



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA
CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO
HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT**

Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau

Asesorado por el Ing. Agr. Carlos Vinicio Godínez Miranda

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA
CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO
HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SABRINA ALEJANDRA ALVAREZ D'INCAU

ASESORADO POR EL ING. AGR. CARLOS VINICIO GODÍNEZ MIRANDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA AMBIENTAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADORA	Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 29 de octubre de 2012.



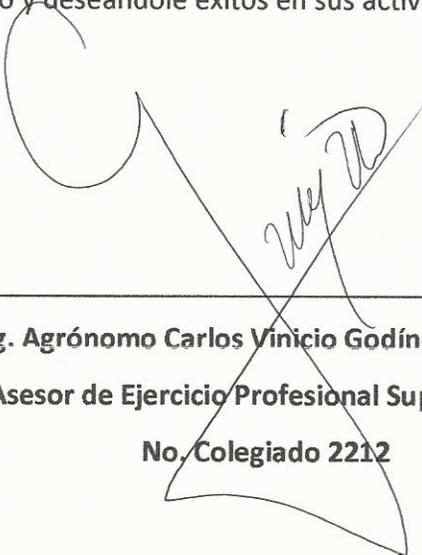
Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau

Guatemala, 05 de Mayo de 2014

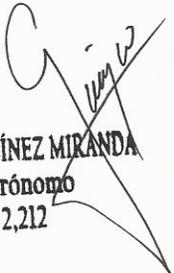
A quien interese:

Por este medio le informo que he revisado el diseño de investigación del Informe Final para el Ejercicio Profesional Supervisado, titulado **"DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT"** elaborado por la estudiante de Ingeniería Ambiental Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau, quien se identifica con el carné universitario 200815472. Después de la revisión realizada, procedí a solicitarle modificaciones, con el objeto de mejorar el contenido de la investigación, las cuales fueron realizadas por la estudiante. Por lo tanto, considerando que el diseño de investigación cumple con los requisitos establecidos por la Escuela de Ingeniería Química y estimo que el mismo puede ser aprobado.

Con muestras de mi respeto y deseándole éxitos en sus actividades, me suscribo, atentamente,



Ing. Agrónomo Carlos Vinicio Godínez Miranda
Asesor de Ejercicio Profesional Supervisado
No. Colegiado 2212



CARLOS VINICIO GODÍNEZ MIRANDA
Ingeniero Agrónomo
Colegiado 2,212



Guatemala, 04 de noviembre de 2013.
Ref.EPS.DOC.1180.11.13.

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau** de la Carrera de Ingeniería Ambiental, con carné No. **200815472**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT"**.

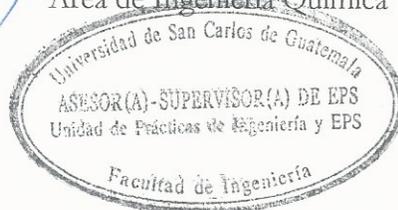
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Química



c.c. Archivo
LVPC/ra



Guatemala, 04 de noviembre de 2013.

Ref.EPS.D.780.11.13.

Ing. Victor Manuel Monzón Valdéz
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Monzón Valdéz.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la **Ingeniera Lorena Victoria Pineda Cabrera**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS

JMC/ra





Guatemala, 03 de noviembre de 2014
Ref. EIQ.TG-IF.054.2014

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **053-2013** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Ejercicio Profesional Supervisado-**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau**.
Identificada con número de carné: **2008-15472**.
Previo a optar al título de **INGENIERA AMBIENTAL**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Agrónomo: **Carlos Vinicio Godínez Miranda**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Inga. ~~Casta Petrona Zeceña Zeceña~~
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.269.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la carrera de **Ingeniería Ambiental** del estudiante, **SABRINA ALEJANDRA ALVAREZ D'INCAU** titulado: **"DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, noviembre 2014

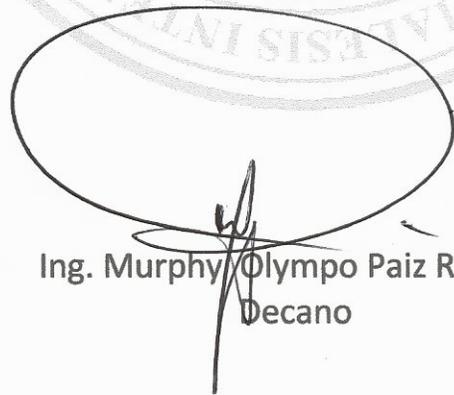
Cc: Archivo
VMMV/ale



DTG. 701.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO COMO HERRAMIENTA PARA LA EMPRESA GREEN DEVELOPMENT**, presentado por la estudiante universitaria **Sabrina Alejandra Alvarez D'Incau**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 26 de noviembre de 2014

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por cuidarme y permitirme compartir con mis seres queridos este día tan esperado.
- Mis abuelos (q.e.p.d.)** Rubén Alvarez, Carlos D’Incau y Esther Araya; quienes estarían orgullosos y felices de compartir esta meta conmigo.
- Mi abuela** Cynthia Barrera, quien ha esperado este día tanto como yo.
- Mis padres** Ruben Alvarez y Adriana D’Incau, por su amor incondicional, gracias a ustedes hoy estoy aquí, son mi ejemplo a seguir.
- Mis hermanos** Priscila Alvarez D’Incau, Romina Alvarez D’Incau, Facundo Alvarez D’Incau Camila Alvarez D’Incau, porque a pesar de los desacuerdos, las peleas y sorpresas, nos apoyamos los unos a los otros.
- Mi sobrina** Lucia Reyes Alvarez, gracias por llenar nuestro hogar de sonrisas y mucha felicidad.

Mi novio

Rodrigo Samayoa, el mejor amigo y hombre de grandiosas cualidades. Hubiera sido un sueño hecho realidad compartir este acto contigo.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por recibirme en tan prestigiosa casa de estudios, hoy y siempre orgullosa sancarlista.
Facultad de Ingeniería	Por darme las herramientas y el conocimiento para ejercer profesionalmente.
Mis profesores	Por compartirme sus conocimientos y anhelos de una mejor Guatemala.
Mis asesores	Ing. Agr. Carlos Godínez e Inga. Lorena Pineda, por su valiosa asesoría, disposición y tiempo en la elaboración de este trabajo.
Mis amigos	Linda Solís, Otto Sic, Andrés Samayoa, Federico Villagrán, Carlos Noriega, María René Pezzarosi, Carla Muñoz, Julia Contenti, Sofía Zamora, Fernando Barrios, Boris Ruiz, Mario Alvarez y Jorge Castro. Gracias por su amistad, espero que sigamos cosechando más triunfos y estar ahí para celebrarlos.
Mis compañeros de carrera	Nos despedimos de las clases y laboratorios, fue un gusto y alegría haber compartido estos años con tan buenas personas. Somos el cambio y futuro de Guatemala.

Mis compañeros de trabajo

Quienes se han convertido en amigos y con quienes he aprendido más cada día. Ahora sí, ¡Ingeniera!

Green Development

Quiero expresar mi agradecimiento por permitirme realizar mi trabajo de graduación en su empresa, el trato cordial brindado, por darme nuevos conocimientos y reforzar los adquiridos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Composición de la atmósfera	2
1.2. Capas de la atmósfera.....	4
1.2.1. Troposfera	5
1.2.2. Estratosfera	5
1.2.3. Mesosfera.....	6
1.2.4. Termosfera	6
1.2.5. Exosfera	7
1.3. Contaminación atmosférica	7
1.3.1. Clasificación de la contaminación en función de la extensión de la fuente.....	8
1.3.1.1. Contaminación puntual.....	8
1.3.1.2. Contaminación lineal	8
1.3.1.3. Contaminación difusa	9
1.3.2. Clasificación de los contaminantes atmosféricos.....	9
1.3.2.1. Contaminantes primarios.....	10
1.3.2.2. Contaminantes secundarios	10
1.3.3. Contaminantes atmosféricos	10

1.3.3.1.	Vapor de agua.....	11
1.3.3.2.	Dióxido de carbono	11
1.3.3.3.	Metano	13
1.3.3.4.	Óxido nitroso	13
1.3.3.5.	Ozono.....	14
1.3.3.6.	Clorofluorocarbonos	14
1.3.4.	Consecuencias de la contaminación atmosférica....	15
1.3.4.1.	El efecto invernadero	15
1.3.4.2.	El calentamiento global	16
1.3.4.3.	Cambio climático	17
	1.3.4.3.1. Vulnerabilidad al cambio climático en Guatemala.....	18
1.4.	Huella de carbono	20
1.4.1.	Eficiencia en la industria: indicador asociado a la productividad.....	21
1.4.2.	Estándares utilizados en el la cuantificación de la huella de carbono.....	22
2.	ANTECEDENTES DEL PROTOCOLO DE KIOTO	23
2.1.	GEI que abarca el Protocolo de Kioto	30
2.2.	Mecanismos del Protocolo de Kioto basados en el mercado ...	32
2.2.1.	Comercio de Emisiones, Mercados de Carbono	33
2.2.2.	Implementación Conjunta.....	33
2.2.3.	Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).....	34
2.2.4.	Monitoreo de los mecanismos.....	34
2.3.	Ratificación del Protocolo de Kioto en Guatemala	36
2.4.	Normativa y Legislación en Guatemala sobre Gases de Efecto Invernadero.....	38

3.	IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE EMISIÓN.....	41
3.1.	Focos de emisión a nivel nacional.....	41
3.1.1.	Generación de emisiones por actividades económicas en Guatemala	41
3.2.	Focos de emisión a nivel internacional	43
4.	DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES ORGANIZACIONALES.....	45
4.1.	Enfoque de participación accionaria.....	46
4.2.	Enfoque de control	46
4.2.1.	Control financiero.....	47
4.2.2.	Control operacional.....	48
4.3.	Doble contabilidad	49
4.4.	Año de línea base.....	50
5.	DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES.....	51
5.1.	Alcance 1. Emisiones directas de GEI.....	51
5.2.	Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad	52
5.3.	Alcance 3. Otras emisiones indirectas.....	52
5.4.	Contabilizando y reportando de acuerdo a los alcances	52
5.5.	Potenciales globales de calentamiento	54
6.	PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO	55
6.1.	Propuesta de trabajo	56
6.1.1.	Introducción	57
6.1.2.	Experiencia.....	57
6.1.3.	Sello GreenFootprint®.....	58
6.1.4.	Objetivos.....	59
6.1.5.	Metodología y alcances	59

6.1.6.	Plan de trabajo	60
6.1.7.	Cronograma	60
6.1.8.	Productos	61
6.1.9.	Presupuesto, término y condiciones.....	61
6.2.	Presentación de la propuesta de trabajo.....	62
6.3.	Planificación interna	63
6.4.	Visita de campo a la empresa interesada	65
6.5.	Levantamiento de datos en el evento	68
6.5.1.	Automóvil y moto.....	69
6.5.2.	Otros	69
6.6.	Cuantificación de la huella de carbono.....	70
6.6.1.	Tabulación de datos	70
6.6.2.	Factores de emisión	72
6.6.3.	Vinculación	74
6.6.4.	Gráficas y tablas.....	75
6.7.	Realización de los informes	75
6.7.1.	Especificaciones.....	76
6.7.2.	Resultados	76
6.7.3.	Análisis de los resultados	76
6.7.4.	Conclusiones.....	76
6.8.	Presentación de resultados.....	77
7.	ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES.....	79
7.1.	Eventos	79
7.1.1.	Educación y capacitación	81
7.1.2.	Selección de la sede del evento.....	82
7.1.2.1.	Acceso al transporte público	82
7.1.2.2.	Certificado de sostenibilidad.....	82

	7.1.2.3.	Disponibilidad a nuevas tecnologías....	83
	7.1.2.4.	Facilidades para modos de transporte.....	83
	7.1.2.5.	Alojamiento	83
	7.1.2.6.	Áreas	84
	7.1.2.7.	Uso de agua	84
7.1.3.		Organización y logística administrativa.....	84
	7.1.3.1.	Información sobre el transporte público	85
	7.1.3.2.	Transporte de colaboradores e invitados	85
	7.1.3.3.	Promoción sin papel	86
	7.1.3.4.	Contratación de proveedores y servicios.....	86
	7.1.3.5.	<i>Catering</i> y servicio de restaurante	86
	7.1.3.6.	Uso de insumos	87
7.1.4.		Residuos.....	89
7.1.5.		Material publicitario	89
7.1.6.		Montaje y desmontaje.....	89
	7.1.6.1.	Reutilización de materiales	90
	7.1.6.2.	Gestión de residuos generados	90
7.1.7.		Medición de la huella de carbono	90
7.2.		Empresas	90
	7.2.1.	Emisiones	91
	7.2.1.1.	Disminuir uso de automóvil.....	91
	7.2.1.2.	Reuniones en la empresa.....	92
	7.2.1.3.	Trabajo desde casa	92
	7.2.2.	Energía	93
	7.2.2.1.	Utilización del aire acondicionado.....	93

	7.2.2.2.	Cambio de luminarias.....	93
	7.2.2.3.	Manejo de luminarias	94
	7.2.2.4.	Configuración de computadoras.....	94
	7.2.2.5.	Desconectar aparatos eléctricos	95
	7.2.2.6.	Apagar la computadora	95
	7.2.2.7.	Protector de pantalla en computadora	96
	7.2.2.8.	Aparatos más eficientes	96
	7.2.2.9.	Intensidad de la luz	97
	7.2.2.10.	Interruptores independientes.....	97
	7.2.2.11.	Aprovechamiento de la iluminación natural	98
	7.2.2.12.	Limpieza de ventanas y luminarias	98
7.2.3.		Papel.....	99
	7.2.3.1.	Evitar el uso de papel.....	99
	7.2.3.2.	Preferir el papel reciclado.....	99
	7.2.3.3.	Evitar imprimir documentos	100
	7.2.3.4.	Imprima en borrador	100
	7.2.3.5.	Utilizar el papel a doble cara	100
	7.2.3.6.	Recicle el papel.....	101
7.2.4.		Desechos sólidos	101
	7.2.4.1.	Sustitución de baterías.....	101
	7.2.4.2.	Reutilización de tóner y cartuchos.....	102
	7.2.4.3.	Programa de separación de desechos.....	102
	7.2.4.4.	Manejo desechos bioinfecciosos.....	102
7.2.5.		Compras.....	103

CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIÓN.....	107
BIBLIOGRAFÍA.....	109
APÉNDICE.....	113
ANEXOS	115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Atmósfera terrestre, vista desde el espacio exterior	2
2.	Capas de la atmosfera terrestre	4
3.	Ejemplos de la contaminación atmosférica	7
4.	Contaminación en función de la extensión de la fuente	9
5.	Contaminación atmosférica primaria y secundaria.....	10
6.	Ciclo del carbono en el ambiente	11
7.	Efecto invernadero	16
8.	Aumento de la temperatura global	17
9.	Huella de carbono como parámetro de comparación.....	20
10.	Enfoques de la eficiencia	21
11.	Protocolos y guías para la cuantificación	22
12.	Participación del Protocolo de Kioto.....	25
13.	Porcentaje de generación de GEI a nivel mundial	44
14.	Comparación de año base	50
15.	Ejemplificación de alcances y emisiones	53
16.	Sellos GreenFootprint®.....	58
17.	Ejemplo de alcances de la huella de carbono	59
18.	Formato para presentaciones	62
19.	Formatos para la obtención de datos mobiliario.....	63
20.	Equipo de protección personal.....	64
21.	Infografía bombillas	66
22.	Kill A Watt.....	67
23.	Formatos para la obtención de datos transporte.....	69

24.	Ingreso de información por subalcance	70
25.	Agrupación por tipo de combustible.....	71
26.	Factores de emisión basados en procesos.....	72
27.	Factores de emisión basados en censos.....	73
28.	Principales fuentes de emisión de GEI en los eventos	80

TABLAS

I.	Composición de la homósfera	3
II.	Composición de la heterosfera	3
III.	Línea de tiempo, protocolo de Kioto	26
IV.	Generación GEI según actividad económica	42
V.	Países que generan más emisiones en el mundo	43
VI.	Razones para abordar el cálculo de la huella de carbono	55
VII.	Ejemplos de uso de insumos no deseados y sus alternativas	88

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CFC	Clorofluorocarbono
CO₂	Dióxido de carbono
CO_{2e}	Dióxido de carbono equivalente
°C	Grados centígrados
SF₆	Hexafluoruro de azufre
HFC	Hidrofluorocarbonos
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km/h	Kilómetro por hora
kWh	Kilovatio hora
MWh	Megavatio hora
CH₄	Metano
µm	Micrómetro
CO	Monóxido de carbono
nm	Nanómetro
N₂O	Óxido nitroso
O₂	Oxígeno
O₃	Ozono
PFC	Perfluorocarbonos
ppm	Partes por millón
ppmv	Partes por millón por volumen
ppb	Partículas por billón
tCO₂	Toneladas de dióxido de carbono

tCO_{2e}

Toneladas de dióxido de carbono equivalente

H₂O_(g)

Vapor de agua

GLOSARIO

Altitud	Distancia vertical a un origen determinado.
AMM	Administración del Mercado Mayorista
Anaeróbico	Término técnico que significa vida sin aire.
Antropogénico	Efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas.
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
Concentración	Proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolvente.
COP	Conference of the Parties. Conferencia de las Partes.
Densidad	Magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una materia.

Enlace covalente	Un enlace entre dos átomos o grupos de átomos que se produce cuando estos, para alcanzar el octeto estable, comparten electrones del último nivel.
Evaporación	Proceso físico que consiste en el paso lento y gradual de un estado líquido hacia un estado gaseoso.
Foco de emisión	Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmósfera.
Fotosíntesis	Conversión de materia inorgánica en materia orgánica, gracias a la energía que aporta la luz. Proceso observado en la plantas.
Fuerza centrífuga	La fuerza, o el componente de la fuerza que actúa sobre un objeto en movimiento en una trayectoria curvilínea, y que está dirigida hacia el centro de curvatura de la trayectoria.
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
GHG Protocol	Greenhouse Gas Protocol. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.
Incoloro	Término que se aplica al cuerpo o sustancia que no tiene color.

Inodoro	Que no presenta olor.
Inversión térmica	Derivación del cambio normal de las propiedades de la atmósfera con el aumento de la altitud, usualmente corresponde a un incremento de la temperatura con la altura.
Iones	Átomos de moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra.
Ionización	Fenómeno químico o físico mediante el cual se producen iones.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change. Panel Intergubernamental de Cambio Climático
ISO	International Standard Organization. Organización Internacional para la Estandarización.
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
MDL	Mecanismos sobre Desarrollo Limpio.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
Presión	Magnitud escalar que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa.

Radiación electromagnética	Combinación de campos eléctricos y oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.
Radiación infrarroja	Radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida, aproximadamente entre los 0,7 μm y los 100 μm .
Radiación ultravioleta	Radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida, aproximadamente entre los 400 nm y los 15 nm.
Sublimación	Proceso que consiste en el cambio del estado sólido al gaseoso, sin pasar por el estado líquido.
Tiempo meteorológico	Estado que presenta la atmósfera en un determinado momento.
UE	Unión Europea.
Zona intertropical	Franja que se ubica entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio.

RESUMEN

Este trabajo de graduación presenta los procedimientos técnicos para realizar la cuantificación de la huella de carbono, desarrollados durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado en la empresa privada Green Development.

El diseño para estos procedimientos está basado en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol, por sus siglas en inglés) y la Norma ISO 14064, ambos son herramientas internacionales existentes para el cálculo de la cuantificación de la huella de carbono. Estas normas fueron escogidas por tener un enfoque organizacional.

Al inicio del proyecto, la empresa Green Development, no poseía un documento unificado con el cual guiarse paso a paso para realizar la medición de huella de carbono. El presente trabajo establece una solución para la compañía, donde los procedimientos fueron seleccionados con base en sus necesidades y para la aplicación de la mayoría de sus casos de estudio.

Se presenta el subíndice del marco teórico para que el público en general, que desee aprender y no posea los conocimientos sobre huella de carbono pueda entender de manera global los conceptos que se relacionan con el mismo.

OBJETIVOS

General

Determinar los procedimientos para efectuar la cuantificación de la huella de carbono de una forma factible y, que los mismos puedan aplicarse a la mayoría de los casos de estudio de la empresa Green Development.

Específicos

1. Referenciar los principales focos de emisión de dióxido de carbono en Guatemala.
2. Establecer los procedimientos necesarios para la cuantificación de la huella de carbono, en función de lo establecido en los Protocolos Internacionales.
3. Determinar los límites organizacionales y operacionales que se deben tomar en cuenta para la cuantificación de la huella de carbono.
4. Establecer con cuál de las estrategias de reducción y buenas prácticas ambientales propuestas para la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, se obtiene una reducción de los mismos; en las áreas administrativas de las empresas y los eventos, según lo observado en visitas técnicas.

INTRODUCCIÓN

Se denomina efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases presentes en la composición de la atmósfera, retienen parte del calor que la superficie del planeta emite por haber sido calentada por el Sol. Este fenómeno evita que la energía solar recibida diariamente vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un aumento en la temperatura de la tropósfera, un efecto similar al observado en un invernadero. Entre los gases naturales que ejercen este efecto resalta el ozono (O_3) y el vapor de agua $H_2O_{(g)}$, los cuales han servido durante siglos, para regular la temperatura de la atmósfera.

De acuerdo con la mayoría de los científicos, en las últimas décadas, el efecto invernadero se ha incrementado en el planeta Tierra ocasionando un aumento en la temperatura, debido al crecimiento en la emisión de ciertos gases, conocidos como gases de efecto invernadero (GEI). Principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido de nitroso (N_2O), los clorofluorocarbonos (CFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6), como consecuencia del incremento de la actividad industrial, el parque vehicular y el uso desmedido de combustibles fósiles; esta es la principal causa del calentamiento global.

El calentamiento global se refiere al aumento de la temperatura de la tropósfera, mientras que el cambio climático incluye los efectos del calentamiento global sobre otras variables atmosféricas como la precipitación, la nubosidad, la dirección del viento, y fenómenos atmosféricos como: huracanes, tormentas, ciclones, inundaciones y sequías.

