



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO  
FACULTAD DE ARTES LIBERALES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO  
PREVIO A OPTAR EL GRADO DE

INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

NOMBRE DEL ESTUDIANTE

ANDREA PAOLA CUCALÓN HIDALGO

NOMBRE DEL TUTOR

FRANKLIN ISAAC ORMAZA GONZÁLEZ, PhD

SAMBORONDÓN, MAYO - 2015

# EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNIVERSIDAD ESPÍRITU SANTO PARA DISMINUIR SU HUELLA DE CARBONO

Universidad de Especialidades Espiritu Santo - Ecuador

## Resumen

El presente documento muestra los resultados de la evaluación del consumo de energía eléctrica en la Universidad de Especialidades Espiritu Santo, asociado al cálculo de su huella de carbono en el 2014, con el objetivo de proponer medidas que disminuyan el consumo de energía eléctrica en el campus y, por ende su huella de carbono. El proceso de evaluación corresponde a una serie de métodos utilizados para evaluar el consumo energético del City College de Nueva York en el 2010. Se realizaron encuestas al cuerpo estudiantil y al personal de mantenimiento, cuyos resultados fueron evaluados en base a la escala de Likert. Adicionalmente se registró el valor de consumo de energía eléctrica de las planillas del año 2014, complementando la información recopilada para el cálculo de la huella de carbono del campus donde se utilizaron datos del período 2009-2013. Se identificaron, a través de una matriz de observación, oportunidades de mejora en los siguientes aspectos: infiltración de aire acondicionado, iluminación interior en las aulas y los pasillos, y control de los acondicionadores de aire. El 71% del personal de mantenimiento y el 36% de los alumnos encuestados estuvieron en desacuerdo en que el uso de energía eléctrica en el campus de la UEES sea ineficiente. Del personal de mantenimiento encuestado el 63% y el 76% afirman que no permanecen encendidas innecesariamente las luces y los acondicionadores de aire en las aulas de clase respectivamente. De los alumnos encuestados el 48% y el 30% consideran normal el consumo de energía eléctrica en cuanto a la iluminación y uso de acondicionador de aire en las aulas de clase respectivamente. El 50% del personal de mantenimiento y el 38% de los alumnos encuestados consideran que las puertas de las aulas no permanecen abiertas cuando el acondicionador de aire

esta encendido. El 100% del personal de mantenimiento y el 30% de los alumnos encuestados consideran normal la disponibilidad de energía natural. Ambos grupos consideran que la universidad no realiza un consumo ineficiente de energía, sin embargo en la matriz de observación se identificó lo contrario. Las facturas evidenciaron que la universidad consumió en el 2014 aproximadamente un 5% menos de energía eléctrica que en el año 2013. Esto se debe en gran parte a la culminación de obras en construcción como el nuevo edificio de Postgrado, inaugurado en el 2014. No se identificaron oportunidades de mejora en cuanto a la infraestructura o aislamiento de los edificios, debido a que el campus es relativamente nuevo y dispone de láminas oscuras o cortinas en todos sus edificios. Los pasillos que permanecen con las luces encendidas no disponen de luz natural para su iluminación al encontrarse entre las aulas de clase. Otras áreas, como el balcón de la facultad de ICP, permanecen con las luces encendidas a pesar de disponer de luz natural, lo que evidencia un uso ineficiente de energía eléctrica. Se proponen como medidas la implementación de cerradores automáticos para las puertas, sensores de movimiento en los pasillos, economizadores en los acondicionadores de aire, *smart strips* para los equipos eléctricos y máquinas expendedoras de *snacks* con control de ciclos de refrigeración.

***Palabras clave:*** calentamiento global, huella de carbono, gases de efecto invernadero, energía eléctrica, emisiones.

### **Abstract**

This article shows the results of the Universidad de Especialidades Espíritu Santo electricity consumption evaluation, associate to the calculation of its carbon footprint in 2014, in order to propose measures to reduce the consumption of electricity in the campus and therefore its carbon footprint. The assessment process included a series of methods used to evaluate the energy

consumption of New York's City College in 2010. Surveys were carried out to the students and maintenance staff, whose results were evaluated based on the Likert scale. Additionally, the values of electricity consumption from the 2014 forms were registered, complementing the information collected to calculate the campus carbon footprint, where 2009-2013 data was used. Opportunities for improvement were identified, through an observation matrix, as follows: air conditioning infiltration, interior lighting in classrooms and hallways, and air conditioner controls. 71 % of the maintenance staff and 36 % of the students surveyed, disagreed that the use of electricity at UEES's campus was inefficient. 63% and 76% of the maintenance staff surveyed declared that the lights and air conditioners in the classrooms do not remain unnecessarily on. Of the students surveyed, 48 % and 30 % considered the electricity consumption for the lighting and air conditioners use in class, as normal. 50% of the maintenance staff and 38 % of students surveyed consider that the classroom doors do not stay open when the air conditioner is on. 100% of the maintenance staff and 30% of the students surveyed consider natural energy availability as normal. Both groups consider that the university does not perform inefficient energy consumption, however the matrix identified otherwise. The contradiction of the results indicates that both groups are unaware of inefficient use of electricity on campus. Invoices showed that the university consumed in 2014 approximately 5% less electric energy than in 2013. This is due mostly, because of the completion of construction sites like the new Postgraduate building, opened in 2014. No opportunities for improvement in terms of infrastructure or building insulation were identified, because the campus is relatively new and has dark sheets or curtains in all its buildings. The hallways that remain with the lights on cannot use daylight for lighting because they are in between classrooms. Other areas such as the balcony on the ICP faculty remain with the lights on despite the availability of natural light, which demonstrates an inefficient use of electricity. Proposed as measures are automatic closers for doors, motion sensors in hallways, economizers on air conditioners, smart strips for electrical equipment and controlled cooling cycles on the snack vending machines.

**Key words:** global warming, carbon footprint, greenhouse gas effect, electric energy, emissions.

## Introducción

Glaciares derretidos, aumento en el nivel del mar, riesgo de inundaciones en ciudades costeras, alteración de las estaciones climáticas y cambios en la distribución de enfermedades, son algunas consecuencias que conocemos hoy en día son causadas por el calentamiento global (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007).

Arrhenius (1896) fue el primero en cuantificar la contribución del dióxido de carbono como gas de efecto invernadero<sup>1</sup>, y en especular si la variación de sus concentraciones en la atmósfera, podrían tener un efecto a largo plazo en las variaciones climáticas. Posteriormente, Chamberlin (1897) formuló la hipótesis en la cual asocia las variaciones del CO<sub>2</sub> en la atmósfera con el vapor de agua, y sostiene que ésta podría ser la razón de los avances y retrocesos de las capas de hielo formadas más recientemente (Maslin, 2014).

Nils Ekholm (1899), relacionó las actividades antropogénicas con el clima, señalando que “en el transcurso de un milenio, la acumulación de ácido carbónico en la atmósfera, proveniente de la quema de carbón a cielo abierto, será la causa indudable de un incremento evidente en la temperatura de la tierra”. Ekholm también señaló que sus efectos podrían ser controlados por el hombre, acelerándolos mediante la excavación de fuentes profundas de ácido carbónico<sup>2</sup> o retardándolos protegiendo el suelo de la meteorización a causa del aire y regulando el crecimiento de la vegetación (Vetter, 2010).

---

<sup>1</sup> Norma INEN 14064-3:2010, define los gases de efecto invernadero como “componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes”.

<sup>2</sup> Hoy en día la excavación de ácido carbónico se refiere a la extracción de combustibles fósiles cuya actividad incrementa las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera.

Ekhholm transmitió la idea de que el clima podía ser regulado por el hombre, siendo esta la posible causa de que el tema (calentamiento global) fuera olvidado por algún tiempo. Se creía que el CO<sub>2</sub> que estaba siendo emitido por el hombre, podía ser absorbido en su totalidad por el océano y las plantas.

Keeling (1960) evidenció que los niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera incrementaban consistentemente en el tiempo (Chang, 2005). A partir de este descubrimiento, el “calentamiento global” volvió a surgir como tema principal no solo en el ámbito ecológico, sino también político, económico y social. Hoy en día, es uno de los principales problemas ambientales con consecuencias evidentes a nivel mundial.

El calentamiento global, como lo conocemos hoy, corresponde al incremento gradual de la temperatura de la tierra, causado principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de actividades antropogénicas.

Cabe recordar que el efecto invernadero es un fenómeno natural mediante el cual determinados gases retienen parte de la energía que emite la tierra por la radiación solar, y evita que ésta regrese al espacio de manera inmediata, manteniendo la temperatura promedio de la tierra que hace posible la vida en ella.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) son los principales GEI provenientes de actividades antropogénicas. La emisión de estos gases, se ha incrementado en las últimas décadas, y son la causa principal del calentamiento global.

En miras de reducir dichas emisiones, en el 2005 entró en vigor el Protocolo de Kioto, convenio que busca reducir en un 5% las emisiones de GEI a través de un acuerdo internacional entre más de 187 países. Entre los gases que busca reducir se encuentran los arriba mencionados (Naciones Unidas, 1998).

El Protocolo de Kioto, se ha derivado en varias acciones a nivel nacional e internacional, para minimizar la emisión de los GEI a la atmósfera. Las ciudades más comprometidas, han llevado a cabo grandes inversiones para realizar cambios que se ajusten a la problemática ambiental actual.

