



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

Resumen Ejecutivo del trabajo de fin de carrera titulado:  
**“CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD  
INTERNACIONAL SEK DEL ECUADOR”**

Realizado por:  
**VIVIANA LISSETTE YÉPEZ HIDALGO**

Director del proyecto:  
**MsC. FABIO VILLABA. Ingeniero**

Como requisito para la obtención del título de:  
**INGENIERO AMBIENTAL**

**Quito, 1 de agosto del 2016**

## ABSTRACT

The calculation of the ecological footprint in universities is a diagnosis of the activities of its members, in this kind of places occurs environmental impacts that associated with amount of consumed natural resources and generated wasted.

This study, calculated the ecological footprint in the Miguel de Cervantes and Juan Montalvo campus, in which it took into account the resources consumed: water, electricity, transportation and also recorded the waste generated, which were later transformed into the  $CO_2$ kg to obtain the resulting ecological footprint, these values were based on the characteristics of Ecuador and the city of Quito. The results were be compared with other universities of Ecuador.

As a result, a methodology adapted for UISEK was obtained; when applied it gave a value of 247.2 hag / year to Miguel de Cervantes Campus, value that is equivalent to 0.15 gha / person / year; and to Juan Montalvo Campus was obtained a value of 132.5 hag / year to , which is equal to 0.41

Keywords: Footprint Ecological, Universities.

### 1. Introducción

El hombre ha dependido completamente de la naturaleza, ya que todos los recursos que se necesitan para vivir provienen de ella, es por esto que es indispensable para el continuo desarrollo económico y social de la humanidad ser responsables sobre el consumo de estos recursos, en otras palabras no se puede y no se debe utilizar los recursos naturales a una velocidad superior de la que la naturaleza necesita para regenerarlos (Amend *et al.* 2011).

Para cuantificar este consumo se crearon indicadores de sustentabilidad, los que sirven como base para crear manuales de buenas prácticas ambientales, implementar sistemas de gestión, etc. uno de ellos es la huella ecológica, la cual fue diseñada por Mathis Wackernagel y William Rees en 1990 para determinar el grado de impacto que ejerce cierta comunidad o persona sobre el ambiente y así establecer cuanto espacio terrestre y marino se necesitan para reponer los recursos que se consumen y también conocer la superficie necesaria para absorber los desechos generados (Lara Arzate, Falfán Velázquez, & Villa Gutiérrez, 2013).

La huella ecológica se mide en hectáreas globales (hag), unidades que sirven para medir la productividad promedio de un área de tierra y mar biológicamente productiva en un determinado año, esto debido a que la producción global cambia en el tiempo, por consecuencia la cantidad de recursos por hectárea también cambia, la utilización de hectáreas globales reconoce que existen diferentes áreas de tierras productivas que son útiles para los humanos, pero son diferentes al momento de utilizarlas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Mediante la determinación de este indicador se puede apreciar que los asentamientos humanos ocupan espacios que van más allá de su territorio geográfico, es decir las consecuencias de sus actividades se expanden, apropiándose así del capital natural mundial (Leiva Mas, Rodríguez, & Martínez, 2012); el cálculo de la huella ecológica. El cálculo de la huella ecológica en la Universidad Internacional SEK del Ecuador permitirá saber cuánto se excede la comunidad de la universidad en el uso y explotación de los recursos y cuál es el impacto que la universidad está ocasionando en su entorno natural y social para satisfacer sus necesidades.

El objetivo del trabajo es calcular la huella ecológica perteneciente a cada campus de la Universidad Internacional SEK del Ecuador también generar una metodología aplicada la misma con el fin de generar una base de datos para que esta sea actualizada periódicamente.

Es importante mencionar que el Ecuador es un país relativamente rico en cuanto a biodiversidad se refiere, según Amend (2011) las tendencias de pérdida de biodiversidad del país son impresionantes, pues hace más de 40 años el Ecuador tenía aproximadamente cinco veces más biocapacidad por persona que su huella, para el año 2005 esta biocapacidad disminuyó debido a que la población aumentó considerablemente, lo que quiere decir que la huella excedió, la huella promedio de un ecuatoriano en el 2011 fue 1,94 hag y para el periodo 2008-2011 se incrementó en 34,5%, teniendo en cuenta que el Ecuador es un país exportador de biodiversidad, los datos arrojaron que en ese período el país superó la biocapacidad promedio mundial que fue 1,74 hag, pero no la biocapacidad nacional que fue 2,39 hag (Portilla, 2015).

