

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

“Determinación de la huella de carbono y la huella hídrica en el Instituto Tecnológico Superior SUCRE, Quito, Ecuador: Propuesta de un sistema de mitigación”

Realizado por:

SILVIA ALEXANDRA ERAZO GUZMÁN

Director de tesis:

Magíster Walberto Gallegos

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

Quito, Marzo 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, SILVIA ALEXANDRA ERAZO GUZMÁN, con cédula de identidad # 171424350-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA Y CEDULA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:
**“Determinación de la huella de carbono y la huella hídrica en el
Instituto Tecnológico Superior SUCRE, Quito, Ecuador: Propuesta de
un sistema de mitigación”**

Realizado por:

SILVIA ALEXANDRA ERAZO GUZMÁN

Como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN GESTION AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

WALBERTO GALLEGOS

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:



IVONNE CARRILLO



MIGUEL MARTÍNEZ-FRESNEDA MESTRE

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

QUITO, MARZO DE 2018

DEDICATORIA

Este trabajo que está realizado con mucho esfuerzo y sacrificio va dedicado con todo el amor primero a Dios por haberme provisto de fuerza y salud para llegar a la meta propuesta, y segundo a mi Esposo Juan Pablo mi amor, mi compañero, mi amigo, infinitas gracias por todo por estar ahí siempre en todo momento por su paciencia y sobre todo por ese inmenso amor, a mis Juanes mi hijos de mi vida ésta meta cumplida es para y por ustedes todo sacrificio siempre será poco, por ustedes mi vida entera, a mi Madre Teresa mi ejemplo de tenacidad, de decisión gracias por ser mi luz y mi guía, mi amiga, a mi Ángel que está en el cielo mil gracias por que junto con mi madre hicieron de mi un ser humano lleno de valores y principios por que hicieron de su hija una persona íntegra y una excelente profesional. Gracias a ti María Isabel por haber sido mi compañera y amiga en este sendero que decidimos emprender este camino juntas.

Dios les pague a todos desde el fondo de mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Quiero hacer un reconocimiento a mi universidad UISEK por permitirme llegar a culminar con éxitos un peldaño más en mi vida profesional gracias infinitas a mis profesores por los conocimientos impartidos, a mis profesores Eduardo Lobo y Walberto Gallegos por su tiempo y experiencia y dedicación en la realización de mi trabajo de titulación, un eterno reconocimiento.

8/3/18 5:23:00 a.23.p.23.

Para ser sometido a: *Revista Mexicana de Biodiversidad*

To be submitted to: (en caso de revista en inglés)

“Determinación de la huella de carbono y la huella hídrica en el Instituto Tecnológico Superior SUCRE, Quito, Ecuador: Propuesta de un sistema de mitigación”

Carbon and water footprint determination in the Sucre Higher Technological Institute, Quito, Ecuador: Proposal for a mitigation system.

Silvia Alexandra Erazo Guzmán¹ & Walberto Gallegos²

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Email: alexi_erazog@hotmail.com

²Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Email: walberto.gallegos@uisek.edu.ec

- Autor de correspondencia: MsC. Walberto Gallegos, walberto.gallegos@uisek.edu.ec

Título corto (Running title): Determinación de huellas de carbono e hídrica

Resumen

Actualmente, uno de los principales problemas ambientales que afecta a la mayoría de las personas es el cambio climático, un cambio que afecta a todo el planeta debido a las actividades antrópicas. Por esta razón, el cálculo de la huella de carbono y agua constituye una herramienta práctica para determinar las emisiones e identificar fuentes, buscando proponer sistemas de mitigación.

El cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica proporciona información para tomar medidas para la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) así como también permite controlar el consumo excesivo de los recursos como es el agua potable, energía eléctrica, papel y plástico.

Las directrices de las normas ISO 14044:2016 e ISO 14064:2016 serán de apoyo en el cálculo de la huella hídrica así como también la huella de carbono convirtiéndose en una oportunidad para implementar actividades de mitigación en la institución.

Este estudio representa de manera visible la situación ambiental de la institución en donde se evidencia el manejo inadecuado de los recursos: energía eléctrica, agua potable, plástico y papel, convirtiéndose en un fundamento de concienciación para la comunidad educativa del ITS-Sucre sobre buenas prácticas ambientales.

El Instituto Tecnológico Superior SUCRE (ITS-Sucre) es una Institución de Educación Superior, ubicada en la ciudad de Quito, que forman profesionales a nivel tecnológico en diferentes áreas del sector industrial. Esta institución preocupada por los problemas ambientales por los que el mundo y el país se encuentra atravesando, emprende el reto de reducir la huella de carbono y la huella hídrica en las actividades que la institución desarrolla.

El ITS-Sucre es un lugar adecuado para iniciar con el cambio de actitud que la sociedad requiere para avanzar en la resolución de problemas ambientales. Valorando adecuadamente los recursos naturales como: energía eléctrica, agua potable, papel y plástico, los estudiantes contabilizarán las emisiones de gases efecto invernadero GEI, que se generan a partir de las actividades en la institución. Después de conocer estas emisiones, se diseña e implementa un plan para poner en práctica acciones para su disminución.

El impacto ambiental que produce la institución será medida llevando a cabo un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero GEI, para calcular la huella de carbono, y la huella hídrica para identificar el volumen de agua utilizada.

Los resultados que arroje el proyecto sirven para implementar estrategias que permitan crear una cultura de ahorro tanto energético como del recurso agua.

Palabras clave

Huella de carbono, huella hídrica, sistema de mitigación, buenas prácticas ambientales, ITS-Sucre, Quito.