Debido a la preocupación de los gobiernos por el aumento de la temperatura de la Tierra, en 1997 se adopta el Protocolo de Kioto y entra en vigencia en el 2005. Éste es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Entre las medidas iniciales que propone o implementa este Protocolo, para aplicarse en los países que la han firmado, se encuentra la medición de GEI a nivel nacional, para determinar una línea de base que permita construir indicadores de avance en la reducción de emisión de dichos gases. Guatemala ya realizó dos inventarios nacionales, y los resultados de los mismos indican que, el país no es un emisor de carbono, sino más bien es un país con potencial para fijarlo, debido a sus extensiones de bosque natural. Además se está impulsando la implementación de la cuantificación de la huella de carbono.

La cuantificación de la huella de carbono surge como una estrategia para medir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, en toneladas de CO₂ equivalente, que son liberadas a la atmósfera debido a las actividades cotidianas e industriales y agroindustriales. A nivel internacional se han creado muchos protocolos para cuantificar la huella de carbono, mientras que en Guatemala hasta hace una década no se conocía mucho del tema.

Este trabajo de graduación surge de la necesidad que se presentó en la empresa Green Development (como se muestra en el apéndice 1) de contar con un solo documento al cual abocarse para realizar la cuantificación de la huella de carbono. En el transcurso de este instrumento se van planteando los procesos adecuados para realizar esta medición, tomando como base los principales Protocolos Internacionales, GHG Protocol e ISO 14064. Además se desarrolla un marco teórico para, que el público en general, pueda abocarse a

esta herramienta y comprenderla, sin tener conocimientos previos sobre el tema.

1. MARCO TEÓRICO

La atmósfera terrestre es la parte gaseosa de la Tierra, siendo por esto la capa más externa y menos densa del planeta. Está constituida por varios gases que varían en cantidad según la presión a diversas alturas. Esta mezcla de gases que forma la atmósfera recibe genéricamente el nombre de aire. El 75 por ciento de masa atmosférica se encuentra en los primeros 11 kilómetros de altura, desde la superficie del mar. Los principales elementos que la componen son el oxígeno (21 %) y el nitrógeno (78 %),

La atmósfera constituye uno de los sistemas de capas fluidas superficiales del planeta. Las corrientes de aire reducen drásticamente las diferencias de temperatura entre el día y la noche, distribuyendo el calor por toda la superficie del planeta. Este sistema cerrado evita que las noches sean gélidas o que los días sean extremadamente calientes.

La atmósfera protege la vida sobre la Tierra, absorbiendo gran parte de la radiación solar ultravioleta en la capa de ozono. Además, actúa como escudo protector contra los meteoritos, los cuales se trituran en polvo a causa de la fricción que sufren al hacer contacto con el aire.

Durante millones de años, la vida ha transformado una y otra vez la composición de la atmósfera. Por ejemplo, su considerable cantidad de oxígeno libre es posible gracias a las formas de vida (como las plantas), que convierten el dióxido de carbono en oxígeno, el cual es respirable por las demás formas de vida, tales como los seres humanos y los animales en general, (Leonor Serna Reyes, 2013).

Figura 1. **Atmósfera terrestre, vista desde el espacio exterior**



Fuente: www.deconceptos.com/wp-content/uploads/2009/04/concepto-de-atmosfera.jpg.

Consulta: enero de 2013.

1.1. Composición de la atmósfera

El libro *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente* establece que la homósfera es la capa inferior de la atmósfera terrestre clasificada según su composición, extendiéndose aproximadamente hasta los 100 kilómetros de altura y caracterizándose por mantener constante la concentración de la mayoría de los gases constituyentes allí presentes, las excepciones a estos son el vapor de agua y el ozono.

Tabla I. **Composición de la homósfera**

Gas	Partes por millón por volumen
Nitrógeno	780 840 ppmv
Oxígeno	209 460 ppmv
Argón	9 340 ppmv
Dióxido de carbono	387 ppmv
Neón	18,18 ppmv
Helio	5,24 ppmv
Metano, kriptón y otros	3,87 ppmv

Fuente: http://emisionesatmosfericascgi.blogspot.com/2011_02_01_archive.html.

Consulta: enero de 2013.

La heterosfera se desarrolla sobre la mesosfera, también se le denomina termosfera o Ionosfera, este último apelativo se debe a que las capas de nitrógeno, oxígeno y helio se encuentran ionizadas. Se extiende desde los 80 kilómetros hasta el límite superior de la atmósfera (aproximadamente 10 000) y está estratificada (formada por diversas capas con composición diferente).

Tabla II. **Composición de la heterosfera**

Capa de gas	Altura de la capa (kilómetros)
Nitrógeno molecular	80 - 400
Oxígeno atómico	400 – 1 100
Helio	1 100 – 3 500
Hidrógeno	3 500 – 10 000

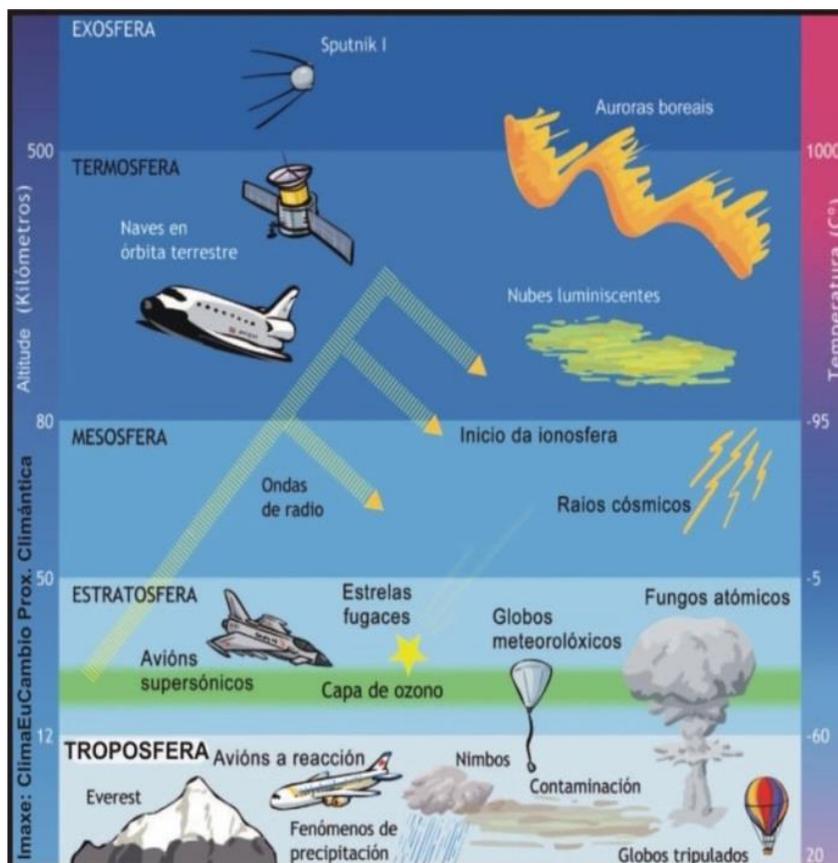
Fuente: <http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/CTMA/atmos3.html>. Consulta:

enero de 2013.

1.2. Capas de la atmósfera

La temperatura de la atmósfera terrestre varía con la altitud. La relación entre la altitud y la temperatura es distinta dependiendo de la capa atmosférica considerada: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera. Las divisiones entre una capa y otra se denominan respectivamente tropopausa, estratopausa, mesopausa y termopausa.

Figura 2. Capas de la atmósfera terrestre



Fuente: <http://unavidaenlosaromos.blogspot.com/2013/01/auroras.html>. Consulta: enero de 2013.

1.2.1. Troposfera

Su espesor alcanza desde la superficie terrestre hasta una altitud variable entre los 6 kilómetros en las zonas polares y los 18 o 20 kilómetros en la zona intertropical; esto es debido, en los polos, a la fuerza centrípeta que causa el movimiento de rotación terrestre, mientras que en la zona intertropical se debe a la fuerza centrífuga que causa dicha rotación. En ella se producen importantes movimientos verticales y horizontales de las masas de aire (vientos) y hay relativa abundancia de agua. Es la zona donde suceden los fenómenos que componen el llamado tiempo meteorológico. A medida que se sube, disminuye la temperatura en la troposfera hasta llegar a – 70 grados centígrados en su límite superior, salvo algunos casos de inversión térmica que siempre se deben a causas locales o regionalmente determinadas.

1.2.2. Estratosfera

Su nombre obedece a que está dispuesta en capas más o menos horizontales (o estratos). Se extiende entre los 9 o 18 hasta los 50 kilómetros de altitud. La estratosfera es la segunda capa de la atmósfera de la Tierra. Casi no hay movimiento en dirección vertical del aire, pero los vientos horizontales llegan a alcanzar frecuentemente los 200 kilómetros por hora, lo que facilita que cualquier sustancia que llega a la estratosfera se difunda por todo el globo con rapidez. A medida que se sube, la temperatura en la estratosfera aumenta, este aumento se debe a que los rayos ultravioleta transforman al oxígeno en ozono, proceso que involucra calor: al ionizarse el aire, se convierte en un buen conductor de la electricidad y, por ende, del calor. Es por ello que a cierta altura existe una relativa abundancia de ozono (ozonósfera), lo que implica también, que la temperatura se eleve a unos – 3 grados centígrados o más. Sin embargo, se trata de una atmósfera muy enrarecida, muy tenue.

La capa de ozono u ozonosfera se encuentra en la zona de la estratosfera terrestre y contiene una concentración relativamente alta de ozono. Esta capa, que se extiende aproximadamente de los 15 a los 40 kilómetros de altitud, reúne el 90 por ciento del ozono presente en la atmósfera y absorbe del 97 al 99 por ciento de la radiación ultravioleta de alta frecuencia.

1.2.3. Mesosfera

Es la tercera capa de la atmósfera de la Tierra. Se extiende entre los 50 y 80 kilómetros de altura, contiene solo el 0,1 por ciento de la masa total del aire. Es la zona más fría de la atmósfera, pudiendo alcanzar los - 80 grados centígrados. Es importante por la ionización y las reacciones químicas que ocurren en ella. La mesosfera es la región donde las naves espaciales que vuelven a la Tierra empiezan a notar la estructura de los vientos de fondo, y no solo el freno aerodinámico.

1.2.4. Termosfera

En la termosfera o ionosfera, la temperatura aumenta con la altitud, de ahí su primer nombre, su extensión comienza aproximadamente entre 80 y 120 kilómetros de la Tierra prolongándose hasta entre 500 y 1 000 kilómetros. La termosfera es la cuarta capa de la atmósfera de la Tierra. A esta altura, el aire es muy tenue y la temperatura cambia con la mayor o menor radiación solar tanto durante el día como a lo largo del año. Si el sol está activo, las temperaturas en la termosfera pueden llegar a 1 500 grados centígrados e incluso más altas. La ionosfera tiene una gran influencia sobre la propagación de las señales de radio. Una parte de la energía radiada por un transmisor hacia la ionosfera es absorbida por el aire ionizado y otra es refractada, o desviada, de nuevo hacia la superficie de la Tierra. Este último efecto permite la

recepción de señales de radio a distancias mayores de lo que sería posible con ondas que viajan por la superficie terrestre.

1.2.5. Exosfera

La última capa de la atmósfera de la Tierra es la exosfera. Como su nombre indica, es la región atmosférica más distante de la superficie terrestre. Su límite inferior se localiza a una altitud de entre 600 y 700 kilómetros mientras que su límite superior se localiza a altitudes que alcanzan los 960 e incluso 1 000 kilómetros, y está relativamente indefinida. Es la zona de tránsito entre la atmósfera terrestre y el espacio interplanetario.

1.3. Contaminación atmosférica

Consiste en la liberación de sustancias químicas y partículas en la atmósfera, alterando su composición y suponiendo un riesgo para la salud de las personas y de los demás seres vivos.

Figura 3. Ejemplos de la contaminación atmosférica



Fuente:http://4.bp.blogspot.com/_PjWmwbcwFdM/TTY6la5MzzI/AAAAAAAAABU/bZCHlzLXES0/s1600/pollution.jpg. Consulta: enero de 2013.

Los gases contaminantes del aire más comunes son el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el dióxido de azufre, los clorofluorocarbonos y los óxidos de nitrógeno producidos por la industria y en la combustión de los vehículos. El material particulado o el polvo contaminante en el aire se mide por su tamaño en micrómetros, y es común de forma natural en erupciones volcánicas.

La contaminación atmosférica puede tener un carácter local, cuando los efectos ligados al foco de emisión afectan solo a las inmediaciones del mismo, o un carácter global, cuando las características del contaminante afectan al equilibrio del planeta y zonas muy distantes a los focos emisores, ejemplos de esto son la destrucción de la capa de ozono y el calentamiento global.

1.3.1. Clasificación de la contaminación en función de la extensión de la fuente

Dependiendo de la extensión de la fuente la contaminación se puede clasificar en: puntual, lineal y difusa.

1.3.1.1. Contaminación puntual

Cuando la fuente se localiza en un punto, por ejemplo, las chimeneas de una fábrica o el desagüe en el río de una red de alcantarillado.

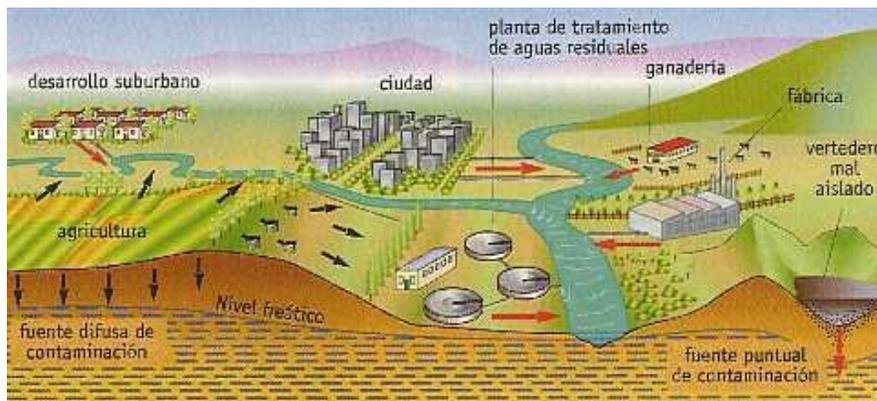
1.3.1.2. Contaminación lineal

La que se produce a lo largo de una línea, por ejemplo, la contaminación acústica, química, y residuos arrojados a lo largo de una autopista.

1.3.1.3. Contaminación difusa

La que se produce cuando el contaminante llega al ambiente de forma distribuida. La contaminación de suelos y acuíferos por los fertilizantes y pesticidas empleados en la agricultura. También es difusa la contaminación de los suelos cuando la lluvia arrastra hasta allí contaminantes atmosféricos, como pasa con la lluvia ácida. Esto afecta a ciertas especies animales y vegetales, modifica la composición de los suelos y desgasta los monumentos y el exterior de los edificios.

Figura 4. Contaminación en función de la extensión de la fuente



Fuente: <http://html.rincondelvago.com/000805971.png>. Consulta: enero de 2013.

1.3.2. Clasificación de los contaminantes atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar en: primarios, secundarios y terciarios.

1.3.2.1. Contaminantes primarios

Un agente contaminante primario es aquel que es liberado directamente hacia el aire, como los escapes que emiten residuos gaseosos de la combustión de los carros (Luis Echarri, 2007).

1.3.2.2. Contaminantes secundarios

Un agente contaminante secundario se forma en la atmósfera mediante reacciones químicas de agentes contaminantes primarios. La formación del ozono troposférico es un ejemplo de contaminante secundario (Luis Echarri, 2007).

Figura 5. Contaminación atmosférica primaria y secundaria



Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_IP-xhn2P2rQ/SjIWSWxEX-I/AAAAAAAAAB1E/m-FbrJMimxg/s400/3b.jpg. Consulta: enero de 2013.

1.3.3. Contaminantes atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos más perjudiciales para el medio ambiente se son, los que se describen a continuación.

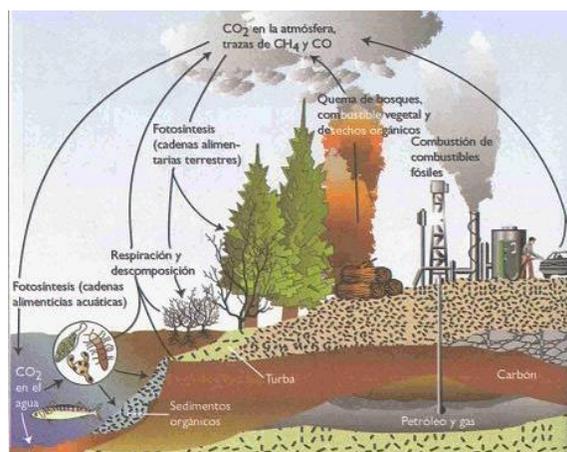
1.3.3.1. Vapor de agua

Es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida o por sublimación del hielo. Es el que más contribuye al efecto invernadero debido a la absorción de los rayos infrarrojos. Es inodoro e incoloro y, a pesar de lo que pueda parecer, las nubes o el vaho blanco de una olla o un congelador, vulgarmente llamado vapor, no es vapor de agua sino el resultado de minúsculas gotas de agua líquida o cristales de hielo.

1.3.3.2. Dióxido de carbono

Es un gas incoloro, denso y poco reactivo; también llamado óxido de carbono (IV) y anhídrido carbónico. Sus moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono y su fórmula química es CO_2 . Forma parte de la composición de la tropósfera (capa de la atmósfera más próxima a la Tierra). Su ciclo en la naturaleza está vinculado al del oxígeno.

Figura 6. **Ciclo del carbono en el ambiente**



Fuente:http://4.bp.blogspot.com/_Wqp0UW1_ljI/TNQnbaPi0I/AAAAAAAAABc/_8SRVv5uw-0/s1600/ciclo-del-carbono+1.jpg. Consulta: enero de 2013.

El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo, debido a las interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de fotosíntesis y es transferido desde la tropósfera a los océanos, como se muestra en la figura 6.

La tala de los bosques, la expansión de la frontera agrícola y ganadera, la destrucción de las zonas húmedas y uso de combustibles fósiles aceleran el incremento de CO₂ que se emite a la atmósfera. Las tierras agrícolas no almacenan tanto carbono como los bosques a los que sustituyen; sin embargo, el suelo emite grandes cantidades de dióxido de carbono cuando se cultiva. Cada vez que se revuelve el suelo, más materia orgánica queda expuesta a la atmósfera.

La concentración de dióxido de carbono atmosférico se ha incrementado desde la época preindustrial, en 1750, desde un valor de 280 a 379 partes por millón en 2005. Se estima que dos tercios de las emisiones procedían de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) mientras un tercio procede del cambio en la utilización del suelo, incluida la deforestación. Del total emitido solo el 45 por ciento permanece en la atmósfera, el 30 por ciento es absorbido por los océanos y el restante 25 por ciento pasa a la biosfera terrestre. Por tanto no solo la atmósfera está aumentando su concentración de CO₂, también está ocurriendo en los océanos y en la biósfera.

Con respecto al CO₂ emitido a la atmósfera, el 50 por ciento tardará 30 años en desaparecer, un 30 por ciento permanecerá varios siglos y el 20 por ciento restante durará varios millares de años.

1.3.3.3. Metano

Es el hidrocarburo alcano más sencillo, cuya fórmula química es CH_4 . Cada uno de los átomos de hidrógeno está unido al carbono por medio de un enlace covalente. Es una sustancia no polar que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro e inodoro y apenas soluble en agua en su fase líquida. En la naturaleza se produce como producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas. Este proceso natural se puede aprovechar para producir biogás. Constituye hasta el 97 por ciento del gas natural.

El metano es un gas de efecto invernadero, relativamente potente que podría contribuir al calentamiento global del planeta Tierra, ya que tiene un potencial de calentamiento global de 23; pero su concentración es bajísima. Esto significa que en una media de tiempo de 100 años cada kilogramo de metano calienta la Tierra 23 veces más que la misma masa de CO_2 , sin embargo, hay aproximadamente 220 veces más dióxido de carbono en la atmósfera de la Tierra que metano, por lo que el metano contribuye de manera menos importante al efecto invernadero.

1.3.3.4. Óxido nitroso

Es el único óxido de nitrógeno que actúa como gas de efecto invernadero. El óxido nitroso tendrá en un siglo un efecto de calentamiento global aproximadamente 300 veces superior al del dióxido de carbono. Sin embargo, como el metano, el óxido nitroso se encuentra en concentraciones mucho menores que el dióxido de carbono en la atmósfera, que en la actualidad son de 319 partículas por billón (ppb), un 18 por ciento superior al periodo anterior a la Revolución Industrial.

El óxido nitroso es emitido por las bacterias del suelo. La agricultura y el uso de fertilizantes con base de nitrógeno, junto con el tratamiento de los residuos animales, aumentan la producción de óxidos nitrosos. Algunas industrias, como la del nailon, y la quema de combustible es en motores de combustión interna, también liberan óxido nitroso a la atmósfera.

1.3.3.5. Ozono

Es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los dos átomos que componen el gas de oxígeno. Cada átomo de oxígeno liberado se une a otra molécula de oxígeno (O_2), formando moléculas de Ozono (O_3).

1.3.3.6. Clorofluorocarbonos

El clorofluorocarburo o clorofluorocarbonados (denominados también CFC) es cada uno de los derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro, principalmente. Son incoloros, inodoros, inocuos, incombustibles y estables cuando se emiten.

Debido a su alta estabilidad fisicoquímica y su nula toxicidad, han sido muy usados como líquidos refrigerantes, agentes extintores y repelentes para aerosoles. Fueron introducidos a principios de la década de 1930 por ingenieros de General Motors, para sustituir materiales peligrosos como el dióxido de azufre y el amoníaco.

