



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

**FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y CIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN**

TÍTULO: ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE
LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO
REQUISITO PREVIO A OPTAR EL GRADO DE
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

MARÍA JOSÉ MANZUR LOOR

NOMBRE DEL TUTOR:

RENE RODRÍGUEZ GRIMÓN, MSC.

SAMBORONDÓN, MAYO DEL 2016

Estimación de la Huella de Carbono 2009-2013 de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo

María José Manzur Loor

Universidad de Especialidades Espíritu Santo

marimanzur@uees.edu.ec

Resumen

El presente estudio muestra la estimación de la Huella de Carbono de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo del 2009 al 2013 y recomendaciones para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El cálculo abarcó el campus y se tomó en cuenta el alcance 1 (emisiones directas) y alcance 2 (emisiones indirectas). En los cinco años calculados el valor ha ido aumentando progresivamente desde 2009, reportando en el 2013 la mayor huella con 1911.41 tCO₂eq. La principal fuente de emisión de GEI fue el consumo de electricidad con una contribución del 71,64% en promedio de los cinco años. Las demás fuentes de emisión corresponden al consumo de diésel, gasolina y GLP. Adicionalmente se calculó la Huella de Carbono por estudiante para cada uno de los años, alcanzando en el 2013 0,31 tCO₂eq. Las recomendaciones van orientadas a disminuir mayormente el consumo de electricidad, por lo que toda la universidad debería utilizar tecnología LED. Asimismo instalar sensores de luz para evitar gastos innecesarios de energía.

Palabras claves: *Cambio climático, Huella de Carbono, Gases de efecto invernadero, Dióxido de Carbono, Emisiones.*

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Abstract

The present study shows the estimation of the carbon footprint of the “Universidad de Especialidades Espiritu Santo” from 2009 to 2013 and recommendations to reduce greenhouse gases emissions (GHG). The calculation covered the campus and took into consideration the Scope 1 (direct emissions) and Scope 2 (indirect emissions). In the five years calculated the value has increased since 2009 and reported in 2013 the largest footprint with 1911.41 tCO₂eq. The main source of GHG emissions is electricity consumption with a contribution of 71.64 % on average for the five years. Other emission sources correspond to the consumption of diesel, gasoline and LPG. Additionally the carbon footprint was calculated per student for each of the years, reaching 2013, and 0.31 tCO₂eq. The recommendations are mostly aimed at reducing electricity consumption, so the whole university should use LED technology. Also install light sensors to avoid unnecessary energy costs.

Keywords: *Global Warming, Carbon Footprint, Greenhouse Gases, Carbon Dioxide Emissions*

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Introducción

La Huella de Carbono es un indicador que mide el total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que son producidos de manera directa o indirecta por una actividad, institución, o cierto producto en específico. El cual permite una valoración numérica de todo el proceso que conlleva un servicio o la elaboración de cierto producto. Asimismo es uno de los primeros pasos para implementar en la institución o empresa como estrategia de competitividad y sustentabilidad. Las emisiones calculadas dan conocer la contribución a la contaminación y la destrucción de la capa de ozono (De Jesús, 2013; Frohman, Herreros, Mulder, & Olmos, 2015).

Antes de que se impartiera el término de Huella de Carbono se estableció el término de desarrollo sostenible, el cual fue mencionado por primera vez en el Informe de Brutland en 1987. El término fue definido “*como aquel que satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer a las futuras generaciones*” (ONU, 1987). Una de las últimas evidencias de que las actividades a nivel global no están siendo sostenibles es el cambio climático (Carvajal, 2013). En la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), se definió al cambio climático como las alteraciones del clima provocado directa o indirectamente por las actividades antropogénicas, las cuales alteran de cierta manera la composición de la atmósfera mundial. (Doménech, 2010).

El Protocolo de Kyoto es un acuerdo internacional para hacer frente al cambio climático, el cual fue firmado en 1997 con el fin de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los países que firmaron se

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

comprometían a disminuir en un 5.2 % de sus emisiones para el 2012 con respecto a 1990. Para este acuerdo se responsabilizó en mayor medida a los países industrializados y la responsabilidad diferenciada era uno de los principios de desarrollo sostenible, el cual no entro en vigencia hasta el 2005 (ONU, 1998). En la última cumbre sobre el cambio climático en el 2015, los 195 países que participaron en el Acuerdo de París se comprometieron a reducir las emisiones en un tiempo prudente. Y tomar las medidas para poder mitigar el calentamiento global y las anomalías positivas no supuren 2 °C. Así mismo exige a los países que reporten los cambios realizados e invita a todas las naciones que no están en dicho convenio que se unan (ONU, 2015).

El cálculo de Huella de Carbono comenzó a ser expuestas en regulaciones y leyes en los diferentes países, para que las industrias realicen el inventario de las emisiones. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2012). En uno de los sectores en donde se comenzaron a calcular la Huella de Carbono fueron en las instituciones de educación superior. Como la Universidad de Alcalá en España, el Centro Agronómico Tecnológico de Investigación y Enseñanza en Costa Rica, entre otras. Inclusive en Ecuador han calculado su Huella de Carbono para diagnosticar y realizar medidas para reducir las emisiones de GEI. Uno de los ejemplos es la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial que ha calculado su huella desde el 2009 al 2012. (Viteri, 2013).

La Huella de Carbono es una forma de medir el impacto que causa una organización o producto al ambiente y que, a su vez, puedan reducir los niveles de contaminación mediante el cálculo estandarizado de las emisiones durante sus

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

actividades (Espíndola & Valderrama, 2012). En el caso de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, se calculará las emisiones de GEI a través de la Huella de Carbono Corporativa por el método Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (*GHG Protocol*). Esto permitirá identificar las emisiones de alcance 1 y 2 desde 2009 al 2013 y proponer medidas para la reducción de emisiones de GEI.