ABSTRACT

Currently, one of the main environmental problems is climate change, which has an impact on human beings and transforms the entire planet due to anthropogenic activities. Therefore, calculating carbon and water footprint is a useful tool to determine and identify sources of pollution, with the aim of proposing climate change mitigation systems.

Carbon and water footprint estimation provides substantial information to implement actions for reducing greenhouse gases (GHG) as well as controlling excessive consumption of resources such as drinking water, electricity, paper and plastic.

The ISO 14044:2016 and ISO 14064:2016 guidelines are also compatible with the calculation of water and carbon footprint, presenting an opportunity to implement mitigation activities in private or public institutions.

This study represents an evident environmental situation of an institution that manages inadequately its resources such as electric power, potable water, plastic and paper, representing a source for improving environmental awareness and practices for the academic community of The Higher Technological Institute SUCRE (ITS-Sucre).

ITS-Sucre is an Institution of Higher Education, located in the city of Quito, which trains professionals at a technological level in different areas of the industrial sector. This institution is concerned about environmental problems around the world and the country, undertaking the challenge of reducing its carbon and water footprint across all of its activities.

Furthermore, ITS-Sucre is a suitable place to start changing society's attitude towards progressing in the resolution of current environmental problems. Recognizing the value of natural resources such as electric power, drinking water, paper and plastic, students can learn about accounting GHG emissions, which are released from the activities of ITS-Sucre. After acquiring knowing about these emissions, an environmental plan of action was designed and implemented to reduce these emissions.

The environmental impact generated by ITS Sucre will be calculated by both accounting GHG gases to obtain the total carbon footprint, and identifying the water consumption volume to measure the water footprint of this institution.

The results of this project will be useful to implement strategies that allow creating a culture of saving both energy and water resources.

Keywords

Carbon footprint, water footprint, mitigation system, good environmental practices, ITS-Sucre, Quito.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema ambiental que surge a inicios de la época industrial en donde el ser humano empieza hacer uso de los recursos naturales para producir y satisfacer sus necesidades, ejerciendo presión sobre dichos recursos y generando un desbalance en el ambiente provocando conflictos y que en la actualidad han incrementado la necesidad de implementar estrategias que ayuden a identificar las causas de estas emisiones, tratando de establecer medidas de mitigación y compensación a esta problemática, implementado estrategias como el cálculo de la huella de carbono y la huella hídrica (Santamaría, 2014).

Estos instrumentos de cálculo representan el soporte para la toma de decisiones sobre las mejoras con las que se procura mitigar el impacto ambiental provocado por actividades antrópicas. Estas herramientas al ser aplicadas emiten valores que alerten a la comunidad educativa la cual establecerá responsabilidades compartidas lo que genera un cambio y compromiso frente a este problema ambiental (Alcaraz, 2014).

El cálculo de la huella hídrica es un instrumento de análisis sobre el consumo de agua potable, las actividades que se desarrollan en la institución están relacionadas al uso excesivo de este recurso, con la medición de huella hídrica se identifica los impactos ambientales que esto genera, sin embargo esta adquiere una visión más amplia que muestra que la institución carece de conocimientos frente al tema y no existe la conciencia sobre el uso adecuado de este recurso natural (Esagua, 2015).

Se evidencia una demanda creciente para la evaluación de huella del agua, este líquido es esencial para la producción industrial, agrícola y la seguridad alimentaria. Es el elemento vital de los ecosistemas, incluyendo bosques, lagos y pantanos. Sin embargo, nuestros recursos de agua dulce están disminuyendo a un ritmo alarmante. La creciente escasez de agua es ahora uno de los principales desafíos para el desarrollo sostenible. Un reto cada vez más relevante con la creciente población mundial, con estándares de calidad de vida más altos, cambios en las dietas y la agudización del cambio climático por las actividades generadas por el ser humano. Existen instituciones que se encuentran trabajando en esta problemática de manera voluntaria sobre la huella hídrica y las consecuencias que trae consigo el no tener clara la situación ambiental por la que está pasando en la actualidad con el consumo excesivo del recurso hídrico debido al cambio climático Luis Castelli (2013).

Toda actividad, bien o servicio que se orienta a satisfacer las necesidades del ser humano traen consigo carga de contaminación, medida en masa de CO₂ equivalente (Metrología, 2013). En este contexto ITS-Sucre, una institución de educación superior, en contribución a la lucha contra el cambio climático emprende el reto de conocer el origen y la magnitud de sus emisiones de gases de efecto invernadero y el volumen de agua utilizado en sus procesos que se transforman en la Huella de Carbono y en la Huella Hídrica.

Los compromisos ambientales adquiridos en la pasada Conferencia 21 de las partes de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 21), en París, donde se indica que se debe mantener la temperatura media por debajo de los dos grados centígrados, es un llamado a crear conciencia ecológica desde los espacios en donde cada ser humano desarrolla sus actividades cotidianas (Natura, 2014).

En este sentido el cálculo de la huella de carbono y la huella hídrica está orientada a ser una herramienta de gestión para la disminución de emisiones de GEI en el ITS-SUCRE; lo cual se traduce en ahorro de costos, al mejorar las actividades inherente al sistema, dado que la institución pertenece al sector público es de vital importancia levantar esta información para transmitir a las demás instituciones a nivel local y posteriormente a nivel nacional. Esto conlleva a que el ente rector de educación superior SENESCYT se comprometa con la mejora de la infraestructura de la institución.

Por otra, parte el cálculo de la huella de carbono y de la huella hídrica, es un instrumento que ayuda a identificar la cantidad de gases de efecto invernadero GEI, lo que permite entender el riesgo y los diferentes impactos relevantes a nivel institucional, es por esto que su cálculo es importante al momento de proponer estrategias que permitan la gestión integral de recursos como energía eléctrica, agua potable, papel y plástico (Frohmann, 2013).