Los CFC son un gas con efecto de invernadero, porque absorben el calor de la atmósfera, envían parte del calor absorbido de regreso a la superficie del

planeta y contribuyen a su calentamiento y al cambio climático, además después de la emisión y al llegar a la estratosfera, se dividen y liberan átomos de cloro, que destruyen la capa de ozono del planeta. Estos gases pueden durar más de cien años en la estratosfera. Puesto que destruyen la capa de ozono, se ha prohibido su producción.

1.3.4. Consecuencias de la contaminación atmosférica

Entre las principales consecuencias que tiene el aumento de la contaminación atmosférica se puede mencionar: el efecto invernadero, calentamiento global y el cambio climático.

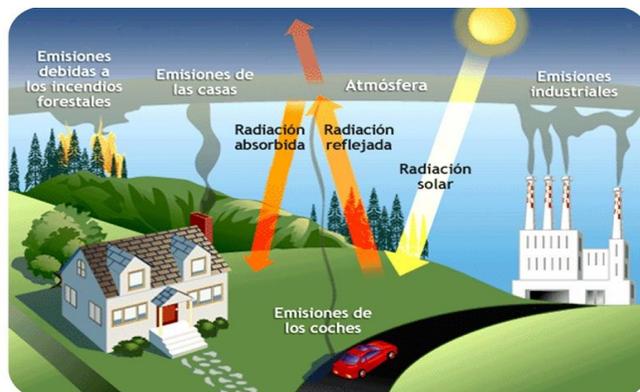
1.3.4.1. El efecto invernadero

Es el proceso por el que ciertos gases de la atmósfera retienen gran parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra y la remiten de nuevo a la superficie terrestre calentando la misma. Estos gases son vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos y ozono, y han estado presentes en la atmósfera en cantidades muy reducidas durante la mayor parte de la historia, por lo cual se ha llegado a la conclusión que el efecto invernadero es esencial para la vida del planeta: sin CO_2 ni $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$, la temperatura media de la Tierra descendería unos 33 grados centígrados, aproximadamente 18 °C bajo cero, lo que haría inviable la vida (Mario Gómez, 2012).

Actualmente, los gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera están aumentando por causas antrópicas, principalmente, por la combustión de carbón, petróleo y gas natural. Por lo tanto, es preciso diferenciar entre el efecto invernadero natural, que es necesario para la vida, del originado por las

actividades antropogénicas, que está presentando un aumento de la temperatura global.

Figura 7. **Efecto invernadero**



Fuente: http://e-kube.com/blog/wp-content/uploads/2012/03/efecto_invernadero.jpg.

Consulta: enero de 2013.

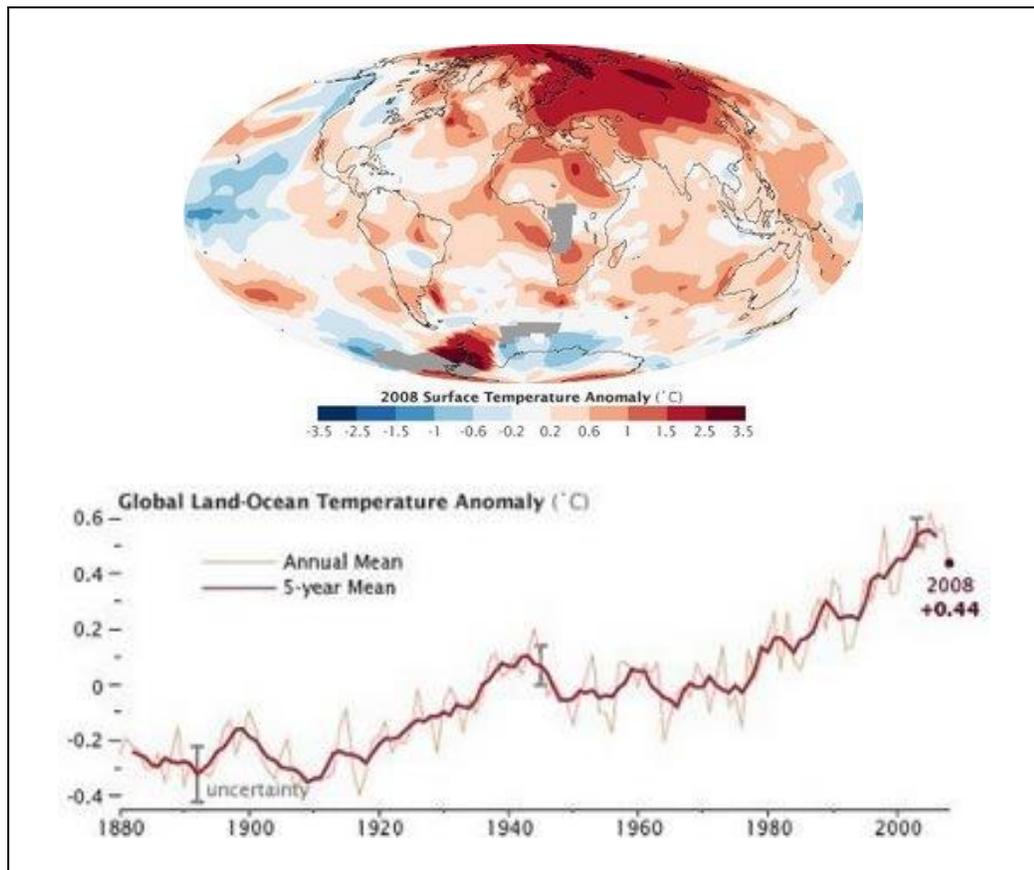
Los GEI permanecen activos en la atmósfera mucho tiempo, por eso se les denomina de larga permanencia. Eso significa que los gases que se emiten hoy, permanecerán durante muchas generaciones produciendo el mismo efecto.

1.3.4.2. **El calentamiento global**

Según el Grupo Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático, el calentamiento global es un término utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media de la Tierra, tomando en cuenta la atmósfera terrestre y los océanos. Está asociado a un cambio climático que puede tener causa antropogénica o no, siendo el incremento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera la causa principal.

Lo que preocupa a los climatólogos es que una elevación en la concentración de los gases de efecto invernadero producirá un aumento de la temperatura, debido al calor atrapado en la baja atmósfera.

Figura 8. **Aumento de la temperatura global**



Fuente: Instituto de Estudios Espaciales Goddard de la NASA. Consulta: enero de 2013.

1.3.4.3. Cambio climático

Es la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión

atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, son debidos tanto a causas naturales (Crowley y North, 1988) como antropogénicas (Oreskes, 2004).

El término suele usarse de manera poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término: cambio climático, solo para referirse al cambio por causas humanas; se entiende 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 tiempos comparables¹.

El cambio climático implica cambios en otras variables como las lluvias y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico. La complejidad del problema y sus múltiples interacciones hacen que la única manera de evaluar estos cambios sea mediante el uso de modelos computacionales que simulan la física de la atmósfera y de los océanos.

1.3.4.3.1. Vulnerabilidad al cambio climático en Guatemala

La vulnerabilidad ha sido definida en el campo del cambio climático como el grado al cual un sistema es susceptible a incapaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y tasa de

¹ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. *Artículo 1, párrafo 3.*

² GERMANWATCH. *Organización no gubernamental que realizo el estudio.* 2011.

cambio y variación climática a la que un sistema se expone, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (Edwin J. Castellanos y Alex Guerra, 2009).

Países como Guatemala, que tienen una contribución mínima dentro del total de emisiones y alta en fijaciones, resultan ser de los más vulnerables ante los fenómenos meteorológicos, contribuyendo en esto, la ubicación geográfica del país (rodeado de tres placas tectónicas: Caribe, Cocos y Norteamérica) y con costas en ambos lados del Pacífico y del Atlántico. Además, la vulnerabilidad ante las amenazas de desastres naturales se magnifica ante los altos niveles de pobreza, la prevalencia de un modelo económico excluyente y la falta de efectividad de las políticas públicas en materia de ordenamiento territorial, seguridad alimentaria y de desarrollo rural en general. A esto se suma el impacto asociado al alto grado de deforestación, el uso arbitrario de agroquímicos, el cambio del uso del suelo y el uso intensivo del valioso recurso agua.

En la Conferencia de las Naciones Unidas de Durban, Sudáfrica, que se realizó en el 2011 sobre el Cambio Climático, se ubicó a Guatemala como el segundo país del mundo más afectado². Se estimó este índice de riesgo climático tomando en cuenta el nivel de desastre que se sufrió en 2010, al comparar el costo en materia de vidas humanas y pérdidas absolutas (en dólares), así como el costo relativo de acuerdo con el nivel de prosperidad del país.

En el caso de Guatemala, la recurrencia de fenómenos naturales tales como el huracán Mitch (1998), sequías (2001 y 2009), huracán Stan (2005), huracanes Agatha, Alex, Frank (2010) y la tormenta tropical 12E (octubre 2011),

² GERMANWATCH. *Organización no gubernamental que realizo el estudio*. 2011.

evidencia la mayor cercanía entre cada evento y cómo el país no está preparado para atender los daños acumulados de los mencionados fenómenos. Estos no solo afectan infraestructuras (puentes, viviendas, escuelas, carreteras, etc.), cosechas, y vidas humanas, sino también la dinámica de la actividad económica, independientemente de que las restricciones presupuestarias obligan a acudir a procesos de endeudamiento público, para hacer frente a los retos de la reconstrucción.

1.4. Huella de carbono

Definida en forma muy general, representa la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey, 2010 y Wiedmann, 2009.), y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases.

Figura 9. **Huella de carbono como parámetro de comparación**



Fuente: http://4.bp.blogspot.com/-x5F0FZe5PSs/TtC9dvmc3I/AAAAAAAAA30/-gOvX30HQZAY/1600/T1_Main_The-label.png. Consulta: enero de 2013.

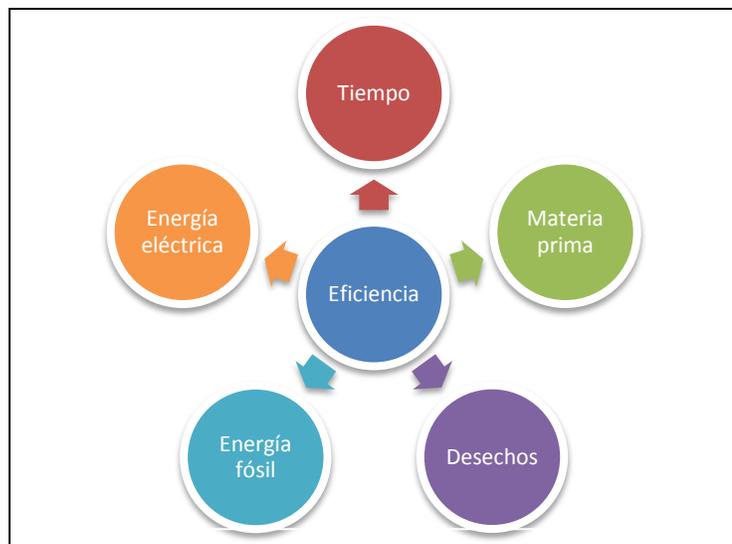
El concepto de huella de carbono ha estado asociado desde sus inicios a las actividades agrícolas, sin embargo, actualmente se ha extendido a todo tipo de bienes de consumo y servicios. La aplicación de la huella de carbono puede

ser una medida que controle el problema de las emisiones de GEI desde el lado del consumidor, este punto de vista resulta de gran interés y constituye una innovación, ya que la mayoría de las medidas propuestas actúan desde el lado del productor, donde el consumidor o usuario asume un rol más bien pasivo (Hugh Rudnick, 2009).

1.4.1. Eficiencia en la industria: indicador asociado a la productividad

La eficiencia es implementada en la industria como un control en el uso de los recursos o cumplimiento de actividades, como la relación entre la cantidad de recursos utilizados y estimados o programados, o como el grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos. En el concepto de eficiencia siempre está presente la idea del costo, a través del uso que se haga de los recursos.

Figura 10. Enfoques de la eficiencia



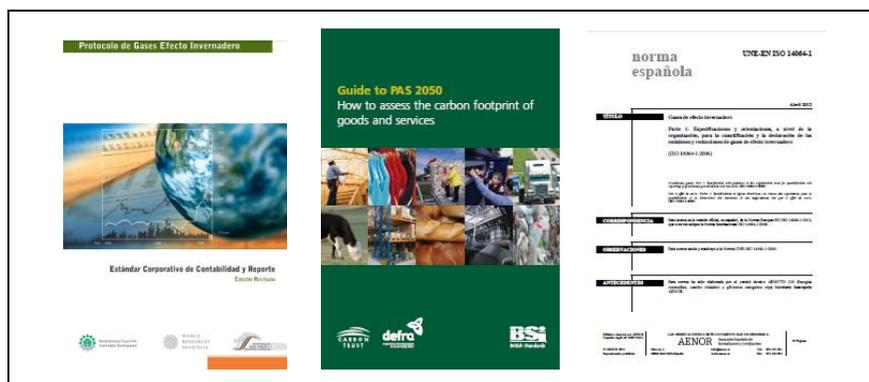
Fuente: elaboración propia.

1.4.2. Estándares utilizados en el la cuantificación de la huella de carbono

A nivel mundial se han desarrollados diferentes normativas para la medición de la huella de carbono, y como resultado el mercado internacional no se ha puesto de acuerdo en cuál estándar exigir a las empresas. Lo cierto es que sí existen estándares internacionales, y ya hay empresas certificadas en estos. Diferentes estándares se pueden agrupar, dependiendo si la certificación corresponde a una organización o a un producto:

- Huella de carbono de una organización: comprende todos los sectores comerciales dentro de la organización (GHG Protocol e ISO 14064-1).
- Huella de carbono de productos: abarca las emisiones de gases de efecto invernadero de la organización y del ciclo de vida de los productos (PAS 2050 e ISO 14067).

Figura 11. Protocolos y guías para la cuantificación



Fuente: World Business Council, World Resources Institute y Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Protocolos y guías para la cuantificación de la huella de carbono*. http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf. Consulta: enero de 2013.

2. ANTECEDENTES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

En la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992), participaron 178 gobiernos. El principal logro de la conferencia fue el acuerdo sobre la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y entró en vigencia el 21 de marzo de 1994. Esta ha sido ratificada por 195 países, los cuales son llamados Partes de la Convención.

El principal objetivo de la CMNUCC: estabilizar las emisiones de GEI a un nivel que pueda prevenir los daños a partir de la interferencia antropogénica con el sistema climático. Para lograrlo, la convención sigue los siguientes pasos:

- Reconocer que existe un problema.
- Establecer una meta ambiciosa, pero específica.
- Asignar la responsabilidad a los países desarrollados, para que lideren el tema.
- Dirigir fondos hacia actividades de cambio climático en países en desarrollo.
- Vigilar el problema y qué se está haciendo al respecto.
- Listar las acciones y establecer el camino que guie al equilibrio.
- Iniciar con la evaluación para la adaptación al cambio climático.

La CMNUCC es la entidad que regula los mecanismos del protocolo de Kioto, tanto la implementación conjunta, como el mecanismo de desarrollo limpio. Los proyectos deben ser registrados ante esta convención, con la finalidad de ser trazables y poder obtener los beneficios, tales como los

certificados de reducción de emisiones, también conocidos como créditos de carbono.

El protocolo de Kioto es un acuerdo internacional, el cual tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5 por ciento, dentro del periodo que va de 2008 a 2012, en comparación a las emisiones a 1990. Este fue adoptado en Kioto, Japón, el 11 de diciembre de 1997 y entró en vigencia el 16 de febrero del 2005. El reglamento detallado fue acordado en la Conferencia de las Partes (COP, por sus siglas en inglés) número 7, en Marrakesh, Moroco, en el 2011.

El protocolo de Kioto es una herramienta que compromete a los países desarrollados como los principales responsables de los altos niveles de GEI a nivel mundial, esto a partir de 150 años de actividades industriales. El protocolo le asigna una mayor carga a las naciones desarrolladas, bajo el principio: responsabilidades comunes pero diferenciadas. Para ello, se dividen en tres grupos, los países de anexo I, anexo II y no anexo I.

Los países de anexo I son todos aquellos industrializados y desarrollados. Estos fueron registrados por la Convención y según lo establecido en el artículo 4.2 se comprometieron a reducir sus emisiones de GEI, a los niveles de 1990, para el 2000. Asimismo, aceptaron la meta de emisiones para el período 2008 a 2012, según el artículo 3 y anexo B del protocolo de Kioto. En total son 35 países los que son incluidos bajo este esquema.

Es importante mencionar que existen algunos grupos de países desarrollados que son reconocidos por la Convención como casos especiales. Estos son los que se encuentran vulnerables a la adversidad de los impactos del cambio climático, incluyendo países con amplia área costera y los que se encuentran propensos a la desertificación y sequías.

Tabla III. **Línea de tiempo, protocolo de Kioto**

1979	Primera Conferencia Mundial del Clima: analizó efectos del clima sobre actividades humanas.
1988	Se crea el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) para evaluar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para comprender el riesgo del cambio climático inducido por la acción humana.
1990	Primer informe IPCC: concluyó que el cambio climático antropogénico persistiría por varios siglos.
	Segunda Conferencia Mundial del Clima: propuso negociar un tratado marco sobre cambio climático.
	Asamblea General de las Naciones Unidas: aprobó el arranque de la negociación de un tratado sobre cambio climático (diciembre).
1992	Asamblea General de las Naciones Unidas: adopta la Convención Marco de Cambio Climático (CMNUCC) que busca evitar interferencias antropogénicas peligrosas al clima (mayo).
	CMNUCC: es firmada en Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro) por 154 Estados + Unión Europea (junio).
1994	CMNUCC: entró en vigencia al ser ratificada por 50 estados (para ese momento ratificado por 154 estados).
1995 COP1	Primera Conferencia de las Partes: 117 partes y 53 estados observadores (Berlín).

Continuación de la tabla III.

1996	Segundo informe IPCC: concluyó que la evidencia sugería influencia humana en el cambio climático.
1997 COP3	Protocolo de Kioto: que compromete a 37 países desarrollados (anexo 1) a reducir sus emisiones conjuntas de GEI en 2008-2012 a un 5,2 por ciento por debajo del nivel de 1990.
2001	Tercer informe IPCC: concluyó que el calentamiento global de los últimos 50 años seguramente tenía causas antropogénicas y que, también explicaba el aumento observado del nivel del mar y los deshielos.
2005 COP11	El Protocolo de Kioto: entró en vigencia en 191 países + Unión Europea han ratificado, pero no EUA (Montreal).
	Primera reunión de las partes del Protocolo de Kioto establece grupo de trabajo especial.
	Cuarto informe IPCC: el calentamiento global es un hecho y dadas las tendencias actuales las temperaturas extremas, olas de calor y precipitaciones extremas aumentarán con frecuencia.
2007 COP13	Se adopta Plan de Acción de Bali y crea grupo de trabajadores especiales sobre Cooperación de Largo Plazo para negociar cuatro temas: mitigación, adaptación, financiamiento, desarrollo y transferencia de tecnología con la meta de concluir negociaciones en dos años (Bali).
2009 COP15	Cumbre conflictiva: tomó nota del Acuerdo Copenhague negociado por EE.UU, China, India y Sudáfrica. Bajo dicho acuerdo, países desarrollados prometen \$30 000,00 millones para 2010 – 2012 y \$100 000,00 millones por año para adaptación y mitigación en países en desarrollo (Copenhague).
2010 COP16	Dos grados centígrados es el tope máximo al que se permitirá que aumente la temperatura del planeta.
	Se creó un Fondo Verde para que los países subdesarrollados reciban a partir del 2020, cien mil millones de dólares para combatir el cambio climático y el Banco Mundial administrará esos fondos.

Continuación de la tabla III.

	<p>Se acordó una reducción voluntaria de emisiones de dióxido de carbono.</p>
	<p>Se crearon varios esquemas de apoyo en favor de los países en desarrollo, para que puedan financiar el enorme gasto de utilizar energías no contaminantes.</p>
	<p>Se adoptaron mecanismos para reducir las emisiones por deforestación y degradación de suelos con recursos directos a comunidades forestales e indígenas.</p>
2011 COP17	<p>Se acordó que el Fondo Verde para el clima pondrá a disposición de los países en desarrollo 100 000,00 millones de dólares anuales (74 000,00 millones de euros) para que puedan adaptarse a las consecuencias del cambio climático. Además, con ese monto se promoverán proyectos para la protección del clima. La creación del fondo se acordó ya en Cancún, pero en Durban, los delegados pactaron un programa de trabajo para 2012, con el fin de hacer factible el fondo, entre otros, contratando personal.</p>
	<p>La cumbre logra la firma de un segundo plazo de este tratado, que se aplica a los países desarrollados, a excepción de EE.UU, que no firmó el Protocolo, cuya fecha de caducidad era el 31 de diciembre de 2012. Además, Canadá, Japón y Rusia, que ya anunciaron su intención de no renovar Kioto, se caen del segundo periodo de compromisos.</p>
	<p>Durban fija la fecha de inicio del segundo periodo de compromiso de Kioto para 2013, con lo que se evita un vacío en la lucha contra el cambio climático, pero deja para posteriores reuniones su fecha de finalización, 2017 o 2020.</p>
	<p>No se ha avanzado significativamente en los acuerdos para la protección de los bosques.</p>
	<p>La COP17 logró poner en marcha una hoja de ruta, propuesta por la UE, para la adopción de un nuevo acuerdo global vinculante de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, aplicable a todos los países, al contrario que Kioto, que solo incluye a los estados desarrollados.</p>

Continuación de la tabla III.