Marco teórico

Huella de Carbono.

El concepto de Huella de Carbono ha sido ampliamente utilizado por organizaciones, empresas e iniciativas privadas para desarrollar los enfoques metodológicos y las correspondientes definiciones. No existe una definición que haya sido aceptada totalmente, pero coinciden en que es el total de emisiones gaseosas que contribuyen al calentamiento global y son asociadas a las actividades antropogénicas (Tapia, Olivares, & Núñez, 2013).

El calentamiento global tiene su origen en la concentración de los GEI. El principal gas de efecto invernadero es el vapor de agua (H_2O), el cual es el responsable de dos tercios de dicho proceso. En el Protocolo de Kyoto se reconocen a 6 gases que contribuyen a esta problemática mundial y que son de origen humano. Estos gases son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), perflurocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6) (Hidalgo, 2013).

El CO_2 es el responsable de alrededor del 50% del cambio climático causado por la actividad antropogénica. Este gas es el producto de la combustión

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

y está ligado al incremento de uso de combustibles fósiles en varias actividades de producción (Frank, Ricard , & Viglizzo, 2014).

En el ciclo natural anual del carbono se da el intercambio de millones de toneladas entre la atmósfera, la vegetación y los océanos. Debido a estas constantes interacciones las concentraciones de CO₂ han tenido fluctuaciones de 10% durante más o menos 10.000 años antes de Revolución Industrial (Doménech, 2010). Según el Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental (IPCC siglas en inglés), las emisiones de GEI causadas por la actividades humanas se han incrementado alrededor de un 70%. Antes de este período, los sumideros naturales han mantenido los niveles de CO₂ estables durante muchos años. Estos sumideros en la actualidad solo tiene la capacidad de absorber alrededor del 50% de las emisiones provocadas por las actividades humanas. Los sectores que han incrementado los GEI fueron los suministros de energía, transporte e industria. Existen otros sectores como vivienda, comercio, silvicultura y agricultura han aportado de manera más lenta a las emisiones (IPCC, 2007).

El cambio climático ha provocado una serie de consecuencias que no solo afecta a las poblaciones humanas, sino también a toda clase de vida y procesos naturales en el planeta. Asimismo el calentamiento de los mares y océanos ha causado una gran pérdida de biodiversidad marina, disminuye la capacidad de captar dióxido de carbono y provoca el deshielo de los casquetes polares (Herrán, 2012).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el 2013 en su Informe de IV Seminario de Huella de Carbono, señala que las empresas al medir su huella corporativa o de producto cumplen con objetivos

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

adicionales como la lucha contra el cambio climático o como nuevo requisito que ha sido en varios países impuestos por compradores. (De Jesús, 2013). Para ello hay dos formas de calcular dicha huella: la huella de producto y la huella de una organización. La huella de producto calcula todas las emisiones que son producidas durante el ciclo de un producto, desde que se extrae el producto en materia prima hasta el final de su vida útil. En cambio la huella de una organización calcula todas las emisiones producidas por una institución que son emitidas directa o indirectamente por las actividades que desarrolla. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2015).

Para poder generalizar y validar las metodologías de Huella de Carbono, instituciones altamente reconocidas presentaron sus estándares a nivel internacional. El Instituto Británico de Normalización publicaron las normas PAS2050 (*Publicly Available Specification*) y PAS2060, la Organización Internacional de Normalización publicaron las normas ISO14064, ISO14069 y ISO14065, entre otras entidades de normalización (Tapia *et al*, 2013).

Cálculo de la Huella de Carbono.

Los principios de contabilidad y reporte de los gases de efecto invernadero se definieron en un documento conocido como “Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de Protocolo de GEI” (ECCR), fue preparado por las organizaciones World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y World Resources Institute (WRI) en el año 2005. Actualmente éstos principios son reconocidos para implementar estrategias en la lucha contra el cambio climático (World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, 2005). Los principios son:

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

- **Relevancia:** el inventario debe ser mostrado de manera que refleje de manera correcta las emisiones calculadas y permita la toma de decisiones dentro y fuera de la organización.
- **Integridad:** el cálculo de la huella y reporte que se emite debe realizarse de manera integra abarcando todas las fuentes de emisión de GEI. Si existiera alguna excepción a este principio, este debe ser reportado y justificado.
- **Consistencia:** se utilizan las metodologías aprobadas a nivel mundial que permiten comparaciones significativas de la huella a largo plazo. Además que se debe registrar de manera transparente cualquier cambio en los datos, ya sea los métodos de cálculo o cualquier otro factor.
- **Transparencia:** enfatiza los datos significativos e importantes. Asimismo hace referencia a la metodología de cálculo y las fuentes de información utilizadas por las mismas.
- **Precisión:** es una manera de minimizar los errores y desviaciones que podrían haber con respecto de las emisiones reales. La precisión debe ser lo más precisa posible, de tal forma que permita a los usuarios tomar decisiones.

Definición de la organización

Para realizar el estudio primero se debe definir la organización. Para las corporaciones que son pequeñas es muy fácil definir, pero si se trata de compañías complejas, el método propone dos formas de hacerlo. La primera es la participación accionaria en la cual se asigna las emisiones de forma proporcional a la participación de instituciones en una misma empresa. Otra forma es el control, en la cual la organización asigna las emisiones sobre las actividades que tenga

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

control de forma operacional o financiera (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2015). En el caso de las universidades generalmente se calcula toda la infraestructura en la que tenga control tanto operacional como financiero. Se examina que actividades se incluyen para el cálculo, cuales son los límites y como se puede asignar la huella cuando se compra bienes y servicios (Sprangers, 2011).