En el presente proyecto se busca fusionar instrumentos de planificación y gestión ambiental por medio del cálculo de la Huella de Carbono y Huella Hídrica, permitiendo que estudiantes, docentes y demás personal que labora en esta institución, posean acceso a éstas herramientas que contribuyan en la caracterización, priorización y desarrollo de acciones que colaboren a la adaptación al cambio climático y que aporten a la mitigación, estableciendo un compromiso por parte de la comunidad educativa para reducir el impacto que existe sobre el cambio climático Climatique (2015).

El objetivo principal de esta investigación es calcular la huella de carbono y la huella hídrica en el ITS-Sucre, mediante la implementación de estrategias que sirven para identificar oportunidades de mejora continua en el desempeño ambiental de la institución. Determinar la huella de carbono utilizando metodologías estandarizadas como la ISO 14064:2016 y la ISO 14044:2016, que servirán, además, para definir estrategias en la reducción de los GEI en el ITS-Sucre Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016).

Se espera contribuir, de esta manera, con el proceso de educación ambiental a los estudiantes, docentes y personal administrativo del ITS- SUCRE sobre el uso apropiado de los recursos, mediante conferencias, inducciones y prácticas que disminuirán las emisiones relacionadas, con el transporte, la alimentación, el consumo doméstico de energía, el consumo de agua y la gestión de los residuos y que se conviertan en acciones y actitudes concretas en pro de lograr los objetivos planteados para mejorar la gestión. La educación ambiental es un puntal clave en los resultados que se esperan para la disminución en el consumo de los recursos naturales (UNESCO, 2014).

La hipótesis planteada en este trabajo establece que: *el estudio de la huella de carbono y la huella hídrica en las actividades desarrolladas por la comunidad educativa del ITS- Sucre, posibilitará evidencias cuantitativas que servirán de base para la propuesta de un sistema de mitigación.*

MATERIALES Y METODOS

AREA DE ESTUDIO

La presente investigación fue realizada en el Instituto Tecnológico Superior Sucre, ubicado en la Av. 10 de agosto 2627 y Luis Mosquera Narváez, durante el período enero – noviembre del año 2017, como se indica en la Figura °1. La población está compuesta por docentes, administrativos y estudiantes del ITS-Sucre donde hay 5 carreras tecnológicas: Gestión Ambiental, Desarrollo Infantil, Atención Primaria de Salud, Tecnología Textil, Tecnología en Producción Audiovisual correspondiente a la sede norte. El número de personas en la institución según un censo realizado en 2017 es de 900 personas.



Elaboración: Autora

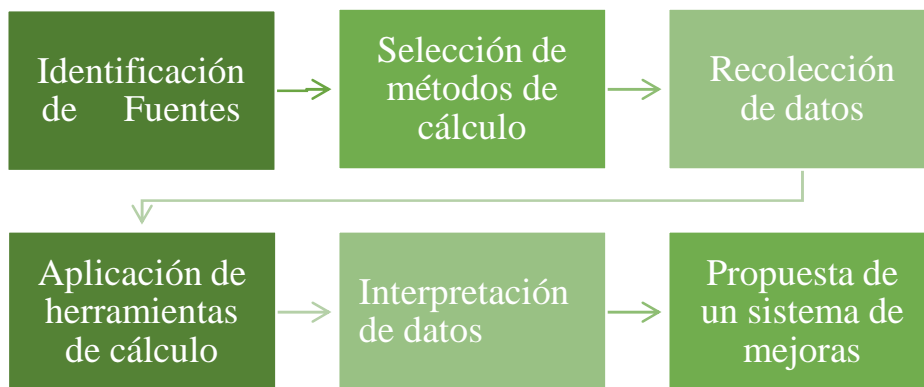
Figura 1. Mapa de área de estudio mostrando la localización del ITS-Sucre, Quito, Ecuador.

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SUCRE

El cálculo de la huella de carbono se establece siguiendo las metodologías presentadas por las normas ISO 14064:2015, ejecutadas en tres fases: Identificación de las fuentes de emisión, recopilación de datos y el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero (César Espíndola, 2012).

IDENTIFICACIÓN Y CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI

Para realizar el cálculo de huella de carbono y con relación a las etapas, en este estudio se emplea la metodología de Metrología (2013), basada en la Norma ISO 14064:2015 representada en la Figura 2.



Elaboración: Autora

Figura 2. Metodología aplicada para la identificación y cálculo de emisiones de GEI.

Dentro de la identificación de las fuentes de emisiones de GEI se encuentran los siguientes alcances:

Alcance 1: Dentro de este alcance se encuentran las emisiones directas provenientes del transporte. Para este caso de este estudio no se considera al transporte ya que el lugar de estacionamientos es pequeño y solo dos vehículos se parquean de forma permanente siendo muy pequeñas las emisiones en este caso, dejándolo para una segunda etapa.

Alcance 2: Las emisiones indirectas son aquellas que proceden de la electricidad consumida por una organización (César Espíndola, 2012), para este caso la energía eléctrica proviene del sistema interconectado de la Empresa Eléctrica Quito, la cual es consumida en los equipos eléctricos que se encuentran instalados en la institución.

Alcance 3: Son consideradas como emisiones indirectas la gestión de residuos sólidos

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO ENERGÍA ELÉCTRICA, PAPEL Y PLÁSTICO

Para el cálculo de la huella de carbono de energía eléctrica se basa en la fórmula constante en la ecuación 1 (ec. 1), obtenida de Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016).

$$HC = DA \times Fe \quad (\text{ec. 1})$$

Dónde:

HC → Huella de Carbono (t CO₂)

DA → Datos de la actividad, cantidades obtenidas para la obtención de información sobre Consumo de energía en la institución.