Buenos Aires, es una de las primeras ciudades de América Latina en implementar “techos verdes”, también conocidos como “techos ecológicos”. La Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, a través de la ley No. 4428 publicada en el Boletín Oficial N° 4078, Art. 4, establece lo siguiente: “En las obras nuevas que se realicen en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires, se aplican reducciones en el pago de los derechos de delineación y construcción a aquellos trámites que incluyan la construcción de una o más cubiertas vegetales. Tal reducción se calcula como el producto de la aplicación del coeficiente de ponderación (1) por el descuento máximo aplicable que es del 20% de las referidas tasas” (CEDOM, 2012).

Esta disposición, ha sido adoptada también por ciudades como Toronto y Copenhague, que aprobaron leyes exigiendo algún tipo de vegetación en los techos de las edificaciones en un intento por minimizar su huella de carbono. Otros países como Filipinas, India y Fiji han implementado focos a base de agua y cloro que permiten a



comunidades sin servicio eléctrico y de escasos recursos, tener suficiente iluminación en sus casas de manera ecológica y ahorrativa.

En el Ecuador, se han implementado también medidas para mitigar los efectos del cambio climático. A partir de la constitución del 2008, el medio ambiente se ha convertido en un sujeto de derechos en el Ecuador, al cual se le debe proteger a través de leyes y acciones que prevengan o mitiguen su contaminación y/o degradación. El Ministerio del Ambiente, a través del Proyecto de Adaptación al Cambio Climático (PACC) ha identificado las siguientes líneas como las principales sobre las cuales implementar medidas de mitigación: transporte, energía, energías renovables y captura de carbono en bosques y selvas.

“Entre las medidas ejecutadas se encuentra la recuperación y fomento de semillas con atributos de resistencia a la sequía, mejoramiento de sistemas riego, mejoramiento de la capacidad de retención de agua en el suelo y recuperación de ecosistemas de importancia hídrica en zonas vulnerables a la sequía” (MAE, 2015).

De acuerdo al Tercer Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) “el CO<sub>2</sub> es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta” (IPCC, 2001).

Para la reducción de sus emisiones, se utiliza la herramienta del cálculo de la huella de carbono. La Huella de Carbono se define como “una medida de la cantidad total exclusiva de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que es directa o indirectamente causados por una actividad o es acumulado a lo largo de las etapas de vida de un producto” (Wiedmann & Minx, 2008).

El término “huella de carbono”, tiene sus raíces en la “huella ecológica” definida por Wackernagel y Rees (1998) como “la medida de la demanda de una población definida sobre la naturaleza. Representa el área de la tierra necesaria para sostener los niveles actuales del recurso que consume y desechos generados por la población”.

A través de la medición de la huella de carbono, se puede determinar la actividad que mayores emisiones genera en la atmósfera y enfocar acciones para mitigar o contrarrestar los efectos.

El campus de la UEES, a través del cálculo de la huella de carbono realizado en el 2014, pudo identificar 3 diferentes grupos de consumo; materiales, combustibles y energía eléctrica. El 51% de las emisiones provienen del consumo de energía eléctrica, por lo que el presente documento tiene como objetivo el proponer medidas que disminuyan el consumo de energía eléctrica del campus de la UEES, de manera que pueda disminuir así también, su huella de carbono.

Las medidas propuestas para la disminución de la huella de carbono de la UEES, aplican criterios de consumo responsable, contextualizándolas a la problemática ambiental actual.

## **Marco teórico**

### ***Efecto invernadero y huella de carbono***

Se conoce como “efecto invernadero” al mecanismo por medio del cual la atmósfera de la Tierra se calienta, absorbiendo los rayos infrarrojos provenientes de la tierra, manteniendo su temperatura promedio (Caballero *et al.*, 2007).

La atmósfera terrestre está constituida por una variedad de gases, que forman una capa que recubre la tierra. Esta capa de gases cumple con la función de proteger a la Tierra, a través de la absorción de la radiación ultravioleta proveniente del sol. El sol emite una amplia gama de radiaciones, de las cuales la mayoría llega a la superficie de la tierra y es absorbida por los océanos, la vegetación y las rocas. La tierra luego emite a su vez radiaciones infrarrojas de longitud larga. Estas son, en parte absorbidas por los gases en la atmósfera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y otros, otra parte regresa al espacio exterior.

Mientras mayor sea la concentración en la atmósfera de estos gases, mayor será la temperatura en la tierra (Corominas, 2013).

Entre las principales características de los tres GEI de mayor duración, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) a través del Comunicado de Prensa N° 980 en el año 2013, destacó las siguientes:

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), considerado el GEI de mayor importancia, es el resultado de actividades antropogénicas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación. Su permanencia en la atmósfera va desde unos miles hasta millones de años, por lo que sus efectos perdurarán mucho después de que hayan cesado sus emisiones.

El gas metano (CH<sub>4</sub>), es considerado como el segundo GEI más importante y de mayor permanencia en la atmósfera. Al igual que el CO<sub>2</sub>, proviene de la quema de

combustibles fósiles, aunque sus emisiones pueden provenir también de la ganadería, cultivo de arroz, combustión de biomasa y vertederos, e incluso de fuentes naturales como humedales y termitas.

Óxido Nitroso ( $N_2O$ ) proviene también de actividades antropogénicas como la combustión de biomasa, uso de fertilizantes y diferentes procesos industriales. También proviene de fuentes naturales como el suelo y los océanos (OMM, 2013).

El efecto invernadero es un mecanismo natural mediante el cual se ha mantenido la temperatura promedio de la tierra. A partir de la revolución industrial, ha ido incrementando la cantidad de los GEI en la atmósfera, generando que la temperatura global aumente a un ritmo acelerado, teniendo consecuencias catastróficas en el medio ambiente.

Colque y Sánchez (2007) identificaron las siguientes consecuencias al efecto invernadero proveniente de actividades antropogénicas:

- Aumento del nivel del mar, debido al derretimiento de los cascos polares.
- Sequías en el sur de Europa.
- Disminución de las reservas hídricas.
- Aumento y propagación de enfermedades infecciosas.
- Aumento en frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos.
- Pérdida de la capacidad productiva agrícola en áreas como Asia y África.
- Desplazamiento de las especies hacia altitudes o latitudes más frías, buscando los climas a los que están habituados.
- Extinción de aquellas especies que no sean capaces de adaptarse ni desplazarse.

Para mitigar las consecuencias del efecto invernadero, se utiliza como herramienta principal la medición de la huella de carbono (HC). La HC se conoce como la cantidad total de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido, proveniente directa e indirectamente de una actividad (Wiedmann & Minx, 2008), o su acumulación a lo largo del ciclo de vida de un producto (Chakraborty & Roy, 2013).

También se puede definir a la HC como la cantidad de GEI expresados en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-e)<sup>3</sup> emitidos a la atmósfera por un individuo, organización, procesos, producto o evento (Pandey, Agrawal, & Pandey, 2010).

A través de la medición de la HC, es posible identificar las principales actividades responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub> y proponer medidas para su disminución.

### ***Huella de carbono en instituciones educativas***

Los efectos del cambio climático, son evidentes no solo en el medio ambiente, sino también a nivel socioeconómico, pues al alterarse la temperatura de la tierra, se alteran también las estaciones climáticas y con ella los tiempos de siembra y cosecha, lo cual genera pérdidas a nivel económico en los pequeños y grandes productores y por ende, a la economía de un país.

Es por esto que las grandes corporaciones ya no son ajenas a los problemas ambientales, pues se ven afectados ya sea de una manera directa o indirecta, por los mismos. Con miras a mejorar su rendimiento ambiental, muchas han iniciado el proceso de

---

<sup>3</sup> Se calcula el consumo de energía para luego realizar la conversión a CO<sub>2</sub> equivalente.

medición de su huella de carbono, otras ya han comenzado a implementar medidas para disminuir sus emisiones a partir de los resultados de la misma.

En su investigación, Guenster *et al.* (2006) comparó la relación entre la eco-eficiencia y el desempeño financiero de varias compañías, descubriendo que existe una correlación positiva entre ambas variables. Lo que sugiere que incluso organizaciones que no estén comprometidas con el cuidado del medio ambiente, deberían mejorar su eco-eficiencia por su beneficio financiero (Sprangers, 2011).

Un argumento similar se puede aplicar a las entidades educativas para medir y reducir su huella de carbono y a la vez, reducir sus costos operativos.

La UI GreenMetric World University Ranking, recoleta información numérica de universidades a nivel mundial y las procesa de manera que el resultado (o puntaje final) refleje los esfuerzos que dicha institución realiza para implementar medidas amigables con el medio ambiente y políticas o programas sustentables. Las universidades son clasificadas de acuerdo a su puntaje (UI GreenMetric, 2010).

Se espera que al atraer la atención de líderes universitarios e interesados, se dé mayor atención a acciones con miras de combatir el cambio climático global, la conservación de agua y energía, el reciclaje de desechos y el transporte eco-amigable. Estas actividades requieren de un cambio en los hábitos de las personas y de brindar mayor atención tanto a la sustentabilidad del ambiente como al problema social y económico relacionado a la sustentabilidad (UI GreenMetric, 2010). El Ecuador ha sido parte de este ranking desde sus inicios en el 2010, año en el que obtuvo el 14avo lugar con la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Actualmente en el ranking, es la Universidad de Nottingham la que se encuentra en primer lugar, luego de las evaluaciones del año 2014. La universidad, se ha ganado este reconocimiento al implementar medidas eco-eficientes que involucran a todo el personal docente y estudiantil, como el uso de bicicletas en el campus (Ucycle), focos ahorradores, campañas de concientización, etc. Esta universidad además, es responsable de todos los desechos que genera desde su uso hasta su disposición final y genera su propia energía eléctrica a través de paneles solares.