2012 COP 18	El objetivo de esta cumbre fue el de sentar las bases para un acuerdo climático que asegure que el aumento de temperatura global no supere los 2 grados centígrados.
	En Doha se alcanzó un acuerdo de mínimos, conocido como Puerta Climática de Doha, y que prorroga hasta 2020 el periodo de compromiso del Protocolo de Kioto, que expiraba en el 2012. Esta prórroga tiene obligaciones para muy pocos países (UE, Australia, Noruega y Croacia) y del que se caen Rusia, Japón y Canadá. Además se marca como objetivo un complicadísimo pacto mundial en 2015, que debe incluir a Estados Unidos, China, India y Rusia.
2013 COP 19	El objetivo inicial de esta conferencia, que se llevó a cabo en Varsovia (Polonia), fue era el de acercar posiciones para un acuerdo en 2015 que permita reducir las emisiones contaminantes.
	Se sientan las bases del proceso de negociación del nuevo acuerdo climático global que deberá adoptarse en 2015, incluido el proceso para la presentación de compromisos de reducción de emisiones de todos los países.
	Se establece un mecanismo internacional para hacer frente a las pérdidas y daños asociadas al cambio climático, con el que dar respuesta a las necesidades de los países más vulnerables al cambio climático.
	Se da un paso adelante importante en materia de mitigación en el sector forestal de países en desarrollo (REDD+), al acordar reglas metodológicas y aspectos financieros con los que avanzar en este sector clave.
	Se aprueba un conjunto de decisiones en materia de financiación que incluyen las relativas al Fondo Verde para el Clima y al Programa de trabajo sobre financiación a largo plazo.
2014 COP 20	Del 1 al 12 de diciembre de 2014, en Lima (Perú) se estará llevando la veintava Conferencia de las Partes. Los temas claves a tratar serán:

Continuación de la tabla III.

	<ol style="list-style-type: none">1. Adaptación: referente a cómo los países, a través de sus actividades productivas y no productivas, se adecúan a las nuevas condiciones climáticas.2. Mitigación: referente a cuáles son las metas de reducción de emisiones que los países deben proponerse u obligarse a fin de no sobrepasar los dos grados centígrados de aumento de la temperatura global. Esto significa que los países tienen que replantear sus formas de desarrollo.3. Mecanismos para preservar nuestros bosques como principales sumideros de carbono.4. Transferencia Tecnológica: referente a qué tecnologías los estados deben promover e implementar de manera drástica para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, estando dichas tecnologías a disposición de todos los países.5. Financiamiento: referente a qué recursos los países desarrollados y en vías de desarrollo asignarán para enfrentar los efectos del cambio climático en sus países y fuera de ellos.
--	--

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/100755261/Cambio-Climatico>. Consulta: octubre de 2014.

2.1. GEI que abarca el Protocolo de Kioto

Como ya se había mencionado, el Protocolo de Kioto es un Acuerdo Internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)

Además de tres gases industriales fluorados:

- Hidrofluorocarbonos (HFC)

- Perfluorocarbonos (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF₆)

En un porcentaje aproximado de al menos un 5 por ciento, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones a 1990.

Cabe recalcar que este Protocolo no incluye los otros gases de efecto invernadero, que se mencionaron en el marco teórico del presente trabajo de graduación, estos son:

- Vapor de agua
- Ozono
- Clorofluorocarbonos

El vapor de agua no se incluye, habitualmente en los inventarios de GEI, ni se adoptan medidas de control de sus emisiones debido a que su origen es en mucha mayor proporción natural que antropogénico.

El caso de los compuestos químicos derivados del cloro o halocarburos (CFC y HCFC) es diferente, puesto que sus emisiones sí son objeto de regulación internacional, aunque por el Protocolo de Montreal al Convenio de Viena sobre sustancias que destruyen la capa de ozono.

Por último, en cuanto al ozono, es preciso distinguir, en función de su localización atmosférica, entre ozono estratosférico y el troposférico. El ozono estratosférico es el que se concentra, valga la redundancia, en la capa de ozono situada en la estratósfera, la cual resulta imprescindible para la viabilidad de la vida en el planeta, puesto que filtra las radiaciones UV solares. Su

destrucción debido a las emisiones humanas de determinados gases se regula por el ya mencionado Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal sobre sustancias que destruyen la capa de ozono.

Pero el responsable del efecto invernadero es el ozono troposférico, es decir, el que se encuentra en las capas bajas de la atmósfera. El ozono concentrado en la troposfera, lejos de ser beneficioso e imprescindible para la vida humana, es el componente más dañino del smog fotoquímico, resultando perjudicial para el desarrollo de las especies vegetales y para la salud humana y animal. Asimismo, actúa también como gas de efecto invernadero y por tanto, es también responsable del cambio climático. Sin embargo, no se regulan sus emisiones en el Protocolo de Kioto, porque su formación no es directa sino inducida. Es decir, se forma a través de reacciones químicas inducidas por la luz solar en las que participan, principalmente, los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos presentes en el aire.

2.2. Mecanismos del Protocolo de Kioto basados en el mercado

Según lo estipulado en el tratado, los países anexo I deben cumplir sus metas a partir de una medición nacional. Sin embargo, el protocolo de Kioto ofrece medios adicionales para poder alcanzar dichos objetivos; esto mediante tres mecanismos de mercado. Estos permiten estimular las inversiones amigables con el ambiente, al mismo tiempo que brindar alternativas a las partes para lograr los cometidos propuestos. Los mecanismos son los siguientes:

- Comercio de Emisiones, Mercado de Carbono
- Implementación Conjunta (IC)
- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

2.2.1. Comercio de Emisiones, Mercados de Carbono

Las Partes que han asumido compromisos en virtud del Protocolo de Kioto (las Partes del anexo B) han aceptado metas para limitar o reducir las emisiones. Estas metas están expresadas como niveles de emisiones permitidos o cantidades atribuidas durante el período de compromiso 2008-12. Las emisiones permitidas son divididas en unidades de la cantidad atribuida (UCA).

El comercio de los derechos de emisión, tal y como se dispone en el artículo 17 del Protocolo de Kioto, permite que los países que tengan unidades de emisión de sobra (emisiones que tienen permitidas, pero a las que no llegan) vendan ese exceso de capacidad a países que sobrepasan sus metas. De esta manera se creó un nuevo producto básico en forma de reducciones o eliminaciones de las emisiones. Puesto que el dióxido de carbono es el principal gas de efecto invernadero, se habla simplemente del comercio de carbono. Este gas está sometido a los mismos seguimientos y transacciones comerciales que cualquier otro producto básico, lo que se conoce como: mercado del carbono.

2.2.2. Implementación Conjunta

El mecanismo conocido como Aplicación Conjunta, definido en el artículo 6 del Protocolo de Kioto, permite que un país que en virtud del Protocolo de Kioto se haya comprometido a reducir o limitar sus emisiones (parte del anexo B) gane unidades de reducción de las emisiones generadas en un proyecto de reducción o eliminación de las emisiones de otra parte del anexo B, cada una de ellas equivalente a una tonelada de CO₂, que cuenta para el logro de su meta de Kioto. La aplicación conjunta ofrece a las partes un medio flexible y rentable de cumplir parte de sus compromisos de Kioto, al mismo tiempo que la

parte donde se lleva a cabo el proyecto se beneficia de la inversión extranjera y la transferencia de tecnología. Estos mecanismos contribuyen a fomentar la inversión verde y ayudan a las partes a lograr sus metas de emisiones de una manera rentable.

2.2.3. Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)

Definido en el artículo 12 del Protocolo, permite que un país que en virtud del Protocolo de Kioto haya asumido el compromiso de reducir o limitar las emisiones (parte del anexo B) ponga en práctica proyectos de reducción de las emisiones en países en desarrollo. A través de tales proyectos se pueden conseguir créditos por reducciones certificadas de las emisiones (RCE), cada uno de los cuales equivale a una tonelada de CO₂, que cuenta para el cumplimiento de las metas.

Muchos consideran que el mecanismo es pionero. Es el primer plan mundial de inversión y crédito ambiental de su clase, y sirve de instrumento para compensar las emisiones normalizadas (las RCE). Una actividad de un proyecto del MDL puede consistir, por ejemplo, en un proyecto de electrificación en el que se usen paneles solares, o la instalación de calderas de menos consumo. El mecanismo fomenta el desarrollo sostenible y la reducción de las emisiones al mismo tiempo que da cierta flexibilidad a los países industrializados a la hora de elegir la forma en que quieren alcanzar sus metas de reducción o limitación de las emisiones.

2.2.4. Monitoreo de los mecanismos

Los tres mecanismos comparten el mismo objetivo, pero cada uno brinda peculiaridades a los países, tanto a los anexo I, como a los no anexo I, de

generar inversiones que desarrollen proyectos que reduzcan de manera sustancial la generación de gases de efecto invernadero.

Los países deben monitorear sus emisiones y llevar un récord preciso de las transacciones realizadas, mediante alguno de los mecanismos antes expuestos. Para esto se realizan las siguientes actividades:

- Sistema de registro: trazar y registrar las transacciones realizadas por las partes bajo alguno de los mecanismos propuestos. Para este objetivo, la Organización de Naciones Unidas cuenta con una Secretaría de Cambio Climático, la cual se encuentra en Bonn, Alemania. En esta se lleva el registro de todas las transacciones internacionales, se verifica que sean consistentes con las reglas estipuladas en el protocolo.
- Reporte: las partes presentan inventarios anuales de emisiones y reportes nacionales bajo el protocolo, en intervalos regulares.
- Sistema de Cumplimiento: asegurar que las partes están logrando su cometido y los ayuda a si presentan inconvenientes.
- Adaptación: tanto el Protocolo de Kioto, como la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático están diseñados para asistir a los países en la adaptación a los adversos efectos del cambio climático. Así como, facilitar el desarrollo y despliegue de técnicas que puedan aumentar la capacidad para adaptarse a los impactos del cambio climático. Para ello, existe el Fondo de Adaptación, el cual se estableció para financiar los proyectos de adaptación y programas en países en desarrollo, que son parte del Protocolo de Kioto. El fondo es financiado, principalmente, con aportes procedentes de actividades del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

2.3. Ratificación del Protocolo de Kioto en Guatemala

Guatemala firmó durante la Convención de las Partes realizada el 13 de junio de 1992, los acuerdos que se alcanzaron. Estos fueron aprobados por el Congreso de la República de Guatemala el 28 de marzo de 1995, mediante el Decreto No. 15-95.

La ratificación del Protocolo de Kioto por parte de la República de Guatemala fue el 3 de junio de 1999, a partir del Decreto del Congreso No. 23-99.

Como parte del Protocolo, cada país debía designar a una autoridad nacional, quien fungiría como ente rector. En Guatemala, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), fue designado como la autoridad nacional, el 12 de agosto del 2005, a partir del Acuerdo Gubernativo No. 388-2005.

Bajo esta premisa, se generó el Acuerdo Ministerial No. 477-2005, el 19 de septiembre del 2005, para crear la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio, así como el reglamento del procedimiento de solicitud, análisis, valoración y aprobación nacional.

De acuerdo con los compromisos que Guatemala ha hecho en el Protocolo de Kioto, debe cumplir con los siguientes:

- Desarrollar y actualizar inventarios de emisiones y remoción de GEI: incluye deforestación, plantaciones y regeneración de bosques, quema o descomposición de madera.

- Desarrollar programas para mitigar los efectos del cambio climático, incluyendo medidas sobre emisiones y sumideros.
- Promover tecnologías para reducir emisiones.
- Promover manejo sostenible de sumideros y reservas.
- Prepararse para la adaptación a los impactos del cambio climático y desarrollar planes apropiados para áreas que podrían ser afectadas por inundaciones, sequías o procesos de desertificación.

Guatemala, como Estado y parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se ha comprometido a cumplir lo siguiente:

- Establecer inventarios nacionales sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y el nivel de absorción por los sumideros (Art. 4.1 a CMCC).
- Formular e implementar programas nacionales y regionales de mitigación del cambio climático (Art. 4.2 b CMNUCC). Tomar en cuenta el cambio climático en las políticas, sociales, económicas y ambientales (Art. 4.1 f CMNUCC).
- Promover la conservación y el mejoramiento de los sumideros de gases (cualquier proceso, actividad o mecanismo que elimine de la atmósfera un gas de efecto invernadero), la investigación científica relacionada con el cambio climático, así como el intercambio de información (Art. 4.1 d y g).
- Promover programas de educación y la participación pública (Art. 6 CMCC).

2.4. Normativa y Legislación en Guatemala sobre Gases de Efecto Invernadero

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el 2009 crea la Política Nacional sobre el Cambio Climático, Acuerdo Gubernativo 239-2009, siendo el objetivo general de la misma: Que el Estado de Guatemala, a través del Gobierno Central, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la ciudadanía en general, adopte prácticas de prevención de riesgo, reducción de la vulnerabilidad y mejora de la adaptación al cambio climático, y contribuya a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en su territorio, coadyuve a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y fortalezca su capacidad de incidencia en las negociaciones internacionales de cambio climático.³

En el 2013 se emite la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero, Decreto 7-2013. El objetivo de la Ley es establecer las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país; mientras que la finalidad principal es que el Estado de Guatemala a través del Gobierno Central, entidades descentralizadas, entidades autónomas, las municipalidades, la sociedad civil organizada y la población en general, adopte prácticas que propicien condiciones para reducir la vulnerabilidad, mejoren las capacidades de

³ Guatemala. Acuerdo Gubernativo 239-2009. *Política Nacional de Cambio Climático. Objetivo general.* p. 4.

adaptación y permitan desarrollar propuestas de mitigación de los efectos del cambio climático producto por las emisiones de gases de efecto invernadero⁴.

Actualmente, no se cuenta con ninguna regulación referente a la Cuantificación de la Huella de Carbono, como lo expresa la carta brindada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales del anexo 5.

⁴ Guatemala. Decreto 7-20013. *Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los efectos de Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero*. Artículo 1 y 2, p. 4.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE EMISIÓN

Para determinar las emisiones, hay que identificar los focos de emisión y establecer los distintos gases de efecto invernadero que se emiten en una empresa o evento, para pasar a contabilizar las emisiones de los distintos gases asociadas a la entidad o actividad.

3.1. Focos de emisión a nivel nacional

La contribución del país al desastre climático, se establece en su componente principal a las emisiones totales de CO₂, las cuales se deben en un 61 por ciento a la combustión de leña, la cual es consumida en un 84 por ciento por hogares. Las industrias manufactureras, en segundo lugar, aportan el 19 por ciento de las emisiones de CO₂, lo cual es principalmente aportado por el uso de combustibles fósiles⁵.

3.1.1. Generación de emisiones por actividades económicas en Guatemala

En Guatemala el 86 por ciento de la oferta de las emisiones para el periodo 2006-2010 es generada por tres actividades económicas:

- Las industrias manufactureras (43,5 %)
- El suministro de electricidad, gas y agua (35 %)

⁵ BANGUAT y IARNA-URL, 2009.

- El transporte, almacenamiento y comunicaciones (8.4 %).

Tabla IV. **Generación GEI según actividad económica**

Generación de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) provenientes de la combustión de productos energéticos en Guatemala, según actividad económica (toneladas equivalentes de CO₂ sobre un horizonte de 20 años). Periodo 2006-2010.							
Actividad económica y consumo	Año					Promedio	%
	2006	2007	2008	2009	2010		
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	162 916	182 870	177 440	217 845	217 257	191 666	1,07
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	398 947	423 397	377 997	445 848	464 794	422 196	2,29
Comercio al por mayor y menor	634 326	675 914	621 600	692 943	710 464	667 050	3,50
Construcción	319 485	336 805	321 847	280 375	258 608	303 424	1,27
Enseñanza	19 983	20 902	20 930	23 444	23 405	21 733	0,12
Explotación de minas y canteras	85 962	99 098	84 542	94 113	115 663	95 876	0,57
Hoteles y restaurantes	476 846	511 097	477 043	543 024	511 453	503 893	2,52
Industria manufacturera	8.427 956	9.149 262	8.307 910	8.572 679	8.850 710	8.661 703	43,54
Intermediación financiera	7 983	9 047	7 525	8 669	8 594	8 362	0,04
Otras actividades de servicios comunitarias, sociales y personales	22 990	23 481	21 530	25 121	24 999	23 624	0,12
Servicios sociales y salud	70 418	93 725	82 382	86 627	86 548	83 940	0,43
Suministro de electricidad, gas y agua	5.731 206	6.605 917	6.155 599	6.918 410	7.113 397	6.504 906	35,0
Trasporte, almacenamiento y comunicaciones	1.579 258	1.746 713	1.588 316	1.742 791	1.708 624	1.672 540	8,41
Administración pública	141 178	131 574	669 619	213 116	225 255	276 149	1,11
Asociaciones que sirven a hogares	2 905	2 629	2 085	4 316	4 285	3 244	0,02
Planes de seguridad social obligatorios	1 817	376	2 357	2 253	4 285	1 806	0,01
Total de emisiones de las actividades económicas	18.084 178	20.009 807	18.918 722	19.871 564	19.442 110	19.442 110	100

Nota: Este cuadro solo presenta las emisiones de las actividades económicas. No se registran emisiones de los hogares, por ejemplo por el consumo de leña.

Fuente: Perfil Ambiental 2010-2012, IARNA. Consulta febrero de 2013.

La contribución de Guatemala a las emisiones de GEI a nivel mundial es menor al 1 por ciento anual⁶; sin embargo, el país es un emisor neto de GEI.

3.2. Focos de emisión a nivel internacional

A nivel mundial cinco países emiten más de la mitad de los gases de efecto invernadero que originan el sobre calentamiento del planeta, mientras que diez estados emiten dos tercios de los mismos⁷.

China, EE.UU., India, Rusia y Japón encabezan la clasificación, seguidos por Brasil, Alemania, Canadá, México e Irán. En la mayoría de los casos, se trata de emisiones de dióxido de carbono, vinculadas con una masiva demanda de energía. Las energías renovables han aumentado, pero siguen representando poco en relación con las de origen fósil.

Tabla V. Países que generan más emisiones en el mundo

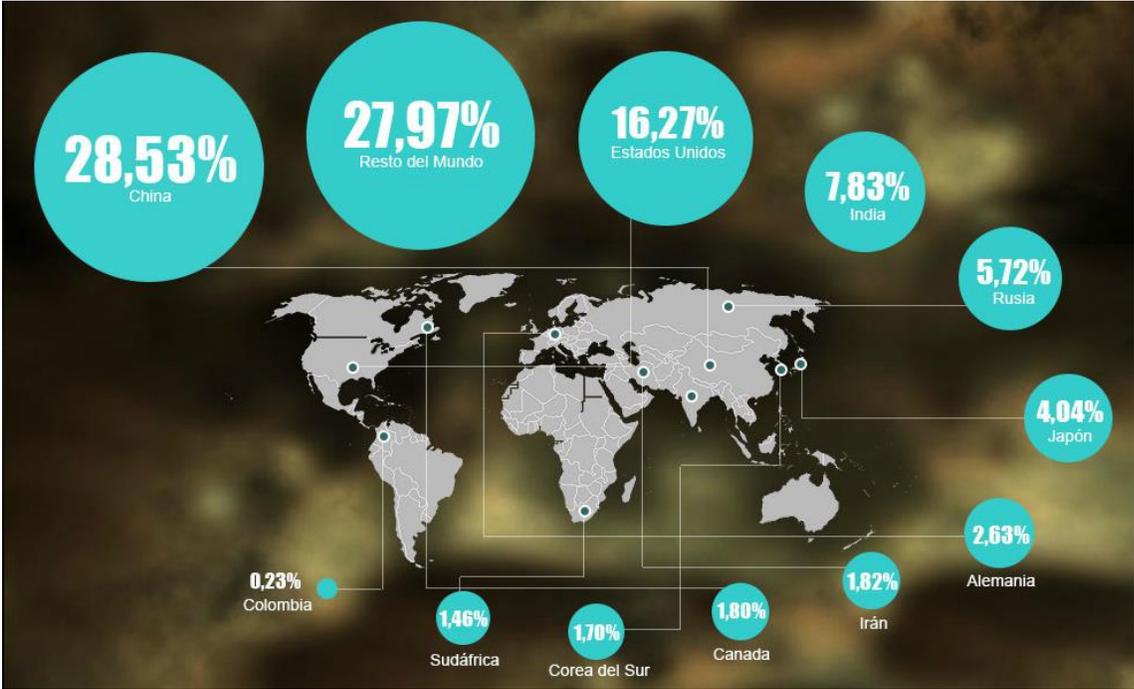
	País	Millones de tCO ₂ anuales
1	China	9 700
2	Estados Unidos	5 420
3	India	1 970
4	Rusia	1 830
5	Japón	1 240

Fuente: <http://www.semana.com/especiales/contaminacion.com>. Consulta: febrero de 2013.

⁶ El último dato reportado por el *Climate Analysis Indicators Tool* (CAIT) para el 2005 es equivalente a 0.07% del total anual mundial de emisiones de CO₂. Véase <http://cait.wri.org/>.

⁷ Consultora especializada en riesgos Maplecroft. Véase: <http://www.elspectador.com/noticias/medio-ambiente/china-eeuu-india-rusia-y-japon-responsables-del-efecto-articulo-314463>.

Figura 13. **Porcentaje de generación de GEI a nivel mundial**



Fuente: http://antonuriarte.blogspot.com/2012_10_01_archive.html. Consulta: marzo de 2013.

4. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES ORGANIZACIONALES

Green Development trabaja con una gran diversidad de empresas, en cada una de las cuales varían las operaciones tanto en su estructura legal como en su estructura organizacional. Algunas de ellas incluyen operaciones que son de su propiedad, alianzas incorporadas y no incorporadas, subsidiarias y otras modalidades. Para fines de contabilidad financiera, estas operaciones son tratadas de acuerdo a reglas establecidas, que dependen de la estructura de la organización o empresa y de las relaciones entre las diferentes partes involucradas. Como primer paso para cuantificar la Huella de Carbono deben de fijarse los límites organizacionales dependiendo del enfoque de la empresa; este enfoque debe ser aplicado consistentemente para definir aquellas unidades de negocio y operaciones que constituyen a la empresa para fines de contabilidad y reporte de GEI.

Para reportes corporativos es posible utilizar dos enfoques distintos orientados a consolidar las emisiones de GEI: el de participación accionaria y el enfoque de control. Según lo establecido en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, a las empresas se les debe contabilizar y reportar sus datos consolidados de GEI, ya sea en términos de su participación accionaria o del control que ejercen sobre determinadas operaciones. Si la empresa a la cual se le reporta es propietaria absoluta de todas sus operaciones, su límite organizacional será el mismo, independientemente del enfoque que se utilice; pero para las empresas con operaciones conjuntas con otras empresas, el límite organizacional y las emisiones resultantes se pueden diferir dependiendo del enfoque utilizado. Tanto en operaciones que son propiedad absoluta de la

empresa como en operaciones conjuntas, la elección del enfoque puede significar cambios en la categorización de las emisiones al momento de fijar los límites operacionales (ver anexo 1).