En los alcances se definen las emisiones que van a ser contabilizadas. En el cálculo se miden las emisiones de alcance 1 y 2 que son de carácter obligatorio. En el caso de las emisiones de alcance 3 son emisiones que se consideran de manera voluntaria que depende de la empresa calcularlas. Estas emisiones son parte de las actividades de la empresa pero no son controladas o no están dentro de los límites de la misma. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2015). Tal y como lo ilustra la Figura# 1, donde se resumen las emisiones según el tipo de alcance.

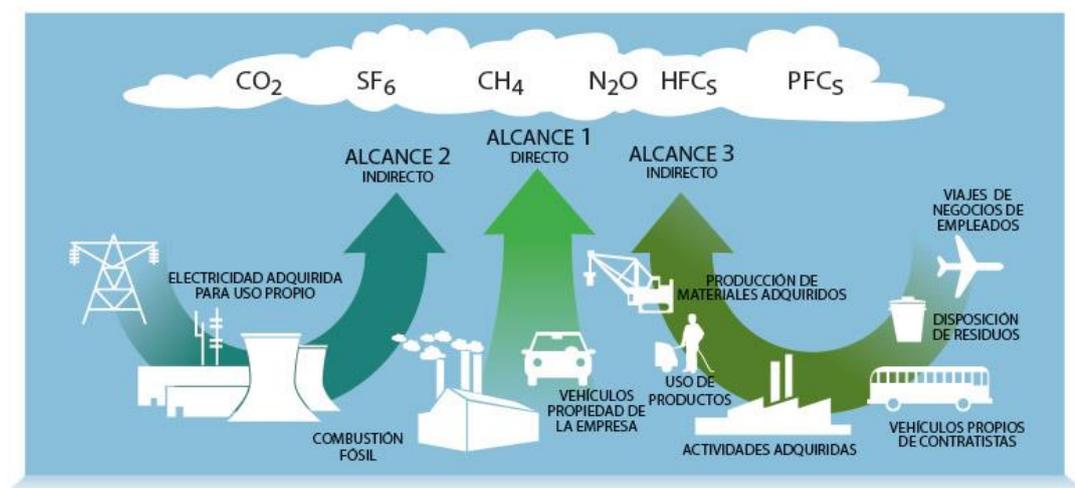


Figura # 1: Emisiones de GEI según los alcances 1(emisiones directas), 2 (emisiones indirectas) y 3 (otras emisiones indirectas).

Fuente: (World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, 2005)

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Las emisiones del alcance 1 son emisiones directas que son causadas dentro de los límites físicos de la empresa. Estas emisiones son generalmente provenientes de los combustibles fósiles. Según World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute (2005), generalmente las emisiones provienen de las siguientes actividades:

- Generación de electricidad, calor o vapor.
- De procesos de manufactura o del proceso productivo de químicos y materiales, asimismo como el procesamiento de residuos.
- Transporte de empleados, productos y materia prima.

Finalmente están las emisiones fugitivas que provienen de equipos de refrigeración y fugas de metano (CH₄) del transporte de gas. Las emisiones provenientes de la combustión de la biomasa no son incluidas en el alcance. Estas generalmente son reportadas de manera separada

En el alcance 2 se incluye las emisiones provenientes del consumo de electricidad, que luego la empresa utilizará en distintas actividades dentro de su funcionamiento. Generalmente, en este alcance las empresas tienen muchas oportunidades para poder reducir las emisiones, de forma que las organizaciones pueden valorar costos y riesgos. Las formas de reducir consumos de electricidad se realizan a través de proyectos de eficiencia energética, cambiando la matriz energética por energías verdes (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2013)

Las emisiones de alcance 3 son de manera indirecta y provienen de las actividades de la empresa pero no son controladas por la misma. Al momento de describir las emisiones de los distintos alcances se debe definir correctamente los límites de la empresa para evitar confusión entre las emisiones de alcance 1 y 3

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

(Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile, 2013). Habitualmente las actividades que son consideradas como alcance 3 se mencionan a continuación:

- La producción de combustible fósiles que son adquiridos para la empresa y su transporte;
- Viajes de empleados para las diversas negociaciones que deban hacer;
- Transporte y disposición de los diferentes desechos;
- Actividades realizadas por terceros como son los bienes arrendados y franquicias.

Para el seguimiento y la reducción de emisiones se establece un año base, el cual servirá para realizar comparaciones en el tiempo. Este año servirá para hacer un análisis histórico y permitirá diagnosticar tendencias. Generalmente las empresas eligen un año en particular para el año base, pero también es posible hacer una base sacando el promedio de varios años consecutivos para usarlo como punto de referencia. Si en el caso de que ocurrieran ciertas actividades que modifiquen a la empresa se debe hacer un reajuste de emisiones para el año base. Entre las actividades están los cambios estructurales, cambios de tecnología o cambios en la metodología de cálculo de Huella de Carbono que representen un impacto significativo en el reporte de emisiones (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, 2015).

Aunque las metodologías para el cálculo de Huella de Carbono se determinan cada uno de los GEI, no todas las compañías auditoras e instituciones certificadoras la utilizan por fines prácticos. Por lo que, utilizan factores que ponderan todos los GEI en un solo factor de emisión. En la actualidad existen softwares que realizan esta operación, concatenando los factores de emisión de

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

una base de datos matriz. Los factores de emisión empleados tienen en consideración el efecto de cada GEI, mediante la ponderación de las masas de gas emitido por el potencial del calentamiento global de cada GEI. Este factor realiza una ponderación de las masas de gas emitido por el potencial del calentamiento global de cada uno de ellos. (Programa de Estudios e Investigaciones en Energía- Instituto de Asuntos Públicos- Universidad de Chile, 2011; DEFRA, 2015).