### ***Huella de carbono: Consumo de energía eléctrica***

La Secretaría Distrital de Ambiente a través de la Subdirección de Políticas y Planes Ambientales de Colombia, publicó en agosto del 2013, una Guía para la Elaboración del Informe de Huella de Carbono Corporativa en Entidades Públicas del Distrito Capital, la cual establece la siguiente metodología.

Para el cálculo de la huella de carbono se requiere de la evaluación y medición de los GEI emitidos, los cuales son clasificados en los siguientes ámbitos: emisiones directas: provenientes de los calderos, vehículos, hornos, etc., propios de una organización; emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad; aquellas provenientes de la adquisición y consumo de electricidad por parte de una organización y; otras emisiones indirectas: que se refiere a las emisiones consecuentes de la actividad de una organización pero no son controladas por la misma, como las emitidas en un viaje de negocios o en el transporte de combustible.

Para determinar las emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad se requiere de datos relacionados al consumo de energía eléctrica de la organización; cantidad y tipo de equipos de consumo eléctrico utilizados en la organización (luminarias, equipos de cómputo, fotocopiadoras, impresoras, etc.), así como la cantidad de energía eléctrica consumida en kilovatios/hora en el año (kWh) (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013).

Estos valores son convertidos de kWh a kg de CO<sub>2</sub>, a través de una tabla de factores de conversión. La utilizada para el cálculo de la Huella de Carbono de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo fue tomada del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, 2012.

### ***Consumo de energía eléctrica en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo***

La Universidad de Especialidades Espíritu Santo fue inaugurada en 1994 iniciando sus actividades con la Facultad de Ciencias Empresariales con sus respectivas escuelas de comercio exterior, gestión empresarial, finanzas-banca y mercadotecnia. En el 2001 inicia sus actividades en el nuevo campus, ubicado en el kilómetro 2.5 de la vía La Puntilla / Samborondón, el cual dispone aproximadamente de 9 edificios para llevar a cabo sus funciones educativas y administrativas (UEES, 2013).

En el 2007 se inaugura en la Facultad de Artes Liberales y Ciencias de la Educación, la Escuela de Ciencias Ambientales. El MSc. René Oscar Rodríguez Grimón, director de la escuela, calculó en el 2014 la HC de la universidad aplicando los pasos utilizados para la estimación de la HC de la Universidad de Cantabria, utilizando datos del 2009-2013 y enfocándose en los siguientes campos: combustible para transporte y



funcionamiento de cocinas, consumo de agua, consumo de energía eléctrica, papel, plástico, baterías y metales.

El cálculo dio como resultado que los aportes más significativos a la HC de la UEES corresponden al consumo de energía eléctrica, con un promedio anual de 391 toneladas de CO<sub>2</sub>eq; y el consumo de combustible, con 31 toneladas de CO<sub>2</sub>eq. El análisis también dio como resultado que “el consumo de electricidad es similar entre los diferentes meses y períodos académicos del año. El consumo de energía eléctrica ha aumentado para el último año 2013 concomitante al aumento de la infraestructuras físicas de la UEES en nuevos espacios, y la instalación de nuevos postes dentro del sistema de alumbrado de parqueos (Parqueo #5)” (Rodríguez Grimón, 2014).

De manera general, el informe indica las principales actividades responsables del consumo de energía eléctrica de la UEES: alumbrado de espacios abiertos, oficinas, equipos de laboratorio, acondicionadores de aire, equipos de cómputo, etc.

Evaluar el consumo de energía eléctrica es esencial para una institución que desee disminuir su huella de carbono y cambiar hábitos de consumo energético. El proceso de evaluación utilizado corresponde a una serie de métodos implementados por Darek Letkiewicz, en el 2010 para evaluar el consumo energético del City College de Nueva York (CCNY).

Este método propone realizar recorridos por los espacios más frecuentados de los edificios para identificar enchufes, aspectos de confort innecesarios y deficiencias en la iluminación. Esta información es registrada en una matriz, la cual fue editada en base a la realidad del campus de la UEES. También contempla realizar encuestas al personal que

más frecuente los edificios evaluados, en este caso el cuerpo estudiantil, y también al personal de mantenimiento, lo cual permitirá identificar deficiencias que pudieron haberse pasado por alto en los recorridos anteriores (Letkiewicz, 2010).

A partir de los resultados se plantearán acciones para un mejor aprovechamiento de energía eléctrica en el campus de la UEES.

## **Metodología**

El enfoque de ésta investigación es de tipo cualitativa-cuantitativa, y tiene como objetivo proponer medidas para disminuir el consumo de energía eléctrica del campus de la UEES, de manera que pueda disminuir así también, su huella de carbono, a través de la identificación de las acciones de uso eficiente y/o ineficiente de energía eléctrica en el campus por los alumnos y el personal de mantenimiento. Las encuestas fueron evaluadas en base a la escala de Likert, donde se presentaron afirmaciones ante las cuales el encuestado debía indicar su acuerdo o desacuerdo.

Malave (2007) define a la escala de Likert como “un tipo de instrumento de medición o de recolección de datos que se dispone en la investigación social para medir actitudes. Consiste en un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita la reacción favorable o desfavorable, positiva o negativa de los individuos”.

Los recorridos se realizaron en todos los edificios educativos y administrativos de la universidad, así como las áreas más frecuentadas por los alumnos (plazoletas, gimnasio, bar universitario, parqueaderos, etc). A través de una matriz se registraron las áreas

identificadas donde se podrían implementar acciones de mejora en cuanto al consumo de energía eléctrica.

La observación fue natural, directa y estructural, recopilando los siguientes datos:

- Fecha.
- Horario.
- Edificio.
- Fachada (techado o cubierta, ventanas, paredes, infiltración de aire).
- Iluminación (iluminación en las aulas o salones, iluminación en los pasillos y exteriores).
- Acondicionador de aire (control del uso del acondicionador de aire)
- Electricidad (conexión de equipos).

El entorno en el cual se realizaron los recorridos, corresponde al campus de la UEES, ubicado en el km 2.5 vía Samborondón, La Puntilla.

Tabla 1: Coordenadas de ubicación del campus UEES.

|              |               |
|--------------|---------------|
| 2° 7'49.37"S | 79°51'53.81"O |
| 2° 7'51.21"S | 79°51'54.62"O |
| 2° 7'51.14"S | 79°51'54.23"O |
| 2° 7'53.95"S | 79°51'54.39"O |
| 2° 7'54.20"S | 79°51'55.56"O |
| 2° 8'0.39"S  | 79°51'55.82"O |
| 2° 8'4.22"S  | 79°52'3.07"O  |
| 2° 7'49.58"S | 79°51'55.58"O |



Figura # 1: Ubicación del campus UEES sombreada en azul.

Adicionalmente, se registró el valor de consumo de energía eléctrica de las planillas del año 2014, complementando la información recopilada para el cálculo de la Huella de Carbono del campus donde se utilizaron datos del período 2009-2013. Se procedió a sistematizar la información catalogando los consumos por año y transformando estos valores a kg de CO<sub>2</sub> para facilitar su análisis. La investigación se apoyó en el análisis estadístico-descriptivo.

### ***Población y entorno***

La muestra es de tipo probabilístico – estratificado. Los segmentos en que fue dividida corresponden a las facultades que hay en la universidad. Se hizo énfasis en los alumnos miembros de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Facultad de Artes Liberales, como población con mayor relevancia al estudio. Se recopilaron datos de 90 alumnos de 5000 que conforman el cuerpo estudiantil y 8 de 24 personas que forman parte del personal de mantenimiento en el campus.

## ***Técnicas***

### *Matriz de identificación*

La matriz utilizada corresponde a un modelo modificado del Informe de Evaluación de Energía utilizada por Darek Letkiewicz, en el 2010 para evaluar el consumo energético del City College de Nueva York (CCNY). Dicha matriz permitió identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía eléctrica en las diferentes áreas del campus de la UEES.

La matriz está organizada de manera que identifica en la primera columna las diferentes áreas sujetas a evaluación y en las siguientes columnas identifica oportunidades de mejora en los siguientes ámbitos: fachada (techado o cubierta, ventanas, paredes, infiltración de aire), iluminación (iluminación en las aulas o salones, iluminación en los pasillos y exteriores), acondicionador de aire (control del uso del acondicionador de aire), electricidad (conexión de equipos).

Se señaló con una “X” aquellas áreas en las que se identificaron oportunidades de mejora de acuerdo a los ámbitos determinados.