4.1. Enfoque de participación accionaria

Bajo este enfoque a una empresa se le contabilizan las emisiones de GEI de acuerdo a la proporción que posee en la estructura accionaria. La participación accionaria refleja directamente un interés económico, el cual representa el alcance de los derechos que una empresa tiene sobre los riesgos y beneficios que se derivan de una operación. Típicamente, la distribución de los riesgos y beneficios económicos de una operación está alineada con los porcentajes de propiedad, los cuales normalmente corresponden a la participación accionaria. Cuando este no es precisamente el caso, la esencia económica de la relación que la empresa tiene con una determinada operación siempre pesará más que la propiedad legal.

Debido que la esencia económica precede a las formas legales, el equipo de Green Development deberá acercarse al personal a cargo de la contabilidad o de los aspectos legales, con la finalidad de que sea aplicada la participación accionaria apropiada en cada operación compartida.

4.2. Enfoque de control

Bajo el enfoque de control, una empresa contabiliza el 100 por ciento de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control. No debe contabilizar emisiones de GEI provenientes de operaciones de las cuales la empresa es propietaria de alguna participación, pero no tiene el control de las mismas. El control puede definirse tanto en términos financieros

como operacionales. Al utilizar el enfoque de control para contabilizar las emisiones de GEI, se debe decidir para cada empresa cuál criterio utilizar: control financiero o control operacional.

En la mayoría de los casos, la utilización de un criterio u otro no hace variar la conclusión sobre si una operación determinada es controlada o no por una empresa. Una excepción notable es la industria del petróleo y gas, en la cual frecuentemente se observan estructuras complejas de operación y propiedad. En este tipo de industria, por lo tanto, la elección del criterio de control puede tener consecuencias sustanciales en el inventario de GEI de una empresa. En todo caso, la elección del criterio de control debe reflejar fielmente el poder real de control que la empresa ejerza sobre distintas operaciones.

4.2.1. Control financiero

Según el Protocolo de GEI, una empresa tiene control financiero sobre una operación, si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades. Por ejemplo, el control financiero existe, generalmente, si la empresa posee el derecho de apropiarse de la mayoría de los beneficios de la operación, independientemente de cómo sean asumidos estos derechos. De igual manera, se considera que una empresa ejerce el control financiero sobre una operación, si es capaz de captar la mayoría de los riesgos y beneficios inherentes a la propiedad sobre los activos de la operación.

Bajo este criterio, la esencia económica de la relación entre la empresa y una operación determinada toma precedencia sobre el estatuto legal de propiedad. En este sentido, es posible que una empresa posea control financiero sobre una operación aun si es propietaria de menos del 50 por ciento

de la estructura accionaria. Al evaluar la esencia económica de una relación debe tomarse en cuenta el impacto potencial de los derechos de voto.

Por lo tanto, una empresa tiene control financiero sobre una operación si esta se considera como parte del grupo empresarial o como subsidiaria para fines de consolidación financiera, en otras palabras, si la operación en cuestión está plenamente consolidada en la contabilidad financiera. Si se elige el criterio de control financiero, las emisiones de alianzas en las cuales existe un control financiero colectivo se contabilizan con base en el enfoque de participación accionaria.

4.2.2. Control operacional

Una empresa ejerce control operacional sobre alguna operación si está o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación. Este criterio es consistente con las prácticas actuales de contabilidad y cuantificación de muchas empresas que reportan las emisiones provenientes de las operaciones que controlan. Salvo en circunstancias especiales, la empresa que opera una instalación, normalmente ejerce la autoridad de introducir e implementar sus políticas operativas.

Bajo el enfoque de control operacional, la empresa que posee el control de una operación, ya sea de manera directa o a través de una de sus subsidiarias, deberá contabilizar como propio el 100 por ciento de las emisiones de la operación.

Debe enfatizarse que el control operacional no significa necesariamente que una empresa sea capaz de tomar todas las decisiones concernientes a una operación o instalación en particular. Por ejemplo, inversiones muy grandes

requerirán la aprobación de todos los socios que ejercen de manera conjunta el control financiero.

En ocasiones, una empresa puede participar conjuntamente con otras en el control financiero de una operación, pero no poseer el control operacional. En tales casos, Green Development deberá pedirle a la empresa que revise los arreglos contractuales para determinar si alguno de los socios tiene la autoridad para introducir e implementar políticas operativas en la operación y, por tanto, la responsabilidad de reportar las emisiones de la operación en cuestión. Si esta última tiene en sí misma la capacidad de definir e instrumentar sus propias políticas, los socios que de manera conjunta ejercen el control financiero no deben reportar sus emisiones.

4.3. Doble contabilidad

Cuando dos o más empresas mantienen intereses en la misma operación conjunta y utilizan diferentes enfoques de consolidación (participación accionaria o control financiero), es posible que las emisiones de dicha operación sean contabilizadas por partida doble. Esto puede no revestir demasiada importancia cuando solo se pretende llevar a cabo reportes públicos voluntarios, siempre y cuando la empresa revele su enfoque de consolidación.

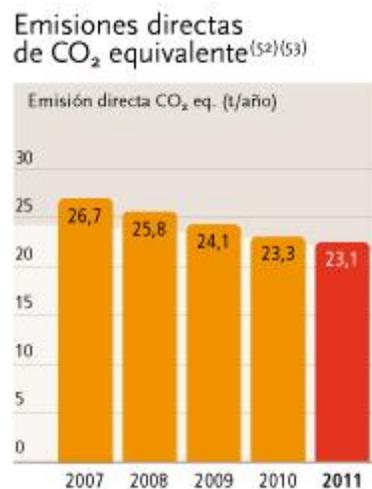
Sin embargo, es preciso evitar una doble contabilidad de emisiones en mercados o sistemas de comercio de emisiones y en ciertos programas gubernamentales de reporte obligatorio.

4.4. Año de línea base

Es un periodo histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo. En otras palabras, una comparación significativa y consistente de las emisiones a través del tiempo, requiere fijar una base de desempeño contra la cual comparar las emisiones actuales.

Para un seguimiento consistente de las emisiones a lo largo del tiempo, puede ser necesario recalcular las emisiones del año base, en la medida en que las empresas experimenten cambios estructurales importantes como: adquisiciones, fusiones y desinversiones.

Figura 14. **Comparación de año base**



Fuente: http://repsol.webfg.com/memoria2011/es/responsabilidadCorporativa/nuestrosResultados/impulsarEstrategiaBajaCarbono/nuestrosResultados/images/grafico_emisiones.jpg.

Consulta: abril de 2013.

5. DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES OPERACIONALES

Después de haber determinado los límites organizacionales de una empresa en términos de las operaciones de las que es propietaria o tiene el control, el equipo de Green Development deberá establecer los límites operacionales. Esto involucra identificar emisiones asociadas a las operaciones de cada empresa respectiva, clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones indirectas.

Para ayudar a delinear las fuentes de emisiones directas e indirectas y mejorar la transparencia se definen tres alcances para propósitos de reporte y contabilidad de GEI: alcance 1 o primario, alcance 2 o secundario y alcance 3 o terciario. Los alcances se desarrollarán a continuación para asegurar que no se contabilicen emisiones en el mismo alcance de dos o más empresas.

5.1. Alcance 1. Emisiones directas de GEI

El alcance primario o las emisiones directas ocurre de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa a la cual se le está realizando la consultoría. Por ejemplo: emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, emisiones provenientes de la producción química en equipos de procesos, etc.

Las emisiones directas de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa al igual que las emisiones de GEI no cubiertos por el Protocolo de

Kioto, como CFCs, NOx, etc., no deben incluirse en el alcance 1, pudiendo ser reportadas de manera separada.

5.2. Alcance 2. Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

El alcance secundario incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. Electricidad adquirida se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.

5.3. Alcance 3. Otras emisiones indirectas

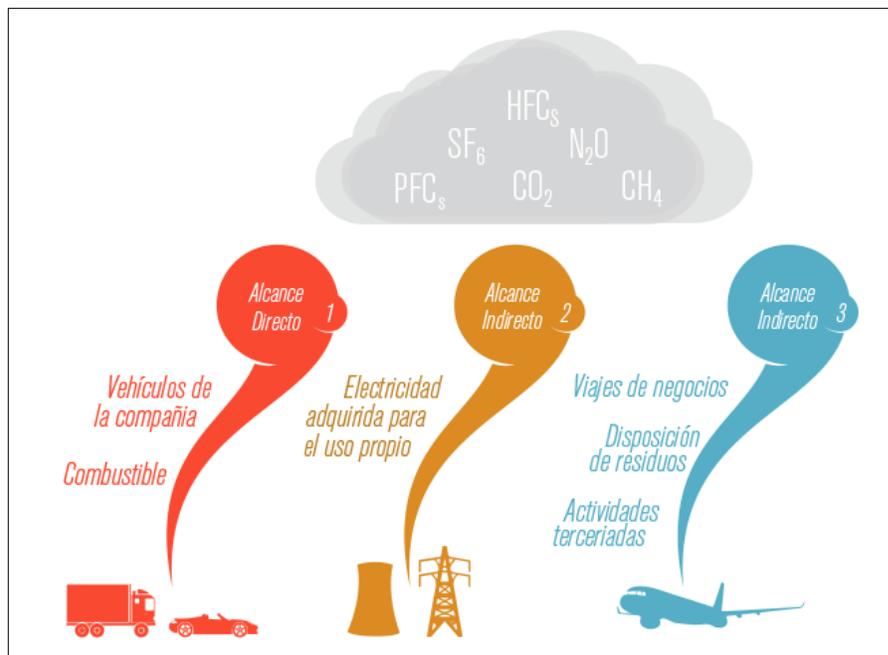
El alcance terciario es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance terciario son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la misma. Algunos ejemplos de actividades del alcance terciario son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos.

5.4. Contabilizando y reportando de acuerdo a los alcances

Las empresas contabilizan y reportan emisiones de los alcances 1 y 2 de manera separada. Pueden, incluso subdividir los datos de emisiones en alcances que faciliten la transparencia o la comparabilidad a través del tiempo. Por ejemplo, subdividir los datos por planta o unidad de negocio, país, tipo de fuente (combustión fija, móvil, de proceso, fugitiva), y tipo de actividad (producción de electricidad, generación o adquisición de electricidad que es vendida a los usuarios finales, etc.).

Conjuntamente, los tres alcances proveen un marco de contabilidad inclusivo para el manejo y reducción de emisiones directas e indirectas. La figura 15 ofrece un panorama de la relación entre los alcances y las actividades que generan emisiones directas e indirectas a lo largo de la cadena de valor de una empresa.

Figura 15. **Ejemplificación de alcances y emisiones**



Fuente: <http://greensolutions.cl/images/alcances.png>. Consulta: marzo de 2013.

Como ya se había mencionado, los alcances se pueden subdividir en emisiones estacionarias, móviles, fugitivas, de procesos, entre otros. Y estas, por ejemplo, en el caso de los vuelos, se pueden fraccionar en largos, corto y doméstico. Todo dependerá de que tanta información se maneje y que tan específica sea.

En el anexo 2 se describen los alcances para diferentes sectores de la industria.

5.5. Potenciales globales de calentamiento

Los GEI difieren en la influencia térmica positiva (forzamiento radiactivo) que ejercen sobre el sistema climático mundial, por sus diferentes propiedades radiactivas y periodos de permanencia en la atmósfera. Estas influencias se pueden expresar mediante una métrica común basada en el forzamiento radiactivo por CO₂. Las emisiones de CO₂ equivalente constituyen un valor de referencia y una métrica útil para comparar emisiones de GEI diferentes.

La definición de equivalente de dióxido de carbono (CO₂ equivalente) es la cantidad de emisiones de CO₂ que provocaría la misma intensidad radiante que una determinada cantidad emitida de un gas de efecto invernadero bien mezclado o una mezcla de gases de efecto invernadero, multiplicados por sus PEG respectivos, para tener en cuenta los distintos tiempos que se mantienen en la atmósfera.

Las emisiones de los seis gases de efecto invernadero incluidos en el Protocolo de Kioto se computan de forma agregada en términos de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}), ponderando la masa de cada gas de acuerdo con la tabla de potenciales de calentamiento global (PEG) que se muestra en el anexo 3 del presente documento.

6. PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA HUELLA DE CARBONO

El procedimiento para calcular la huella de carbono inicia desde el momento en el cual se realiza el contacto con la persona interesada de efectuar la medición en su empresa o evento. Deben explicarse los beneficios que se obtienen al realizar el cálculo y resolver dudas sobre temas relacionados. Cabe recalcar que, también se tiene que indagar un poco sobre el tipo de empresa o evento para poder orientarlo de mejor forma.

Tabla VI. **Razones para abordar el cálculo de la huella de carbono**

1.	Mejorar la imagen de la empresa y la reputación.
2.	Dar respuesta a nuevas exigencias de clientes o de inversores.
3.	Cumplimiento con futura legislación guatemalteca.
4.	Cumplimiento con legislación en otros países.
5.	Demuestra responsabilidad socioambiental.
6.	Ayuda a evaluar los riesgos asociados al cambio climático.
7.	Da respuesta al compromiso de la organización.
8.	Se identifican los principales focos de emisión.
9.	Permite encontrar áreas o procesos donde se puedan realizar proyectos de eficiencia.
10.	Sirve como herramienta de diferenciación de mercado.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se debe coordinar una primera reunión para aclarar y discutir a fondo sobre ambas partes, de ser necesario.

A continuación se presenta un listado de las actividades a realizar para la Cuantificación de la Huella de Carbono.

- Realización de la propuesta de trabajo, la cual debe de incluir: introducción, experiencia, sello GreenFootprint®, objetivos, metodología, alcances, plan de trabajo, cronograma, entregables, presupuesto, términos y condiciones.
- Presentación de la propuesta de trabajo.
- Planificación interna.
- Visita de campo a la empresa interesada.
- Levantamiento de datos en el evento: transporte, luminarias y equipo.
- Cuantificación de la Huella de Carbono: tabulación de datos, factores de emisión, vinculación de los datos y factores de emisión, gráficas y tablas, realización de informes, especificaciones, resultados, análisis de resultados, conclusiones y presentación de resultados.

6.1. Propuesta de trabajo

Es un documento escrito con un propósito específico: convencer a alguien de que un proyecto es factible y conlleva varios beneficios al ser llevado a cabo. Hay que recordar que la propuesta de trabajo es un argumento, y si no presenta uno lógico y viable, es probable que esta sea rechazada.

El desarrollo de la propuesta de trabajo es de suma importancia, ya que de ella se realizarán, en la mayoría de casos, los contratos que deberán de cumplir ambas partes.

Aunque no hay un formato establecido para estas propuestas, algunos de sus elementos son importantes y, en muchos casos, obligatorios. Cada uno de estos documentos debe realizarse en el formato ya establecido por Green Development. A continuación se desarrollan cada uno de los apartados propuestos que deberá incluir, como mínimo:

6.1.1. Introducción

En la introducción, normalmente se describe el alcance del documento, y se da una breve explicación o resumen del mismo, pero dada la importancia de los alcances del proyecto se desarrollarán de una forma más específica en un apartado por separado. También se deben explicar algunos antecedentes que son importantes para el posterior desarrollo del tema central. El interesado, al leer la introducción debería poder hacerse una idea sobre el contenido de la propuesta, antes de comenzar su lectura propiamente dicha.

Por lo tanto, la introducción debe contener información general sobre Green Development y la huella de carbono. En caso de que a la empresa o evento se le haya realizado consultorías en años previos, se deberán describir los estudios o acciones realizadas.

6.1.2. Experiencia

Es la base fundamental del conocimiento. En el campo laboral es la acumulación de conocimientos que una persona o empresa logra en el transcurso del tiempo. La experiencia está estrechamente relacionada con la cantidad de años que una persona tiene ejerciendo un cargo o efectuando proyectos: mientras más años tiene ejerciendo dicho cargo mayor será su

conocimiento del mismo; por ende se pueden agregar como un anexo, a la propuesta, los currículos de los consultores.

En este apartado se enlistará la experiencia (esta información se debe actualizar cada año) que posee Green Development en:

- Cuantificación de la huella de carbono en empresas
- Cuantificación de la huella de carbono en eventos
- Proyectos de créditos de carbono
- Alianzas establecidas.

6.1.3. Sello GreenFootprint®

Se deben describir las tres diferentes versiones de los sellos GreenFootprint®; estos fueron desarrollados por Green Development para clientes que han cumplido con la verificación de proyectos de cuantificación, reducción o mitigación, como un medio oficial de reconocimiento de los logros ambientales alcanzados, enfocados en las emisiones de gases de efecto invernadero.

Figura 16. Sellos GreenFootprint®



Fuente: <http://greendevlopment.com.gt/>. Consulta: abril de 2013.

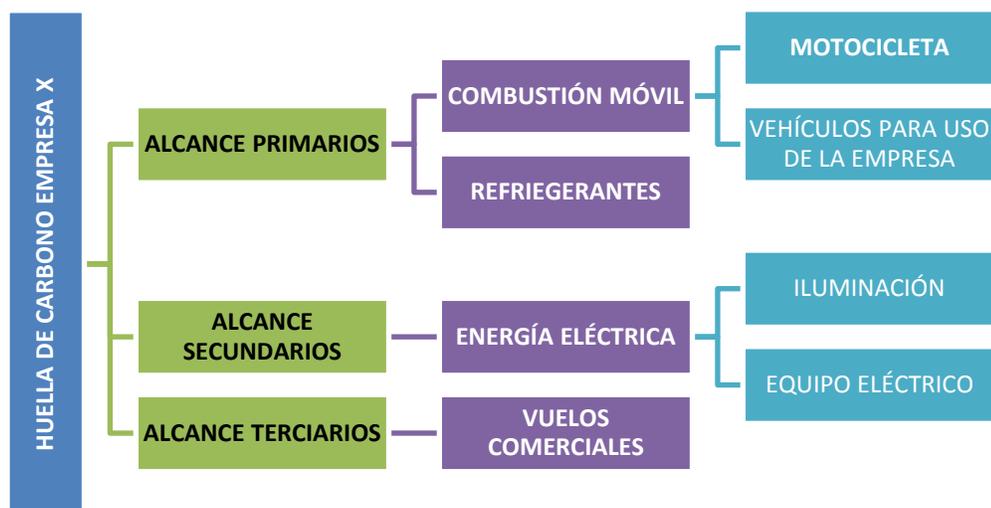
6.1.4. Objetivos

Son el enunciado de los propósitos de la consultoría e identifican claramente lo que se pretende lograr. Estos tienen que ir de acuerdo con lo que se quiere al finalizar el proyecto. Se divide en dos: general y los específicos. El objetivo general permite visualizar el propósito global, mientras que los específicos se refieren a los componentes.

6.1.5. Metodología y alcances

Una metodología es el conjunto de métodos por los cuales se regirá la realización de la cuantificación de la huella de carbono. En ella se debe de especificar qué tipo de norma se utilizará para cumplir con los objetivos propuestos y presentar los parámetros a seguir para el desarrollo del inventario de GEI.

Figura 17. Ejemplo de alcances de la huella de carbono



Fuente: elaboración propia.

También se establecerán los alcances que cubrirá la consultoría, es decir las emisiones que se tomarán en cuenta. Se deben presentar de forma gráfica para su fácil comprensión.

6.1.6. Plan de trabajo

Es una herramienta que permite ordenar y sistematizar información relevante para realizar un proyecto. Esta especie de guía propone una forma de interrelacionar los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos disponibles.

Como instrumento de planificación, el plan de trabajo establece los márgenes de tiempo, designa a los responsables, y marca el cumplimiento de las metas y objetivos. Las acciones que aparecen incluidas dentro del plan de trabajo pueden ser seguidas, controladas y evaluadas por el responsable.

El plan de trabajo suele ser válido para un determinado periodo de tiempo. De esta manera, las acciones que propone deben desarrollarse en un cierto plazo y los objetivos tienen que ser cumplidos antes de una fecha límite.

6.1.7. Cronograma

El cronograma enlista todos los elementos terminales de la consultoría con sus fechas previstas de comienzo y final. Se manejarán los tiempos en días, semanas o meses, por ejemplo: día 1, día 2... semana 1, semana 2... el quinto mes de consultoría...

Se debe presentar un cronograma de actividades, este contendrá los tiempos estimados según la descripción de actividades, sin embargo, la

calendarización puede ser modificada según los tiempos de coordinación de visitas y agilidad en la recepción de información. Los tiempos serán manejados en conjunto con el coordinador del proyecto, por parte de la empresa o persona interesada.

6.1.8. Productos

Son los informes de resultados que serán entregados en las diferentes etapas de la consultoría. Este apartado debe de especificar y enlistar qué incluirá cada uno de los entregables y las fechas de entrega.

6.1.9. Presupuesto, término y condiciones

El presupuesto es el cálculo y negociación anticipados del costo total de la consultoría, durante un período de tiempo determinado. Se debe establecer de forma clara todo lo que incluye el estudio y en qué cantidad, por ejemplo: dos visitas de campo, una capacitación, etc.; también, la duración o validez de la propuesta.

Los términos y condiciones de pago serán establecidos para ambas partes y bajo los cuales estarán sujetos los pagos.

Por último, se deberán presentar las formas de pago, es decir, qué porcentaje del total será cancelado y contra qué productos se realizarán. Las fechas tuvieron que haber sido establecidas en los apartados anteriores.

6.2. Presentación de la propuesta de trabajo

Para dicha reunión con los interesados se deberá llevar la propuesta impresa a color y ser enviada de forma digital en formato PDF, además de haber realizado una presentación con el formato de Green Development (que se muestra en la siguiente figura, para la exposición del proyecto en general y el plan de trabajo.

Durante la plática se deberá asignar al encargado del proyecto por parte de la empresa o evento, quien será el contacto directo durante la ejecución de la consultoría; esta persona deberá tener conocimiento de la forma en la que opera la compañía o estarán conformados los organizadores del evento y poder ofrecer una comunicación constante.

Se deberán identificar los focos de emisión de cada una de las áreas que forman la empresa o evento.

Figura 18. **Formato para presentaciones**



Fuente: <http://greendevelopment.com.gt/>. Consulta: enero de 2013.

Si es necesario otro tipo de herramienta o indumentaria esta se deberá preparar con anticipación a la fecha de la visita.

Figura 20. **Equipo de protección personal**



Fuente:http://img.alibaba.com/photo/622806890/Personal_protective_equipment_PPE_to_ols_for_construction.jpg. Consulta: febrero de 2013.

Para los eventos se deberá participar en la mayoría de las reuniones respectivas para la organización del mismo. En ellas se obtendrán los siguientes datos:

- Cantidad de participantes esperados
- Sede del evento
- Duración del evento
- Conferencistas invitados extranjeros
- Cantidad de *stands*

6.4. Visita de campo a la empresa interesada

El equipo de Green Development elegido realizará una visita de campo a la empresa, esta debe de ser coordinada con el encargado del proyecto.

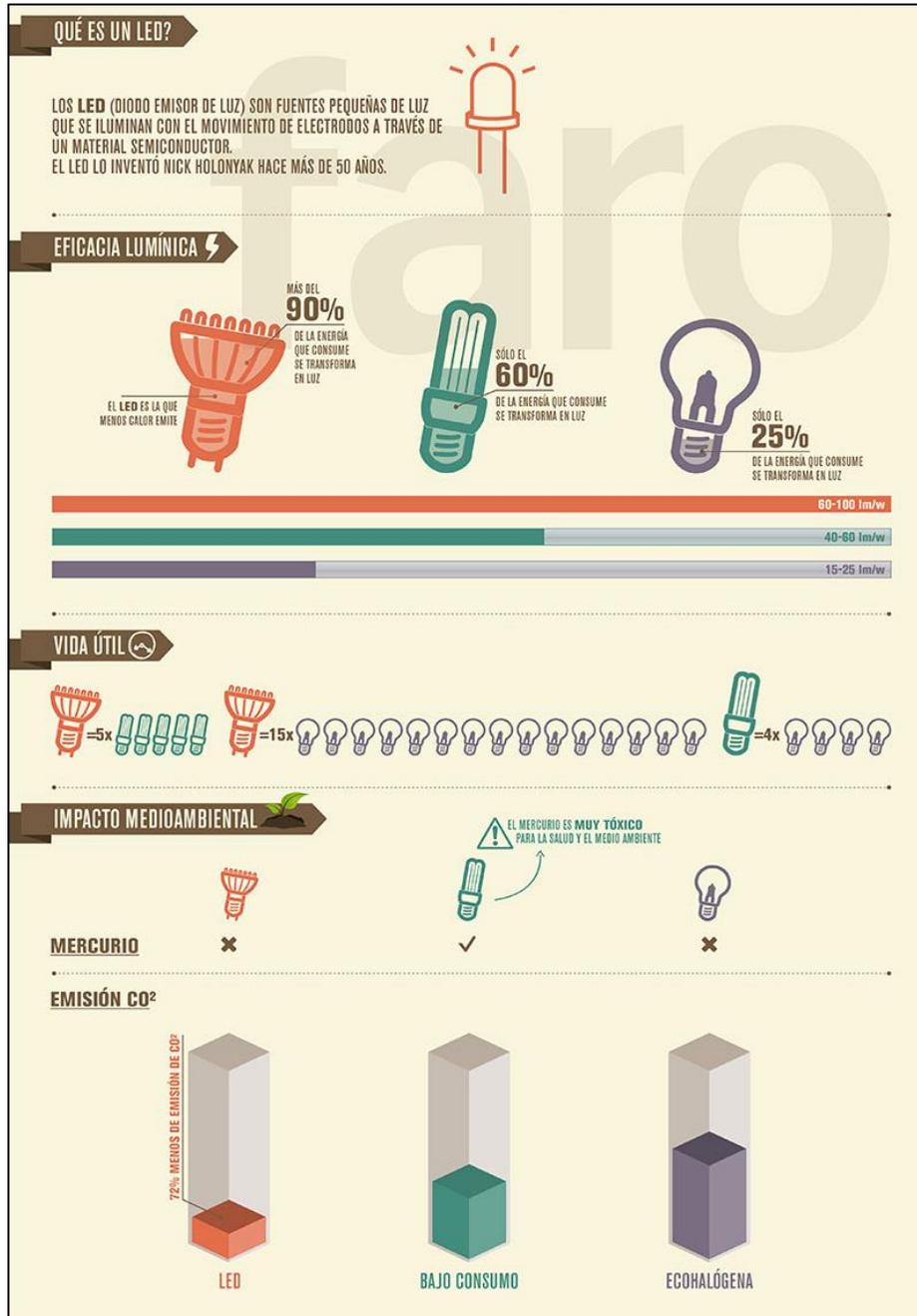
Un mes antes de dicha fecha, como mínimo, se deberá solicitar la información requerida para la cuantificación, debido a que en muchas ocasiones esta se debe de requerir en algún departamento. Estos datos podrían ser:

- Facturas o registros de consumo de electricidad.
- Facturas o registros de compras de combustibles: gasolina, diésel, gas propano, refrigerantes, etc.
- Facturas o registros de mantenimiento de aires acondicionados.
- Registros de vuelos subsidiados por la empresa.
- Fichas técnicas de los equipos que sean parte de una línea de producción.
- Inventarios de aparatos eléctricos o automóviles pertenecientes a la empresa.
- Información o registros de subcontratación de transporte.

Durante el levantamiento de datos se deberá anotar cada una de las luminarias, aparatos eléctricos y equipos que consuman combustible, en las hojas de formatos presentadas en la figura 19. Deberá de aprovecharse la ocasión para poder hablar con los gerentes de cada departamento para aclarar dudas y realizar contactos.

Es muy importante que el consultor se actualice sobre las nuevas tecnologías lumínicas que ingresan en el mercado cada año (ver anexo 4).

Figura 21. Infografía bombillas



Fuente: <http://www.faro.es/blog/wp-content/uploads/2013/06/infografia-bombillas-esp4.jpg>

Consulta: febrero de 2013.

Una herramienta muy útil para la visita técnica es el Kill A Watt, el cual es un medidor de consumo de energía. Cuenta con una pantalla LCD y permite medir todos los gastos de los dispositivos electrónicos utilizados generalmente en una oficina: computadora, impresora, refrigeradora, microondas, etc.

Este dispositivo electrónico, además de indicar los costos, también permite mostrar los voltios, amperios, vatios y hasta el factor de potencia, así como otros datos sobre la corriente y potencia máxima.

Figura 22. **Kill A Watt**



Fuente: <http://www.thegreenhead.com/imgs/kill-a-watt-ez-1.jpg>. Consulta: febrero de 2013.

Es muy importante que se tomen fotografías de las instalaciones y mobiliario, cuando sea permitido. Toda la información recabada es confidencial.

6.5. Levantamiento de datos en el evento

De preferencia, el equipo de Green Development elegido deberá realizar el levantamiento de datos *in situ* desde el día del montaje. Para ello, previamente se tuvo que haber obtenido el listado y croquis con los nombre de las empresas que estarán en los *stands* participantes, con el fin de poder recabar la información de manera más rápida.

En el montaje se realizará el inventario de las luminarias que se encuentren en el área que se utilizará para la instalación de los *stands*, registro, baños, conferencias, entre otros. Además se deberán levantar los datos sobre equipo de aire acondicionado, extractores de olores, ventiladores, bocinas, etc. También se podría recabar la información sobre luminarias y aparatos eléctricos que se encuentren en los *stands*. Para recabar estos datos se puede solicitar la ayuda del equipo de mantenimiento de la sede, toda esta debe plasmarse en el formato presentado en la figura 19. Si ese día se encuentran las personas que estarán en los *stands* se les deberá dar una breve introducción sobre qué es la huella de carbono y que información se necesita de su parte para que ellos lo tenga presente al momento de encuestarlos.

En las reuniones previas se tuvo que haber obtenido el dato sobre la cantidad de participantes esperados, se deberán de llevar las encuestas suficientes para obtener la información sobre su transporte. Encuestar como mínimo al 50 por ciento de los visitantes y al 100 % de las personas que se encuentra en cada *stand*; esta información se debe registrar de forma separada. A los participantes se les pueden realizar las preguntas al momento del registro, mientras que a las personas que estarán en los *stands* antes de que inicie el evento o cuando no estén atendiendo a los participantes.

Es muy importante, que se tomen fotografías de las reuniones previas, instalaciones, mobiliario y las diferentes áreas cuando se permita. Toda la información recabada es confidencial.

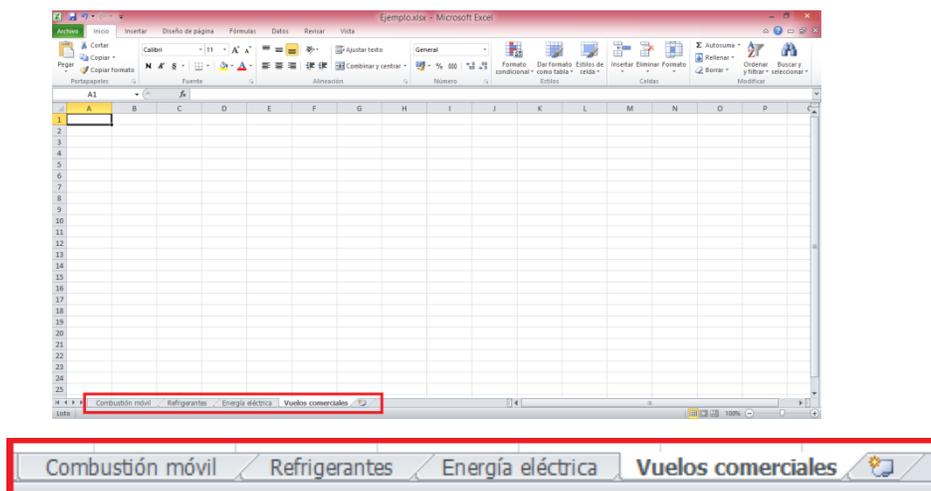
6.6. Cuantificación de la huella de carbono

Es una serie de pasos desde que se ingresan los datos recolectados, hasta que se operan los mismos para obtener resultados en una misma unidad.

6.6.1. Tabulación de datos

Al haber obtenido toda la información respectiva de las reuniones previas y el levantamiento de datos se procederá a tabular todos estos. Se deben de tabular por subalcance, es decir, una pestaña para la combustión móvil, refrigerantes, energía eléctrica y vuelos comerciales, tal como fueron descritos los alcances operacionales en la figura 17.

Figura 24. Ingreso de información por subalcance



Fuente: elaboración propia.

Los datos de combustión móvil se deben agrupar por tipo de vehículo (automóvil, bus, taxi, etc.) y de combustible. Por ejemplo, se tabularán todos los datos de automóviles con gasolina y por separado los de diésel.

Figura 25. Agrupación por tipo de combustible

The screenshot shows an Excel spreadsheet with three distinct data tables grouped together. Each table has a header row, four data rows, and a total row. The tables are for 'AUTOMÓVILES GASOLINA', 'AUTOMÓVILES DIÉSEL', and 'BUS'. The 'tCO2' column is highlighted in green in the original image.

AUTOMÓVILES GASOLINA					
No.					tCO ₂
1					
2					
3					
4					
TOTAL					XXX

AUTOMÓVILES DIÉSEL					
No.					tCO ₂
1					
2					
3					
4					
TOTAL					XXX

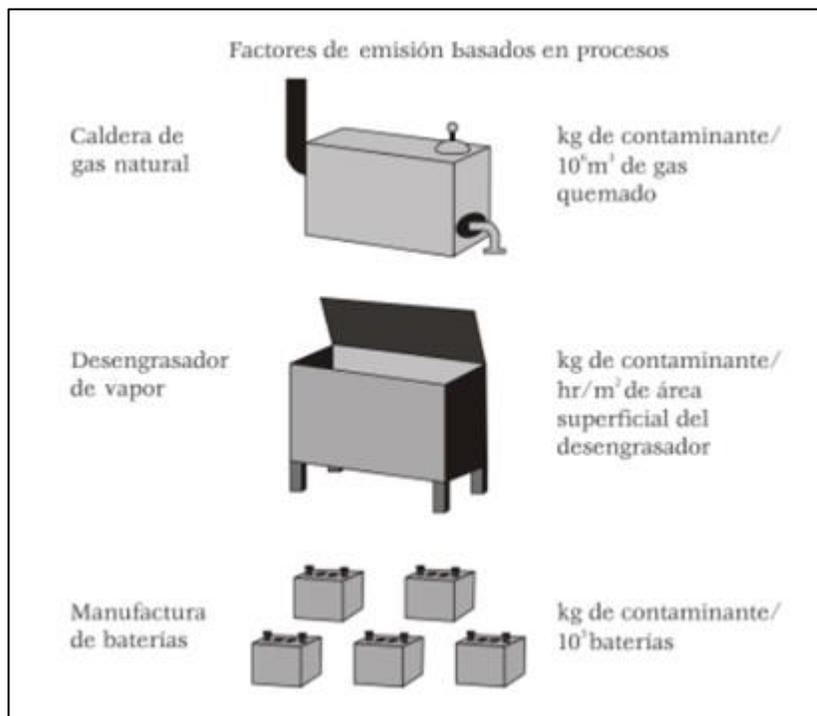
BUS					
No.					tCO ₂
1					
2					
3					
4					
TOTAL					XXX

Fuente: elaboración propia.

6.6.2. Factores de emisión

Son la relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad. Los factores de emisión, en general, se pueden clasificar en dos tipos: los basados en procesos y los de censos. Por lo general, los primeros se utilizan para estimar emisiones de fuentes puntuales y a menudo se combinan con los datos de actividad recopilados en encuestas o en balances de materiales. Por otro lado, los factores de emisión basados en censos se usan, generalmente, para estimar emisiones de fuentes de área.

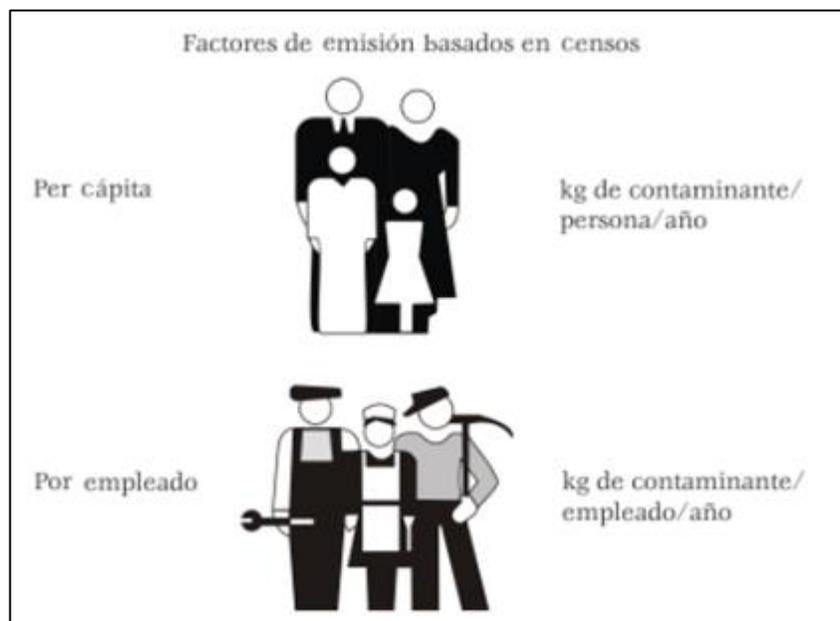
Figura 26. Factores de emisión basados en procesos



Fuente: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/457/estimacion3.pdf>.

Consulta: abril de 2013.

Figura 27. Factores de emisión basados en censos



Fuente: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/457/estimacion3.pdf>.

Consulta: abril de 2013.

Con el fin de estimar las emisiones generadas por las diversas fuentes de combustión, la metodología IPCC sugiere la utilización de factores de emisión apropiados para cada caso. Varían no solamente de acuerdo con el tipo de combustible, sino con la actividad en la que se aplique su proceso de combustión (generación de energía, procesos industriales, aplicaciones residenciales) y la tecnología utilizada para tal fin (calderas, hornos, estufas).

En este sentido, existen factores de emisión por combustible, proceso y tecnología, de tal manera que en la medida en que se avanza en el grado de detalle, el factor de emisión resulta más exacto. Generalmente se expresan como el peso de contaminante emitido por unidad de peso, volumen, energía o actividad, dependiendo del nivel escogido. En Green Development se utilizan

los factores de emisión publicados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, los cuales están basados en procesos.

El factor de emisión de la matriz energética de Guatemala, utilizado para el cálculo de las emisiones secundarias, principalmente, se debe de actualizar cada año debido a que existirán nuevas generadoras de energía que pudieran ser renovables y no renovables. La información para realizar este cálculo se obtiene del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y la Administración del Mercado Mayorista (AMM); basado en las guías del IPCC para su deducción.

Los factores de emisión utilizados por Green Development son confidenciales.

6.6.3. Vinculación

Después de tener completamente tabulados los datos se iniciará con la vinculación de estos a los factores de emisión para obtener los resultados de la cuantificación. Posteriormente los resultados obtenidos de cada pestaña se deben enlazar a otra pestaña, creada únicamente para la recopilación de los mismos, donde se resumirá en una sola tabla el conjunto de datos.

Se debe revisar que todas las dimensionales de los datos concuerden con las dimensionales de los factores de emisión.

Si la empresa posee año de línea base o cuantificaciones previas, las pestañas de resultados de los años anteriores deberán de agregarse a la hoja de cálculo (de preferencias colocarles como nombre de la pestaña el año correspondiente), donde se esté trabajando para poder realizar las

comparaciones respectivas y conocer de esa forma si se han reducido o incrementado las emisiones.

Es de gran ayuda conocer las funciones de excel, principalmente las que se muestran a continuación:

- Suma
- Promedio
- Anclaje de datos (\$)
- Tablas dinámicas

6.6.4. Gráficas y tablas

Para que los resultados puedan mostrarse de una forma más amigable para el lector, estos deberán presentarse en gráficas; tanto la tabla de resultados como el de cada uno de las pestañas, un ejemplo de la primera se muestra en la figura 14.

6.7. Realización de los informes

Al igual que en la propuesta de trabajo, el informe de resultados se iniciará con una introducción, además de los objetivos: general y específico. También deberá presentarse impreso de ambas caras de la hoja (a excepción de la carátula y el índice) y los temas faltantes se redactarán en forma continua. El contenido mínimo restante se describe a continuación:

6.7.1. Especificaciones

En este apartado se deben describir las especificaciones técnicas y la información general sobre la cuantificación. Entre lo que se puede incluir: límites del proyecto y si se realizó alguna exclusión (detallar la razón), el año de línea base, la metodología utilizada, etc.

6.7.2. Resultados

Estos deben presentarse resumidos en una tabla de forma general, preferiblemente que dicho cuadro quede plasmado en una sola hoja.

6.7.3. Análisis de los resultados

Cada uno de los límites incluidos dentro del estudio deberá ser detallado en este inciso, incluyendo una tabla de resumen de resultados y la gráfica correspondiente de los mismos. Es en este apartado donde se analiza el porqué de los resultados y las variables que influyeron para su obtención.

6.7.4. Conclusiones

Son argumentos y afirmaciones relativas a datos de mediciones experimentales y de la lógica, las cuales constituyen la parte final y sustantiva de los informes de resultados.

6.8. Presentación de resultados

Los resultados al igual que la propuesta deberán ser presentados ante las personas interesadas de la empresa o evento, para poder establecer medidas de mitigación.

7. ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Las estrategias de reducción de Gases de Efecto Invernadero son tácticas que permiten disminuir la cantidad de emisiones que se liberan al medio ambiente. Estas dependerán de la actividad o empresa a la cual se le esté efectuando la consultoría.

Según lo observado, en eventos y visitas técnicas a empresas, se recomienda el propiciar las siguientes estrategias para la reducción de emisiones.

7.1. Eventos

Todo evento tiene cierto impacto sobre el medio ambiente, asociado, por ejemplo, al traslado de los participantes al lugar del mismo, la utilización del sistema de aire acondicionado o de la calefacción, los productos que se utilizan, los servicios de comidas y el alojamiento. En estos encuentros se consume de forma acelerada recursos naturales (energía, agua), se generan desechos, se contaminan el aire y el agua de la localidad y se contribuye al cambio climático mediante las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las principales fuentes de emisiones de GEI derivados de los eventos son las siguientes:

- Transporte de los participantes (tanto local como de larga distancia). El transporte es la mayor fuente de emisiones de CO₂ de los eventos, sobre

todo en aquellos casos en que los participantes deben desplazarse desde una larga distancia.

- Consumo de energía en el lugar del evento, los lugares de alojamiento y las instalaciones de oficina utilizados en la preparación y celebración del evento.
- La huella de carbono de los productos y servicios utilizados en la realización del evento (por ejemplo: papel).

Figura 28. **Principales fuentes de emisión de GEI en los eventos**



Fuente: Publicación. *Eventos neutros en carbono*, Gobierno de Navarra. Consulta: abril de 2011.

Los eventos son sucesos de naturaleza efímera en los cuales se consume mucho en poco tiempo. Planificar de forma racional y aplicar buenas prácticas ambientales es la clave para reducir la huella del evento en el medio ambiente y, además, es una buena oportunidad para fomentar la cultura de la

sostenibilidad tanto en las empresas implicadas como en el público participante. A continuación se desarrollan todos los aspectos a tomar en cuenta:

7.1.1. Educación y capacitación

El objetivo de educar es sensibilizar al personal a que realice buenas prácticas ambientales como iniciativa propia y difundirlas. La información puede ser trasladada a los colaboradores por medio de capacitaciones, talleres, campañas de concientización ambiental, charlas educativas, entre otros. Es importante que, a su vez, se realicen prácticas o ejemplos que ayuden a despertar la empatía de las personas con el ambiente. Se deberán enumerar los beneficios económicos, ecológicos y de salud que se lograrán, gracias al aporte personal.

Es necesario que los organizadores comprendan la importancia y los beneficios que se pueden obtener a partir de la implementación de las buenas prácticas ambientales. De esta manera la sostenibilidad será uno de los elementos principales durante la organización y ejecución del evento. Las acciones de los organizadores reflejarán la responsabilidad ambiental que posee la asociación y será ejemplo a seguir, para eventos futuros.

Los conocimientos y lecciones aprendidas al finalizar el evento deberán ser compartidos con el resto de los colaboradores de la asociación. Esto permitirá que las experiencias reales adquiridas sean el mejor ejemplo de los logros alcanzados y de las mejoras a futuro. Cada vez se deberá aprender de los eventos anteriores y buscar las mejoras continuas.

7.1.2. Selección de la sede del evento

La selección de la sede está asociada al correcto desarrollo de muchas variables ambientales y sociales, como la eficiencia energética, el consumo de agua, la accesibilidad de los participantes, etc. También determina, en muchos casos, la elección de otros aspectos asociados, como el *catering* o la gestión de residuos que se generan.

7.1.2.1. Acceso al transporte público

Se debe escoger una sede a la que se pueda acceder en transporte público, así todos los participantes tendrán la opción de poder acceder al lugar a través de algún medio que genere menos emisiones per cápita y sea más económico. En caso de que no sea posible, la organización pondría a disposición de los participantes e invitados un medio de transporte común (autobús o similar).

En un evento, el principal foco de emisión es el transporte de los participantes e invitados, por lo que tomar en cuenta este apartado generará una disminución considerable en la huella de carbono.

7.1.2.2. Certificado de sostenibilidad

Averiguar si la sede cuenta con la certificación ambiental ISO 14001 u otras certificaciones ambientales y sostenibles.

7.1.2.3. Disponibilidad a nuevas tecnologías

Disponer de medios que permitan establecer conexiones y accesos a Internet, videoconferencias y retransmisiones *online* del evento.

De ser necesario su uso, que exista un sistema de programación de climatización que permitan optimizar la temperatura del inmueble, por ejemplo, que el aire acondicionado se desconecte un poco antes de que termine el evento o las conferencias, para ahorrar energía. También la existencia de sistemas automáticos de control de la iluminación que permitan optimizar su uso, un ejemplo de ello son los detectores de presencia en zonas de bajo tránsito o reguladores de intensidad en función de la luz exterior.

7.1.2.4. Facilidades para modos de transporte

Tomar en cuenta que existan estacionamientos para motocicletas, bicicletas u otros medios de transporte

7.1.2.5. Alojamiento

Si van a tener invitados o ponentes conferencistas que se hospedarán en el país, se sugiere elegir hoteles con certificaciones sostenibles, preferiblemente que estén en la misma sede o cerca de ella, para no generar más emisiones en su transporte.

7.1.2.6. Áreas

Se debe considerar realizar los eventos en áreas al aire libre, esto evita el consumo de energía eléctrica para la iluminación del salón y aire acondicionado, a su vez permite que el participante armonice con la naturaleza.

Se recomienda promover la realización de eventos en áreas que fomenten el ecoturismo, la conservación y el desarrollo sostenible. Existen ecohoteles que cuentan con instalaciones amigables con el ambiente, áreas al aire libre, senderos educativos y actividades turísticas de interés. Esto contribuirá con el objetivo de sensibilizar a los participantes.

7.1.2.7. Uso de agua

Que la sede cuente con medidas de mejora de la eficiencia de agua, tales como: cisternas, grifos, inodoros y cocinas ahorradores de agua. En este apartado, también hay que tomar en cuenta si se está reutilizando el agua o cuenta con planta de tratamiento de aguas residuales, además si se capta el agua de lluvia para su aprovechamiento.

7.1.3. Organización y logística administrativa

La integración de aspectos sostenibles. Desde el primer momento de la organización del evento, es la clave para la consecución de un desarrollo lo más sostenible posible.

7.1.3.1. Información sobre el transporte público

Es conveniente ofrecer la información lo más precisa posible sobre los medios de transporte de la ciudad y los trayectos más seguros para acceder a la sede del evento. También es recomendable ofrecer descuentos de transporte a los asistentes para fomentar el uso de transporte más amigable con el medio ambiente.

7.1.3.2. Transporte de colaboradores e invitados

Cuando los colaboradores de la empresa utilicen un transporte rentado por la asociación, deberán elegir un vehículo con alta eficiencia en el consumo de combustible. Por lo general, son los autos pequeños, tipo sedán, y de modelo reciente los más economizadores. Se aconseja que el uso del aire acondicionado sea moderado y que los escapes sean sellados para que este pueda ser más eficiente.

Considerar abiertamente la implementación por parte de la organización en suministrar transporte colectivo a los colaboradores.

Para los invitados internacionales que deben tomar un avión, es preferible que viajen en vuelos comerciales que en privados. Esto se debe a que los comerciales permiten movilizar a más personas a la vez y reduce la huella de carbono por pasajero. Se recomienda que por cada vuelo ida y vuelta que se realice, se compensen las emisiones mediante un proyecto de *Carbon-Offsets*, el cual es ofrecido por una variedad de aerolíneas.

7.1.3.3. Promoción sin papel

Utilizar páginas web (accesibles para minusválidos) y correo electrónico como medio de comunicación principal del evento.

Utilizar el correo electrónico y el teléfono como medio principal para el contacto con los ponentes. Utilizar la web o el correo electrónico para el registro de invitados y participantes y para el envío de documentación asociada al evento.

Posibilitar la asistencia virtual al evento (por ejemplo, retransmisiones *on line* o videoconferencias) para ponentes y asistentes. Utilizar los sistemas de facturación electrónica.

7.1.3.4. Contratación de proveedores y servicios

Aplicar criterios de sostenibilidad en la selección de proveedores y servicios. Por ejemplo, valorando el uso de vehículos de transporte de mercancías que utilicen energías alternativas, la adopción de medidas de minimización de residuos, que dispongan de sistemas de gestión ambiental, etc.

7.1.3.5. *Catering* y servicio de restaurante

La contratación de servicios de *catering* y restaurante es habitual en todo tipo de eventos. Según la duración del evento, los servicios contratados variarán: cafés, almuerzos de trabajo, cócteles, comidas, cenas, etc. Pero además de la calidad del servicio contratado existen otras variables que harán de estos servicios un *catering* más sostenible, en función de los productos elegidos y de su procedencia.

A continuación se presentan las actuaciones propuestas para integrar aspectos de sostenibilidad en el desarrollo de *catering* y servicios de restaurante:

- Productos regionales: selección de productos regionales de la región en la que se celebra el evento, evitando transporte innecesario de productos.
- Productos de temporada: selección de productos alimenticios propios de la temporada.
- Comercio justo: selección de productos procedentes de comercio justo.
- Decoración: utilización de elementos decorativos reutilizables (planta viva, flores secas, fruta, etc.).
- Servicios: utilización de manteles, servilletas, vasos, cubiertos lavables y/o degradables o reutilizables (evitar los materiales desechables).

7.1.3.6. Uso de insumos

Durante la realización del evento se utilizan una serie de insumos para diferentes actividades, en la mayoría de los casos estos insumos son desechables. La basura acumulada inicia un proceso de descomposición que genera metano, uno de los gases de efecto invernadero. Muchos de los insumos utilizados tienen un largo o indefinido tiempo de descomposición, lo cual causa el exceso de acumulación de basura. Esta también contamina los recursos hídricos. A continuación se muestran los productos que se deben evitar y sus alternativas:

Tabla VII. **Ejemplos de uso de insumos no deseados y sus alternativas**

NO DESEADOS	ALTERNATIVAS
Consumo de productos desechables.	Reducir su uso o sustituirlo por materiales reusables o reciclables.
Vasos y platos desechables de duroport.	Proporcionar un depósito de reciclaje de plástico y cartón.
	Sustitución de material: plástico o cartón.
	Uso de vasos y platos de cerámica o vidrio.
Propaganda o volantes excesivos impresos en papel no certificado.	Usar papel certificado o reciclado.
	Proporcionar un depósito de reciclaje de papel.
Propaganda o volantes no reutilizables.	Si la propaganda no se termina, se debe procurar que esta se pueda reutilizar para otros eventos.
Iluminación ornamental incandescente excesiva.	Iluminación necesaria, tecnología LED o fluorescente.
Uso de equipo excesivo o mal uso del mismo.	Solo contar con los aparatos eléctricos necesarios y apagarlos cuando no estén siendo utilizados.
Permanencia de cafeteras encendidas.	Una vez preparado el café, té o agua caliente, se recomienda almacenarlos en contenedores térmicos que guarden el calor y apagar las cafeteras.
Gasto inadecuado del agua.	Fomentar la conciencia de no desperdiciar el agua en actividades cotidianas, como lavarse las manos o los dientes.
Luces y equipo encendido sin ser necesario.	Apagar las luces y aparatos eléctricos cuando no estén siendo utilizados o no sean necesarios.

Fuente: <http://greendevlopment.com.gt/>. Consulta: abril de 2013.

7.1.4. Residuos

Programar la colocación de depósitos adecuados para la separación de los residuos producidos durante el evento (plásticos, materia orgánica, vidrio, papel, latas) y los cuales estén debidamente señalados.

7.1.5. Material publicitario

Todos los eventos tienen, como característica común, un importante consumo de papel y cartón para la presentación de documentación e información relacionada con el evento, material publicitario, obsequios y actividades de decoración y señalización de la sala donde se celebra el evento. A continuación se presentan las actuaciones propuestas para integrar aspectos de sostenibilidad en el desarrollo de documentación y material publicitario:

- Información electrónica
- Papel reciclado
- Regalos sostenibles

7.1.6. Montaje y desmontaje

Para las actividades de montaje y desmontaje se debe tomar en cuenta la reutilización de materiales, para el aprovechamiento en futuros eventos, y la gestión adecuada de los residuos generados.

7.1.6.1. Reutilización de materiales

Debe fomentarse la reutilización de los materiales decorativos y expositivos, asimismo, deben recuperarse los materiales gráficos distribuidos como documentación.

7.1.6.2. Gestión de residuos generados

Realizar la separación de origen para valorizar todos los residuos producidos y realizar un cálculo de las cantidades recogidas para darles su correcto destino.

7.1.7. Medición de la huella de carbono

La huella de carbono cuantifica la cantidad de emisiones de CO_{2e} liberados a la atmósfera debido a las actividades cotidianas. Es un mecanismo voluntario y reconocido mundialmente como una herramienta que permite evaluar el desempeño ambiental de una entidad, industria o actividad en general. Puede ser utilizada como un indicador que permitirá establecer una línea base y utilizarla como elemento de comparación en próximas cuantificaciones. Se recomienda que para cada evento se realice una medición de la huella de carbono.

7.2. Empresas

La realización de las siguientes acciones implica cambios en la organización y, fundamentalmente, en el comportamiento y los hábitos de las personas para disminuir riesgos ambientales, promover el ahorro de recursos y una gestión sostenible de las actividades en la empresa interesada. En la

mayoría de los casos son cambios simples, de aplicación relativamente sencilla y que pueden ser de gran aceptación dentro de la compañía.

Para garantizar que estas prácticas tengan éxito y logren un cambio real es factor imprescindible que los trabajadores colaboren y se involucren, ya que conocen de primera mano las actividades que se desarrollan cada día.

A continuación se muestra la factibilidad económica y de aplicación para cada una de las acciones para reducir las emisiones y aplicar buenas prácticas ambientales en pequeñas y medias empresas.

7.2.1. Emisiones

- Donde:



Fácil de implementar o económico



No es tan fácil de implementar o poco económico



Difícil de implementar o costoso

7.2.1.1. Disminuir uso de automóvil

En las distancias cortas evitar el uso de automóvil, ya que con ello se reducen las emisiones generadas.

- Seguimiento
 - La decisión final de utilizar el vehículo dependerá de los colaboradores de la empresa, ya que hay muchas variables que

pueden influenciar a pesar de la corta distancia. Algunas de estas variables son: clima, vestimenta (zapatos aptos), objetos (si debe de llevar varios), etc.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.1.2. Reuniones en la empresa

Realizar reuniones (que no involucren a varias personas) en las oficinas de la empresa.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.1.3. Trabajo desde casa

Dependiendo del comportamiento de las actividades de la empresa, se recomienda trabajar desde el hogar en las ocasiones que sea posible y así disminuir la utilización del vehículo.

- Seguimiento
 - Establecer metas diarias para cumplir ese día de trabajo y enviar una minuta con los avances y cumplimientos al final del día.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2. Energía

A continuación se detallan las buenas prácticas ambientales para el ahorro de energía.

7.2.2.1. Utilización del aire acondicionado

Reducir el uso de aire acondicionado a la mitad, se disminuye el consumo de energía eléctrica en 15 por ciento y las emisiones totales en un 3 % es decir 120 kilogramos de dióxido de carbono al año.

- Seguimiento
 - Antes de encender el aire acondicionado, retirar las prendas, suéter o saco, que puedan estar brindando calor.
 - Determinar los grados al cual debe estar el aire acondicionado tomando en cuenta la cantidad de personas en la habitación, el número de personas es recíproco a la cantidad de grados a bajar.

Factibilidad económica



Factibilidad de aplicación



7.2.2.2. Cambio de luminarias

Sustituir progresivamente las bombillas incandescentes, tubos fluorescentes o halógenos por luminarias más eficientes.

- Seguimiento
 - Efectuar un inventario de las luminarias de las instalaciones.

- Realizar varias cotizaciones para cambiar las luminarias incandescentes por tecnología más eficiente.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.3. Manejo de luminarias

Asegurar una gestión adecuada en el manejo de los tubos fluorescentes y bombillas, recordar que se trata de residuos sólidos especiales.

- Seguimiento
 - Contactar a las empresas encargadas del manejo adecuado de residuos sólidos peligrosos.
 - Evaluar el proceso que ellos realizan para la disposición de los residuos.
 - Exigir un comprobante donde se demuestre que se están manejando de forma correcta.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.4. Configuración de computadoras

Configurar las computadoras en ahorro de energía.

- Seguimiento
 - Ir a panel de control → *hardware* y sonido → opciones de energía.

- Elegir modo optimizado.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.5. Desconectar aparatos eléctricos

Desconectar las computadoras, impresoras y otros aparatos eléctricos una vez que finalice la jornada laboral. Esta medida adquiere mayor importancia el último día de trabajo, antes del fin de semana y períodos vacacionales.

- Seguimiento
 - Delegar a la última persona que salga de la empresa o del departamento de trabajo, para desconectar los aparatos eléctricos.
 - Tener fácil acceso a los tomacorrientes y regletas donde están conectados los aparatos. No desconectar el refrigerador o equipos los cuales deban estar conectados las 24 horas del día.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.6. Apagar la computadora

Apagar la computadora si se va a estar inactivo por más de media hora.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.7. Protector de pantalla en computadora

El único protector de pantalla que ahorra energía es el negro, por lo que se recomienda configurarlo para que se active tras 10 minutos de inactividad.

- Seguimiento
 - Ir a panel de control → *hardware* y sonido → opciones de energía → cambiar la frecuencia con la que el equipo entra en estado de suspensión → elegir 15 minutos.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.8. Aparatos más eficientes

Las laptops son más eficientes que las computadoras de escritorio. Los aparatos multifuncionales con impresora y fotocopidora, fax y teléfono, consumen mucha más energía que estando por separado, pero si se utilizan ambas funciones con mucha frecuencia son más eficientes.

- Seguimiento
 - Tomar en cuenta el consumo energético al momento de realizar una compra.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.9. Intensidad de la luz

Moderar la intensidad de la luz en las zonas de menor necesidad.

- Seguimiento
 - Realizar un estudio de iluminación (muchas empresas de luminarias lo realizan gratuitamente).
 - Llevar a cabo los cambios respectivos que le propongan en el estudio.

Factibilidad económica



Factibilidad de aplicación



7.2.2.10. Interruptores independientes

Instalar interruptores independientes para iluminar únicamente las zonas necesarias en una misma área.

- Seguimiento
 - Contar con el plano de instalaciones eléctricas.
 - Contratar a un electricista para que realice una evaluación de factibilidad.
 - Instalar los interruptores independientes.

Factibilidad económica



Factibilidad de aplicación



7.2.2.11. Aprovechamiento de la iluminación natural

Aprovechar la iluminación natural, organizar los puestos de trabajo bajo este parámetro; recordar evitar las posiciones donde el reflejo de la luz afecte la pantalla de la computadora.

- Seguimiento
 - Evaluar si la mayoría de los puestos de trabajo están aprovechando la luz natural.
 - De no ser así, mover los escritorios a las áreas donde crea conveniente.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.2.12. Limpieza de ventanas y luminarias

Mantener las ventanas y luminarias limpias.

- Seguimiento
 - Solicitar al personal de mantenimiento que limpie las ventanas y las luminarias mensualmente.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.3. Papel

A continuación se detallan las buenas prácticas ambientales para el ahorro de papel.

7.2.3.1. Evitar el uso de papel

Evitar el uso del papel siempre que sea posible.

- Seguimiento
 - Guardar los documentos en formato digital.
 - Optimizar el número de copias e impresiones necesarias.
 - Compartir la información en lugar de generar copias para cada persona.
 - Aprovechar la posibilidad del correo electrónico.

Factibilidad económica



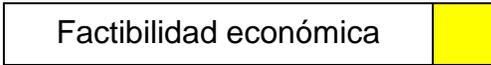
Factibilidad de aplicación



7.2.3.2. Preferir el papel reciclado

Utilizar de forma preferente y en la medida de lo posible el papel reciclado. Y en el caso en que no pueda utilizarse papel reciclado, utilizar papel certificado FSC, el cual proviene de explotaciones forestales sostenibles.

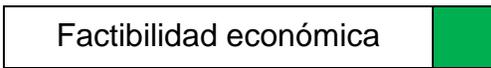
- Seguimiento
 - Revisar que la marca de papel que se compre posee los certificados de FSC, *Rain Forest* o sea 100 por ciento reciclado.



7.2.3.3. Evitar imprimir documentos

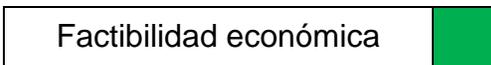
Evitar imprimir documentos innecesarios.

- Seguimiento
 - En el caso de que sea necesaria su impresión, asegurarse mediante la herramienta vista previa de que el espacio se aproveche de la mejor manera y el documento sea el correcto.



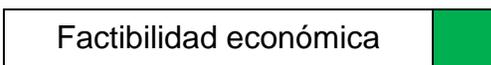
7.2.3.4. Imprima en borrador

Imprimir en calidad de borrador para evitar el derroche de tinta y facilitar la reutilización, en la medida de lo posible, y el reciclaje.



7.2.3.5. Utilizar el papel a doble cara

En las impresiones y fotocopiado siempre, que sea posible, utilizar el papel de las dos caras o reutilizar el papel que haya sido impreso a una sola cara.



7.2.3.6. Recicle el papel

Reciclar el papel inservible, depositándolo en las cajas de la empresa contratada que se encuentren en la oficina.

- Seguimiento
 - Recordar que no se puede reciclar vasos y platos desechables de cartón sucio, calcomanías, papel encerado, papel plastificado, papel metalizado, papel de comida rápida, papel higiénico y servilletas.

Factibilidad económica



Factibilidad de aplicación



7.2.4. Desechos sólidos

A continuación se detallan las buenas prácticas ambientales para el adecuado manejo de los desechos sólidos.

7.2.4.1. Sustitución de baterías

Si la empresa hace uso de baterías y estas no son recargables deberá sustituirlas por estas últimas con mayor vida útil.

- Seguimiento
 - Las pilas que se cambien deben manejarse de forma especial, por lo tanto, no deben ir entre los desechos sólidos comunes.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.4.2. Reutilización de tóner y cartuchos

Usar, en la medida de lo posible, tóner de impresoras y fotocopiadoras, y cartuchos de impresoras reciclados.

- Seguimiento
 - Contactar con empresas que rellenen tóner de impresoras.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.4.3. Programa de separación de desechos

Implementar un programa de separación de los desechos sólidos.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

7.2.4.4. Manejo desechos bioinfecciosos

Manejo adecuado de los desechos sólidos bioinfeccioso.

- Seguimiento
 - Contactar con una empresa que maneje de forma adecuada la disposición de las toallas sanitarias, residuos higiénicos, etc.

- Evaluar el proceso que ellos realizan para la disposición de los residuos.
- Exigir un comprobante de manejo.

7.2.5. Compras

Preferir los productos con el mínimo de empaque para reducir la generación de residuos.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

Comprar productos reciclados, siempre que sea posible, preferir los productos nacionales o de países aledaños

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

Priorizar el uso de productos reutilizables, evitando el uso de desechables.

Factibilidad económica 

Factibilidad de aplicación 

CONCLUSIONES

1. La principal fuente de generación de dióxido de carbono a nivel nacional es el consumo de leña, en gran parte por la dependencia de la misma en los hogares, seguido de la industria manufacturera.
2. Los procedimientos necesarios para la Cuantificación de la Huella de Carbono son: reunión inicial, propuesta de trabajo y su presentación, planificación interna, visita de campo para el levantamiento de datos, tabulación de datos, agrupación por tipo de recurso, vinculación con factores de emisión, realización de informes y presentación de resultados.
3. Los límites organizacionales que se deben determinar en las empresas son el alcance que se tiene en la distribución de los riesgos y beneficios económicos de una operación y los procedimientos en los cuales se tiene control financiero u operacional. Para los operacionales son los alcances primarios, secundarios y terciarios.
4. La mejor acción a tomar para la reducción de emisiones en los eventos es la selección de la sede, ya que está asociada al correcto desarrollo de muchas variables ambientales y sociales, como la eficiencia energética, el consumo de agua, la accesibilidad de los participantes y otros aspectos asociados como el *catering* o la gestión de residuos que se generan. La estrategia de reducción de GEI, propuesta para las empresas, que reducirá más emisiones será el uso eficiente de los

equipos. Las recomendaciones más fáciles de implementar a corto plazo son aquellas que son factibles tanto económica como en aplicabilidad.

RECOMENDACIÓN

Para la toma de datos *in situ* que se le realiza a los participantes de los eventos, se recomienda la utilización de encuestas electrónicas o programas compatibles con IPAD o teléfonos inteligentes para la tabulación y cálculo instantáneo de la información y las emisiones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boletín del Sistema de Naciones Unidas en el Perú. La ONU y la COP 20, abril 2014. [en línea]. <http://onu.org.pe/wp-content/uploads/2014/04/Bolet%C3%ADn-COP20.pdf>. [Consulta: octubre de 2014].
2. Centro de Recursos Ambientales de Navarra. Blog Ecourbano. *Eventos Neutros en Carbono: guía para reducir las emisiones de CO₂ en eventos públicos, 3 de junio 2011*. [en línea]. <<http://www.ecourbano.es/blog/?p=1105>>. [Consulta: mayo de 2013].
3. COSTA, M. *Ciencias de la tierra y el medio ambiente*. Ed. Castellnou, Barcelona, 2009. 42. p.
4. Durban. *Nota sobre los principales resultados de las negociaciones internacionales sobre Cambio Climático tras la celebración de la 19ª conferencia de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la novena sesión de la conferencia de las partes en calidad de reunión de las partes del Protocolo de Kioto, el trigésimo noveno período de sesiones de los órganos subsidiarios y la segunda sesión de los órganos subsidiarios y la segunda del grupo AD HOC de la plataforma de Durban*. [en línea]. <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contr-el-cambio->

climatico/nota_resultados_cop19_tcm7-309035.pdf. 2013. [Consulta: octubre de 2014].

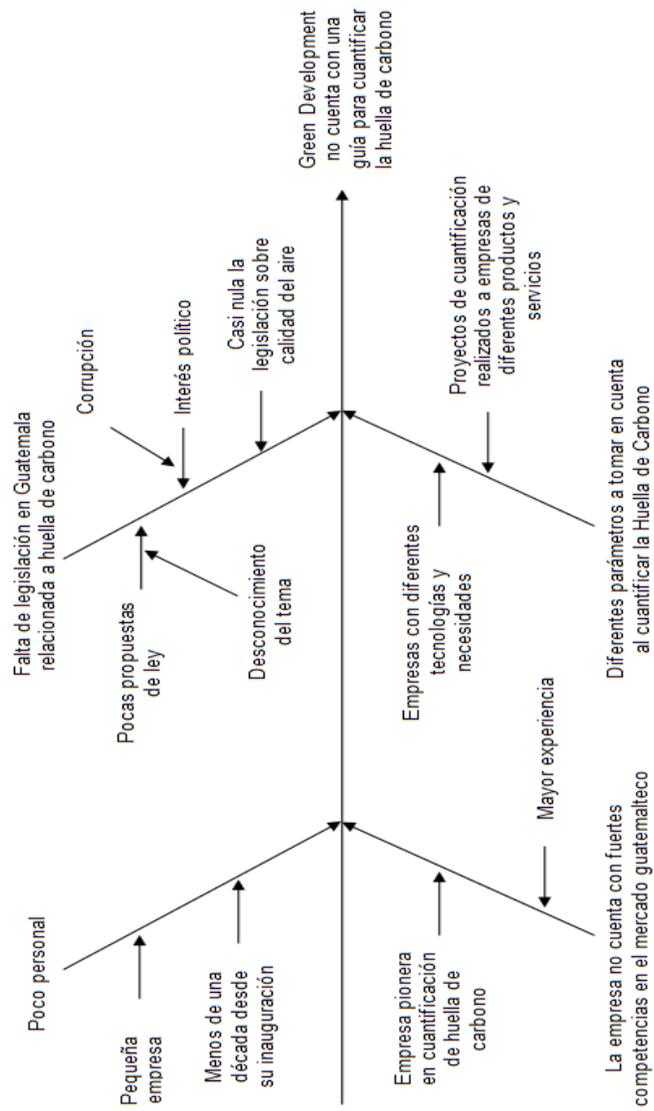
5. G., Mario. *Cambio Climático en Venezuela a causa del exceso de emisión de dióxido de carbono (CO₂)*. Trabajo de investigación. Universidad de Zula, República Bolivariana de Venezuela. 2012. 23. p.
6. Guatemala. *Actividades habilitadoras para la preparación de la segunda comunicación nacional sobre cambio climático, 2010*. [en línea]. http://www.marn.gob.gt/sub/portal_cambio_climatico/docs/scn.pdf. [Consulta: octubre de 2014].
7. _____. *Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente*. Diario de Centro América, 28 noviembre de 1986. 13. p.
8. _____. *Política Nacional de Cambio Climático*. Diario de Centro América, 10 de diciembre 2009. 26. p.
9. GRAEDEL, T.E; CRUTZEN, P.J. *Atmospheric change, an Earth System perspective*. Freeman. N. York. 1993. 42. p.
10. GUTIÉRREZ FRANCO, Yanna. *El comercio de emisiones de gases de efecto invernadero en la Unión Europea: efectos sobre el crecimiento económico y la calidad ambiental*. Memoria de trabajo presentada para optar al grado de doctor. Facultad de Derecho, Universidad Complutense de Madrid, 2003. 25. p.

11. H.W., Dora Larissa. *Guatemala y la implementación del mecanismo de desarrollo limpio en el contexto del protocolo de Kioto (1997)*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2008. [Consulta: octubre de 2014].
12. J.C., Edwin; G. Alex. *Diálogo político, Publicación trimestral de la Konrad-Adenauer-Stiftung A. C.* [en línea]. septiembre 2009. http://www.uvg.edu.gt/investigacion/ceab/cea/doc/otras%20publicaciones/E_Castellanos_Dialogo_Politico_09.pdf. [Consulta: octubre de 2014].
13. La semana. *Los diez países más contaminantes, 2012*. [en línea] <http://www.semana.com/especiales/contaminacion/>. [Consulta: octubre de 2014].
14. MARTÍNEZ ATAZ, Ernesto; DÍAZ de MERA MORALES, Yolanda. *Contaminación atmosférica*. Universidad de Castilla-La Mancha. 2004. p. 31.
15. *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Instituto de agricultura, recursos naturales y ambiente, Universidad Rafael Landívar. Serie Perfil Ambiental No. 12. Guatemala: 2012, IARNA-URL. ISBN: 978-9929-587-71-7. 468. p.
16. *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kioto 11 de 1007. 25. p.

17. *Protocolo de gases de efecto invernadero*. World Business Council for Sustainable Development y World Resources Institute. Edición mundial. 2004. 138. p.
18. RANGEL, Alexander. *Contaminación Atmosférica* [en línea]. <http://www.monografias.com/trabajos93/contaminacion-atmosferica/con-taminacion-atmosferica.shtml>. 2012. [consulta: octubre de 2014].
19. SERNA REYES, Leonor. *Presentación prezi: atmósfera*, 5 de septiembre de 2013. [en línea]. <http://prezi.com/nkknmc-qkxih/atmosfera/>. [Consulta: octubre de 2014].
20. Source for figures: carbon dioxide, NASA Earth Fact Sheet, (updated 2007.01). Methane, IPCC TAR table 6.1, (updated to 1998). The NASA total was 17 ppmv over 100%, and CO₂ was increased here by 15 ppmv. To normalize, N₂ should be reduced by about 25 ppmv and O₂ by about 7 ppmv.
21. Suiza. International Organization for Standardization. *ISO 14064: Gases de Efecto Invernadero*. 2006. 32. p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Categorías de contabilidad financiera

Categoría contable	Definición financiera contable	Contabilización de emisiones de GEI de acuerdo al ECCR ⁸	
		Participación accionaria	Control financiero
Empresas del grupo o subsidiarias	<p>La empresa matriz o controladora es aquella que controla una o más subsidiarias y tiene la capacidad de dirigir las políticas operativas y financieras de la empresa con el objeto de obtener beneficios económicos de sus actividades. El control se ejerce mediante la posesión de más del 50% de las acciones en circulación con derecho a voto de esas empresas, o porque se tiene el poder expreso para gobernarlas, como puede ser:</p> <p>a) Acuerdo formal con otros accionistas que otorgue poder sobre más del 50% de los derechos de voto b) Poder derivado de estatutos c) Poder para nombrar o remover a la mayoría de los miembros del Consejo de Administración d) Poder para decidir la mayoría de los votos del Consejo de Administración, entre otros.</p> <p>Normalmente, esta categoría incluye también alianzas incorporadas y no incorporadas, y sociedades sobre las cuales la empresa matriz tiene control financiero. Las empresas del grupo y/o subsidiarias se encuentran plenamente consolidadas, lo que implica que el 100% de sus ingresos, gastos, activos y pasivos se incluyen dentro de los balances y la contabilidad de la empresa controladora.</p>	Parte accionaria de las emisiones de GEI	100% de las emisiones de GEI

⁸ Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases Efecto Invernadero.

Continuación del anexo 1.

	<p>En los casos en los que la empresa controladora no tiene un interés completo o del 100% en la operación, se deducen de sus balances las utilidades netas y los activos que pertenecen a otros propietarios o socios.</p>		
<p>Empresas asociadas o afiliadas</p>	<p>La empresa matriz tiene influencia significativa sobre las políticas financieras y operativas de la empresa, pero carece de control financiero. Normalmente, esta categoría también incluye alianzas y asociaciones incorporadas y no incorporadas sobre las cuales la empresa matriz tiene una influencia significativa, pero no el control financiero. Las empresas filiales son aquellas que, sin tener inversiones importantes entre sí, tienen accionistas comunes o administración común significativos. Así, la empresa asociada es aquella en la que otra empresa es propietaria de no menos del 25% y no más del 50% de las acciones en circulación, es decir, aquella en la cual la tenedora tiene influencia significativa en su administración, pero sin llegar a tener el control de la misma.</p> <p>La contabilidad financiera aplica el criterio de participación accionaria a las empresas asociadas y afiliadas en donde se reconoce la participación de la empresa matriz en las utilidades netas y en los activos de la operación.</p>	<p>Parte accionaria de las emisiones de GEI</p>	<p>0% de las emisiones de GEI</p>
<p>Operaciones en alianza o asociación en las cuales los socios tienen un control financiero conjunto</p>	<p>Las operaciones en alianza o asociación se consolidan de manera proporcional. Cada socio contabiliza emisiones de acuerdo a su interés proporcional en los ingresos, gastos, activos y pasivos de la operación.</p>	<p>Parte accionaria de las emisiones de GEI</p>	<p>Parte accionaria de las emisiones de GEI</p>

Continuación del anexo 1.

<p>Inversiones en activos fijos</p>	<p>La empresa matriz carece de influencia significativa o de control financiero. En esta categoría se incluyen también alianzas y sociedades incorporadas y no incorporadas sobre las cuáles la empresa matriz carece de una capacidad significativa de influencia o de control financiero. La contabilidad financiera aplica el método de costo/dividendo a las inversiones en activos fijos. Esto implica que sólo los dividendos recibidos se reconocen como ingreso, mientras que la inversión se considera un costo.</p>	<p>0%</p>	<p>0%</p>
<p>Franquicias</p>	<p>Las franquicias son concesiones o licencias, como un acuerdo contractual mediante el cual una compañía matriz (franquiciadora) le concede a una pequeña compañía o a un individuo (franquiciador) el derecho de hacer negocios en condiciones específicas.</p> <p>En la mayoría de los casos, quien otorga la franquicia carecerá de participación accionaria o de control sobre la operación. Por lo tanto, las franquicias no deben ser incluidas en la consolidación de información sobre emisiones de GEI. Sin embargo, si quien otorga la franquicia posee derechos accionarios o control financiero u operativo, será necesario aplicar las reglas de consolidación de los enfoques accionarios o de control.</p>	<p>Parte accionaria de las emisiones de GEI</p>	<p>100% de las emisiones de GEI</p>

Fuente: GHG Protocol. Consulta: marzo de 2013.

Anexo 2. Sectores industriales y alcances

Sector	FUENTE DE LAS EMISIONES		
	Emisiones 1	Emisiones 2	Emisiones 3
ENERGÍA			
Generación de energía	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (calderas y turbinas utilizadas en la producción de electricidad, calor o vapor, bombas de combustible, celdas de combustión, quemadores de gas). • Combustión móvil (camiones, pipas, barcasas y ferrocarriles para el transporte de combustibles). • Emisiones fugitivas (fugas de CH₄ en instalaciones de transmisión y almacenamiento, emisiones de HFC en instalaciones de almacenamiento de gas licuado de petróleo (LP), emisiones de SF₆ en equipos de transmisión y distribución). 	Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (explotación de minas y extracción de combustibles, energía para refinación o procesamiento de combustibles). • Emisiones de proceso (producción de combustibles, emisiones de SF₆). • Combustión móvil (transporte de combustibles y residuos, viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de rellenos sanitarios, conductos, emisiones de SF₆).
Extracción de carbón	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (quema y uso de CH₄, uso de explosivos, detonaciones en minas). • Combustión móvil (equipo de minería, transporte de carbón). • Emisiones fugitivas (emisiones de CH₄ de minas y depósitos de carbón). 	Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (uso de productos como combustibles). • Combustión móvil (transporte de carbón y de residuos, viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas) • Emisiones de proceso (gasificación)

Continuación del anexo 2.

<p>Petróleo y gas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (calentadores de proceso, motores, turbinas, quemadores de gas, incineradores, • agentes oxidantes, producción de electricidad, calor y vapor) • Emisiones de proceso (respiradores de proceso, respiradores de equipos, actividades de mantenimiento y reajuste, actividades no rutinarias). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; vehículos propiedad de la empresa). • Emisiones fugitivas (fugas de equipos a presión, tratamiento de aguas residuales, superficies de captación). 	<p>Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (uso de productos como combustibles, combustión para la producción de materiales adquiridos) • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos, residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas, uso de productos como combustibles). • Emisiones de proceso (uso de productos como materia prima, emisiones derivadas de la producción de materiales adquiridos). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de rellenos sanitarios o de la producción de materiales adquiridos).
<p>METALES</p>			
<p>Aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (procesamiento de bauxita a aluminio, horneado de coque; uso de cal, carbonato de sodio y combustibles, CHP in situ.). • Emisiones de proceso (oxidación anódica del carbono, electrólisis, PFC). • Combustión móvil (transporte antes y después de la fundición, arrastre o transporte del mineral en bruto). • Emisiones fugitivas (CH₄, HFC y PFC de línea de combustible; SF₆ como gas de cubierta). 	<p>Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (procesamiento de materias primas y producción de coque por terceros, manufactura de maquinaria para producción). • Combustión móvil (servicios de transporte, viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas). • Emisiones de proceso (durante la producción de materiales adquiridos). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de explotación minera y rellenos sanitarios, emisiones de procesos transferidos al exterior).

Continuación del anexo 2.

<p>Hierro y aceros</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (coque, flujos de carbonatos y carbón, calderas, quemadores) • Emisiones de proceso (oxidación del hierro crudo, consumo de agentes reductores, contenido de carbono de ferroaleaciones y hierro crudo). • Combustión móvil (transporte dentro de las instalaciones) • Emisiones fugitivas (CH₄, N₂O). 	<p>Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (procesamiento de materias primas y producción de coque por terceros, manufactura de maquinaria para producción). • Combustión móvil (servicios de transporte, viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas). • Emisiones de proceso (durante la producción de materiales adquiridos). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de explotación minera y rellenos sanitarios, emisiones de procesos transferidos al exterior).
PRODUCTOS QUÍMICOS			
<p>Ácido nítrico, amoniaco, ácido adípico, urea y petroquímicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (calderas, quemadores, hornos de reducción, reactores de flama, regeneradores de vapor). • Emisiones de proceso (oxidación y reducción de sustratos, eliminación de impurezas, subproductos del N₂O, cracking catalítico, infinidad de emisiones específicas a cada proceso). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos). • Emisiones fugitivas (uso de HFC, fugas en tanques de almacenamiento). 	<p>Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de materiales adquiridos, incineración de residuos). • Emisiones de proceso (producción de materiales adquiridos). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de rellenos sanitarios y conductos).

Continuación del anexo 2.

MINERALES			
Cemento y cal	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (calderas, quemadores, hornos de reducción, reactores de flama, regeneradores de vapor). • Emisiones de proceso (oxidación y reducción de sustratos, eliminación de impurezas, subproductos del N₂O, cracking catalítico, infinidad de emisiones específicas a cada proceso). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos). • Emisiones fugitivas (uso de HFC, fugas en tanques de almacenamiento). 	Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de materiales adquiridos, incineración de residuos). • Emisiones de proceso (producción de materiales adquiridos). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de rellenos sanitarios y conductos)
RESIDUOS			
Rellenos sanitarios, incineración de residuos, servicios de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (incineradores, hornos, quemadores). • Emisiones de proceso (tratamiento de lodos residuales, carga de nitrógeno). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de la descomposición de residuos y productos animales). • Combustión móvil (transporte de residuos y productos). 	Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (residuos reciclados usados como combustible). • Emisiones de proceso (residuos reciclados usados como materia prima) • Combustión móvil (transporte de residuos y productos, viajes de negocios de empleados y traslado de personal desde y hacia sus casas).

Continuación de anexo 2.

PULPA Y PAPEL			
Pulpa y papel	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de vapor y electricidad, emisiones del uso de combustibles fósiles en procesos de calcinación de carbonato de calcio en hornos de cal, secado de productos con secadores infrarrojos alimentados con combustibles fósiles). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; operación de equipos de cosecha). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de residuos). 	Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de materiales adquiridos, incineración de residuos). • Emisiones de proceso (producción de materiales adquiridos). • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas). • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de rellenos sanitarios).
OTROS SECTORES			
Sector servicios y organizaciones basadas en oficinas	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de electricidad, vapor o calor). • Combustión móvil (transporte de materias primas y residuos). • Emisiones fugitivas (principalmente emisiones de HFC por el uso de equipo de refrigeración y aire acondicionado). 	Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos).	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de materiales adquiridos). • Emisiones de proceso (producción de materiales adquiridos). • Combustión móvil (transporte de materias primas y residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas).

Fuente: GHG Protocol. Consulta: marzo de 2013.

Anexo 3. Potenciales de calentamiento global de los GEI

GAS	FÓRMULA QUÍMICA	POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido nitroso	N ₂ O	310
Hidrofluorocarbonos HFC		
HFC-23	CHF ₃	11,700
HFC-32	CH ₂ F ₃	650
HFC-41	CH ₃ F	150
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1,300
HFC-125	C ₂ HF ₅	2,800
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1,000
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1,300
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	300
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	3,800
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	140
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	2,900
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	6,300
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	560
Hidrofluoroeteres (HFE)		
HFE-7100	C ₄ F ₉ OCH ₃	500
HFE-7200	C ₄ F ₉ OC ₂ H ₅	100
Perfluorocarbonos PFC		
Perfluorometano (tetrafluorometano)	CF ₄	6,500
Perfluoroetano (hexafluoroetano)	C ₂ F ₆	9,200
Perfluoropropano	C ₃ F ₈	7,000
Perfluorobutano	C ₄ F ₁₀	7,000
Perfluorociclobutano	c-C ₄ F ₈	8,700
Perfluoropentano	C ₅ F ₁₂	7,500
Perfluorohexano	C ₆ F ₁₄	7,400
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23,900

Fuente: Intergovernmental Panel on Climate Change, *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories reporting Instructions*, 1997). Consulta: abril de 2013.

Anexo 4. Consumo de las luminarias

Tradicional	LED	Casquillo	Potencia	Equivalencia
		E27	25W 40W 60W	LED E27 / 5W LED E27 / 7W LED E27 / 9W
		Reflector E27	40W	LED E27 / 9W
		E14	10W 15W	LED E14 / 3W LED E14 / 5W
		GLS E14 E14/E27	10W 15W	LED E14 / 7W LED E14/E27 / 9W
		PAR38 E27	100W	LED PAR38 E27 18W LED PAR38 E27 24W
		MR16 HAL.	35W 50W	LED MR16 5W LED MR16 6W LED MR16 9W
		GU10 HAL.	50W 35W	LED GU10 6W LED GU10 5W
		AR	100W	LED AR 18W

* Las equivalencias dependen de variables como la altura, ángulo de apertura, etc.

Fuente: http://www.greenice.com.es/epages/ec2218.sf/es_es/?viewobjectid=31631318&viewaction=viewtag&tag=l%c3%a1mparas%20de%20leds. Consulta: abril de 2013.

Anexo 5. Carta del MARN



10
Exp
Producto

Oficio No. ONDL-17-2013/RECI/mmc
Guatemala, 2 de mayo de 2013

Señora
María del Carmen Fonseca
Coordinadora a.i.
Unidad de Información Pública
Presente

Estimada Señora Fonseca:

Por este medio me dirijo a usted para hacer referencia a su solicitud Expediente: Form-MARN-UIP-2576, Oficio No. UIP-378-2013/JPM/mrb, de fecha 30 de abril del presente, en el cual solicita información sobre alguna legislación a nivel nacional sobre "huella de carbono" o si actualmente se está trabajando en una.

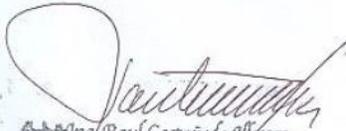
Al respecto le comunico lo siguiente:

1. En Guatemala no existe legislación a nivel nacional sobre Huella de Carbono.
2. No obstante, internacionalmente se implementa el cálculo de la Huella de Carbono, que es una de muchas iniciativas "Voluntarias" que tratan de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de actividades, organizaciones, individuos, eventos o productos.
3. En el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales actualmente no se está trabajando en alguna legislación sobre Huella de Carbono.

Agradeciendo su atención al presente, me suscribo.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente,


Ana Raul Castañeda Flores
COORDINADOR
OFICINA NACIONAL DE DESARROLLO LIMPIO
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
02 MAY 2013
UNIDAD DE INFORMACIÓN PÚBLICA
MORA
10:24 | M CFSM

c.c. Archivo

20 calle 28-58 zona 10, 01010 PBX (502) 2423-0500 Ciudad Guatemala

www.guatemala.gov.gt www.marn.gov.gt

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Consulta: mayo de 2013.