En el caso de las universidades para el año base se debe incluir obligatoriamente las emisiones de alcance 1 y alcance 2. Asimismo se debería incluir emisiones de alcance 3 relacionadas al desplazamiento de los empleados y estudiantes, consumo de papel, viajes de empleados y residuos (Sprangers, 2011). En universidades de España, Costa Rica y otros países han calculado la Huella de Carbono de su año base. En el Ecuador la Universidad Politécnica Salesiana de Quito realizó el cálculo de su año base del 2012, en todas estas instituciones se tomaron en cuenta los tres alcances.

Metodología

El alcance del cálculo de Huella de Carbono de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo fue corporativo, incluyendo las emisiones de alcance 1 y 2. La institución de educación superior está ubicada en la Provincia del Guayas en el Km 2 ½ Vía La Puntilla- Samborondón. En la tabla # 1 se muestran las coordenadas de ubicación de la institución. Se realizará un cálculo base que comprenderá la estimación de la Huella de Carbono durante los años del 2009 al 2013.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Tabla #1: Coordenadas UTM WGS84 de la ubicación de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo.

Institución	Puntos	X	Y
Campus de la UEES	1	626170.31	9764478.81
	2	626232.13	9764474.19
	3	626202.02	9764425.61
	4	626240.12	9764427.55
	5	626222.55	9764337.02
	6	626158.12	9764336.39
	7	626153.61	9764138.19
	8	625954.42	9764040.89

Fuente: (Google Earth Pro, 2015)

La información del estudio fue extraída del Informe realizado por Rodríguez (2014) en 2014, donde se recopiló los consumos de electricidad, diésel, gasolina y gas licuado de petróleo (GLP) desde el 2009 al 2013. El cálculo de la Huella de Carbono es solo una estimación de las emisiones de cada uno de los respectivos años de los cuales se tiene información.

Antecedentes de la organización

La Universidad de Especialidades Espíritu Santo inicia actividades en el año 1994, para el 2005 inaugura su propia flota de buses para uso del personal administrativo, docente y estudiantes. Asimismo posee otros servicios como es el complejo deportivo, enfermería y restaurantes (UEES, 2016). La institución brinda los servicios de educación para la formación de profesionales en diferentes campos. Asimismo posee otros servicios como es el complejo deportivo, enfermería, restaurantes, entre otros. En la Tabla # 2 se muestra los diferentes consumos de la universidad para las diferentes actividades

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Tabla # 2: Consumos de la UEES de los diferentes servicios que brinda l. a institución

Tipo de consumo	Función
Combustible (Alcance 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Transportación de personal docente, administrativo y estudiantes.
	<ul style="list-style-type: none"> • Generador de energía. • Transportación para gestión administrativa y de investigación.
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de alimentos. • Laboratorios para prácticas académicas.
Electricidad (Alcance 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Climatización de oficinas, auditorios y aulas. • Refrigeración de alimentos. • Funcionamiento de equipos electrónicos de oficinas, aulas y laboratorios. • Alumbrado de espacios interiores y exteriores.

Fuente: (Rodríguez, 2014)

Para la ejecución del proyecto se realizó una investigación cualitativa y cuantitativa. En el cual se efectúa primero una revisión bibliográfica y de observación, luego el inventario de los alcances y se observan las diferencias en cada año para poder proponer medidas que ayuden a reducir su incidencia. Los cálculos de los GEI se realizaron con la metodología de la Huella de Carbono Corporativa de *GHG Protocol*, desarrollada por WBCSD y WRI en el 2005. Para ello, se detalló los límites organizacionales y operacionales de la universidad. Asimismo se identificaron los factores de emisión para realizar los respectivos cálculos y se analizaron los resultados de los diferentes años. Los límites organizacionales se estimaron bajo el enfoque de control operacional. Para el cual se consideró las facturas de consumo del campus a la que se podía acceder. Para los límites operacionales están relacionadas con las emisiones directas e indirectas de la institución, que corresponden a las emisiones de alcance 1 y 2. En este estudio se excluyó las emisiones de alcance 3, debido a que no se tenía

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

suficiente información de la misma y es de carácter voluntario. Para las emisiones de alcance 1, no existen factores de emisión a nivel nacional, por lo que se utilizó los factores establecidos por la base de datos de IPPC. Esta es denominada *Emission Factor Database* (EFDB). Los mismos factores son establecidos por *Department for Environment Food and Rural Affairs* (DEFRA), en la Guía de factores de conversión para el reporte de compañías establecido en el 2011. (DEFRA, 2011) En el caso de las emisiones de alcance 2 se tomó los factores de emisión establecido a nivel nacional por el Ministerio de Ambiente, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) y Centro Nacional del Control de Energía (Corporación CENACE). El primer factor de emisión se emitió en el 2012 y luego en el 2013 se estableció otro. Del 2009 al 2012, las emisiones fueron calculadas con el factor de emisión del 2012 y en el caso del año 2013 con el factor de emisión del 2013. A continuación en la tabla # 3 se muestra un listado de los factores de emisión utilizados para cada alcance:

Tabla # 3: Factores de emisión de Alcance 1 (recomendados por DEFRA (2011) y Alcance 2 para Ecuador.

Alcances	Ítem	Factor de emisión
Alcance 1	Diésel	3.1787 Kilos / Litros
	GLP	1.6786 Kilos / Litros
	Gasolina	2.7329 Kilos / Litros
Alcance 2	Electricidad hasta el 2012	0.5689 Toneladas / MWh
	Electricidad a partir del 2013	0.5076 Toneladas / MWh

Fuente: DEFRA (2011) y Ministerio del Ambiente de Ecuador (2013).