Tabla 2: Matriz de identificación de oportunidades de mejora. Tomado de Letkiewicz (2010), modificado por el autor. La tabla corresponde a una versión modificada, cuya referencia se puede encontrar en el Informe de Evaluación de Energía del City College de Nueva York (CCNY).

| Edificio / Área | Fecha:             |          |         |                      | Horario:                                |                     |                         |                                    |                     |
|-----------------|--------------------|----------|---------|----------------------|---|---------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------|
|                 | Fachada            |          |         |                      | Iluminación                             |                     |                         | A/C                                | Electricidad        |
|                 | Techado o cubierta | Ventanas | Paredes | Infiltración de aire | Iluminación interior (aulas u oficinas) | Iluminación externa | Iluminación de pasillos | Control del acondicionador de aire | Conexión de equipos |
| Edificio A      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio B      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio C      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio D      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio E      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio F      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio G      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio H      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Edificio I      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |
| Biblioteca      |                    |          |         |                      |   |                     |                         |                                    |                     |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Complejo deportivo                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Plazoleta central                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Edificio de Postgrado                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Parqueadero de Postgrado                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Parqueadero # 1                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Parqueadero # 2                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Parqueadero # 3                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Parqueadero # 4                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Parqueadero # 5                                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Terminal de Buses "Walter Bohórquez Samaniego" |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### *Formato de encuesta al personal de mantenimiento*

Las encuestas al personal de mantenimiento conformaron 12 preguntas, de las cuales las primeras 4 buscan catalogar a los encuestados por género, edad, tiempo de trabajo en la UEES y edificio o área al que ofrecen mantenimiento. Las siguientes 4 preguntas, tuvieron como objetivo identificar las principales actividades responsables del uso ineficiente de la energía eléctrica en la universidad.

Las preguntas 9 y 10, se refieren a los responsables directos del consumo ineficiente de energía eléctrica en el campus, y las últimas dos preguntas, 11 y 12 respectivamente, se refieren a las acciones que realiza o que podría realizar la universidad para disminuir su consumo de energía eléctrica.

Las encuestas fueron evaluadas según la escala de Likert, ofreciendo las siguientes 5 respuestas para las preguntas 1-11, con su respectiva valoración:

Tabla 3: Escala de valoración: respuestas No. 1-11

| Categorías            | Valoración |
|-----------------------|------------|
| Total desacuerdo      | 0          |
| Desacuerdo            | 1          |
| Normal                | 2          |
| De acuerdo            | 3          |
| Totalmente de acuerdo | 4          |

Las respuestas a la pregunta No. 12, se evaluaron con la siguiente escala de valoración:



Tabla 4: Escala de valoración: respuesta No.12

| Categorías                                | Valoración |
|---|------------|
| No sabe como                              | 0          |
| No le interesa                            | 1          |
| Sabe pero no toma acciones                | 2          |
| Le interesa pero no desea invertir        | 3          |
| Los estudiantes y profesores no colaboran | 4          |

#### *Formato de encuestas a los alumnos*

Las encuestas a los alumnos conformaron 12 preguntas, de las cuales las primeras 4 buscan catalogar a los encuestados por género, edad, semestre y facultad. Las siguientes 8 preguntas, son las mismas que se realizaron para el personal de mantenimiento con el mismo objetivo, y fueron evaluadas de igual manera con la Tabla 3 para las respuestas No.1-11 y la Tabla 4 para la respuesta No.12.

#### *Planillas de consumo de energía eléctrica*

El departamento de contabilidad de la UEES facilitó planillas de consumo de energía eléctrica del año 2014 de la UEES. Estos datos fueron utilizados para complementar la matriz utilizada para el cálculo de la huella de carbono del campus donde se utilizaron datos del período 2009-2013.

#### *Análisis estadístico*

A partir de los resultados obtenidos de las 90 encuestas realizadas a los alumnos y las 8 encuestas realizadas al personal de mantenimiento de la UEES, se obtuvieron los porcentajes de las respuestas a cada pregunta lo cual facilitó la interpretación de resultados.

Se calculó la puntuación en la escala de Likert de los siguientes ámbitos identificados en la encuesta:

- Actividades responsables de uso eficiente/ineficiente de energía eléctrica.
- Responsables del uso eficiente/ineficiente de energía eléctrica.
- Acciones que realiza o que podría realizar la universidad para disminuir su consumo de energía eléctrica.

Los valores provenientes de las planillas de energía eléctrica del campus fueron tabulados en Excel, posterior a lo cual se multiplicó el valor mensual del consumo de energía eléctrica por el factor de emisión <sup>4</sup> para convertir los kWh a kg de CO<sub>2</sub>, para facilitar su cálculo. Los resultados se presentan mediante barras en Excel y gráficos de línea.

Los resultados obtenidos a partir de la matriz de identificación de oportunidades de mejora, fueron analizados y en base a la misma se propusieron medidas para disminuir el consumo de energía eléctrica en el campus.

## **Análisis de resultados**

---

<sup>4</sup> Factor de conversión emisión de energía eléctrica: 0.184.  
Tomado de: Guidelines for DEFRA/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting, 2014.

A continuación se presenta la matriz con la que se registraron las oportunidades de mejora:

Tabla # 5: Matriz resuelta

| Edificio / Área       | Fecha: 08 de Abril de 2015 |          |         |                      | Horario: 09h00 – 20h00                  |                     |                         |                                    |                    |
|-----------------------|----------------------------|----------|---------|----------------------|---|---------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|
|                       | Fachada                    |          |         |                      | Iluminación                             |                     |                         | A/C                                | Electricidad       |
|                       | Techado o cubierta         | Ventanas | Paredes | Infiltración de aire | Iluminación interior (aulas u oficinas) | Iluminación externa | Iluminación de pasillos | Control del acondicionador de aire | Conexión de quipos |
| Edificio A            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Edificio B            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Edificio C            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Edificio D            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | X                  |
| Edificio E            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Edificio F            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Edificio G            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | X                  |
| Edificio H            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Edificio I            | -                          | -        | -       | X                    | X                                       | -                   | X                       | X                                  | -                  |
| Biblioteca            | -                          | -        | -       | -                    | -                                       | -                   | -                       | -                                  | X                  |
| Complejo deportivo    | -                          | -        | -       | -                    | -                                       | -                   | -                       | -                                  | -                  |
| Plazoleta central     | -                          | -        | -       | -                    | -                                       | -                   | -                       | -                                  | -                  |
| Edificio de Postgrado | -                          | -        | -       | X                    | X                                       |                     | X                       | X                                  | -                  |

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Parqueadero de Postgrado                         | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Parqueadero # 1                                  | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Parqueadero # 2                                  | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Parqueadero # 3                                  | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Parqueadero # 4                                  | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Parqueadero # 5                                  | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Terminal de Buses "Walter Bohórquez<br>Samaniego | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Del personal de mantenimiento encuestado el 75% fueron mujeres, mientras que el 25% restante fueron hombres. El 33% de los encuestados tienen entre 20-25 años de edad, el 33% más de 40 años, 17% entre 26-30 años y 17% entre 36-40 años de edad.

El 75% de los encuestados lleva trabajando en la UEES entre 0-5 años, 13% entre 6-10 años y otro 13% entre 11-15 años. El 38% de los encuestados da mantenimiento al edificio de Postgrado, mientras que el 63% da mantenimiento a varios edificios en el campus.

El 71% del personal encuestado está en desacuerdo en que el uso de energía eléctrica en el campus de la UEES sea ineficiente. El 13% afirma que el uso es ineficiente y el 17% considera que el uso de energía eléctrica en el campus es normal.

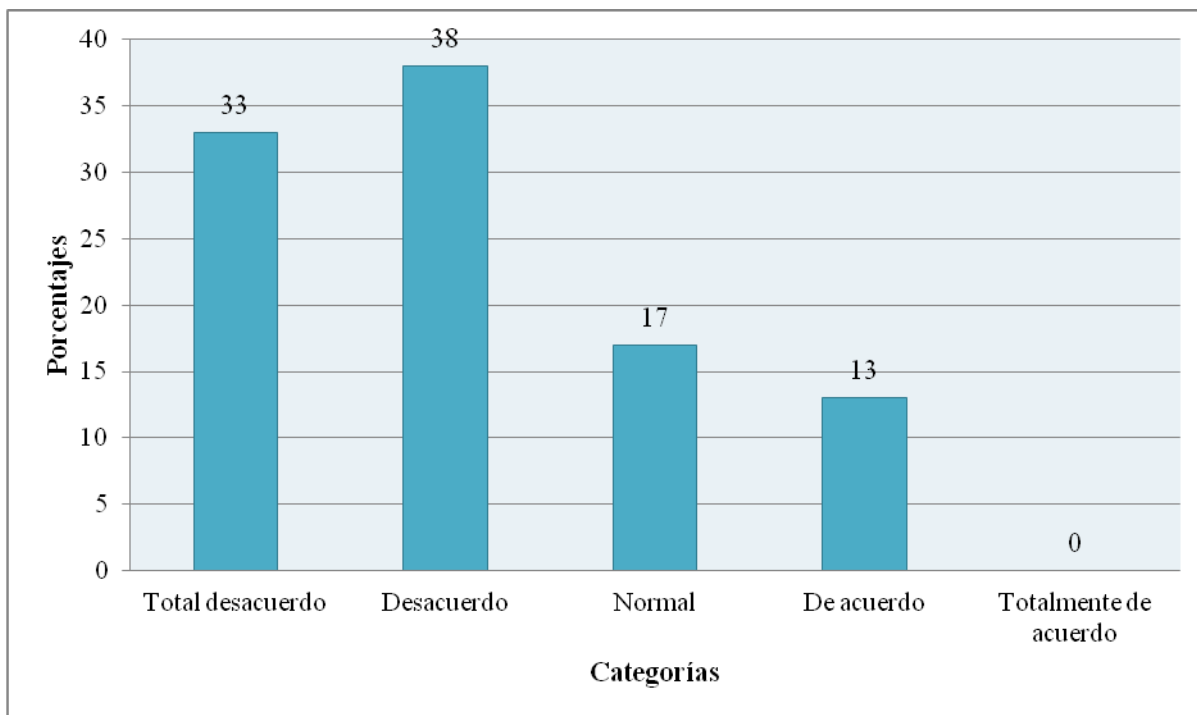


Figura # 2: Uso eficiente/ineficiente de energía eléctrica

En este ámbito se obtuvo que el 63% y el 76% de los encuestados afirmaron que no permanecen encendidas innecesariamente las luces y los acondicionadores de aire en las aulas de clase respectivamente. El 50% de los encuestados afirmaron que las puertas de las aulas no permanecen abiertas cuando el acondicionador de aire esta encendido.

