer las toneladas de CO_{2e}.

La metodología utilizada para elaborar la calculadora de emisiones de carbono de la OACI se basa en una serie de datos construida por las siguientes fuentes principales: aeropuertos de origen y destino según base de datos AMSD, GCD que se refiere a la distancia ortodrómica entre los aeropuertos basado en los datos de la OACI, el factor de ocupación de los aviones, el combustible por km obtenido de la base de datos de CORINAIR y la OACI y el número de asientos que caben dentro de una aeronave. La calculadora realiza el siguiente cálculo para obtener los kg de CO₂ por pasajero:

$$\text{CO}_2 \text{ per pax} = 3,16 * (\text{total fuel} * \text{pax-to-freight factor}) / (\text{number of y-seats} * \text{pax load factor})$$

Los datos para las variables de este cálculo se obtienen de las fuentes mencionadas anteriormente. Para más detalle de la metodología de la calculadora ver el documento Methodology ICAO Carbon Calculator_v8-2015.

El 80% de las metodologías seleccionadas corresponde al factor de emisión (figura 2), por lo cual se debe poseer de información confiable para el cálculo en cada fuente de emisión.

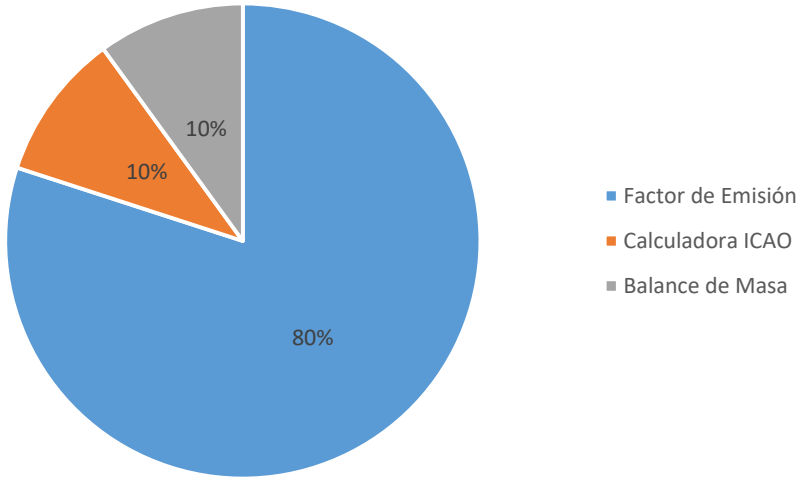


Figura 2. Distribución porcentual de las metodologías utilizadas en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Cada cálculo utiliza el respectivo factor de emisión (Cuadro 8) y el potencial de calentamiento global (PCG) (Cuadro 7) obtenidos mediante el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) o el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).

Cuadro 7. Potencial de calentamiento global por utilizar en el cálculo de la huella de carbono en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Potencial de calentamiento global (PCG)	
Gas	PCG
CO ₂	1.00
CH ₄	21.00
N ₂ O	310.00
R22	1 810.00
R410a	1 725.00
R407c	1 526.00
R507a	3 300.00

Fuente: Elaboración con datos del Instituto Meteorológico Nacional (2016).

Cuadro 8. Factores de emisión utilizados para el cálculo de la huella de carbono de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Factor de Emisión									
Fuentes	Unidad	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	R22	R410a	R407c	R507a	Fuente
Gas licuado de petróleo	kg/l	1.611	0.00002700	0.000002745					IMN 2016
Gas refrigerante R22	kg				1.00				
Gas refrigerante R410a	kg					1.00			
Gas refrigerante R407c	kg						1.00		
Gas refrigerante R507a	kg							1.00	
Aceites lubricantes	kg/l	0.5101							
Diésel	kg/l	2.613	0.0001220	0.00002442					
Diésel de vehículos	kg/l	2.613	0.0001490	0.0001540					
Extintores	kg	1.00							
Residuos sólidos	kg		0.0581						
Energía eléctrica	kg CO _{2e} /kWh	0.0381							

Fuente: Elaboración con base en datos del Instituto Meteorológico Nacional (2016).

7.2.5. Datos de actividad

Los registros de la compañía para el 2015 muestran como resultado los siguientes datos de actividad anuales para cada fuente identificada.

Cuadro 9. Datos de actividad seleccionado, para cada fuente identificada en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

Fuente	Unidades	Total
Gas Licuado de Petróleo	l	4 164 955.16
Gas refrigerante R22	kg	13.64
Gas refrigerante R410a	kg	11.3
Gas refrigerante R407c	kg	295.45
Gas refrigerante R507a	kg	0.00
Aceites lubricantes	l	1 541.79
Acetileno	kg	5.50
Diésel	l	14 150.00
Diésel de vehículos	l	55 864.08
Extintores	kg	684.93
Energía Eléctrica	kWh	6 157 281.00
Residuos Sólidos	kg	46 100.00
Viajes de Avión	kg CO ₂	60 371.30

Los datos de actividad mensual se pueden consultar en el documento: inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

7.2.6. Huella de carbono

La organización mide las emisiones de las fuentes identificadas dentro de su alcance, para lo cual establece un inventario de emisiones. Para dicho cálculo se utiliza la metodología descrita para cada fuente, los datos de actividad, el factor de emisión y el PCG que se describen en los apartados anteriores. Para todas las fuentes se realiza en una hoja de excel el cálculo de la huella de carbono (Anexo 1).

La realización de los cálculos conllevó a ejecutar las siguientes acciones: la fuente de diésel de vehículos no contaba con la información de los meses de julio, agosto y octubre del 2015 por motivo de cambio de proveedor; por esta razón el dato de actividad de dichos meses se utilizó basado en un promedio anual del diésel consunto por los vehículos.

En la fuente de residuos sólidos para el 2015 se realizó un estudio de capacidad en el mes de febrero, marzo y abril. Durante ese tiempo no logró conocerse la cantidad de kg enviados como residuos sólidos ordinarios. Por lo tanto, el dato de actividad para los meses que duro el estudio se realizó multiplicando un valor proporcionado por el proveedor y el volumen del tanque que almacena los residuos.

La figura 3 presenta los resultados de aplicar las fórmulas respectivas para cada fuente. La huella de carbono asciende a 7 749 tCO_{2e}, siendo el gas licuado de petróleo el que aporta la mayor cantidad de emisiones, seguido del gas refrigerante R407c y la energía eléctrica.

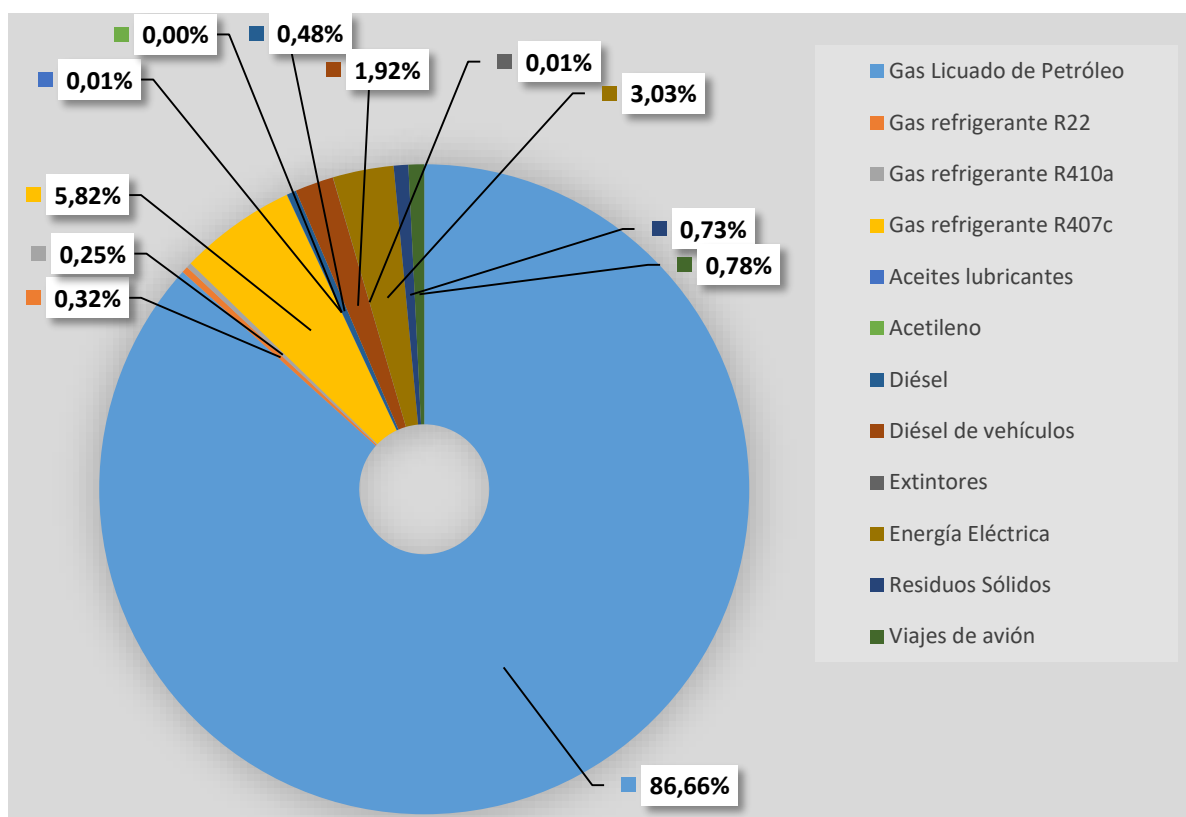


Figura 3. Composición porcentual de la huella de carbono en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

Fuente: Inventario de Emisiones de GEI de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. (2015).