Para el cálculo de la Huella de Carbono Corporativa los datos registrados en los consumos se multiplican por los factores de emisión para determinar el

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

total de las emisiones emitidas por la actividad. Para realizar el cálculo se hace mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones CO}_2 \text{ eq.} = \text{Consumo} \times \text{Factor de conversión} \times \text{Factor de emisión}$$

Fuente: (Comisión de las Comunidades Europeas, 2004; Centro Español de Meteorología, 2014)

Las emisiones son expresadas en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq). (Centro Español de Meteorología, 2014). Los cálculos se realizaron en una hoja de Excel en donde se introdujeron los datos primarios y los factores de emisión.

Resultados y Discusión

Una vez realizado el cálculo, se muestra cada Huella de Carbono anual desde 2009 hasta 2013. En la tabla # 4 se muestra el total de las emisiones y desglose de los alcances de cada uno de los años.

Tabla # 4: Estimación de la Huella de Carbono de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo desde 2009 al 2013.

Año	Alcance 1	Alcance 2	Emisiones de tCO ₂ eq total
	Combustibles tCO ₂ eq	Electricidad tCO ₂ eq	
2009	433.89	1099.49	1533.38
2010	420.10	1235.01	1655.11
2011	497.75	779.68	1277.43
2012	471.65	1288.29	1759.94
2013	426.66	1484.75	1911.41

La huella de la UEES en cinco años ha ido aumentando progresivamente. En el 2013 existe una diferencia de 378.03 tCO₂ eq con respecto al 2009. El aumento de la huella se debe en gran parte a un mayor consumo de electricidad. Un similar comportamiento se reporta en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

de la Universidad Tecnológica Equinoccial (2013), en la se calculó del 2009 al 2012. La variación de la huella se debe también al consumo eléctrico y representa en promedio el 83.79% de la misma.

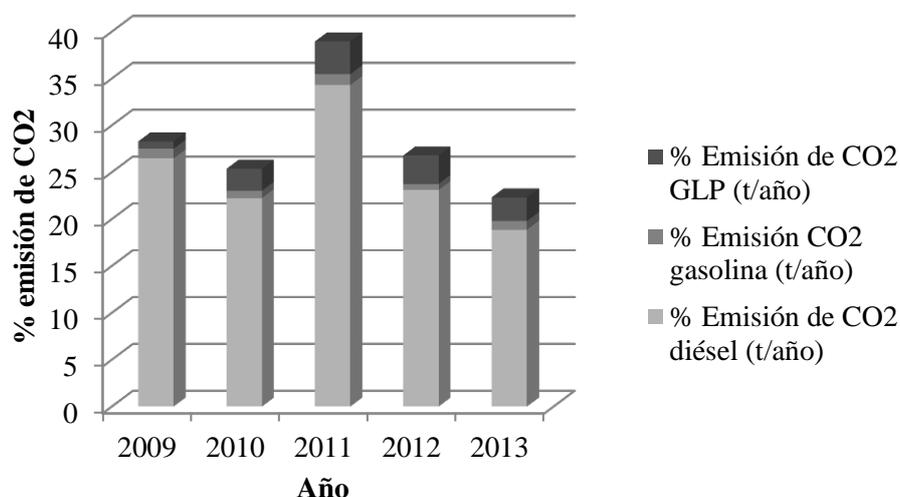


Figura # 3: Huella de Carbono de las emisiones correspondientes al Alcance 1 (GLP, gasolina y diésel) desde el 2009 al 2013.

En la figura # 3 se presenta el aporte a la Huella de Carbono de las emisiones de alcance 1 en cada uno de los años estudiados. Las emisiones al alcance 1 representan entre 22 al 38 % de la huella total, en el cual el mayor porcentaje de emisiones corresponde al consumo de diésel. En el año 2011 es el año en donde se reportó mayor consumo de diésel con un aproximado del 38% de las emisiones totales. Esto se debió a un mayor recorrido de la flota de los buses. En el siguiente año se redujo porque los recorridos fueron programados más estratégicamente con horarios y rutas (Rodríguez, 2014). Luego están las emisiones del GLP, que representan un pequeño porcentaje de las emisiones en cada uno de los años estimados. En el 2012 se reporta el mayor consumo con un porcentaje del 15%. Finalmente la gasolina representa el menor porcentaje con

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

respecto al total de cada año. En el 2013 fue el año en que mayor consumo se reportó con 1,14%. En el mismo año el parque automotor se incrementó y hubo actividades de mantenimiento que demandaron mayor consumo. (Rodríguez, 2014)