Fe → Factor de emisión de electricidad.

De la misma forma que en el cálculo de la huella de carbono para la energía eléctrica, en el cálculo de la huella de carbono del plástico y del papel se emplea la fórmula constante en la ecuación 1 (ec. 1), tomando en cuenta el factor de emisión correspondiente a cada actividad.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para el análisis de los datos se utilizó la estadística descriptiva, como por ejemplo medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar y Coeficiente de Variación), utilizando el software PAST v. 2.50 (Hammer et al., 2001). Para comparar las medias entre las variables, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney, con nivel de significancia = 0.05. Los datos fueron procesados en el software PAST v. 2.50 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS

CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, PLÁSTICO Y PAPEL

Para el cálculo de la huella de carbono de energía eléctrica se utilizó la fórmula constante en la ecuación 1 (ec. 1), donde:

DA= Consumo total CO₂eq del año 2017 = 52.382 kW/h (facturación mensual del consumo de energía eléctrica en el ITS-Sucre).

Fe= Factor de emisión de electricidad = 0.290 KgCO₂/kW/h (constante obtenida de Oficina Española de Cambio Climático, 2016).

HC → Huella de Carbono (t CO₂).

$$HC = 52382 \frac{kW}{h} \times 0.290 \frac{KgCO_2}{kW/h}$$

$$HC = 15.191,00 tCO_2$$

Para el cálculo de la huella de carbono del plástico se utilizó la fórmula constante en la ecuación 1 (ec. 1), considerando que el consumo total del 2017 fue de 4,732 botellas.

DA= Peso Total: 123.3 Kg.

Fe= Factor de emisión del plástico PET = 2.538 KgCO₂/Kg (constante obtenida de Parra, 2014).

$$HC = 123.3 Kg \times 2.538 \frac{KgCO_2}{Kg}$$

$$HC = 312.8 tCO_2$$

Para el cálculo de la huella de carbono de papel se utilizó la fórmula constante en la ecuación 1 (ec. 1), considerando que el consumo total del 2017 fue de 102 resmas.

DA= Peso Total: 234.6 Kg.

Fe= c = 1,84 KgCO₂/Kg (constante obtenida de Oficina Española de Cambio Climático, 2016).

$$HC = 234.6 \text{ Kg} \times 1.84 \frac{\text{KgCO}_2}{\text{Kg}}$$

$$HC = 431.7 \text{ tCO}_2$$

En la Tabla 1 se indica que en el ITS-Sucre, durante el período entre enero a diciembre 2017, generó 15.935,2 tCO₂, destacando que la energía eléctrica fue responsable por el 95,3% de las emisiones y la generación de residuos sólidos 4,67%.

Tabla 1. Cálculo de emisiones en toneladas de dióxido de carbono de energía eléctrica, papel, plástico.

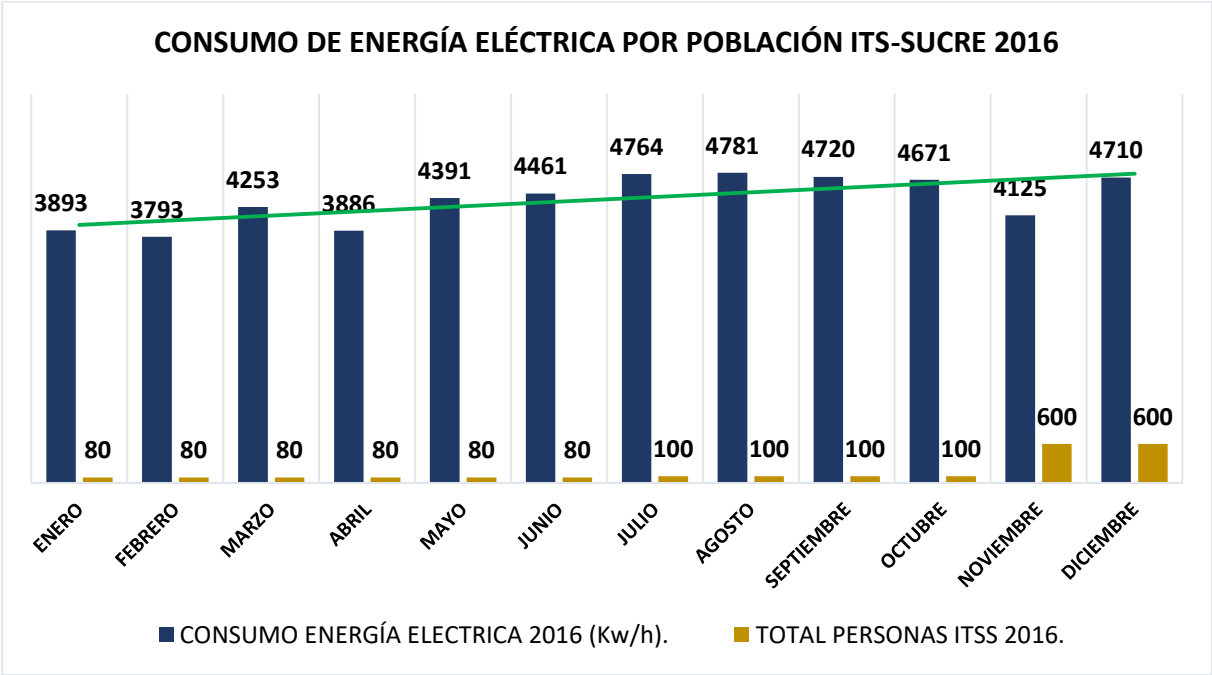
Alcance	Fuente	Cantidad anual (t CO ₂)	Porcentaje (%)
Alcance 2	Huella de carbono de energía eléctrica calculado para el ITS-Sucre.	15.190,7	95,3
Alcance 3	Huella de carbono de plástico + papel calculado para el ITS-Sucre.	744,5	4,7
	TOTAL	15.935,2	100