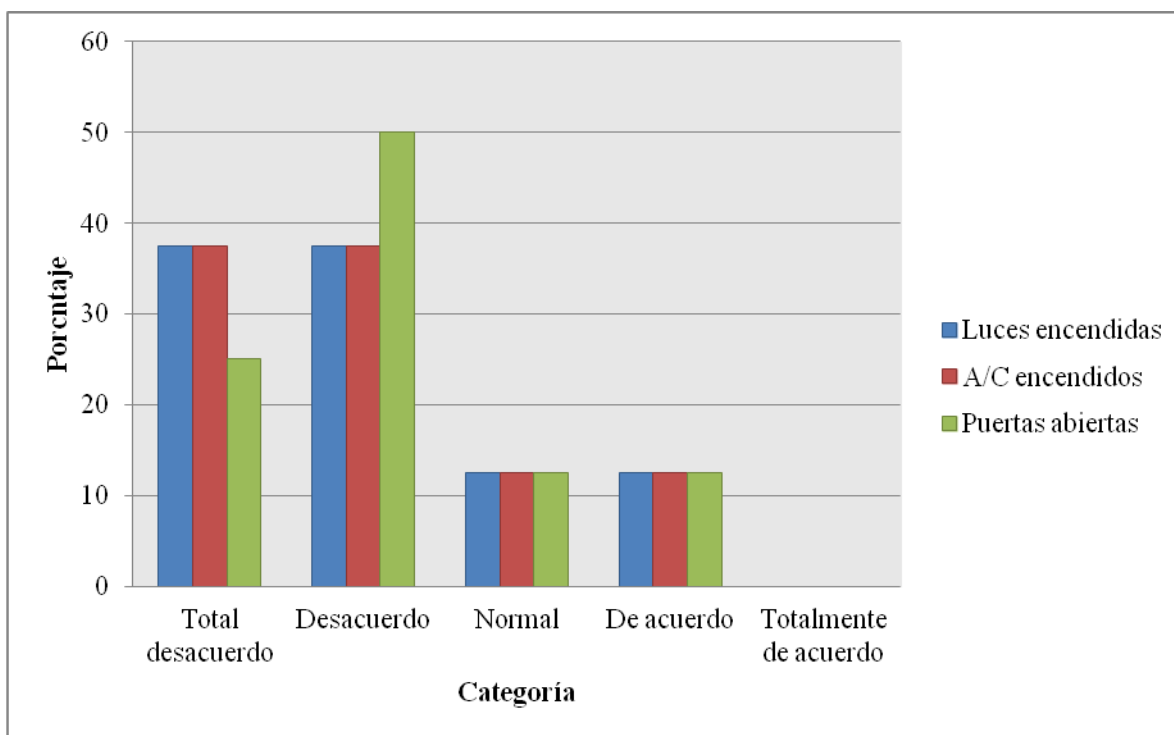


Figura # 3: Actividades responsables de uso eficiente/ineficiente de energía eléctrica

El 100% de los encuestados consideran normal la disponibilidad de energía natural (luz de día) para cada uno de los edificios de la UEES, es decir ésta no es considerada inexistente. El 38% de los encuestados considera que los alumnos realizan un consumo normal de la energía eléctrica en el campus.

El 50% afirma que la universidad realiza un consumo normal de energía eléctrica y un 63% afirma que la UEES podría implementar medidas para disminuir el consumo de

este recurso. Sin embargo, un 86% considera que a pesar de saber la universidad cómo disminuir este consumo, ha decidido no tomar acciones.

### ***Resultados de las encuestas a los alumnos***

De los estudiantes encuestados, el 46% de los encuestados pertenece a la facultad de artes liberales y ciencias de la educación mientras que el 54% restante pertenecía a otras facultades como se muestra en el siguiente gráfico:

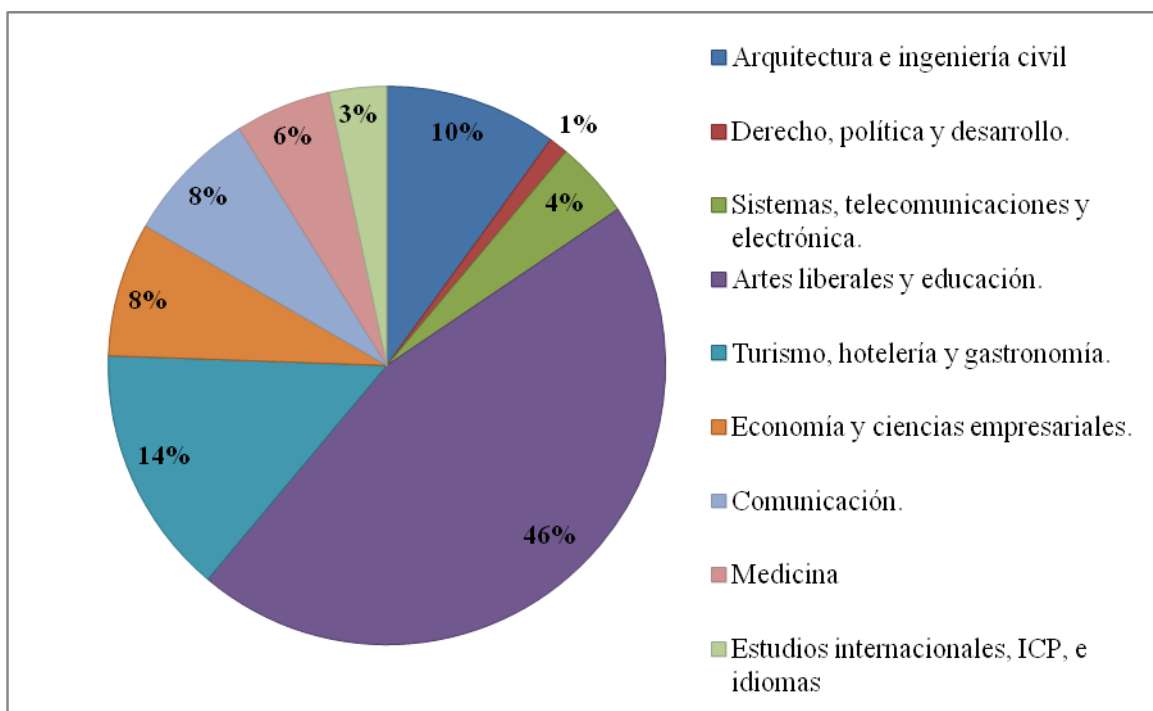


Figura # 4: Facultades a las que pertenecen los alumnos encuestados



De los alumnos encuestados el 39% fueron hombres, mientras que el 61% restante fueron mujeres. El 50% de los encuestados tienen entre 21-24 años de edad, 33% entre 17-20 años, 1% entre 28-31 años y 1% más de 31 años de edad.

El 29% de los encuestados se encontraba estudiando entre su 4to-7mo semestre, el 26% entre su 1ero- 3er semestre, otro 26% entre su 8vo y 11vo semestre, un 11% entre su 12do-15to semestre y un 9% lleva más de 15 semestres.

El 34% de los alumnos encuestados afirman que el uso de energía eléctrica en el campus de la UEES es normal.

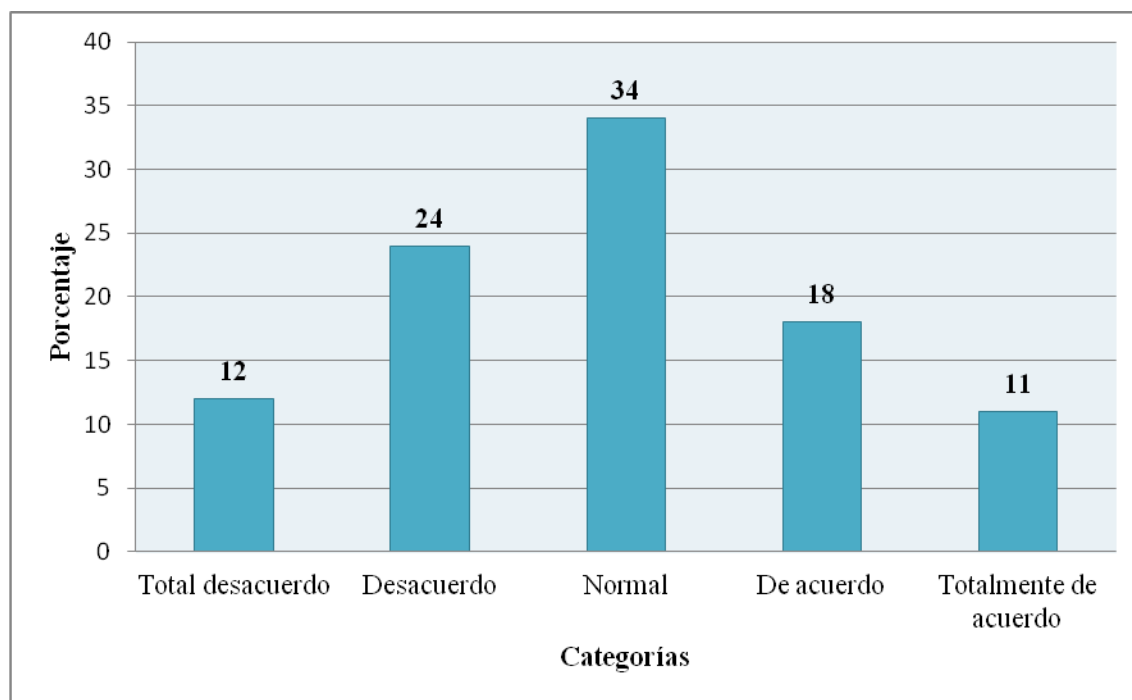


Figura # 5: Uso eficiente/ineficiente de energía eléctrica

En este ámbito tenemos que el 48% y el 30% de los encuestados consideran normal el consumo de energía eléctrica en cuanto a la iluminación y uso de acondicionador de aire en las aulas de clase respectivamente. El 38% de los alumnos encuestados considera que

las puertas de las aulas no permanecen abiertas cuando el acondicionador de aire esta encendido.