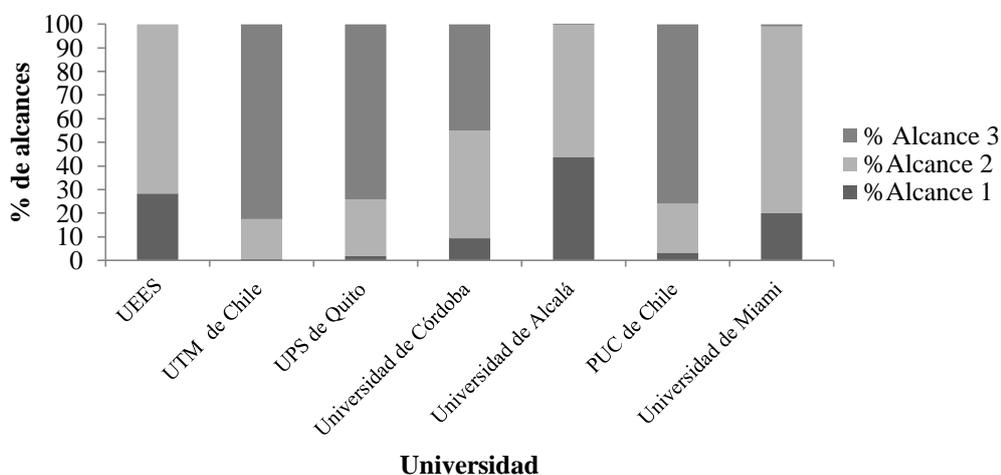


Figura # 4: Huella de Carbono Total de diferentes universidades alrededor del Mundo. Fuente: (Toledo, Yurish & Ainz, 2014; Vilches et al, 2015; De Toro *et al*, 2014; Universidad de Alcalá, 2013; Oficina de Sustentabilidad Pontificia Universidad Católica de Chile, 2013; Ferraro, 2008)

En la figura # 4 se representa los porcentajes de cada uno de los alcances de las Huellas de Carbono de diferentes universidades. En el caso de la UEES se realizó un promedio de los cinco años estimados. En la gráfica se pudo observar que los alcances varían de una universidad a otra aunque utilizan la misma metodología, estas fluctuaciones se deben mayormente a los diferentes factores de emisión que se utilizaron, los consumos reportados, infraestructura física y los servicios que presta cada una de ellas (Fernández, 2015). En el caso de la UEES solo se reportó el alcance 1 y 2. Universidades como la de Miami y Alcalá tienen

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

su mayor porcentaje de emisiones en el alcance 2, porcentaje que muestra igual comportamiento al de la UEES. En el caso de estas dos universidades el alcance 3 es menor o igual 1% de las emisiones por lo que este alcance no tiene mucha significancia. Por otro lado Universidades como la Tecnológica Metropolitana de Chile, la Politécnica Salesiana de Quito, Universidad de Córdoba y Pontificia Universidad Católica de Chile tiene su mayor porcentaje en el alcance 3 debido a que reportaron emisiones correspondientes a consumo de papel, traslado de empleados (sobre todo los viajes en avión) y residuos. Al contrastar la UEES con la UPS de Quito que están ubicadas en el mismo país, existe una diferencia en los porcentajes de los alcances debido a los consumos reportados en la UEES el mayor porcentaje pertenece al alcance 2, en cambio en la UPS de Quito lo tiene el alcance 3 por los viajes de avión que se reportan de los docentes.

En la figura # 5 se muestra la cantidad total de estudiantes, administrativos, y el total de los tres grupos de cada uno de los años. Se puede observar que las gráficas A, B y C tienen diferentes tendencias. La gráfica A pertenece a los estudiantes, la gráfica B corresponde a los docentes y C al personal administrativo. La gráfica A tiene la misma tendencia que D demostrando que el mayor peso lo tienen los estudiantes en cuanto al comportamiento que ha tenido la fluctuación de personas dentro de la comunidad UEES. Para el fin de poder contrastar la Huella de Carbono Total per cápita con otras universidades se realizó la estimación de la huella de Carbono de la UEES del 2009 al 2013 por estudiante.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

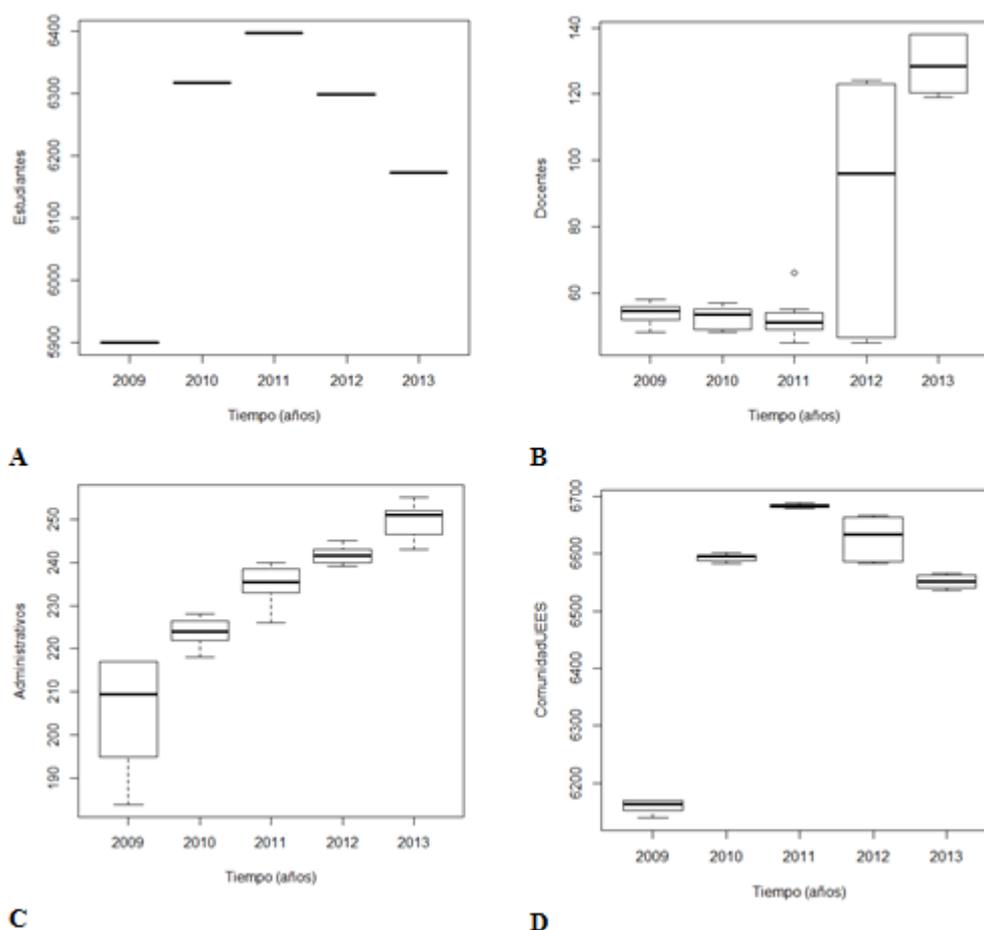


Figura # 5. Cantidad de integrantes de la comunidad universitaria dentro del Campus UEES para los años 2009 al 2013. A: Estudiantes. B: Docentes. C: Administrativos. D: Comunidad total UEES.