Elaboración: Autora

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR POBLACIÓN ITS-SUCRE 2016-2017

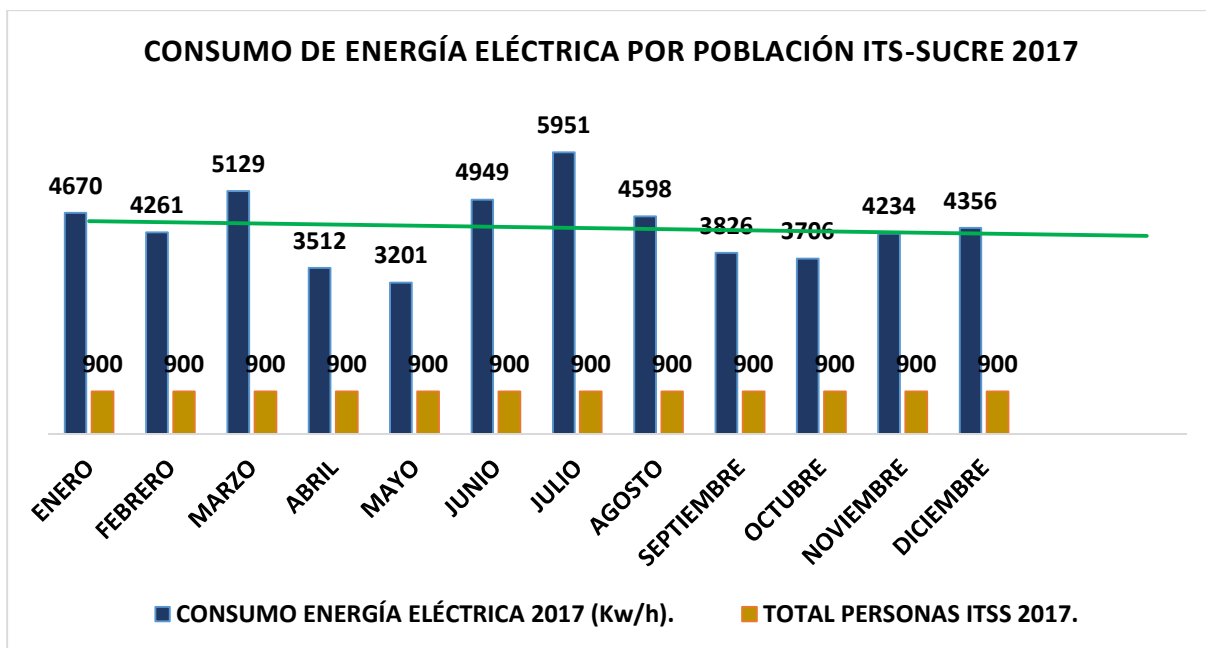
Como se observa en la Figura 4, a partir del mes de julio de 2016 hubo un incremento de 80 a 100 personas en el ITS-Sucre, debido a que el personal administrativo pasa a ocupar las dependencias del Instituto. A partir de este mes en adelante el incremento de personas fue aumentando hasta llegar a 900 personas en el 2017, entre personal administrativo, personal docente y estudiantes (Fig. 5). Al comparar las medias del número de personas trabajando en el ITS-Sucre, $173,3 \pm 199,5$ (CV = 115,1%) en el año de 2016, versus 900 (CV = 0%) en el año de 2017, se verificó que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$).

Se observa que el consumo de energía eléctrica en 2016 presentó un valor medio de $4.370,7 \pm 373,0$ kW/h (Coeficiente de Variación CV = 8,5%), y en el año de 2017 un valor medio de $4.366,1 \pm 7764,1$ kW/h (CV = 17,5%), no habiendo sido constatadas diferencias significativas entre ambas medias ($p > 0.05$). Cabe destacar por tanto, que aun cuando no hubo diferencias significativas entre las medias del consumo de energía eléctrica, el número de personas trabajando en el ITS-Sucre aumentó significativamente entre 2016 y 2017 ($p < 0.05$), indicando, por ende, que en 2017 hubo un consumo más racional de energía eléctrica por parte de la comunidad educativa. Este hecho demuestra que las actividades implementadas en 2017 para la disminución de energía eléctrica en la institución fueron eficientes, como por ejemplo, capacitaciones, charlas, y talleres sobre buenas prácticas ambientales.



Fuente: Empresa Eléctrica Quito

Figura 4. Consumo de Energía Eléctrica en el ITS-Sucre durante el año de 2016.