La mayor cantidad de emisiones proviene de las fuentes directas (Figura 4). Esto se atribuye a que del total de fuentes cuantificables, el 86% se caracteriza por ser del gas licuado de petróleo debido al gran volumen de gas (Cuadro 9) que se utiliza en las operaciones de la compañía.

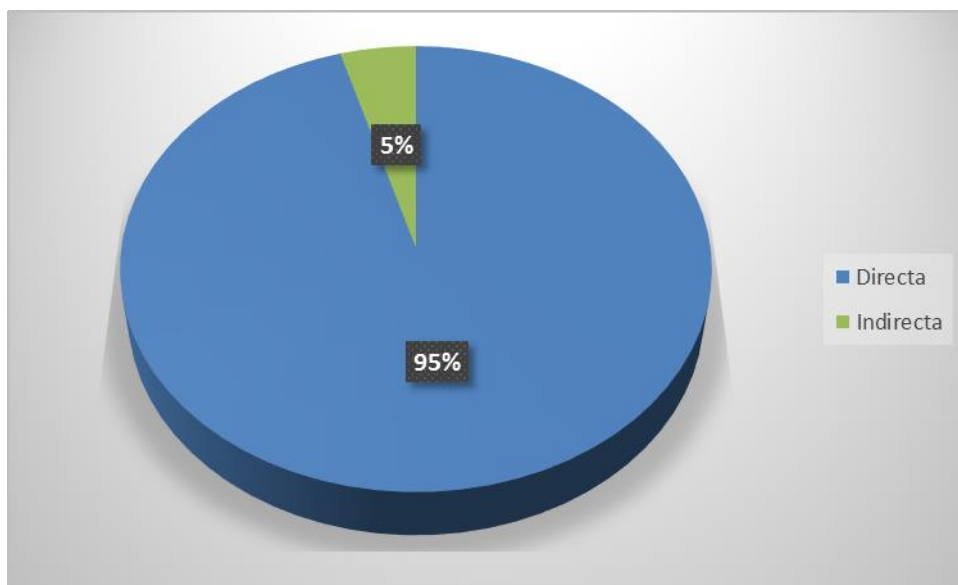


Figura 4. Distribución porcentual de las emisiones directas e indirectas de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

Las emisiones indirectas representan un 5% del total de la huella de carbono, sin embargo, dentro de este porcentaje la energía eléctrica significa un 3% y dentro del inventario total representa la tercera fuente con mayor aporte, convirtiéndose en una fuente importante debido a su contribución.

La composición del inventario de emisiones de gas de efecto invernadero en términos del tipo de gas cuantificado presenta condiciones distintas (Figura 5). La fuente que aporta más emisiones en términos del dióxido de carbono corresponde al GLP con un 87%, seguido del gas refrigerante R407c con un 5,8% y la energía eléctrica con un 3%.

En términos de metano, la fuente que más aporta corresponde a los residuos sólidos con un 95,6% y seguido por el GLP con un 4%. En el caso del óxido nitroso los porcentajes no presentan una gran diferenciación como en el CH₄ y CO₂; para este gas la fuente de GLP aporta un 56% y el diésel de vehículos un 42%.

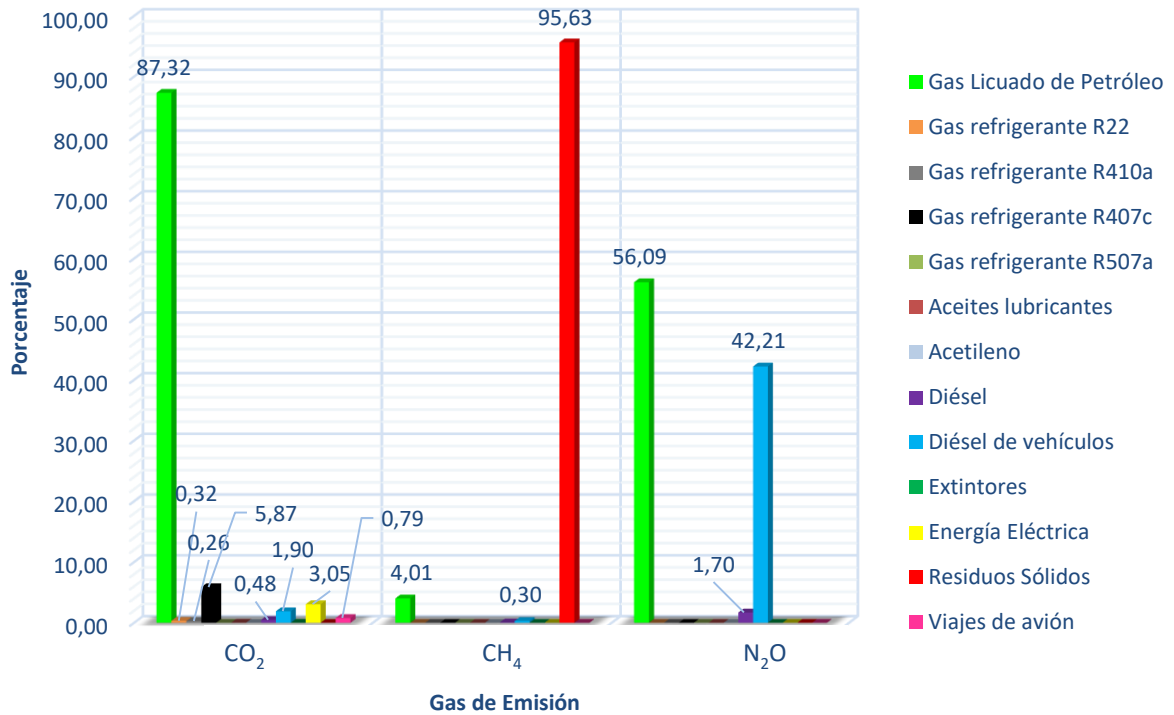


Figura 5. Composición de las emisiones por tipo de fuente en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

En general se ha observado que el gas licuado de petróleo, la energía eléctrica, el gas refrigerante R407c y el diésel de vehículos son las fuentes que más aportan emisiones a la huella de carbono, por lo cual se les debe prestar atención.

7.2.7. Incertidumbre del inventario de emisiones de GEI

El resultado de aplicar la metodología para el cálculo de la incertidumbre se observa en la figura 6.

Cálculo de la incertidumbre del inventario de GEI								
Fuente Emisión	Emisiones	Incertidumbre actividad (%)	Fuente incertidumbre actividad	Incertidumbre factor de emisión (%)		Fuente incertidumbre factor de emisión	Incertidumbre combinada (%)	Contribucion varianza
Gas Licuado de Petróleo	6715,65	0,064	Certificado de calibración del proveedor	CO2	0,09	IMN, 2016	0,11	8,87E-03
				CH4	1,26		1,26	1,19E+00
				N2O	1,26		1,26	1,19E+00
Gas Refrigerante R22	24,68	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	HCFC	0,00	IPCC, 2006. Vol 3. Cap 7. Apartado 7.7.3 IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Gas Refrigerante R410a	19,60	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	HCFC	0,00	IPCC, 2006. Vol 3. Cap 7. Apartado 7.7.3 IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Gas Refrigerante R407a	450,86	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	HCFC	0,00	IPCC, 2006. Vol 3. Cap 7. Apartado 7.7.3 IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Gas Refrigerante R507	0,00	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	HCFC	0,00	IPCC, 2006. Vol 3. Cap 7. Apartado 7.7.3 IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Aceites Lubricantes	0,79	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	CO2	0,00	IMN, 2016	0,06	3,08E-03
Acetileno	0,02	0,00123	Certificado de calibración del proveedor	CO2	0,00	IPCC, 2006. Vol 3. Cap 7. Apartado 7.7.3 IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Diesel	37,12	0,10	Certificado de calibración del proveedor	CO2	0,03	IMN, 2016	1,31	
				CH4	1,31			1,29E+00
				N2O	1,31			3,82E-03
Diesel Vehiculos	148,81	0,50	Decreto N° 26425-MEIC. Apartado 9.7.5	CO2	0,03	IMN, 2016	0,07	6,67E-01
				CH4	0,94		0,94	1,13E+00
				N2O	1,23		1,23	
Extintores	0,68	0,00336	Certificado de calibración del proveedor	CO2	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Energía Eléctrica	234,59	0,108	Certificado de calibración del proveedor	CO2	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Sistema Aerobio de Aguas Residuales Ordinarias	0,00	0	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	CH4	0,30	IPCC, 2006. Vol 5. Cap 6. Cuadro 6.7	0,31	7,07E-02
Planta de Tratamiento de aguas residuales industriales	0,00	0	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.1.2	CH4	0,25	IPCC, 2006. Vol 5. Cap 6. Cuadro 6.10	0,26	5,00E-02
Residuos Sólidos	56,25	0,0115	Certificado de calibración del proveedor	CH4	0,05	IPCC, 2006. Vol 5. Cap 3. Cuadro 3.5	0,08	4,95E-03
Viajes de avión	60,37	0	Methodology ICAO Carbon Calculator_V8-2015. Apartado 5.	CO2	0,00	IPCC, 2006. Vol 1. Cap. 3. Apartado 3.2.3	0,06	3,08E-03
Total general	7749,43							5,63
						Porcentaje de incertidumbre del inventario		2,37

Figura 6. Cálculo de la incertidumbre del inventario de emisiones de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

Para cada fuente se calculó la incertidumbre respectiva utilizando los datos más actualizados; en el caso del gas licuado de petróleo y el diésel de vehículos se posee la menor exactitud según los resultados. El porcentaje total de incertidumbre fue de un 2,37% (Figura 6).