Fuente: (Rodríguez, 2014)

En la figura # 6 se muestra la emisión total por alumno de cada año desde 2009 al 2013. En promedio de los cinco años la emisión por alumno fue de 0.26 tCO₂eq. Asimismo se compara los resultados de otras universidades que se especifican en la tabla # 5. Universidad de Miami es tiene la mayor huella por estudiante con 6,22 tCO₂eq por alumno y la FCI-UTE presenta la huella más baja por alumno. La UEES tiene valores parecidos a la Universidad de Alcalá. La estimación de la Huella de Carbono va a depender de la determinación total de las

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

emisiones de CO₂ y el número de alumnos matriculados en cada año. Este varía de una universidad a otra por el número de estudiante y servicios que esta presta.

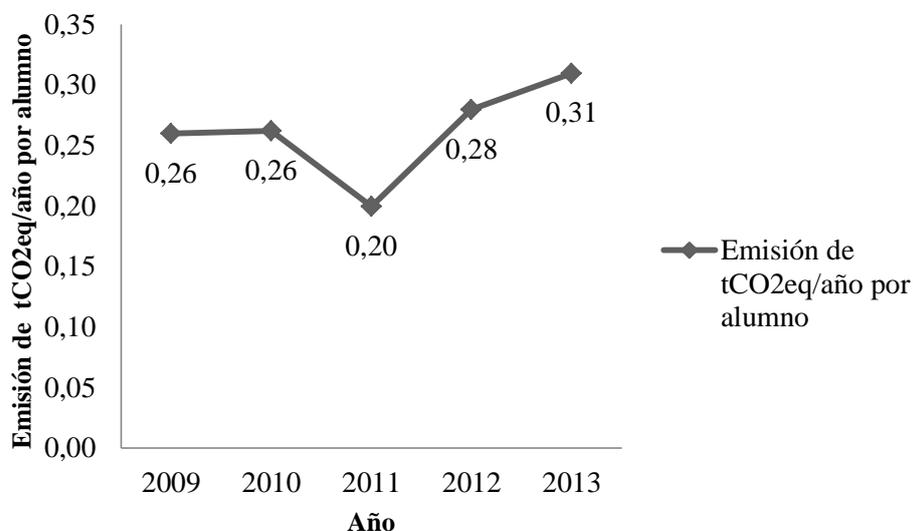


Figura #6: Estimación de la emisión total de la UEES desde 2009 al 2013 por estudiante.

Tabla # 5: Huella de Carbono Total por estudiantes en diferentes universidades.

Universidad	Huella de Carbono Por estudiante (tCO ₂ e)	Año
Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile	1.22	2010
Universidad de Alcalá	0.29	2011
Universidad de Miami Centro Agronómico Tecnológico de Investigación y Enseñanza (CATIE)	6.22	2008
Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial. (FCI-UTE)	3.17	2006
UEES	0.06	2012
	0.26	Promedio 2009-2013

Fuente: (Toledo et al, 2014; Universidad de Alcalá 2013; Ferraro, 2008; Viteri, 2013)

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Conclusión y Recomendaciones

- La estimación de la Huella de Carbono de la UEES varía con el tiempo y ha aumentado en los cinco años evaluados. Al realizar un promedio de las emisiones totales en los 5 años se estima que la huella es de 1627.45 tCO₂eq. El mayor porcentaje de contribución de esta huella proviene del consumo eléctrico por lo tanto las medidas de acción deben ir enfocadas específicamente en eficiencia energética.
- Aunque el factor de emisión de consumo de electricidad cambió para el 2013, fue un cambio positivo porque el factor es menos con respecto al de los años anteriores. Si se hubiera estimado con el factor de electricidad del 2012 la huella alcanzaría a 2092.68 tCO₂eq.
- El consumo de diésel fue mayor en el 2011, pero a partir de este año la institución reprogramo las rutas y horarios de los buses. Lo cual hizo que se disminuyera el consumo notablemente y por ende la huella. Del 2011 al 2013 las emisiones se redujeron en 71.09 tCO₂eq.
- La Huella de Carbono de la UEES por estudiante alcanza 0,31 tCO₂eq por alumno en el 2013.
- Se debe determinar la Huella de Carbono actualizada de la universidad debido a los cambios de infraestructura que ha tenido desde el 2014.
- Actualizar los equipos de cómputo, adquiriendo nuevos que utilicen menos energía. Esta medida ya ha sido implementada poco a poco, pero aún faltan equipos que deben ser reemplazados.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