En el año 2012 el Ecuador implementó una unidad de mitigación, con el fin de que esta fomente el uso racional de los recursos a: autoridades, docentes, estudiantes y población en general, para esto se firmó el convenio con 11 Universidades y Escuelas Politécnicas el que se llamó “Guía de buenas prácticas ambientales para reducción de huella ecológica” esto con el fin de que en un futuro las universidades, barrios y colegios hayan reducido su huella ecológica y tengan el certificado de punto verde (Portilla, 2015).

El cálculo de la huella ecológica en la Universidad Internacional SEK del Ecuador permitirá saber cuánto se excede la comunidad de la universidad en el uso y explotación de los recursos y cuál es el impacto que la universidad está ocasionando en su entorno natural y social para satisfacer sus necesidades.

Las universidades según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt) tienen la obligación de promover acciones de educación y cultura ecológica y deben fomentar como parámetro de evaluación para las mismas una adecuada gestión ambiental, la cual esté enfocada en la aplicación de buenas prácticas ambientales y ahorro de recursos como agua, energía, combustible, creación de espacios verdes y clasificación de residuos, entonces, para enfrentar esto es fundamental el cálculo de la huella ecológica.

El resultado del proyecto servirá como base para que en un futuro se implemente un Sistema de Gestión Ambiental en la Universidad Internacional SEK.

## **2. Materiales y Métodos**

Después de recopilar información acerca de metodologías se decidió utilizar la metodología diseñada por Lopez et al., (2007) para el cálculo de la huella ecológica en universidades la cual también fue aplicada a la Universidad de Santiago de Compostela en España, a la misma se le realizaron modificaciones adaptadas para la Universidad Internacional SEK del Ecuador. A continuación se describe la metodología utilizada.

Como primer paso se realizó la determinación de la muestra utilizando la fórmula estadística de poblaciones finitas aplicando la ecuación (1).

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 * p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 * p(1-p)}{e^2 N}\right)} \quad (1)$$

A continuación se determinaron los datos pertenecientes a la UISEK los que se obtuvieron de la gerencia y pagina web de la misma. Para la recopilación de datos de consumo de recursos se utilizaron diferentes procesos, para determinar el consumo de agua y energía eléctrica se obtuvieron a partir de las facturas de consumo mensual. Para la determinación del consumo de transporte se realizó un conteo representativo de autos que entran a la Universidad posteriormente se realizó una ponderación con los datos obtenidos a parte de encuestas. Para la obtencion de los datos acerca del consumo de papel se utilizaron datos conseguidos a partir de encuestas. Por ultimo se realizo el muestreo propuesto por CEPIS (2005).

Es importante mencionar que los datos obtenidos fueron de tres meses posteriormente se realizó una extrapolación para calcular la huella ecológica anual.

Una vez obtenidos los datos anteriormente descritos se calcularon las emisiones de CO<sub>2</sub> aplicando el cálculo directo para la obtención de emisiones provenientes del consumo de agua, energía eléctrica, transporte y residuos para esto se utilizó la ecuación (2) (Leiva, Rodriguez, & Martínez, 2012).

$$\text{Emisiones(kg CO}_2\text{)} = \text{consumo(un)} * \text{factor de emisión (kg } \frac{\text{CO}_2\text{}}{\text{un}}\text{)} \quad (2)$$

En cambio para calcular las emisiones provenientes del consumo de papel se aplicó el cálculo indirecto utilizando la ecuación (3) (Quichimbo Saraguro, 2015).

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \frac{\text{Población}}{\text{Individuos de la muestra}} * \text{Valor de la encuesta}$$

Los factores de emisión se obtuvieron a partir de diversas fuentes, para esto se priorizaron los factores de emisiones locales y en caso de que estos no existan se utilizaron factores de emisión aceptados internacionalmente y en otras ciudades del Ecuador, en la tabla I se indican los factores de emisión utilizados en el proyecto.