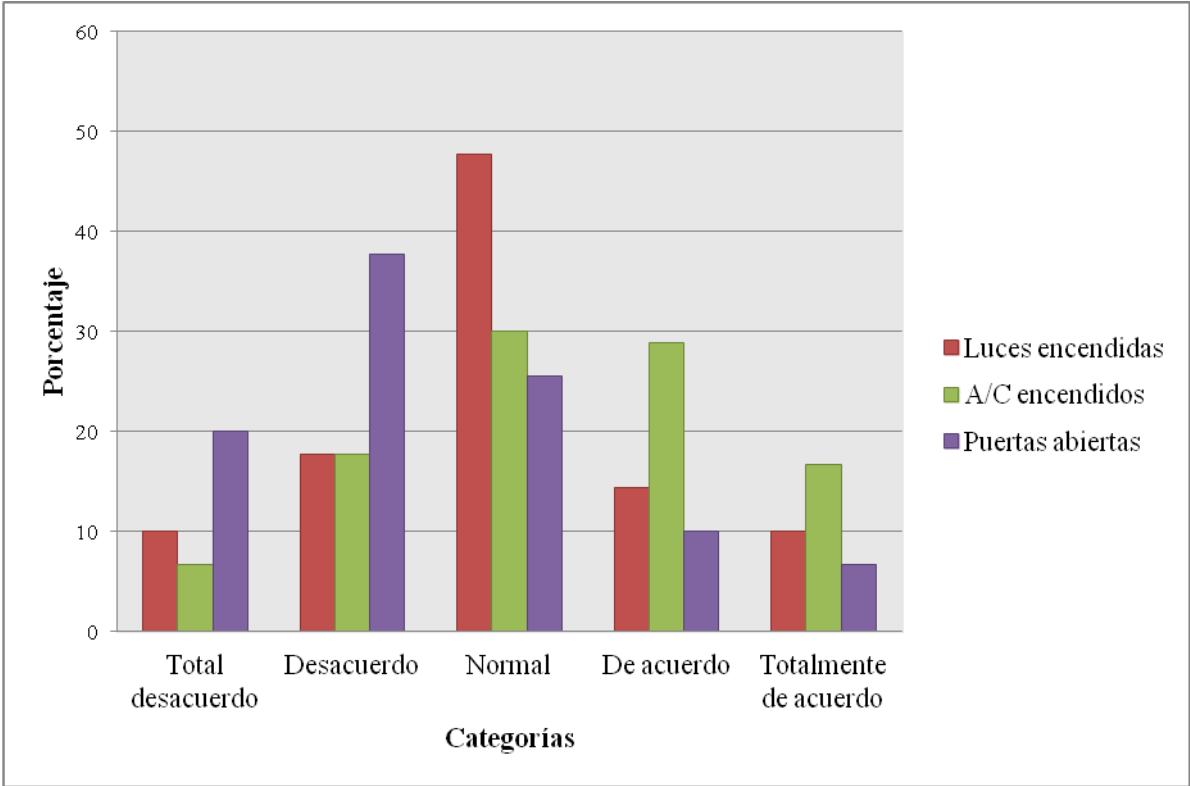


Figura # 6: Actividades responsables del uso eficiente/ineficiente de energía eléctrica

El 30% de los alumnos encuestados consideran normal la disponibilidad de energía natural (luz de día) para cada uno de los edificios de la UEES, es decir ésta no es considerada inexistente. El 29% de los alumnos no se considera responsable en cuanto al consumo de energía eléctrica en el campus.

El 39% afirma que la universidad realiza un consumo normal de energía eléctrica y un 53% afirma que la UEES podría implementar medidas para disminuir el consumo de este recurso. Sin embargo, un 45% considera que a pesar de saber la universidad cómo disminuir este consumo, ha decidido no tomar acciones.

Las planillas de consumo de energía eléctrica dieron como resultado que el consumo de energía eléctrica de la UEES en el año 2014 fue de 2'784.127 kWh, es decir un 5% menos, en relación al consumo del 2013 que fue de 2'928.495 kWh.

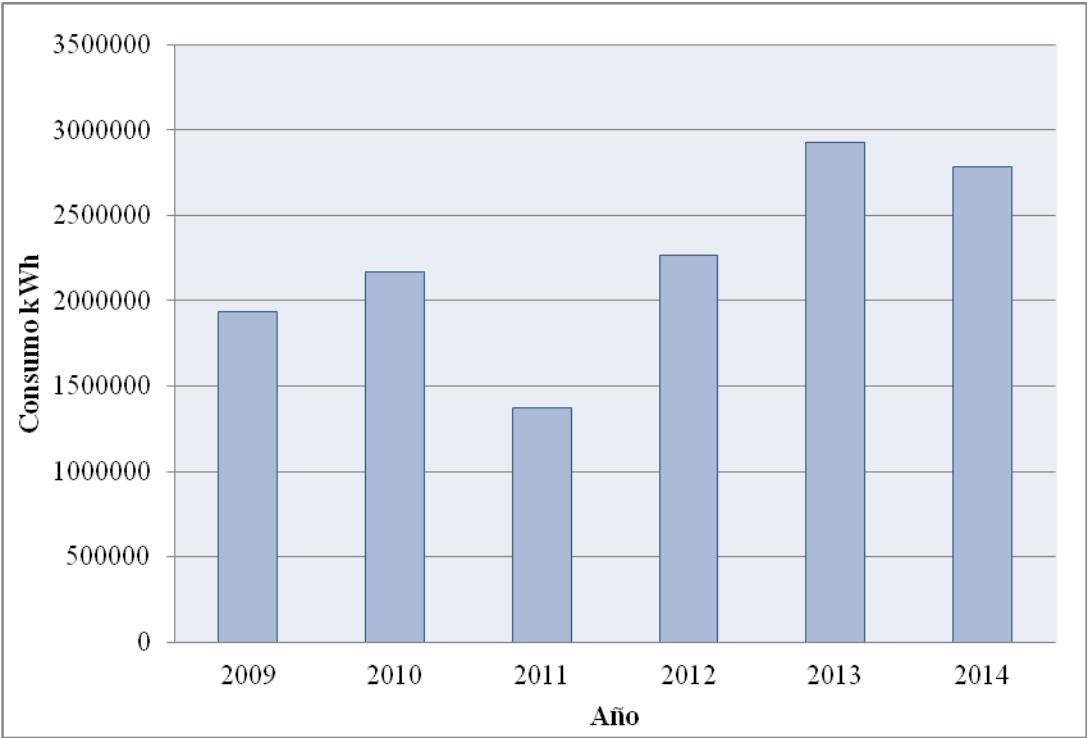


Figura # 7: Consumo de energía eléctrica período 2009-2014 en kWh

La conversión de datos de kWh a kg CO<sub>2</sub>, dio como resultado que el consumo de energía eléctrica de la UEES en el año 2014 fue de 512.279 kg CO<sub>2</sub>, es decir 26.564 menos, en relación al consumo del 2013 que fue de 538.843 kg CO<sub>2</sub>.

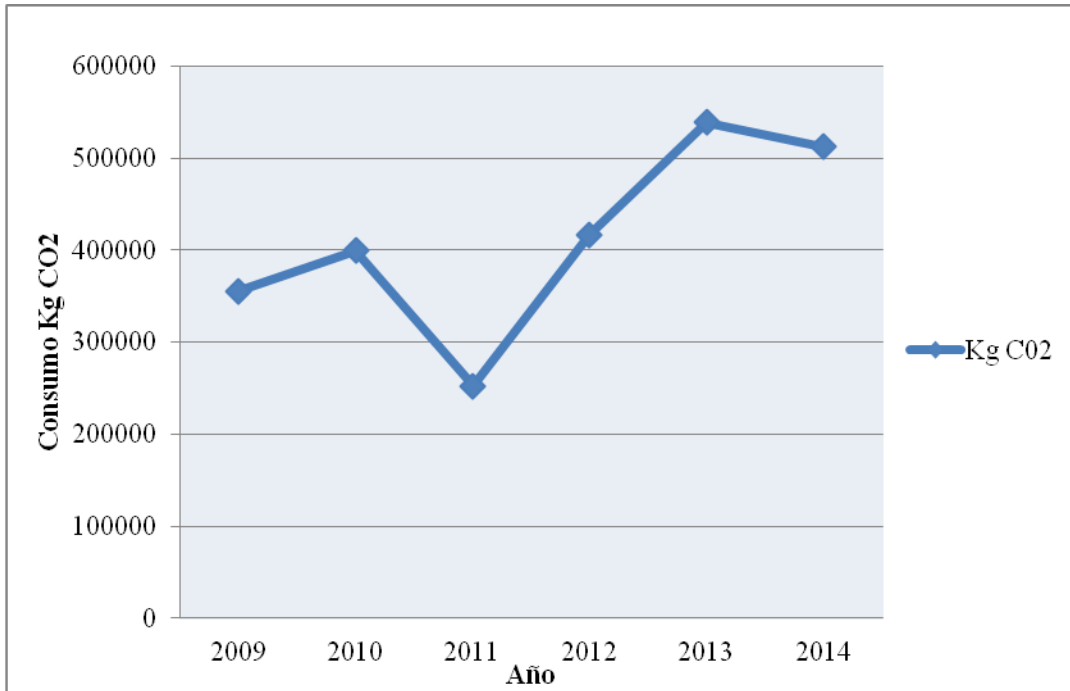


Figura # 8: Consumo de energía eléctrica período 2009-2014 en kg CO<sub>2</sub>

## Discusión

En los recorridos realizados no se identificaron mayores oportunidades de mejora en cuanto a la fachada o infraestructura de la UEES puesto que el campus de la vía Samborondón es relativamente nuevo, habiendo iniciado sus actividades en el 2001, y construyendo los edificios G y H durante el período 2003-2008 y el edificio de Postgrado durante el 2012-2014.

Así mismo, han remodelado varias de sus instalaciones como la Biblioteca en el año 2010 y la Terminal de Buses “Walter Bohórquez Samaniego”, por lo que en cuanto al techado/cubierta y paredes, no se identificaron oportunidades de mejora.

Con excepción de algunas aulas y oficinas en los edificios más modernos antes mencionados, se observó que en la gran mayoría de aulas no se dispone de un control

automático de las puertas, permitiendo así que el aire acondicionado de las aulas y oficinas, que en algunas ocasiones permanece encendido por períodos prolongados de tiempo, se infiltre hacia los pasillos resultando en un mayor consumo de energía eléctrica.



Figura # 9: Luces encendidas y puertas abiertas mientras el aire acondicionado esta encendido, en el pasillo de la Facultad de Artes Liberales y Ciencias de la Educación – Edificio E – 2do Piso.

Todos los edificios del campus disponen de láminas oscuras o cortinas para el aislamiento térmico de los edificios por lo que tampoco se identificaron oportunidades de mejora en cuanto a ventanas/aislamiento térmico.

En cuanto a la iluminación se identificó que las luces de los pasillos permanecen encendidas, incluso de día. Sin embargo, esto se debe a que los pasillos están en su mayoría entre aulas de clase lo que no permite el paso de luz natural, es decir, que las luces de los pasillos no son encendidas innecesariamente. Las siguientes figuras fueron tomadas durante los recorridos para demostrar que los pasillos se mantendrían a oscuras, incluso de día, si no utilizaran luz artificial.



Figura # 10: Luces encendidas en el pasillo de la División de Educación Continua – Edificio E – 4to Piso.



Figura # 11: Luces apagadas en el pasillo del 3er Piso – Edificio E.

Aquellos pasillos que no se encuentran entre aulas de clase, como los que se encuentran frente a balcones, o conforman los puentes entre edificios, si disponen de luz natural suficiente durante el día, de manera que no necesitan luz artificial en horarios diurnos. Sin embargo en el balcón de la Facultad de Estudios Internacionales (ICP) se encontraron luces prendidas innecesariamente.



Figura # 12: Luz natural en el puente hacia el Edificio de Postgrado.



Figura # 13: Luces encendidas innecesariamente en el balcón de la Facultad de ICP.

En cuanto al uso de los acondicionadores de aire se identificaron algunas aulas en las que estos no solo estaban encendidos innecesariamente, sino que también se encontraban con las puertas abiertas (Ver Figura 9).

En lo que respecta a la electricidad se identificó que varios equipos como computadoras, máquinas expendedoras de *snacks*, impresoras e *infocus*, permanecen conectados incluso cuando no están siendo utilizados. De acuerdo al diario El País (2006), aquellos equipos que se encuentran apagados, pero que aún estén conectados, son responsables del 5%-10% del consumo de energía eléctrica puesto que la fuente de alimentación sigue funcionando.

Como ejemplo se identificó que en los laboratorios de cómputo de los edificios G, D y en la Biblioteca, las computadoras permanecen conectadas a su fuente de alimentación incluso cuando no están siendo utilizadas o no haya clase. Esto se observó también en el centro de copiado de la universidad y en las diferentes oficinas administrativas y en menor cantidad, en las aulas de clase.

## *Encuestas*

A partir de los resultados se constató que tanto el personal de mantenimiento, como los alumnos encuestados, consideran que el consumo de energía eléctrica en el campus de la UEES no es ineficiente. Esta encuesta contradice los resultados de la matriz, pues en la misma se identificó que algunas aulas si permanecen con luces y acondicionadores de aire encendidos, mientras las puertas permanecen abiertas. Estos resultados indican que tanto los alumnos como el personal de mantenimiento de la UEES, **no son conscientes del uso ineficiente de energía en el campus.**

Sin embargo, esto tiene su razón puesto que al momento de realizar el recorrido culminaba una o varias clases, y los alumnos tienden a dejar las puertas abiertas y las luces encendidas al salir. Ante esto, el personal de mantenimiento manifestó que son ellos (personal de mantenimiento) los responsables de apagar las luces y los acondicionadores de aire al terminar las clases.

A pesar de que ambos grupos afirmaron que los edificios del campus disponen de suficiente energía natural (luz del día), se encontraron pasillos y corredores con luces encendidas. Ante esto, se verificó mediante las figuras 10-11 que dichas luces eran necesarias, pues aquellos pasillos ubicados entre las aulas de clase si requieren de luz artificial, al no disponer de ventanas para hacer uso de la luz natural.

La percepción de los encuestados, respecto a la disponibilidad de energía natural, da paso a analizar la posibilidad del uso de la misma a través de pequeñas estaciones de paneles solares para el uso estudiantil.



Ambos grupos afirman que, si bien la universidad realiza un consumo normal de energía eléctrica, podría implementar medidas para disminuir su consumo. Así mismo, ambos grupos afirman que la universidad a pesar de saber cómo disminuir el consumo de éste recurso ha decidido no tomar acciones.

La UEES recientemente dispone de información respecto a su consumo de energía eléctrica, a través del cálculo de su huella de carbono en el 2014. Esta podría ser la razón de que a pesar de saber cómo disminuir su consumo de energía eléctrica, la universidad aún no haya tomado acciones.

#### *Planillas de consumo de energía eléctrica*

La conversión de datos en las planillas de consumo de energía eléctrica dio como resultado que la UEES está generando un 5% menos de kg de CO<sub>2</sub> como resultado del cese de sus actividades constructivas de nuevas infraestructuras físicas en el campus, como la construcción del edificio de Postgrado.

Este dato deberá ser tomado como referencia para futuras actividades constructivas, puesto que permite tener un valor de los kg de CO<sub>2</sub> aproximados que genera la UEES al momento de llevar a cabo un proceso constructivo. De esto tenemos también que se pueden realizar actividades que compensen la generación de los kg de CO<sub>2</sub> a generarse para disminuir y/o compensar el consumo del recurso energético.

## **Conclusiones**

A través de la matriz de observación se identificaron oportunidades de mejora en relación a la infiltración de aire acondicionado, iluminación interior en las aulas y los pasillos, y control de los acondicionadores de aire. También se verificó que aquellos pasillos ubicados entre las aulas de clase, no disponen de suficiente luz natural para iluminar su interior, por lo que permanecen con las luces encendidas prologados períodos de tiempo.

Las máquinas, impresoras o proyectores que permanecen conectados a la fuente de alimentación, aun cuando no están en uso, podrían ser responsables de un 5%-10% de consumo de energía eléctrica en el campus.

Las encuestas demostraron que tanto el personal de mantenimiento como los alumnos consideran eficiente el uso de energía eléctrica en la universidad y por lo tanto afirman que no permanecen encendidas las luces o los acondicionadores de aire de manera innecesaria.

Así mismo, ambos grupos encuestados afirman que existe disponibilidad de energía natural en los edificios del campus, de manera que ésta podría ser aprovechada para su beneficio.

A través de la conversión de los kWh consumidos cada mes por la universidad a kg CO<sub>2</sub>, se pudo determinar que la universidad está consumiendo aproximadamente un 5% menos de energía eléctrica. Sin embargo, gran parte de esto se debe a que cesaron sus actividades constructivas en el edificio de Postgrado.

## **Recomendaciones**

En base a los resultados obtenidos de la matriz se recomienda implementar las siguientes medidas para disminuir el consumo de energía eléctrica en el campus de la universidad, y con esto, disminuir también sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Puertas:** para disminuir la infiltración del aire acondicionado desde las oficinas y las aulas de clase a los pasillos, se propone implementar en cada una de ellas cerradores automáticos para las puertas. Estos dispositivos mantendrán las puertas cerradas a pesar de que alguna persona olvide cerrarlas.