- Apagar los aparatos electrónicos cuando no estén en uso, no dejarlos en *stand by* y realizar una programación de mantenimiento de los mismos periódicamente.
- Toda iluminación de la universidad debería utilizar tecnología LED. Asimismo debería existir sensores de luz para evitar que oficinas o clases pasen con las luces prendidas sin nadie adentro y aprovechar de manera estratégica la luz natural. De igual manera planificar el mantenimiento periódico de los mismos.
- Aplicación de prácticas para desconexión diaria de los equipos y en los fines de semana.
- Tener mayor control sobre los centrales de aire acondicionado, estableciendo horarios y temperaturas de los mismos.
- Comprobar la eficiencia de los aparatos utilizados en las cocinas, así mismo de los quemadores.
- Incentivar a las diferentes decanos de las facultades para creación y aplicación de proyectos que tengan relación con energías renovables.
- Continuar con el mantenimiento periódico y calibración de los generadores de electricidad.
- Planificar un programa de mantenimiento preventivo de la flota de buses y vehículos propios de la institución.
- Dar a conocer los resultados de la Huella de Carbono y los cambios que se requieran hacer para disminuir la misma. Además de implementar una campaña de concientización sobre las emisiones de GEI.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

Referencias bibliográficas

- Carvajal, F. (2013). *Cambio Climático y costos de producción*. Quito : Observatorio de Política Socio Ambiental (OPSA - PUCE)- Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Centro Español de Meteorología. (2014). *Informe de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 2013*. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Comisión de las Comunidades Europeas . (2004). *Decisión de la comisión por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*.
- DEFRA. (2011). *Guía de factores de conversión para el reporte de compañías*. Department for Environment, Food & Rural Affairs.
- DEFRA. (2015). *Government conversion factors for company reporting*. Ricardo-AEA and Carbon Smart.
- De Jesús, E. (2013). *Informe del cuarto Seminario internacional sobre la huella de carbono “Huella ambiental en las exportaciones de alimentos de América Latina: normativa internacional y prácticas empresariales” CEPAL, 11 y 12 de octubre de 2012*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) .

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

- De Toro, A., Gomera, A., Aguilar, J., Guijarro, C., Antúnez, M., & Vaquero, M. (2014). *La huella de Carbono de la Universidad de Córdoba. 2013*. Servicio de Protección Ambiental (SEPA).
- Doménech, J. L. (2010). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid: AENOR.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). Huella de Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 163-176.
- Fernández, R. (2015). La Comunicación de la Huella de Carbono como Herramienta ante el Cambio Climático. *Razón y Palabra*
- Ferraro, A. (2008). *The Carbon Footprint of Miami University*. Ohio: Oxford.
- Frank, F. C., Ricard, F., & Viglizzo, E. F. (2014). *Cambios en el uso de la tierra y emisión de Gases Efecto Invernadero*.
- Frohmann, A., Herreros, S., Mulder, N., & Olmos, X. (2015). *Sostenibilidad ambiental y competitividad internacional. La huella de carbono de las exportaciones de alimentos*. Santiago de Chile: ONU-CEPAL.
- Herrán, C. (2012). *El cambio climático y sus consecuencias para América Latina*. México: Proyecto Energía y Clima de la Fundación Friedrich Ebert-FES.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

- Hidalgo, A. (2013). *Cálculo del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Actividades y Eventos Corporativos*. San José : Programa ACCIÓN Clima - GIZ.
- Google Earth Pro. (2015) Coordenadas UTM WGS 84 de la ubicación de la Universidad de Especialidades Espiritu Santo.
- IPCC. (2007). *Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. (2012). *Sostenibilidad en España*. Madrid: Ministerio de la Presidencia.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. (2015). *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización* . Secretaría General Técnica.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador; Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador, CONELEC y Corporación CENACE. (2013). *FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO AL AÑO 2013*. Ministerio del Ambiente.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile. (2013). *Cálculo de la Huella de Carbono a Nivel Organizacional* . Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador; Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador, CONELEC y Corporación CENACE. (2012). *FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO AL AÑO 2012*. Ministerio del Ambiente del Ecuador.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

- Oficina de Sustentabilidad Pontificia Universidad Católica de Chile. (2013). *Reporte de Huella de Carbono 2013*. CO2 Huella UC.
- ONU. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.
- ONU. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Naciones Unidas.
- ONU. (2015). *Conferencia de las Partes 21er período de sesiones: Aprobación del Acuerdo de París*. París: Convención Marco sobre el Cambio Climático.
- Programa de Estudios e Investigaciones en Energía- Instituto de Asuntos Públicos-Universidad de Chile . (2011). *Informe Final- Elaboración de factores de emisión para el calculo de la huella de carbono de clientes finales de los distintos sectores productivos del país*.
- Rodríguez, R. O. (2014). *Medición de la sustentabilidad universitaria a través de la Huella de Carbono y Plan de Manejo para su reducción en el campus de la Universidad de Especialidades Espiritu Santo (UEES)*. Samboróndon.
- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2013). *Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital*. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá.
- Sprangers, S. (2011). *Calculating the carbon footprint of universities*. Erasmus University Rotterdam.

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2009-2013 DE LA UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

- Tapia, C., Olivares, C., & Núñez, I. (2013). *Línea base del conocimiento regional sobre las implicancias de la huella de carbono en los procesos de toma de decisiones.*
- Toledo, C., Yurisch, T., & Ainz, S. (2014). *Estimación de la Huella de Carbono de la Universidad Tecnológica Metropolitana para el año 2010.*
- UEES. (2016). *Universidad de Especialidades Espiritu Santo* . Obtenido de Historia : <http://uees.me/historia-2/>
- Universidad de Alcalá. (2013). *Informe de Huella de Carbono de la Universidad de Alcalá.* Madrid: Universidad de Alcalá.
- Vilches, R., Dávila , F., & Varela, S. (2015). Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, Campus Sur. Año Base 2012 . *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* , 34-45.
- Viteri, F. (2013). *Cálculo de Huella de Carbono de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial.* Quito.
- World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute. (2005). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero Estandar Corporativo de Contabilidad y Reporte.* World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute.