

Propuesta de Mitigación de Huella de Carbono e Hídrica en el Instituto Superior Tecnológico Sucre

Alexandra Erazo^a, Flavio López^b
aerazo@tecnologicosucre.edu.ec, flopez@tecnologicosucre.edu.ec
a Carrera de Gestión Ambiental, b Carrera de Electricidad Industrial
Instituto Superior Tecnológico Sucre, Quito, Ecuador

Resumen

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. Este estudio representa de manera visible la situación ambiental del ITS-Sucre en donde se evidencia el manejo inadecuado de recursos convirtiéndose en un fundamento de concienciación para la comunidad educativa sobre buenas prácticas ambientales. Valorando adecuadamente los recursos naturales como: energía eléctrica, agua potable, papel y plástico, los se contabilizaron 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 medido 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 arrojó el proyecto sirven para implementar estrategias que permitan crear una cultura de ahorro tanto energético como del recurso agua. Los resultados obtenidos indicaron que, a partir de los cálculos realizados para determinar la huella de carbono, las emisiones indirectas que provienen de emisiones indirectas 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. El objetivo de esta investigación es implementar una metodología basada en la norma internacional ISO/IEC 27001:2013 para la gestión de riesgos de información del proceso de titulación de Sucre Instituto Superior Tecnológico de la ciudad de Quito, para dar cumplimiento al acuerdo N° 166 emitido por la Secretaría Nacional de la Administración Pública SNAP sobre el Esquema Gubernamental de Seguridad de la Información. El proyecto se sustenta en la inexistencia de una Gestión de Riesgos de Seguridad de la Información, evidenciada a través de estrategias de seguridad de información ineficaces. El marco teórico analiza tanto normas de gestión de seguridad de la información como metodologías internacionales de gestión de riesgos de información. El proyecto es de intervención porque actúa materialmente de manera directa sobre un problema específico y la investigación es de tipo aplicada, cuasiexperimental, de nivel aplicativo, porque opera variables. El resultado del diagnóstico inicial de seguridad de la información en Sucre, de 13% de conformidad respecto a ISO 27001, evidencia la poca importancia que recibía. Un procedimiento metodológico para la gestión de riesgos de información se adaptó y validó en el instituto, lo cual arrojó un nivel de conformidad de 38, 7%. Este trabajo propone las bases para futuras iniciativas en seguridad de la información que puedan ser implementadas en otros institutos tecnológicos superiores.

Palabras claves: Huella de carbono, huella hídrica, sistema de mitigación, buenas prácticas ambientales, IST-Sucre

Abstract

The calculation of the carbon and water footprint is a practical tool to determine emissions and identify sources, seeking to propose mitigation systems. This study represents in a visible way the environmental situation of the IST-Sucré where the inadequate management of resources is evidenced becoming a foundation of awareness for the educational community about good environmental practices. Appropriately assessing natural resources such as electricity, drinking water, paper and plastic, the GHG greenhouse gas emissions were accounted for, which are generated from the activities in the institution. After knowing these emissions, a plan is designed and implemented to implement actions to reduce them. The environmental impact produced by the institution will be measured by carrying out an inventory of greenhouse gas (GHG) emissions, to calculate the carbon footprint, and the water footprint to identify the volume of water used. The results of the project serve to implement strategies that create a culture of both energy saving and water resources. The results obtained indicated that from the calculations made to determine the carbon footprint, the indirect emissions that come from indirect emissions are responsible for the greater generation of CO₂, which indicates that the consumption of electrical energy is the scope that produces 95% of GHGs, followed by the use and consumption of paper and plastic with 4.7% of total emissions.

Keywords: *Charbone field, hydric field, mitigation system, good environmental practices, IST Sucre*

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 identifican 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).

Metodología

ÁREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Instituto Superior Tecnológico Sucre, ubicado en las calles Av. 10 de Agosto 2627 y Luis Mosquera Narváez, durante el período 2017-2018. La población está compuesta por estudiantes, docentes y personal administrativo existiendo una población de 900 personas en la sede norte.

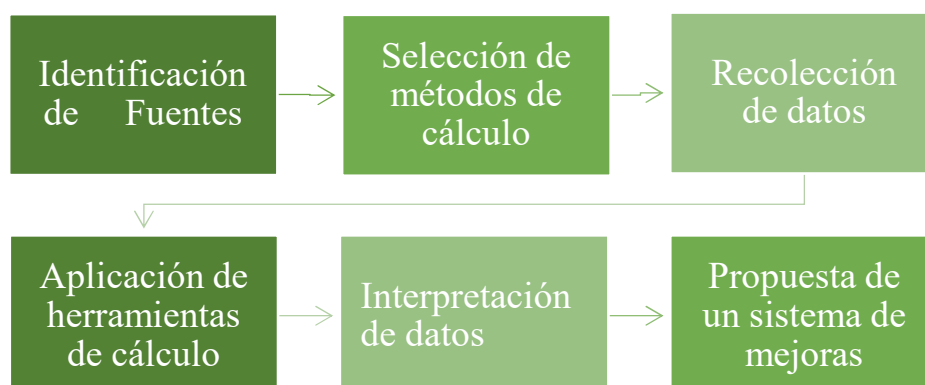
CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR SUCRE

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 1.

Figura 1. 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).

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

Donde:

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 $\alpha = 0.05$. 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).

$$HC = 234.6 Kg \times 1.84 \frac{KgCO_2}{Kg}$$

$$HC = 431.7 tCO_2$$

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%.

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).

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, que aun cuando no hubo diferencias significativas, 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.

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

Como se observa en las figuras, el consumo de agua potable en 2016 presentó un valor medio de $464,2 \pm 75,2$ m³ (CV = 16,2%), y en el año de 2017 un valor medio de $358,1 \pm 86,8$ m³ (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.

Discusión

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 tCO₂eq 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.

Referencias

- 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/arxius/catedra-desenvolupament-sostenible/Informes%20VIP/unesco_etxea_-_manual_unesco_cast_-_education_for_sustainability_manual.pdf