**Tabla I.** Factores de emisión de  $CO_2$  (Quichimbo Saraguro, (2015), Universidad de Málaga (2011), Secretaria de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, (2011))

Factores de emisión de dióxido de carbono				
Agua (kg $CO_2/m^3$ )	0,09			
Electricidad (kg $CO_2/kWh$ )	0,264			
Transporte (kg $CO_2/Km$ )	Automóvil	0,2		
	Bus	0,04		
	Moto	0,07		
Papel (kg $CO_2/kg$ papel)	Reciclado	0,61		
	Fibra virgen	1,84		
Residuos (kg $CO_2/kg$ residuo)	Orgánicos	Restos de cáscaras, frutas, alimentos, madera y restos de jardinería	0,61	
	Inorgánicos	Espuma flex, vajilla descartable, papel, cartón, plástico, botellas.	0,61	
	Peligrosos	Aceite mineral usado		0,0554
		Soluciones ácidas y alcalinas		0,0108
		Material textil y absorbentes contaminado		0,003
		Residuos biosanitarios		0,08
		Disolventes orgánicos		0,0158
		Envases contaminados		0,00418
Pilas		0,0000535		

Después de haber determinado las emisiones de  $CO_2$ , tanto de forma indirecta como directa en cada factor de análisis, se calculó la huella ecológica total y per cápita de cada campus de la Universidad Internacional SEK. La ecuación (4) se utilizó en el presente estudio, consideró las emisiones de  $CO_2$  en toneladas, capacidad de fijación (ton/ha/año) y superficie (Quichimbo Saraguro, 2015).

$$\text{Huella ecológica} \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) = \frac{\text{Emisiones (ton } CO_2)}{\text{C. Fijación} \left( \frac{\text{ton } CO_2}{\frac{\text{ha}}{\text{año}}} \right)} + \text{Superficie del edificio} \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) \quad (4)$$

Para obtener el factor de fijación se utilizó el valor de fijación de un bosque montano de 35 años de edad en el cantón Loja, debido a que las elevaciones de las dos ciudades son similares, este valor fue de 1,2 t/ha/año, multiplicado por un factor de absorción de 3,67 t/ha/año (IPCC, 2001), que equivale a 4,04 t/ha/año (Quichimbo Saraguro, 2015).

Otro valor necesario es el factor de equivalencia, el cual convierte las áreas reales en hectáreas globales, con el propósito de comparar huellas ecológicas y obtener resultados en unidades comparables. (Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2011).

En el presente proyecto se utilizó el valor de 1,33 perteneciente a bosques absolvedores de carbono obtenido de la Secretaría del Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2011).

Por último se estructuró una base de datos con todos los datos obtenidos, para procesar toda la información y establecer una hoja de cálculo en Excel, con el objetivo de que sea actualizada posteriormente.

### 3. Resultados

Aplicando la metodología descrita se obtuvieron los datos presentados en la tabla II para el Campus Miguel de Cervantes.

**Tabla II.** Emisiones de CO<sub>2</sub>, huella ecológica y huella ecológica per cápita en el Campus Miguel de Cervantes (Elaborado por la autora).

<b>Categoría</b>	<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (ton)</b>	<b>Huella ecológica (ha/año)</b>	<b>Huella ecológica (hag/año)</b>	<b>Huella ecológica per cápita (hag/persona/año)</b>
<b>Consumo de agua</b>	0,67	4,13	5,49	0,003
<b>Consumo de energía eléctrica</b>	81,23	24,07	32,02	0,02
<b>Transporte</b>	500,8	127,93	170,14	0,11

<b>Consumo de papel</b>	15,92	7,91	10,51	0,007
<b>Generación de residuos</b>	0,35	4,05	5,39	0,05
<b>Total</b>	<b>598,97</b>	<b>152,23</b>	<b>202,46</b>	<b>0,13</b>

En cambio los resultados para el Campus Juan Montalvo se presentan en la tabla III.

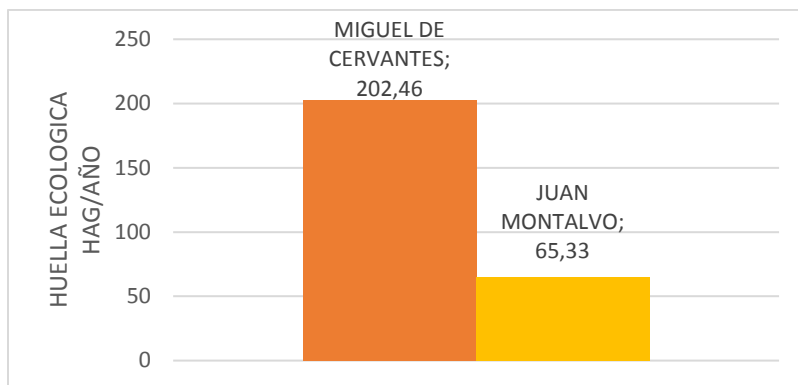
*Tabla III. Emisiones de CO<sub>2</sub>, huella ecológica y huella ecológica per cápita en el Campus Juan Montalvo (Elaborado por la autora).*