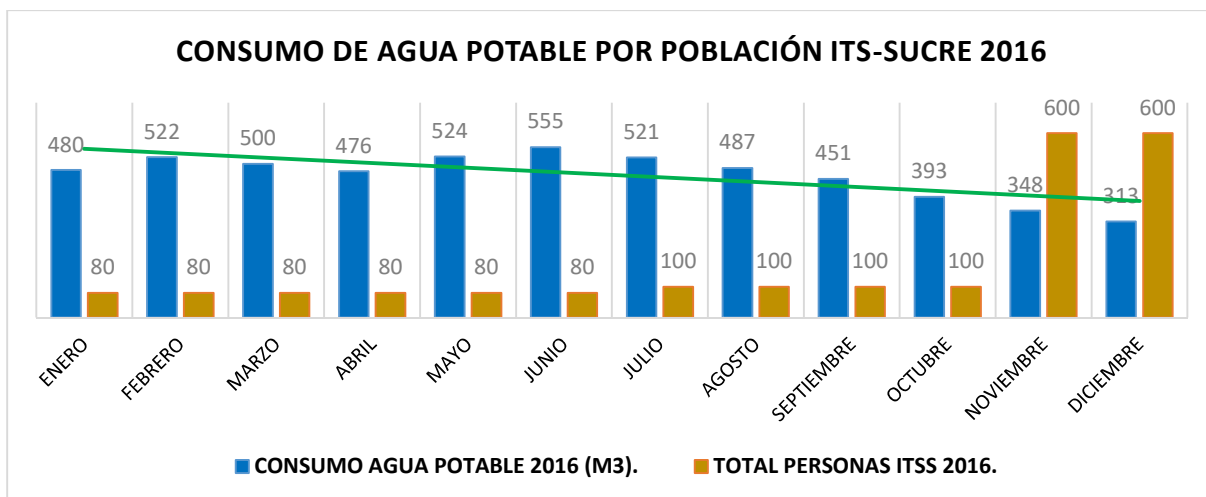


Fuente: Empresa Eléctrica Quito

Figura 5. Consumo Energía Eléctrica en el ITS-Sucré durante el año 2017.

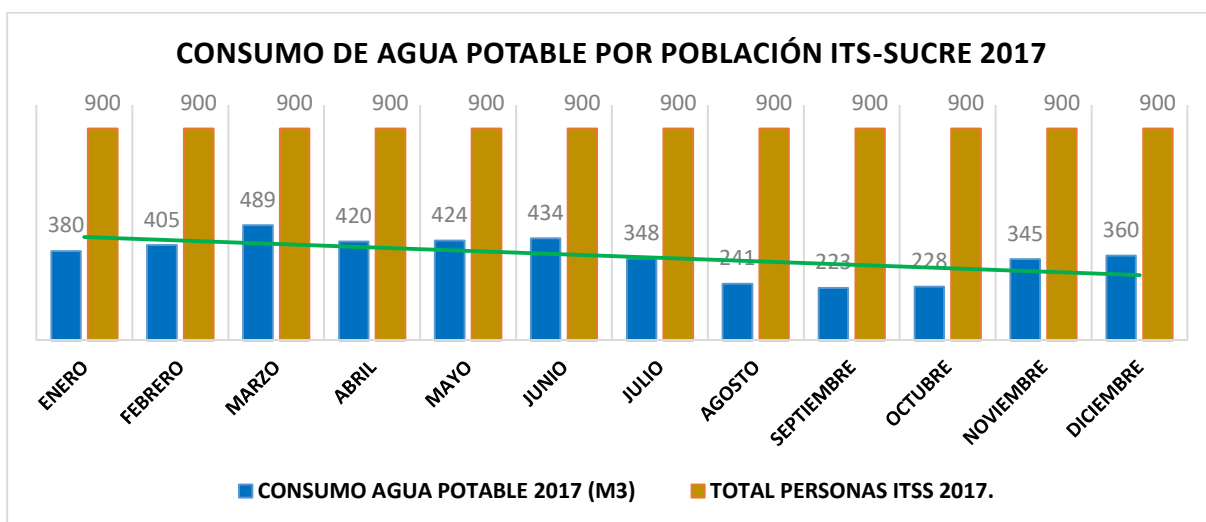
CONSUMO DE AGUA POTABLE POR POBLACIÓN ITS-SUCRE 2016-2017

Como se observa en las figuras 6 y 7, el consumo de agua potable en 2016 presentó un valor medio de $464,2 \pm 75,2 \text{ m}^3$ ($CV = 16,2\%$), y en el año de 2017 un valor medio de $358,1 \pm 86,8 \text{ m}^3$ ($CV = 24,2\%$), habiendo sido constatadas diferencias significativas entre ambas medias ($p < 0,05$). Considerando que la población aumento de 100 a 900 personas entre 2016 y 2017, la diferencia detectada entre el consumo de agua potable entre 2016 y 2017, siendo significativamente menor en 2017 ($P < 0,05$), se verifica que en 2017 hubo un consumo más racional de agua potable por parte de la comunidad educativa. Este hecho ratifica que las actividades implementadas en 2017 para la disminución del consumo de agua potable y de la energía eléctrica en la institución fueron eficientes.



Fuente: EPMAPS

Figura 6. Consumo de agua potable en el ITS-Sucre durante el año 2016.



Fuente: EPMAPS.

Figura 7. Consumo de agua potable en el ITS-Sucre durante el año 2017.

DISCUSION DE RESULTADOS

Según Vilches (2012), el cálculo de la huella de carbono de la Universidad Politécnica Salesiana de Quito Campus Sur (UPS- Sur) fue de 873,9 tCO_{2eq} anual, valor que incluye el alcance 1, donde se encuentran las emisiones directas provenientes del transporte, mientras que el resultado de la huella de carbono del ITS-Sucre para 2017 fue de 15.935,2 tCO₂ anual, sin incluir el alcance 1, ya que apenas dos vehículos se parquean de forma permanente en el estacionamiento del instituto, y por lo tanto contribuyen con una emisión de CO₂ irrelevante. Aun considerando esta diferencia, la huella de carbono del ITS-Sucre es 18.2 veces mayor que la de UPS- Sur, con destaque para el consumo de energía, que fue responsable por el 95,3% de las emisiones.

Cabe destacar, sin embargo, que comparando las medias del consumo de energía eléctrica en el ITS-Sucre, entre 2016 y 2017, no hubo diferencias significativas entre las mismas ($p > 0.05$). En contrapartida, el número de personas trabajando en el ITS-Sucre aumentó significativamente entre 2016 y 2017 ($p < 0.05$), indicando, consecuentemente, que en 2017 hubo un consumo más racional de energía eléctrica por parte de la comunidad educativa. Este hecho demuestra que las actividades implementadas en 2017 para la disminución de energía eléctrica en la institución fueron eficientes, como por ejemplo, capacitaciones, charlas, y talleres sobre buenas prácticas ambientales.

En relación al consumo de agua potable en el ITS-Sucre durante los años 2016 y 2017, se verificó que hubo diferencias entre las medias del consumo, significativamente menor en el año de 2017 ($p < 0.05$). Considerando que el número de personas trabajando en el ITS-Sucre aumentó significativamente entre 2016 y 2017 ($p < 0.05$), verificase que hubo un consumo más racional de agua potable por parte de la comunidad educativa, corroborando el hecho de que las actividades implementadas en 2017 para la disminución del consumo de agua potable, al igual que para el consumo de energía eléctrica, en la institución fueron eficientes. Estos resultados están de acuerdo con la hipótesis propuesta por García (2013), la cual argumenta que crear escenarios mediante la construcción de procesos generadores de cambios con respecto al consumo de agua potable, a través de la Educación Ambiental, por medio del cálculo de la huella hídrica, permite la elaboración de propuestas para mejorar la interacción persona-recurso agua. Según Arévalo (2009), la huella hídrica es considerada como un indicador de sostenibilidad que ayuda a evidenciar la relación que existe entre hombre-recurso y el uso racional del agua potable.

Como lo expresa Medina (2014), los resultados positivos esperados en un plan de mitigación se encuentran directamente relacionados con la Educación Ambiental, argumentado que el escenario de interacción entre docentes y estudiantes implican transformaciones profundas en el ámbito social, económico y ambiental; que es de donde se deriva todo el comportamiento del ser humano frente al ambiente. Además, según el mismo autor, otro factor a considerar es que toda actividad teórica debe estar anclada a una actividad práctica para fortalecer el conocimiento y obtener cambios comportamentales.

A partir de los resultados comparativos entre los años de 2016 y 2017, concluimos que en el ITS- Sucre las actividades que se encuentran programadas en el Plan de Acción Ambiental, como por ejemplo, capacitaciones, charlas, y talleres sobre buenas prácticas ambientales, han generado cambios en la conducta de estudiantes, docentes y personal administrativo, mostrando interés sobre la sostenibilidad de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indicaron que a partir de los cálculos realizados para determinar la huella de carbono en el 2017, las emisiones indirectas que provienen del (alcance 2) son las responsables de la mayor generación de CO₂, lo que indica que el consumo de energía eléctrica es el alcance que produce el 95% de los GEI, seguido del uso y consumo de papel y plástico con el 4,7% del total de las emisiones.

A partir de la comparación estadística entre las medias del consumo de energía eléctrica, consumo de agua potable y el número de personas trabajando en el ITS-Sucre, entre 2016 y 2017, concluimos que en 2017 hubo un consumo más racional por parte de la comunidad educativa, hecho que demuestra que las actividades implementadas en 2017 para la disminución de energía eléctrica y consumo de agua potable en la institución fueron eficientes, como por ejemplo, capacitaciones, charlas, y talleres sobre buenas prácticas ambientales.

El desarrollo de esta investigación en el ITS-Sucre estableció las bases para identificar el escenario adecuado para iniciar el cambio de actitud que la comunidad educativa necesita para avanzar hacia un futuro sostenible. Como sociedad se debe asumir actitudes individuales así como también colectivas en defensa del ambiente buscando soluciones que impidan su

contaminación y degradación, contribución entendida como un proceso continuo de busca de la mejora de la calidad de vida de la población y la protección del medio ambiente.

**Anexo 1. Plan de acción ambiental en el instituto
tecnológico sucre 2017-2018.**

PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUCRE 2017-2018

PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL EN EL ITSS

OBJETIVO **GENERAL:**
 Implementar plan de acción ambiental a través de capacitaciones, talleres, charlas sobre educación ambiental a la comunidad educativa para disminuir el uso de los recursos naturales en el ITSS.

OBJETIVOS ESPECÍFICO:
 Establecer estrategias integradas que permitan el cumplimiento de los objetivos de una forma programada
 Fomentar la participación de la comunidad educativa del ITSS en el proceso de generar conciencia ambiental en las actividades propuestas.
 Establecer prioridades de actuación para la mejora continua en la institución.

TEMA	ACCIÓN ESTRATÉGICA	META	TIEMPO					ACCIONES A EJECUTARSE	RESPONSABLE
			SE P	O T	N V	D C	E E		
Energía Eléctrica	Identificación de las áreas, equipos o instalaciones de mayor consumo.	DISMINUCION el consumo en un 10% A PARTIR DE SEP.2017	X	X	X	X	X	Mejorar el rendimiento en las instalaciones eléctricas sobre todo en la iluminación y otro equipamiento eléctrico. Sustitución de las lámparas por otras de bajo consumo y de alta eficiencia energética, y disponiendo de sistemas de control de iluminación, el resto de equipos de consumo eléctrico. No usar el modo stand-by de los aparatos eléctricos y apagar completamente los aparatos cuando nos los estemos usando porque siguen consumiendo energía. Apagar las luces al salir de las aulas y de cualquier dependencia de la institución.	Docente encargada del proyecto. Estudiantes de la carrera de Gestión Ambiental. Egresados de la institución que elaboran las tesis.