**Pasillos:** se propone la implementación de sensores de movimiento en los pasillos, de manera que al detectar movimientos estos enciendan las luces, y evitar que permanezcan encendidos. Estos dispositivos también pueden ser modificados para activarse al detectar poca luz natural. Si estos mecanismos se implementaran en aulas, también se podría evitar que en ellas las luces permanezcan encendidas innecesariamente.

**Acondicionadores de aire:** se propone utilizar economizadores. Los economizadores son mecanismos que monitorean las condiciones ambientales del exterior y las compara con las condiciones del interior de un edificio. De acuerdo a Zambrano y Fumo (2007) cuando el aire externo cumpla con las condiciones establecidas por el usuario, el economizador apagará el compresor y permitirá el ingreso del aire fresco del exterior hacia el interior del edificio. Las temperaturas más altas en el campus se registran en horarios de la tarde, mientras que por la noche la temperatura baja algunos grados, por lo que podríamos inferir que este sería el horario en el que se active la mayoría de los economizadores.

Equipos eléctricos: se sugiere conectar las computadoras, principalmente aquellas en los laboratorios de cómputo de los edificios G, D y en la Biblioteca, a *Smart Strips* o regletas inteligentes, las cuales al detectar que la computadora o máquina se encuentra inactiva, inmediatamente interrumpe el paso de la energía de la fuente a la máquina, evitando así el “consumo fantasma”.

Máquinas expendedoras: el uso de energía eléctrica en las máquinas expendedoras de *snacks* y/o bebidas puede también disminuir a través de la implementación de nuevos modelos como los que dispone la marca ENERGY STAR, los cuales iluminan su interior, al iniciar una transferencia y mantiene ciclos de refrigeración cada 3 horas (o según lo disponga el usuario) para mantener los productos a una temperatura agradable. Esto evita que consuman energía en iluminación y refrigeración innecesariamente.

De manera general, la universidad podría implementar estaciones con paneles solares para aprovechamiento de la luz solar en el campus. Estas estaciones podrán funcionar como sitios de carga de equipos electrónicos para los estudiantes como computadores portátiles, teléfonos celulares o *tablets*. Estas estaciones podrían ser aprovechadas también para generar conciencia a los estudiantes, personal y/o visitantes sobre el consumo de recursos naturales de manera sostenible.

A largo plazo, la universidad podría generar su propia energía a partir de la energía solar, implementando paneles solares que puedan abastecer las actividades en todo el campus.

Se recomienda a la UEES analizar la implementación de las acciones propuestas en el presente documento y socializar los resultados con el cuerpo estudiantil y el personal de

mantenimiento. Se recomienda también evaluar el consumo que realiza de los demás recursos (agua, combustible, etc.) y plantearse objetivos para optimizar su uso.

Este tipo de investigación identifica otras oportunidades de mejora para la institución relacionadas al control y sistematización de la información. Como ejemplo, se recomienda el uso de medidores de consumo de energía eléctrica en cada edificio, de manera que se pueda identificar con mayor precisión y exactitud cuál de ellos es el que mayor consumo de energía eléctrica realiza.

Se sugiere también, mantener los datos el consumo de energía eléctrica del campus, tabulados de manera que se pueda identificar de inmediato alguna anomalía en el consumo de energía. Se recomienda a la UEES plantearse metas de disminución en el consumo de los recursos agua y energía eléctrica, de manera que puedan paulatinamente ir disminuyendo su HC y postularse para el UI GreenMetric World University Ranking.

## **Referencias Bibliográficas**

Barange , M., & Perry, R. I. (2009). Repercusiones físicas y ecológicas del cambio climático en a pesca de captura marina y continental y en la acuicultura. (FAO, Ed.) *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura:visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*(530), FAO. pp. 7–118.

Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (10 de Octubre de 2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 8(10), 7/11.

CEDOM. (10 de Diciembre de 2012). *Dirección General Centro Documental de Información y Archivo Legislativo*. Recuperado el 20 de Febrero de 2015, de <http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley4428.html>

Chakraborty, D., & Roy, J. (Octubre de 2013). Corporate Carbon Footprint Accounting: Estimating Carbon Footprint of an Indian Paperboard and Paper Production Unit. *International Journal of Business Insights & Transformation*, 6(1), 1-10.

Chang, K. (23 de Junio de 2005). Charles D. Keeling, 77, Who Raised Global Warming Issues, Dies. *New York Times*.

Colque Pinelo, M., & Sánchez Campos, V. (Marzo de 2007). Los gases de efecto invernadero: ¿Por qué se produce el calentamiento global? *Asociación Civil Labor / Amigos de la Tierra - Perú*, 6 pp.

Corominas, J. (Septiembre de 2013). Los primeros minutos del efecto invernadero. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*(ISSN: 1697-011X), pp 1/8.

DEFRA. (2014). *Guidelines for DEFRA/DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting*. Recuperado el 23 de Abril de 2014, de

<http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/>

Diario El País. (27 de Abril de 2006). Recuperado el 23 de Abril de 2014, de

[http://elpais.com/diario/2006/04/27/ciberpais/1146104666\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2006/04/27/ciberpais/1146104666_850215.html)

Guenster, N., Derwall, J., Bauer, R., & Koedijk, K. (2011). *The Economic Value of Corporate Eco-Efficiency*. *European Financial Management* (4 ed., Vol. 17). pp

679–704: DOI: 10.1111/j.1468-036X.2009.00532.x.

INEN 14:064. (2010). *Gases de efecto invernadero - Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero*.

Quito: 9/11 pp Primera Edición.

IPCC. (2001). *Tercer Informe de Evaluación del IPCC; Glosario de Términos*. 7/27 pp.

Letkiewicz, D. (2010). *Campus Energy Assessment*. 16/171 pp: The City College of New York (CCNY).

MAE. (26 de Enero de 2015). *Ministerio del Ambiente*. Recuperado el 20 de Febrero de 2015, de 1 831 familias se benefician con proyectos de adaptabilidad al cambio climático: <https://www.ambiente.gob.ec/tag/cambio-climatico/>

Malave, N. (2007). *Escala Tipo Likert*. República Bolivariana de Venezuela. Ministerio de Educación Universitario. pp 2-16.

Maslin, M. (2014). *Global Warming: a very short introduction*. Oxford University Press, 24/162.

Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. 4/25 pp.

OMM. (2013). La concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanza un nuevo récord . *Comunicado de Prensa No. 980*, (pág. 4). Ginebra.

Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (Julio de 2010). Carbon footprint: current methods of estimation. *178(1-4)*, 135/160 pp.

Rodríguez Grimón, R. O. (2014). *Medición de la sustentabilidad universitaria a través de la huella de carbonoy el plan de manejo para su reducción en el campus de la Universidad Espiritu Santo (UEES)*. 19/35 pp Guayaquil: UEES.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). *Guía para la elaboración del informe de Huella de Carbono Corporativa en entidades públicas del Distrito Capital*. Recuperado el

23 de Abril de 2015, de



[http://ambientebogota.gov.co/en/c/document\\_library/get\\_file?uuid=015755de-1e95-49fb-8c7c-667c4fb398fa&groupId=10157](http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file?uuid=015755de-1e95-49fb-8c7c-667c4fb398fa&groupId=10157)

Sprangers, S. (2011). Calculating the carbon footprint of universities. *Róterdam: Erasmus School of Economics.*, 13/15 pp.

UEES. (2013). *Universidad de Especialidades Espíritu Santo*. Recuperado el 29 de Marzo de 2014, de Historia: <http://www.uees.edu.ec/institucional/historia.php>

UI GreenMetric. (22 de Marzo de 2010). *UI GreenMetric World University Ranking*. Recuperado el 26 de Marzo de 2015, de About the Ranking: <http://greenmetric.ui.ac.id/page/>

Vetter, J. (2010). *Knowing Global Environments: New Historical Perspectives on the Field*. *Rutgers University Press*, 196-197 / 272 pp.

Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on Earth*. New Society Publishers.

Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). *A Definition of "Carbon Footprint"*. (Vol. Chapter 1). 1/11 pp, USA: Nova Science Publishers.

Zambrano, J., & Fumo, N. (2007). *Potencial de ahorro de energía en sistemas de aire acondicionado en la ciudad de San Cristóbal con la utilización de economizadores*

*aire-aire*. Recuperado el 23 de Abril de 2015, de 8vo Congreso Iberoamericano de

Ingeniería

Mecánica:

[http://www.academia.edu/6563463/POTENCIAL\\_DE\\_AHORRO\\_DE\\_ENERG%C3%8DA\\_EN\\_SISTEMAS\\_DE\\_AIRE\\_ACONDICIONADO\\_EN\\_LA\\_CIUADAD\\_DE\\_SAN\\_CRIST%93BAL\\_CON\\_LA\\_UTILIZACI%93N\\_DE\\_ECONOMIZADORES\\_AIRE-AIRE](http://www.academia.edu/6563463/POTENCIAL_DE_AHORRO_DE_ENERG%C3%8DA_EN_SISTEMAS_DE_AIRE_ACONDICIONADO_EN_LA_CIUADAD_DE_SAN_CRIST%93BAL_CON_LA_UTILIZACI%93N_DE_ECONOMIZADORES_AIRE-AIRE)