II Fase. Elaboración de la documentación para gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero

Se procedió con la elaboración de la documentación pertinente al inventario de emisiones de GEI y al sistema de gestión de carbono neutralidad.

7.3. Procedimiento para la gestión de gases de efecto invernadero

En este se detalla como la organización gestionó las emisiones de GEI resultantes de las operaciones que desarrollan. Seguidamente se presenta el procedimiento:

	Compañía de Galletas Pozuelo, DCR, S.A. Gestión Ambiental
Procedimiento para la Gestión de Gases de Efecto Invernadero	Versión: 0
Aprobado por: Nombre de la persona responsable	Fecha: XX/XX/XXXX

7.3.1. Objetivo

El presente documento establece los lineamientos para el diseño, el desarrollo y el mantenimiento del sistema de gestión de gases de efecto invernadero de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

7.3.2. Alcance

Aplica para todos los procesos que se desarrollan en las instalaciones de la planta productiva en La Uruca y que son responsabilidad directa de la empresa.

7.3.3. Responsabilidades

Departamento de Gestión Ambiental: encargado de diseñar, elaborar y mantener el presente procedimiento.

7.3.4. Definiciones

Gases de efecto invernadero (GEI): componente gaseoso de la atmósfera que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes.

Inventario de gases de efecto invernadero: comprende las fuentes, sumideros, emisiones, remociones y compensaciones de GEI de una organización.

Datos de actividad: medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión o remoción de GEI.

Factor de emisión o remoción: factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones o las remociones de GEI.

Reducción: disminución de las emisiones lograda por la organización mediante la aplicación de proyectos en sus instalaciones.

Compensación: compra voluntaria de mecanismos para contrarrestar las emisiones que no se han podido reducir.

Cuantificación de gases de efecto Invernadero: comprende los procesos, procedimientos, políticas y documentos del sistema de gestión integrado que son necesarios para gestionar y mantener la información sobre los gases de efecto invernadero.

Informe de gases de efecto invernadero: documento destinado a comunicar la información resultante de la gestión de los gases de efecto invernadero de una organización.

7.3.5. Condiciones generales

Estos son los requisitos que se consideran como aspectos básicos para garantizar la gestión de los gases de efecto invernadero de la compañía.

- El departamento de gestión ambiental deberá considerar los procesos, los subprocesos, los servicios para el análisis y la definición del alcance de la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

- La identificación de nuevas fuentes de gases de efecto invernadero se debe realizar al menos una vez al año, o cuando se presente una modificación según el mapa de procesos y los siguientes procedimientos: procedimiento para la evaluación de cambios que podrían afectar el sistema integrado de gestión, procedimiento de diseño y desarrollo de productos y/o proyectos, procedimiento para la gestión de los requisitos suscritos y procedimiento para la gestión de los requisitos legales.
- Los resultados de la identificación de nuevas fuentes de gases de efecto invernadero se demostrarán en los documentos relacionados.
- Los resultados de la identificación se tomarán en cuenta en la planificación de la cuantificación de los gases de efecto invernadero.

7.3.6. Descripción

7.3.6.1. Antecedentes

En este apartado se detallan los procesos que se desarrollan, las razones que llevaron a la compañía a trabajar el tema de carbono neutralidad, la política que maneja la organización, este punto se describe en el apartado 7.1 del presente documento.

7.3.6.2. Alcance

Se describe la trascendencia que presenta el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en la organización, asociado a los límites de la organización y los límites operativos. Este punto al igual que los límites organizacionales y operativos de encuentran desarrollados en la fase I, apartado 7.2 de este documento.

7.3.7. Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

La alta dirección de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., se asegura de la disponibilidad de los recursos para establecer, implementar, mantener, revisar y mejorar el sistema de gestión de carbono neutralidad mediante: CONEXIÓN/Manuales/Pozuelo/Sistema Integrado de Gestión/Capítulo 3: gestión de los recursos.

Asimismo, el sistema de gestión de carbono neutralidad posee como responsables a los puestos del cuadro 10.

Cuadro 10. Responsables del sistema de gestión de carbono neutralidad de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

Puesto
Coordinador de mantenimiento metrología
Coordinador de almacén de repuestos
Coordinador de mantenimiento predictivo
Gerente de operaciones logísticas
Auxiliar de facturación
Coordinadora de gestión documental
Especialista de facilidades
Analista de salud ocupacional
Auxiliar administrativo
Gerente de calidad integrada
Jefe de comunicaciones
Jefe de sistema integrado de gestión
Coordinador de gestión ambiental
Analista de gestión ambiental
Auxiliar de gestión ambiental

Fuente: Elaboración con datos de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. (2016).

7.3.8. Requisitos para la evaluación del inventario de GEI

La Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. identifica y documenta las fuentes de Gases de Efecto Invernadero que contribuyen con sus emisiones directas, e indirectas en el presente documento.

7.3.8.1. Identificación de fuentes y sumideros de GEI

Este apartado indica las vías que la organización debe recurrir para identificar nuevas fuentes de emisión de GEI, la descripción de este apartado se encuentra en el apartado 7.2 del presente documento.

7.3.8.2. Descripción de las fuentes

Este punto describe cada fuente identificada en tres apartados. Generación y proceso de consumo referido a cómo se genera y consume la fuente de gei en la compañía, quien la provee y quien la gestiona internamente. El manejo de la información y los registros se enfoca en dar a conocer el manejo de los datos de cada fuente, la trazabilidad de la información y cuales registros intervienen durante el proceso. La calibración se refiere a conocer si existe algún control metrológico para la fuente. El detalle de cada fuente se encuentra en el apartado 7.2 del presente documento.

7.3.8.3. Selección de la metodología de cuantificación

En este apartado se detalla la metodología de cuantificación utilizada para cada fuente, la descripción de este apartado se encuentra en la II fase del primer capítulo de este documento.

7.3.8.4. Selección y recopilación de datos de la actividad de GEI

La selección de los datos de actividad se documenta en la descripción de las fuentes, y los resultados se evidencia en el Inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

7.3.8.5. Selección o desarrollo de los factores de emisión o remoción de GEI

Los factores de emisión usados para calcular las emisiones del presente inventario, son los publicados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y los del Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC), estos factores de emisión se actualizan anualmente en el Inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

7.3.8.6. Cálculo de emisiones y remociones de GEI

Los cálculos se realizan según la metodología descrita en el apartado 7.2, sección metodología de cuantificación y se documentan en el Inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

7.3.8.7. Emisiones y remociones de GEI de la biomasa

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., no cuantifica las emisiones y las remociones de gases de efecto invernadero por biomasa.

7.3.8.8. Evaluación de la incertidumbre

Para el cálculo de la incertidumbre (Cuadro 11), se utiliza la siguiente metodología.

Cuadro 11. Metodología del cálculo de la incertidumbre del inventario de GEI de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

D	E	F	G	H
Emisiones o absorciones del año t	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en el año t
Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{(G \cdot D)^2}{(\sum D)^2}$
Equivalente de Gg CO ₂	%	%	%	
$\sum D$				$\sum H$
		Porcentaje de incertidumbre del inventario total:		$\sqrt{\sum H}$

Fuente: IPCC (2006), Volumen 1, Capítulo 3, Cuadro 3.2, página 3.34.

En el documento: Inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., se incluye una hoja de datos para el cálculo de la incertidumbre que indica:

- En la primera columna se resume el resultado de las emisiones GEI cuantificadas en el año.
- En la columna siguiente se denota la incertidumbre de la actividad:
 - En los casos donde se tienen valores normados, se utilizan los máximos de porcentajes de incertidumbre, como lo es en los casos de fuentes de emisión de despacho de combustibles que son regulados por medio de la ARESEP, mediante el Decreto N° 26 425-MEIC.
 - En los casos donde no se tiene información verificable se emplea lo descrito en la IPCC (2006), donde se le puede otorgar un valor de cero.
 - Posterior, para el cálculo de la incertidumbre de la actividad (IA) donde se tiene información verificable, se utiliza los certificados de la calibración del proveedor vigentes. Cuando la incertidumbre de dicho certificado se encuentre en porcentaje, se utiliza la misma, de lo contrario se calcula dividiendo el valor de la incertidumbre entre el valor del patrón, obteniendo así el porcentaje de incertidumbre de la actividad.

$$\% \text{ incertidumbre actividad (IA)} = \frac{\text{Incertidumbre}}{\text{valor patrón}}$$

- La columna siguiente se denota la incertidumbre del factor de emisión (IFE), la cual se obtiene de revisión bibliográfica del IPCC (2006) para cada una de las fuentes de GEI. En los casos donde no se muestra el valor en porcentaje de incertidumbre, se utilizan los valores de factor de emisión, por defecto, la cual, mediante sus valores inferior y superior, se determina el porcentaje de error absoluto en cada uno de ellos y se elige para el cálculo del inventario aquel que haya resultado mayor.
- Posterior se calcula la incertidumbre como se muestra en las columnas “G” y “H” de la imagen mostrada anteriormente.

Las actividades de seguimiento se desarrollan mediante las actividades de control metrológico, ya sea solicitando al proveedor el envío del certificado de calibración una vez se haya vencido su vigencia o realizando la calibración de los equipos de control interno previo al vencimiento de su vigencia.

7.3.9. Requisitos para la reducción de emisiones

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., implementa planes de gestión para lograr las reducciones de GEI. Dichos planes se actualizan al menos cada 12 meses.

Contablemente la administración de dichos planes se puede manejar como CAPEX o como gastos. Cuando se evalúa el desempeño y aplica la toma de acciones para lograr los objetivos planificados, los planes de reducción se manejan de la siguiente forma: los que se tramitan como CAPEX se documentan en Caracterización Flujo Control Inicial y los que se gestionan como gastos se documentan en Plan de Gestión de Reducción de Emisiones de GEI y tendrán un apartado para su seguimiento.

7.3.10. Compensación de las emisiones de GEI

Para las emisiones de gases de efecto invernadero que la compañía no haya podido reducir internamente, se utilizó los mecanismos establecidos en los esquemas aceptados de compensación en la norma nacional vigente.

7.3.11. Gestión de la carbono neutralidad

7.3.11.1. Procedimiento para recálculo del año base o inventario

Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., podrá recalcular su año base o inventario de GEI si se implementara cambios en los límites operativos, límites de propiedad, control de las fuentes, cambios en las metodologías de cuantificación y cuando exista una variación superior al 3% en los datos de las emisiones o las remociones de GEI cuantificadas, para lo cual aplicará el procedimiento para la gestión de los gases de efecto invernadero.

7.3.11.2. Procedimiento de Gestión de la información sobre los GEI

La Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., establece y mantiene procedimientos de gestión sobre los gases de efecto invernadero que cumplen con los requisitos de la norma INTE B5:2016 según el Cuadro 12.

Cuadro 12. Procedimientos y documentos que brindan respuesta a los aspectos de la norma INTE B5:2016.

Aspectos	Procedimientos
Aseguran la coherencia con el uso futuro del inventario de GEI.	Procedimiento para la gestión de los gases de efecto invernadero.
Proporcionan revisiones rutinarias y coherentes para asegurar la exactitud y cobertura total del inventario de GEI.	Procedimiento para la gestión de los gases de efecto invernadero.
Identifican y dan tratamiento a los errores y las omisiones.	Procedimiento de acciones correctivas, preventivas y de mejora.
Documentan y archivan los registros pertinentes del inventario de GEI, incluyendo las actividades de gestión de la información.	Procedimiento de control de documentos. Procedimiento de control de los registros.
Identifican y revisan la responsabilidad y autoridad de aquellos responsables del desarrollo del inventario de GEI.	Procedimientos de educación y entrenamiento. Matriz de habilidades y conocimientos.
Identifican, implementan y revisan la formación apropiada de los miembros del equipo para el desarrollo de la información.	Perfil de cargo.
Identifican y revisan las fuentes y los sumideros de GEI, incluyendo nuevas fuentes y sumideros debido a cambios en la organización.	Procedimiento para la gestión de los gases de efecto invernadero.

Revisan la aplicación de las metodologías de cuantificación para asegurarse de la coherencia en múltiples instalaciones.	Procedimiento para la gestión de los gases de efecto invernadero.
Usan, mantienen y calibran el equipo de medición.	Control de los dispositivos de seguimiento y medición.
Desarrollan y mantienen un sistema robusto de recopilación de datos.	Procedimiento para la gestión de los gases de efecto invernadero.
Revisan regularmente la exactitud.	Procedimiento de auditorías internas integrales.
Auditorías internas y/o revisiones técnicas periódicas.	Procedimiento de auditorías internas integrales.
Revisan periódicamente las oportunidades para mejorar los procesos de gestión de la información.	Revisión del sistema integrado de gestión por la dirección.

7.3.12. Informe sobre GEI

La compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., para facilitar la verificación del inventario de GEI, o para informar a los usuarios internos o externos, documenta el Informe de los resultados del Inventario y de la carbono neutralidad.

Dicho informe estará disponible a todo público según lo indica el Política Comunicaciones Corporativas y se realizará la actualización requerida una vez al año.

Control de cambios

Versión	Descripción del cambio	Responsable
0	Creación del documento.	

7.4. Nuevos documentos

Los documentos siguientes resultan del procedimiento anterior y son creados con el objetivo de mejorar la gestión de la huella de carbono en la compañía.

- El registro para la identificación de fuentes de gases de efecto invernadero (Figura 7), documenta las fuentes de emisión existentes y las nuevas que se puedan desarrollarse a futuro.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A. Gestión Ambiental Registro para la Identificación de fuentes de gases de efecto invernadero			
Fecha de Evaluación:			
Responsable (s) de Evaluación:			
Area o proceso evaluado:			
Encargado del area o proceso evaluado:			
Fuente de GEI	Alcance	Responsable	Descripción de la fuente

Figura 7. Registro para la identificación de fuentes de GEI de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2015.

La información por obtener esta daba por la fecha en que se realiza la identificación, la persona responsable, el área o el proceso donde ocurre la fuente, el encargado, el nombre de la fuente, su alcance y la descripción respectiva.

- Procedimiento de verificación sobre el consumo de recursos energéticos: modificación del objetivo, se agrega contenido con respecto al proceso operativo del mismo y el proceso de gestión de la información del GLP, diésel y electricidad; dejando claro que los datos de actividad para la cuantificación de las emisiones de GEI se obtiene mediante las facturas emitidas.
- Las facturas correspondientes a la fuente de diésel y gas licuado de petróleo se registran en: entrada de GLP y entrada de diésel; el excel registra la información del número de factura, fecha de la factura, el número de radicado, la fecha del radicado y la entrada en litros de esa factura. Al final suma un total de litros correspondiente al mes que se tenga la información (Anexo 2).

- El documento “cálculo lubricantes” se utiliza para unificar los datos de lubricantes e una solo unidad de medida (Anexo 3). Se incluye la información del nombre de producto, su respectivo código SAP, la unidad que reporta SAP y su respectivo consumo. Si el producto no se encuentra reportado en litros, se debe buscar el peso de este, la gravedad específica, la densidad del agua o el producto, esto para realizar los cálculos descritos en el apartado 2.7 (metodología de cuantificación). Al final de la columna consumo existe un total de los litros consumidos por esta fuente.
- “Cálculo de viajes de avión” registra la información del mes de vuelo, el número y la fecha de la factura, el nombre del pasajero, la descripción de la ruta, el origen-destino, la fecha de salida y entrada de la persona (ver anexo 4). Se utiliza la calculadora del ICAO y se obtiene los kg CO₂ por persona en el viaje realizado. Este documento pretende extraer y organizar de mejor manera los datos que envía el proveedor.
- El excel: “inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.”, se utiliza para cuantificar la huella de carbono. En éste se utiliza los factores de emisión, el PCG y los datos de actividad para determinar la huella de carbono (Anexo 1).

III Fase. Análisis de viabilidad técnica, financiera y ambiental de tecnologías más limpias

7.5. Definición de meta de reducción de emisiones

La siguiente fase comprende la evaluación de las tecnologías limpias posibles por aplicar a las fuentes de emisiones de GEI, para buscar su reducción, se establece una meta de reducción con el objetivo de poseer un escenario claro al cual se aspira llegar.

Se define como meta, la reducción del 5% de emisiones de la huella de carbono total en un periodo desde el 2016 al 2019.

Basándose en la huella de carbono obtenida, la política ambiental que maneja la compañía y la meta de reducción establecida es necesario la incursión de tecnologías limpias para buscar la forma de reducir las emisiones de gases efecto invernadero y que generen beneficios a la organización.

7.6. Estudio de tecnologías limpias

Para el análisis (Cuadro 13), se toman en cuenta las oportunidades de mejora en cada fuente de emisión de GEI identificada, con el objetivo de buscar en cual fuente es más factible aplicar alguna reducción.

El gas licuado de petróleo representa la primer fuente en generar mayor cantidad de emisiones. Le siguen el gas refrigerante R407c, la energía eléctrica y el diésel de vehículos. Seguidamente se explica por qué se usa tecnologías ambientales en una fuente y en las otras no se realiza una propuesta.

Con respecto al GLP, se buscó alguna tecnología limpia posible a aplicar, no obstante, se concluye lo siguiente: sustituir el GLP por otro combustible representa un aumento en las emisiones y por tanto no es una opción viable. El gas licuado de petróleo es un combustible que presenta versatilidad, eficiencia y compatibilidad ambiental. Si se compara con otros combustibles, el GLP posee una combustión más rápida y efectiva, por sus propiedades se considera más limpio que otros combustibles y genera procesos más eficientes (Dirección Sectorial de Energía, 2003). Se consideró la sustitución de hornos por hornos más eficientes, sin embargo, esta opción se descartó por la complejidad y magnitud de llevar a cabo un proyecto de este tipo. Las

condiciones de operación de cada horno varían según el producto, por lo tanto, la estimación del consumo de GLP por horno es tedioso. Añadido a esto se debe conocer la composición del gas LP y la presión existente en el área de trabajo con el fin de determinar si va a existir un mayor consumo (Alvarado, R. 2017). Debido a estas variables la estimación de la reducción de las emisiones se presenta como compleja y por ende se descartó la aplicación de alguna tecnología limpia.

Luego sigue el gas refrigerante R407c que representa el sustituto del gas refrigerante R22, para esta fuente lo que se concluye es mejorar la forma en que se gestiona la utilización de dicho gas y controlar las fugas existentes. En el caso del diésel de los vehículos se busca que los empleados utilicen practicas adecuadas de manejo para reducir el consumo de diésel, por tanto, en estas fuentes no se aplica la utilización de tecnologías limpias.

En el caso de la energía eléctrica se encuentra que se puede aplicar tecnologías limpias (Cuadro 13). La razón de la utilización de cada tecnología es por la alta disponibilidad en el mercado, la disponibilidad de financiamiento y la reducción de emisiones de GEI en dicha fuente. Además se recomienda aplicar prácticas ambientales como apagar los equipos que no se utilicen y las luminarias.

Cuadro 13. Identificación de tecnologías limpias para la reducción de emisiones de GEI en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Nombre	Descripción	Ventajas	Desventajas	Fuente de emisión
Sistema fotovoltaico (panel solar)	Conjunto de mecanismos integrados para llevar cabo la transformación directa y eficiente de la energía solar en energía eléctrica, almacenar la energía generada, proveer adecuadamente la energía producida y almacenada, utilizar eficientemente la energía en el sistema. Dicho sistema se compone de los siguientes equipos: el panel fotovoltaico, la batería, el regulador de carga, el inversor y las cargas de aplicación (Biomass Users Network, 2002). El panel solar consta de una placa rectangular formada por celdas fotovoltaicas protegida por un marco de vidrio y aluminio anodizado, este capta la energía de la radiación solar y la transformar en corriente eléctrica.	-Poseen una vida útil larga. -Mantenimiento sencillo y de costos bajos (Biomass Users Network, 2002). -Son amigables con el ambiente. -Utiliza una fuente de energía renovable. -Son sistemas autónomos. -Es modular, acomodándose a los requerimientos de las personas o empresas. -Los sistemas resisten condiciones climáticas extremas (VOHER, s.f.).	-Inversión inicial alta. -La capacidad de generar energía es bajo respecto al uso de energía actual (Flores V, Juan C. s.f.). -Dependiendo de las condiciones atmosféricas así será la disponibilidad de energía (Energías Renovables. 2014). -Cuando se requiere gran cantidad de energía eléctrica, se necesitan grandes espacios de generación.	Energía eléctrica
Diodo emisor de luz (LED)	El LED es un dispositivo de material semiconductor unido a 2 terminales (ánodo y cátodo) que produce un efecto llamado electroluminiscencia, la luminaria busca reducir el consumo de kW en cada unidad instalada comparado con luminarias convencionales.	-Bajo consumo energético. -Larga vida útil. -No emite radiación infrarroja ni ultravioleta. -El color es saturado. -Se puede regular el nivel de iluminación. -Diseño simple. -Luz direccional y funciona en ambientes fríos (Lámparas de LED. s.f.).	-Precios superiores a las lámparas tradicionales. -No resisten temperaturas de 65 grados. -Poca efectividad en zonas amplias (Electrontools. s.f.).	Energía eléctrica

7.7. Análisis técnico, financiero y ambiental de las tecnologías limpias

Se llevó a cabo el análisis de las variables respectivas para cada tecnología identificada. El análisis técnico (Cuadro 14) considera aspectos de construcción, herramientas necesarias y el proceso de instalación que asume cada tecnología.

Cuadro 14. Análisis técnico para la implementación de tecnologías limpias para la reducción de las emisiones de GEI en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Tecnología limpia	Diodo emisor de luz	Sistema fotovoltaico
Variable		
Tamaño equipo.	235 lámparas y 372 tubos diodo emisor de luz.	648 paneles solares de 310 W y la utilización de 3 inversores centralizados.
Personal requerido.	5 personas para instalación.	4 personas para instalación.
Insumos necesarios para aplicarla.	-Lámparas y tubos diodo emisor de luz. -Personal para la instalación. -Mantener el voltaje o amperaje de las luminarias. -Presupuesto asignado. -Plan de disposición adecuada de residuos generados.	-Área necesaria de 1620 m². -Inversión inicial. -Compromiso de los altos jerarcas.
Legislación aplicable.	No aplica.	Decreto N°39220-MINAE Reglamento Generación Distribuida para Autoconsumo con Fuentes Renovables. Modelo de Contratación Medición Neta Sencilla.
Facilidad de adquisición.	En el mercado hay gran variedad de tipos de luminarias, por lo tanto son de fácil adquisición.	El uso de estos sistemas progresa con el paso del tiempo, por lo cual la adquisición es fácil.
Manual Operación.	No.	Si.
Proceso de instalación.	Se compran las luminarias y se contrata un proveedor para realizar el reemplazo de luminarias convencional a tipo Diodo Emisor de Luz.	Realizar cotizaciones y asignar el presupuesto. Realizar la compra y la empresa proveedora realiza la instalación.

El análisis financiero (Cuadro 15) considera los aspectos económicos y gestión de recursos necesarios para aplicar las tecnologías en la organización.

Cuadro 15. Análisis financiero para la implementación de tecnologías limpias para la reducción de las emisiones de GEI en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Tecnología limpia	Diodo emisor de luz	Sistema fotovoltaico
Variable		
Costo de adquisición.	¢2 976 000	\$360 000
Costo mano de obra.	¢7 520 000	
Costo Mantenimiento.	¢0	Alrededor de un 5% del costo total del sistema en toda su operación.
Formas de Pago.	Pago contra factura.	Contado: 60% firma contrato y 40% entrega proyecto. Financiamiento: prima del 25%, interés de 8,5% por 84 meses, pago mensual de \$4 644

El análisis ambiental (Cuadro 16) consideró la generación de impactos ambientales y la cantidad de toneladas que se puede reducir aplicando cada tecnología.

Cuadro 16. Análisis ambiental para la implementación de tecnologías limpias para la reducción de emisiones de GEI en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Tecnología limpia	Diodo emisor de luz	Sistema fotovoltaico
Variable		
Aspecto ambiental.	Consumo de recursos-electricidad.	Consumo de recursos-electricidad.
Impacto ambiental.	Recursos naturales (agotamiento de electricidad).	Recursos naturales (agotamiento de electricidad).
Potencial de reducción de emisiones de GEI.	1.8134 t CO _{2e} .	10.64 t CO _{2e} .

7.8. Análisis de tecnologías limpias

Se procede con un análisis general de las variables más relevantes (Cuadro 17) enfocado en determinar cuál tecnología es óptima para reducir emisiones de gases efecto invernadero en la organización.

Cuadro 17. Análisis de la tecnología limpia más viable para reducir emisiones de GEI en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Tecnología Limpia	Diodo Emisor de Luz	Sistema Fotovoltaico
Variable		
Costo Total	1,5	1
Potencial de reducción de emisiones de GEI	1	2
Impacto ambiental.	2	2
Total	4,5	5

Nota: 1 significa: no factible, 1,5 significa: factibilidad leve o moderada, 2 significa: si es factible.

El mayor puntaje obtenido corresponde al sistema fotovoltaico (5 puntos); representado una reducción de 0,14% de la huella de carbono total. Por el mayor puntaje se selecciona como la tecnología limpia más adecuada para reducir emisiones de GEI.

Las características del cuadro 14, 15, 16 y 17 reflejan los aspectos más importantes para la realización de un proyecto que involucre la generación fotovoltaica, en cuanto a la reducción de emisiones de GEI se elabora un programa más detallado en la fase IV.

IV Fase. Elaboración del plan de gestión de emisiones de gases de efecto invernadero para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.

7.9. Compromiso de la organización

Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., es subsidiaria del consorcio colombiano Grupo Empresarial Nutresa, S.A. Dicho grupo posee al desarrollo sostenible como marco de gestión, y en ese sentido se compromete con un modelo económico que vaya de la mano con el desarrollo social y genere beneficios en equilibrio con el ambiente.

La compañía debe cumplir con las disposiciones del grupo empresarial, por ello trabaja bajo el compromiso del desarrollo sostenible, contribuyendo con el desarrollo de partes interesadas, desarrollo social, crecimiento económico y equilibrio ambiental; dicho compromiso se refleja en el programa “construyendo juntos” que abarca las 3 dimensiones del desarrollo sostenible y los objetivos estratégicos para el 2020.

Para garantizar el compromiso de la compañía con el desarrollo sostenible se cuenta con un sistema integrado de gestión que vela por todos los aspectos de la organización y que es sustentado por la política del sistema integrado de gestión.

En dicha política el aspecto ambiental se define como:

“Prevenimos y mitigamos los impactos ambientales generados por nuestros procesos, y gestionamos el uso racional de los recursos”.

Por lo tanto, Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., se compromete a cuantificar, reducir y compensar sus emisiones de GEI, según el alcance definido en el procedimiento para la gestión de gases de efecto invernadero.

7.10. Programa de reducción

7.10.1. Objetivo de reducción

Reducir la huella de carbono en la fuente energía eléctrica mediante la implementación de un sistema fotovoltaico en la planta productiva y que permita disminuir 10.6 toneladas de CO_{2e}.

7.10.2. Recursos para la reducción de las emisiones de GEI

Con el objetivo de aminorar las emisiones, la organización contablemente incluye este programa de reducción dentro del rubro de CAPEX.

El proyecto consiste en la instalación de un sistema fotovoltaico en la planta productiva. Se colocarán un total de 648 paneles solares de 310 W, para una potencia instalada de 200.88 kW y la utilización de 3 inversores centralizados. Se requiere un área de 1620 m² para la colocación de los paneles solares y se estima una generación mensual promedio de 23 272 kWh. El sistema es instalado por un proveedor en un tiempo estimado de 28 días.