Consumo de papel	Crear compromiso o sobre el ahorro de papel	Ahorro del 10% en el consumo de papel a partir del mes de septiembre 2017.	X	X	X	X	X	<p>Para la emisión de documentación se dará prioridad al uso de la herramienta informática intranet y el envío digital de documentos, con el fin de fomentar la cultura “cero papeles” en la gestión de documentación interna. De requerirse un documento en constancia física se realizará la impresión en papel y sobres reutilizados. En el caso de autoridades será obligatorio el uso de firma digital.</p> <p>El envío, revisión, lectura, análisis y corrección de documentos, entre estos los borradores de las tesis se los hará de forma electrónica y no impresa. Reducir el número de copias e impresiones. En el caso de requerirse múltiples ejemplares se deberá apoyar en herramientas electrónicas como repositorios de documentos, intranet o carpetas compartidas. Se realizará una adecuada clasificación de papel en cada oficina, área de trabajo distribuido de la siguiente manera: El papel para la reutilización es el que se ha utilizado por una sola cara y puede reutilizarse nuevamente para la impresión de documentos informativos, impresión de borradores, toma de notas, nóminas de asistencia, entre otros. Este tipo de papel se podrá ubicar en la bandeja No. 1 de todas las impresoras, con el fin de fomentar el uso del mismo.</p>	Estudiantes de la carrera de Gestión Ambiental. Egresados de la institución que elaboran las tesis.
Agua Potable	Disminución del consumo de agua potable en la institución	Ahorro del 10% del consumo de agua potable. A partir del mes de septiembre.	X	X	X	X	X	<p>Seguir con el proceso de capacitación, charlas continuas y dar seguimiento a las propuestas planteadas, para que de este modo las actividades a realizarse no se queden en el documento sino sean de acciones continuas, aquí se presenta unas actividades que irán en mejora del uso del agua potable: Seguir con el mantenimiento preventivo de las baterías sanitarias, así como también con el mantenimiento y cambio de las tuberías del agua de la institución para evitar posibles fugas; cerrar el grifo cuando no sea imprescindible tenerlo</p>	Docente encargada del proyecto. Estudiantes de la carrera de Gestión Ambiental. Egresados de la institución que elaboran las tesis.

									abierto: al enjabonarse y secarse las manos, entre otras estrategias para disminuir el consumo de agua potable.	
Consumo de plástico	Consumir menos en productos plásticos	Disminuir y/o reciclar las botellas plásticas un 10% plástico, etc. A partir del mes de septiembre.	X	X	X	X	X	X	Evitar comprar botellas si se puede transportar el líquido en termos, cantimploras o reutilizando una botella es lo más adecuado. Reutilizar, dar otro uso a los envases: por ejemplo, guardar cosas en cajas de cartón o plástico. Reciclar: en último caso, si no encontramos ninguna utilidad para el envase, reciclarlo.	Estudiantes de la carrera de Gestión Ambiental. Egresados de la institución que elaboran las tesis.

Elaboración: Autora

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, A. H. (2014). *Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia*. Obtenido de Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5043/tfm384.pdf?sequence=1>
- César Espíndola, J. O. (10 de Septiembre de 2012). *Huella de Carbono información tecnológica*. Obtenido de Huella de Carbono información tecnológica: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v23n1/art17.pdf>
- Climatique, C. O. (2015). *CAPITULO II SISTEMAS DE INDICADORES DE CAMBIO CLIMATICO HUELLA DE CARBONO PROTOCOLO DE KYOTO*. Obtenido de Observatorio del Cambio Climático: http://climatique.itccanarias.org/files/Curso%20online/Captulo_2.pdf
- Esagua. (2015). *Huella hídrica, hacia una gestión sostenible de los recursos hídricos*. Obtenido de El valor de la huella hídrica: <http://www.esagua.es/wp-content/uploads/2017/03/Reportaje-huella-hidrica-EsAgua.pdf>
- Frohmann, A. (07 de 03 de 2013). *Cálculo y etiquetado de la huella ecológica CIESPAL*. Obtenido de Huella de carbono e inventarios corporativos": https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/seminario_hc_flacso_argentina-presentacion2_2013.pdf
- Iván Felipe Medina Arboleda, P. P. (2014). La investigación en educación ambiental en América Latina: un análisis bibliométrico. *Revista Colombiana de Educación, N.º 66, Bogotá, Colombia.*, 18.
- Luis Castelli, A. C. (07 de 02 de 2013). *SEMINARIO HUELLA HÍDRICA Y EMPRESAS*. Obtenido de Huella hídrica y agua virtual: http://www.naturalezaparaelfuturo.org/observatorios/Seminario_Huella%20Hidrica%20y%20Empresas.pdf
- MDMQ. (2013). *Informe de Evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)*. Quito.
- Metrología, C. E. (2013). *INFORME DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO GEI*. Madrid.
- Natura, F. (2014). El acuerdo de París frente al cambio climático. *MINAMBIENTE*, 60.
- Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2016). Guía para el cálculo de la huella de carbono para la elaboración de un plan de mejora continua. *Guía para el cálculo de huella de carbono*, 61.
- Øyvind Hammer, D. A. (2001). *Palaeontologia Electronica*. Obtenido de PAST: PALEONTOLOGICAL STATISTICS SOFTWARE PACKAGE FOR EDUCATION AND DATA ANALYSIS : http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Richard Vilches, F. D. (2012). 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*, 12.

Sandra Milena García, J. M. (2013). LA HUELLA HÍDRICA COMO UNA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL ENFOCADA A LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO: EJERCICIO CON COMUNIDADES RURALES DE VILLAVICENCIO. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 77.

Santamaría, T. C. (16 de Septiembre de 2014). *Implementación de la metodología de la huella de carbono en los cursos de verano en la Universidad de Cantabria*. Obtenido de Implementación de la metodología de la huella de carbono en los cursos de verano en la Universidad de Cantabria.:
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5363/369514.pdf?sequence=1>

UNESCO. (2014). *Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: http://www.urv.cat/media/upload/arxiu/catedra-desenvolupament-sostenible/Informes%20VIP/unesco_etxea_-_manual_unesco_cast_-_education_for_sustainability_manual.pdf