El proyecto es realizado por el departamento de gestión ambiental y el coordinador de mantenimiento de servicios, los cuales están encargados de velar por los siguientes recursos:

- Financieramente, el monto total del proyecto asciende a \$360 000 que incluye el sistema instalado y la mano de obra requerida. El primer año se estiman ahorros anuales por \$41 314 y en toda la vida del proyecto (25 años) \$2 340 675; usando fondos propios la recuperación de la inversión se llevaría a cabo en 6 años. Estos datos son proporcionados por Yuxta Energy S.A. y este mismo se encargó de realizar los cálculos para presentar la opción de instalación del sistema fotovoltaico.
- El recurso tecnológico es proporcionado por un proveedor que se encarga de brindar el sistema fotovoltaico a la compañía.
- El recurso humano para la gestión y el seguimiento del proyecto es dado por la compañía mediante los departamentos responsables; para la instalación del sistema el recurso lo brinda el proveedor respectivo.

7.10.3. Descripción de la estrategia de reducción

La reducción se enfoca en la disminución de las emisiones de GEI derivados de la fuente del alcance 2: energía eléctrica. Para dar cumplimiento se establece una estrategia (Cuadro 18) de disminución el consumo de kilowatts mediante la instalación de un sistema fotovoltaico.

Cuadro 18. Estrategia de reducción demostrada para disminuir el consumo de kWh en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Meta	Actividades	Metodología	Responsables	Indicador de seguimiento	Método de control
Reducir el consumo de energía eléctrica estimado en 23.272 kWh mensual.	Buscar cotizaciones de sistemas fotovoltaicos.	Búsqueda de proveedor, presentación y entrega de proyecto al área encargada.	Departamento de gestión ambiental.	No Aplica.	Documento del proyecto.
	Selección del proveedor.	Según la descrita en CAPEX.	Personas integrantes en CAPEX.	No aplica.	Documento de proyecto fotovoltaico.
	Instalación del sistema fotovoltaico.	El personal del proveedor se encarga de: -Transportar el sistema a la compañía para su instalación. -Instalar el sistema en el lugar designado. -Brindar la asesoría respectiva en el manejo del sistema fotovoltaico al personal de la compañía. -Dar un reporte semanal del avance de colocación del sistema solar. -Disponer adecuadamente (según lo indique la compañía) los residuos generados durante la instalación del sistema.	Departamento de gestión ambiental y coordinador de mantenimiento de servicios.	% de avance de la instalación.	Documento de comunicación por parte del proveedor sobre el avance semanal en el proyecto.
	Cálculos de reducción del consumo de	Para realizar el cálculo se debe seguir lo siguiente: -Identificar el consumo de kWh mensual del año base.	Departamento de gestión ambiental.	% de reducción en el consumo de kWh anual	Documento: Reducción en el consumo de energía eléctrica por

	energía eléctrica.	-Identificar el nuevo consumo de kWh mensual luego de la instalación del sistema fotovoltaico. -Restar los kWh mensual del año base al nuevo consumo de kWh y obtener la reducción del consumo mensual. -Sumar la diferencia obtenida para todo el año de medición y observar la reducción en el consumo.		comparado con el consumo anual del año base.	sistema fotovoltaico. (Ver anexo 6)
	Evaluación periódica del programa.	Mediante un gráfico identificar el comportamiento de consumo mensual y determinar la disminución conforme avanza el tiempo.	Departamento de gestión ambiental.	KWh reducidos mensual y anual.	Procedimiento para la gestión de gases de efecto invernadero. Documento: Reducción en el consumo de energía eléctrica por sistema fotovoltaico. (Ver anexo 6)
	Finalización o actualización de este programa.	Revisar el cumplimiento del programa.	Departamento de gestión ambiental y coordinador de mantenimiento de servicios.	No aplica	Programa actualizado, minuta de cierre o finalización.

7.10.4. Metodología utilizada para determinar la reducción de emisiones de GEI

La reducción de las emisiones de GEI por energía eléctrica sigue la siguiente metodología.

Para conocer la disminución en el consumo de kWh se realizan los cálculos en el documento reducción del consumo de energía eléctrica por sistema fotovoltaico (Anexo 6). Comparado con el año base, la reducción en el consumo anual de energía eléctrica en la planta productiva se estima en 279 264 kWh.

La estimación de la cantidad de emisiones a reducir en la fuente se basa en el dato de consumo anual reducido (kWh) multiplicado por el factor de emisión del Instituto Meteorológico Nacional y se detalla a continuación:

$$\left(279\,264\,kWh \times 0,0381 \frac{kg\,CO_{2e}}{kWh} \right) / 1\,000 = 10.64\,tCO_{2e}$$

La determinación de la reducción se realiza de la siguiente forma:

Totalizar el consumo anual (kWh) para el año base y de medición.

La reducción de kWh debe restarse al consumo anual del año base el consumo anual del año de medición.

La reducción de las emisiones en tCO_{2e} en la fuente se debe realizar el siguiente cálculo: (diferencia de consumo (kWh) x Factor Emisión) / 1000.

La reducción de emisiones en t CO_{2e} del año base en la fuente, se realiza el siguiente cálculo: t CO_{2e} (2015) - t CO_{2e} (nueva medición).

Para el mismo año o siguiente a la instalación del sistema, se espera evidenciar esta reducción en la fuente de energía eléctrica en el inventario de GEI Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., mediante el siguiente cálculo del punto anterior.

La evaluación y la verificación de la reducción en la fuente se utiliza el documento Reducción del consumo de energía eléctrica por sistema fotovoltaico. Aquí debe ingresarse los datos de consumo mensual para el año base y año de medición.

En dicho documento se cuenta con un gráfico correspondiente con el comportamiento del consumo mensual en kWh para evidenciar si hubo disminución en el consumo de energía eléctrica.

7.10.5. Medios reales para lograr la reducción de la emisión de GEI

Los medios reales para lograr la reducción se aseguran:

- Cumpliendo con la totalidad de paneles solares instalados.
- No se realicen modificaciones estructurales o remodelaciones en el área del proyecto.
- El consumo de kWh anual no será mayor al consumo actual.
- No se realicen sustituciones de otro modelo de panel solar.

7.10.6. Justificación de la selección de la metodología y los medios elegidos, incluyendo todos los supuestos y los cálculos realizados en la cuantificación de las reducciones de las emisiones de GEI

Compañía de Galletas Pozuelo DCR S.A., utilizara el sistema fotovoltaico debido a las siguientes ventajas que posee: larga vida útil, mantenimiento sencillo, tecnología amigable con el ambiente y utiliza una fuente renovable de energía. Dichas características permiten lograr la reducción de emisiones en la fuente de energía eléctrica.

Por lo tanto, se escoge como la tecnología a utilizar e implementar la metodología descrita en este programa; asegurando la reducción de las emisiones y cumpliendo con los principios de pertinencia, cobertura total, coherencia, transparencia y eficiencia.

7.10.7. Periodo escogido para medir la reducción de las emisiones de GEI y toneladas de dióxido de carbono equivalente reducidas

El periodo escogido para medir la reducción de las emisiones en la fuente de electricidad comprende entre el 2016 y el 2019. Las toneladas reducidas por la implementación y evaluación del proyecto descrito en este plan proporcionan un total de 10.6 tCO_{2e}.

7.11. Programa de compensación

7.11.1. Objetivo de compensación

Anular las emisiones de GEI que no han podido ser reducidas mediante los esquemas de compensación aceptados y que permita demostrar la carbono neutralidad.

7.11.2. Recursos necesarios

Para acceder a la compensación de emisiones de GEI debe poseerse el monto financiero total (Cuadro 19), el personal del departamento de gestión ambiental debe gestionar y darle seguimiento a la compensación realizada.

7.11.3. Estrategia de compensación

Se utiliza la Unidad Costarricense de Compensación (UCC), éstas se conciben en proyectos que utilizan la figura del pago por servicios ambientales en la actividad de reforestación con especies de rápido y mediano crecimiento. Para crear estas unidades se manejan metodologías amparadas en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

Este esquema se puede obtener mediante una compra en línea o compra en físico en la Dirección de Desarrollo del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal. El cliente debe aportar los datos requeridos para el registro de comercialización mediante un correo electrónico y concluido el trámite se le envían en versión digital los documentos que oficializan la compensación de las emisiones. (FONAFIFO, 2017)

Seguidamente de aplicar y medir las reducciones respectivas, se procede con la estrategia de compensación (Cuadro 19) para mitigar las emisiones restantes.

Cuadro 19. Estrategia de compensación para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Esquema de compensación	Toneladas por compensar	Costo por tonelada	Costo total (anual)	Metodología	Responsable	Método de control
Unidad costarricense de compensación (UCC).	7 738.79 t CO _{2e}	\$7.5 / t CO _{2e}	\$58 040.92	-Restar a las t CO_{2e} (año base) – t CO_{2e} provenientes de reducciones para obtener las tCO_{2e} a compensar. -Contactar con el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal para enviar datos de compensación. -Realizar el pago correspondiente en dólares. -Recibir los documentos que confirman la compensación.	Departamento de gestión ambiental	Certificado de compra. Documentos descriptivos de proyectos. Factura timbrada.

7.12. Logro de la C-Neutralidad

Para obtener la C-neutralidad se debe verificar y certificar el inventario de emisiones de GEI, en Costa Rica existen dos organizaciones acreditadas para este fin, la Asociación Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) y la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH) (Ente Costarricense de Acreditación. 2012). Los costos por verificar y certificar la carbono neutralidad son: INTECO \$4000 y la EARTH \$4500; por lo que la organización debe seleccionar con cual ente desea realizar la certificación.

La compañía con base en el plan de gestión realizado logra obtener la C-neutralidad mediante la siguiente ecuación.

$$e - r - c = 0$$

En donde e representa las emisiones, r representa las reducciones y c representa la compensación. Por lo tanto, el siguiente cálculo (Cuadro 20) corresponde a la resolución de la ecuación.

Cuadro 20. Demostración de la C-neutralidad para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2016.

Emisiones	Reducciones	Compensaciones	Total
7 749.43 tCO _{2e} .	10.64 tCO _{2e} .	7 738.79 tCO _{2e} .	0 tCO _{2e} .

De esta manera la organización se enfoca en ejecutar sus operaciones de forma responsable con el ambiente, cumpliendo con sus compromisos ambientales y a la vez contribuye a las acciones del gobierno en los esfuerzos por alcanzar la C-neutralidad.

7.13. Taller de presentación de resultados

Se realizó una presentación de la cuantificación de la huella de carbono (Figura 8) para la compañía. Se hicieron presentes las partes responsables dentro del inventario de emisiones.



Figura 8. Presentación de resultados a la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. en el 2017.

Se llevó a cabo la exposición de las toneladas de dióxido de carbono equivalente resultantes del inventario de emisiones, las fuentes de emisión más importantes por evaluar, la presentación del plan de gestión, resaltando el monto económico que conlleva compensar dichas emisiones y estableciendo las responsabilidades de cada participante dentro del marco de la carbono neutralidad.

8. Conclusiones

- Se elaboró el inventario de emisiones de gases efecto invernadero y como resultado la huella de carbono para el 2015 representa un total de 7 749.43 toneladas de carbono equivalente.
- El mayor aporte de las emisiones de GEI en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A., está representado por las emisiones directas. En esta categoría las mayores fuentes son el gas licuado de petróleo, el gas refrigerante R407c y el diésel de vehículos.
- De las 13 fuentes de emisión evaluadas, cuatro fuentes representan el 97,43% del inventario de emisiones, por lo cual deben establecerse como prioridad en el desarrollo de acciones en el futuro para buscar la forma de reducir las emisiones y mejorar el desempeño ambiental en la organización.
- La confiabilidad del inventario de emisiones de GEI dependerá de la disposición de información actualizada y su correcta utilización, para ello es preciso disponer de instrumentos actualizados para el cálculo de la huella de carbono.
- Si la organización desea lograr la carbono neutralidad y obtener la certificación, realizará acciones para mejorar su desempeño ambiental e implementar la tecnología limpia como medida de reducción. El trabajo desarrollado aporta una acción ambiental mediante el uso de la tecnología limpia y que conlleva a resolver las interrogantes planteadas durante el proyecto.

- Las tecnologías limpias brindan una opción novedosa ambientalmente con el fin de mejorar los procesos y/o productos, además de generar beneficios a las corporaciones. El programa de reducción incluye la utilización de un sistema fotovoltaico para reducir las emisiones de GEI, este corresponde a la opción que brinda una mayor disminución de las emisiones.
- Basados en los datos obtenidos del estudio de tecnologías limpias, se concluye que no es viable económicamente aplicar el sistema fotovoltaico, no obstante, queda a criterio de la compañía la aplicación de la tecnología.
- No se llevó a cabo la determinación del potencial de reducción de emisiones real por motivo que no se cuenta con los proyectos de reducción implementados, sin embargo, se cuenta con una estimación de ese potencial de reducción mediante las alternativas presentadas en este documento.
- El gas licuado de petróleo es la fuente que individualmente aporta más a la huella de carbono (86,66%); sin embargo, a corto plazo no es viable tratar de reducir las emisiones, porque es el principal combustible que se utiliza en la mayoría de los procesos de la planta, y no existe un combustible alternativo que pueda utilizarse en gran volumen.
- La documentación que respalda el sistema de gestión de carbono neutro es de trascendental importancia, ya que indica la forma en la cual se debe gestionar la información de cada fuente, estandariza los procesos relacionados con las fuentes de emisión, ayuda a la planificación de la huella de carbono y permite la mejora en los procesos de la compañía.

9. Recomendaciones

- Se integre el equipo de trabajo con el sistema de gestión de carbono neutralidad, es de gran importancia para la correcta implementación y que conozcan el proceso si desean obtener resultados coherentes.
- La medida de reducción relacionada con la gestión energética debe ser contempladas por la compañía no sólo por los beneficios directos, como la reducción en el consumo energético, sino por los beneficios indirectos como la amortización de los posibles aumentos económicos en la energía eléctrica.
- Se recomienda analizar la implementación del cambio de luminarias convencional a luminaria de tecnología diodo emisor de luz, este cambio aporta a la reducción del consumo de energía eléctrica y por tanto es una medida que no se debe descartar.
- Contar con personal capacitado en el mantenimiento y funcionamiento de los hornos que utilizan gas licuado de petróleo, para evitar el desperdicio de energía proveniente de un mal manejo.
- Analizar la opción de utilizar la energía remanente de los hornos para utilizarla en otros procesos (calentamiento de agua por ejemplo) o aislar cada horno para eliminar el desperdicio de energía y evitar el consumo excesivo de gas licuado de petróleo.
- Buscar opciones para medir el gas licuado de petróleo que verdaderamente utilizan los hornos y las variaciones de consumo según el tipo de galleta. Establecer cuales son más eficientes en consumo de gas y energía para que realicen una correcta planificación de la producción según los hornos disponibles.

- Se mejoren las prácticas ambientales a nivel interno, para identificar si existen reducción en las emisiones de GEI. La carbono neutralidad indica que se busque la reducción máxima de emisiones en fuentes antes de usar los proyectos de compensación, por lo tanto debe verificarse con coherencia los posibles resultados de aplicar prácticas ambientales como forma de reducir emisiones.
- Para lograr la carbono neutralidad en una organización es indispensable la sensibilización del personal involucrado en cada proceso, por lo que se recomienda añadir (dentro de la programación de capacitación) el tema de huella de carbono y entrenar a las personas en el tema con el fin de cumplir con los objetivos propuestos.
- Se recomienda que a nivel nacional se brinde un fortalecimiento y apoyo a las tecnologías limpias para el manejo ambiental de procesos y/o productos, así como la obligatoriedad de su utilización mediante la legislación pertinente.

10. Referencias bibliográficas

- Alvarado, R. 2017. Consumo GLP. (correo electrónico). La Uruca, CR. Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.
- Ambientico. 2016. El Acuerdo de París y los compromisos de Costa Rica. Ambientico. no.258: 2-3.
- Arauz, V. 2014. Apoyo a la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático – Hacia un desarrollo bajo en emisiones: Informe del Programa ACCIÓN Clima (DCC/GIZ) Acciones 2013 (en línea). San José, CR. Consultado 27 mayo 2014. Disponible en: http://cambioclimaticocr.com/biblioteca-virtual/doc_details/164-apoyo-a-la-implementacion-de-la-estrategia-nacional-de-cambio-climatico?tmpl=component
- Arguedas Marín, M. 2012. La huella de carbono del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú. 9(22):51-59.
- Arroyave Rojas, JA; Garcés Giraldo, LF. 2007. Tecnologías ambientalmente sostenibles (en línea). Consultado 21 mayo 2014. Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/513/1/pl_v1n2_78-86_tecnolog%C3%ADas.pdf
- Biomass Users Network (BUN-CA). 2002. Manuales sobre energía renovables: Solar Fotovoltaica. San José, CR. 48 p.
- Calderón Vargas, E; Ureña Vargas, L. s.f. Sistemas de Gestión de Carbono Neutralidad. (en línea). Cartago, CR. Consultado 24 feb. del 2014. Disponible en: http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/file/3218503/Sistemas_de_Gesti%C3%B3n_de_Carbono_Neutralidad.pdf
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). s.f. Metodologías de cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina (en línea). Santiago, CL. Consultado 24 may 2014. Disponible en: http://www.eclac.org/dmaah/noticias/noticias/9/40559/Metodolog%C3%ADas_de_c%C3%A1lculo_HC_y_implicaciones_AL.pdf
- CMNUCC. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas. Nueva York, US. Consultado 17 abr. 2014. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

- DCC (Dirección de Cambio Climático, CR). s.f. Dirección de Cambio Climático. (en línea). San José, CR. Consultado 20 feb. 2014. Disponible en: <http://cambioclimaticocr.com/index.php>
- Dirección Sectorial de Energía. 2003. Situación del Gas Licuado de Petróleo en Costa Rica (en línea). San José, CR. Consultado 31 oct. 2017. Disponible en: <http://www.dse.go.cr/es/03Publicaciones/04Tecnicas/situacionGLP.pdf>
- Electrontools. S.f. Ventajas y Desventajas de las Luces LED (en línea). Consultado 1 may. 2017. Disponible en: <http://www.electrontools.com/Home/WP/2017/05/01/ventajas-y-desventajas-de-las-luces-led/>
- Energías Renovables. 2014. Energía solar: ventajas e inconvenientes (en línea). Consultado 10 may. 2017. Disponible en: <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/energia-solar-ventajas-inconvenientes/>
- Energía y Sociedad. S.f. 3.1 El cambio climático y los acuerdos internacionales (en línea). Consultado 25 oct. 2017. Disponible en: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/3-1-el-cambio-climatico-y-los-acuerdos-internacionales/>
- Ente Costarricense de Acreditación (ECA). 2012. Organismos Validadores Verificadores de GEI (en línea). Consultado 08 nov. 2017. Disponible en: http://www.eca.or.cr/acr_ovv.php
- EURESP (European Regional Environmental Services Platform). 2005. Buenas prácticas ambientales en la industria alimentaria (en línea). Consultado 28 abr. 2014. Disponible en: <http://www.euresp-plus.net/sites/default/files/resource/Buenas%20pr%C3%A1cticas%20ambientales%20sector%20alimentario.pdf>
- Flores V, Juan C. s.f. 13 Ventajas y Desventajas de la Energía Solar (en línea). Consultado 10 may. 2017. Disponible en: <https://www.lifeder.com/ventajas-desventajas-energia-solar/>

- FONAFIFO (Fondo Nacional de Financiamiento Forestal). 2017. Producto: Unidades de Compensación de GEI (en línea). Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). San José, CR. Consultado 5 abr. Del 2017. Disponible en: <http://www.fonafifo.go.cr/inversiones/ucc.html>
- Frohmann, A; Herreros, S; Mulder, N; Olmos, X. 2012. Huella de carbono y exportaciones de alimentos: Guía práctica (en línea). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, CL. Consultado 23 abr. 2014. Disponible en: <http://www.ecoamerica.cl/attachments/article/451/Huella%20de%20carbono%20y%20exportaciones.pdf>
- García Sardina, G. 2013. Huella de Carbono – Carbon Footprint (en línea). Asociación Española para la Calidad (AEC). ES. Consultado 10 abr. 2014. Disponible en: http://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=c25fc97e-13e8-47b1-bd9d-1d2a28a50e9f&groupId=10128
- GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol). 2012. Corporate Standard (en línea). Consultado 21 abr del 2014. Disponible en: <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>
- Gutiérrez Espeleta, E. 2016. La acción climática en Costa Rica: Un compromiso ambicioso en el marco del Acuerdo de París. Ambientico. no.258: 10-16.
- Grupo Nutresa. 2012. Metas Ambientales al 2020. (en línea). Medellín, CO. Consultado el 27 mar. 2014. Disponible en: <http://www.gruponutresa.com/es/content/metas-ambientales-al-2020>
- Guerra Alarcón, L. 2007. Construcción de la huella de carbono y logro de carbono neutralidad para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, CR. CATIE. 105p.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2006. Metodología de la investigación. McGraw-Hill Interamericana. 4º. ed. México DF, MX. 755 p.
- Hidalgo Segura, A. 2013. Guía Metodológica: Cálculo del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Actividades y Eventos Corporativos (en línea). Programa ACCIÓN Clima – GIZ. San José, CR. Consultado 13 mayo 2014. Disponible en: http://cambioclimaticocr.com/biblioteca-virtual/cat_view/2-publicaciones-sobre-cambio-climatico

- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR). 2016. Factores de emisión gases efecto invernadero (en línea). San José, CR. 6° ed. Consultado 09 agosto 2016. Disponible en: <http://cglobal.imn.ac.cr/index.php/publications/factores-de-emision-gei-sexta-edicion/>
- INTECO (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, CR). 2011. INTE 12-01-06:2011 Sistema de gestión para demostrar la C-neutralidad. Requisitos. San José, CR. 19p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, CH). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Incertidumbres. Vol. 1. Eds. F Christopher; J Penman; L Hanle; S Momni; S Ogle. Japón. IGES.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, CH). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Emisiones de la Industria Química. Cap. 3. Japón. IGES.
- Lámparas de LED del Norte. s.f. Las ventajas de utilizar la iluminación con Leds (en línea). MX. Consultado 1 may del. 2017. Disponible en: <http://www.lamparasdeled.com.mx/LasventajasdeutilizarlaIluminaci%C3%B3nconLeds.aspx>
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones). 2009. Estrategia Nacional de Cambio Climático. San José, CR. Editorial Calderón y Alvarado. S.A., 109 p.
- Mondéjar, MV; Viñoles, R; Bastante, MJ; Collado, D; Capuz, S. 2011. La Huella de Carbono y su utilización en las Instituciones Universitarias (en línea). XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Huesca, ES. Consultado 22 abr. 2014. Disponible en: http://aeipro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1950_1959.3388.pdf
- Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). 2016. Carbon Emissions Calculator (en línea). Consultado 18 may. 2016. Disponible en: <https://www.icao.int/ENVIRONMENTAL-PROTECTION/CarbonOffset/Pages/default.aspx>
- PBAE (Programa Bandera Azul Ecológica). 2013. Categoría VI: Cambio Climático (en línea). San José, CR. Consultado 27 mayo 2014. Disponible en: <http://banderaazulecologica.org/cambio-climatico/129>

- Programa Estado de la Nación. 2014. Cambio climático: impactos y desafíos para Costa Rica (en línea). Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, CR. Consultado 25 oct. 2017. Disponible en: http://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/021/ambiente/Corrales_Cambio_Climatico.pdf
- Programa Estado de la Nación. 2013. Carbono Neutralidad: Avances y Desafíos de cara al año 2021 (en línea). Decimonoveno Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, CR. Consultado 10 abr. 2014. Disponible en: http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/019/granados_2013.pdf
- Registro Nacional de Costa Rica. 2016. Sistema de Certificaciones e Informes Digitales (en línea). San José, CR. Consultado 25 ago. 2016. Disponible en: <https://www.rnpdigital.com/shopping/login.jspx>
- Sánchez Calderón, SD. 2012. Cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero del Plantas El Alto en Ochomogo, RECOPE. Tesis Lic. Ing. Ambiental. Cartago, CR. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 112p.
- Schneider, H. Samaniego, J. 2009. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios (en línea). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, CL. Consultado 23 abr. 2014. Disponible en: <http://rse.amia.org.ar/recursos/fckeditor/1/Documento%20de%20la%20CEPAL%20sobre%20la%20huella%20de%20carbono.pdf>.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2014. Lección 2: Definición y Conceptos de Tecnologías Limpias (en línea). Bogotá, CO. Consultado 7 abr. 2014. Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358029/ContenidoLinea/leccin_2_definicion_y_conceptos_de_tecnologas_limpias.html
- Valderrama, J; Espíndola, C; Quezada, R. 2011. Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. Formación Universitaria. 4(3):3-12.
- Vega Ramírez, T. 2012. Elaboración del Manual de Gestión de la empresa Eaton Electrical, S.A., para optar por la declaratoria de Carbono Neutral. Tesis Lic. San José, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC). 85 p.
- VOHER. s.f. Ventajas de la Energía Solar Fotovoltaica (en línea). Consultado 25 abr., 2017. Disponible en: <http://www.voher.cl/ventajas-de-la-energia-solar-fotovoltaica>.

11. Anexos

Anexo 1. Hoja de cálculo de emisiones de CO_{2e} para la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. 2016.

Fuente	Unidad	Total	Cálculo de emisión			Toneladas de CO _{2e}	% de Inventario
			t CO ₂	t CH ₄	t N ₂ O		
Gas Licuado de Petróleo	l	4164955,16	6709,74	2,36	3,54	6715,65	86,66
Gas refrigerante R22	kg	13,64	24,68			24,68	0,32
Gas refrigerante R410a	kg	11,36	19,60			19,60	0,25
Gas refrigerante R407c	kg	295,45	450,86			450,86	5,82
Gas refrigerante R507a	kg	0,00	0,00			0,00	0,00
Aceites lubricantes	l	1541,79	0,79			0,79	0,01
Acetileno	kg	5,50	0,02			0,02	0,00
Diésel	l	14150,00	36,97	0,04	0,11	37,12	0,48
Diésel de vehículos	l	55864,08	145,97	0,17	2,67	148,81	1,92
Extintores	kg	684,93	0,68			0,68	0,01
Energía Eléctrica	kWh	6157281,00	234,59			234,59	3,03
Sistema Aerobio de Aguas Ordinarias	kg	0,00		0,00		0,00	0,00
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	kg	0,00		0,00		0,00	0,00
Residuos Sólidos	kg	46100,00		56,25		56,25	0,73
Viajes de avión	kg CO ₂	60371,30	60,37			60,37	0,78
Total						7749,43	100,00

Anexo 2. Herramienta de recolección de datos y consumo mensual para el gas licuado de petrolero y diésel de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. 2016.

Datos				Entrada en litros
Factura #	Fecha de Factura	Radicado #	Fecha de Radicado	
Total (mes)				

Para cada mes se registran los datos respectivos en las columnas y totalizar el consumo de gas o diésel mensual. Se utiliza el mismo formato, sin embargo, los datos de las fuentes se manejan en archivos individuales.

Anexo 4. Herramienta de cálculo de emisiones por viajes de avión de la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. 2016.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.								
Cálculo de emisiones de aviación								Kg CO ₂ (por persona)
Mes	Fecha de Factura	No. Factura	Nombre de Pasajero	Descripción Ruta	Org - Des	Fecha de Salida	Fecha de entrada	
Total								

Anexo 5. Herramienta de cálculo utilizada por Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

One Way/Round Trip		Cabin Class	Number of Passengers
Round Trip ▼		Economy ▼	1
Leg	From City/Airport	To City/Airport	
1			
Delete All Location(s)	Delete Leg	Add New Leg	
Reset		Compute	
Metric (KG / KM)		Standard (LBS / MI)	

Fuente: Organización de Aviación Civil Internacional (2016).

Anexo 6. Cálculo de reducción en el consumo de energía eléctrica por sistema fotovoltaico en la Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A. 2016.

Compañía de Galletas Pozuelo DCR, S.A.													
Reducción en el consumo de energía eléctrica													
Año	Mes (kWh)												Total (kWh)
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Base (2015)													
Medición													
Diferencia													

La fila de diferencia representa la reducción mensual en el consumo de kWh (consumo base – nuevo consumo), para el cálculo de la diferencia anual debe sumarse cada mes y obtener el resultado para el año de medición.