<b>Categoría</b>	<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (ton)</b>	<b>Huella ecológica (ha/año)</b>	<b>Huella ecológica (hag/año)</b>	<b>Huella ecológica per cápita (hag/persona/año)</b>
<b>Consumo de agua</b>	0,67	4,13	5,49	0,003
<b>Consumo de energía eléctrica</b>	81,23	24,07	32,02	0,02
<b>Transporte</b>	500,8	127,93	170,14	0,11
<b>Consumo de papel</b>	15,92	7,91	10,51	0,007
<b>Generación de residuos</b>	0,35	4,05	5,39	0,05
<b>Total</b>	<b>598,97</b>	<b>152,23</b>	<b>202,46</b>	<b>0,13</b>

#### **4. Discusión y conclusiones**

Para poder comparar los valores de huella ecológica, como se dijo en el anterior capítulo se utilizó el valor en términos de hectáreas globales. En la Universidad Internacional SEK se obtuvo un valor de 202,46 hag/año y 0,13 hag/persona/año en el Campus Miguel de Cervantes. Mientras que en el Campus Juan Montalvo la huella ecológica fue de 65,33 hag/año y 0,27 hag/persona/año (Figura 1).

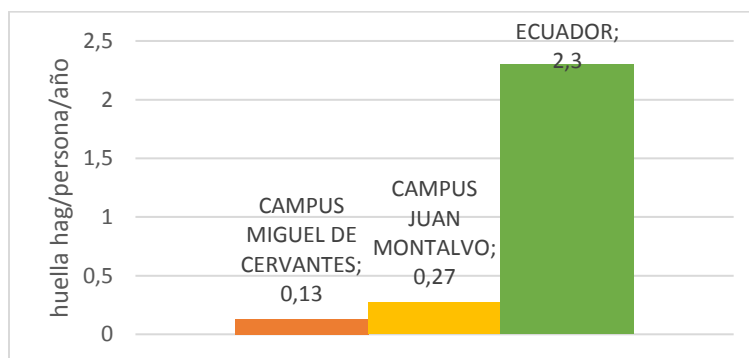




**Figura 1.** Huella ecológica de la Universidad Internacional SEK. Elaborado por la autora.

En el Campus Miguel de Cervantes se registró un valor de 0,13 hag por persona, este valor es menor que en el Campus Juan Montalvo, pues en este se registró un valor de 0,27, a pesar de que la población y el área son distintos y los valores son superiores en el Campus Miguel de Cervantes después del análisis se concluyó que esto se debe a la ubicación del Campus Juan Montalvo, y a la relación entre las personas y el área ocupada pues existe mayor población relacionada con el área ocupada por el Campus.

Es importante mencionar que los valores obtenidos son muy bajos comparando con la huella ecológica per cápita del Ecuador que tiene un valor de 2,3 hag por persona al año, como se indica en la figura 2, no llegan ni a la mitad del valor.



**Figura 1.** Comparación de la huella ecológica per cápita de la UISEK y del Ecuador. Elaborado por la autora.

A nivel de Universidades Ecuatorianas la huella ecológica de la Universidad Internacional SEK está por debajo del valor de la Universidad San Francisco de Quito

(USFQ), debido a que esta presentó un valor de 0,65 hag/persona/año, esto se debe al área, pues la Universidad San Francisco ocupa un área mayor que la UISEK y además existe mayor cantidad de estudiantes, docentes y administrativos, otra de las razones puede ser que se encuentra fuera de la ciudad de Quito es por esto que uno de los factores que aportan más emisiones de CO<sub>2</sub> es el transporte.

En cambio comparada con la huella ecológica de la Universidad Nacional de Loja presenta un mayor valor pues esta desplegó un valor de 0,08 hag/persona/año.

Varias universidades en el mundo han calculado la Huella Ecológica, sin embargo sus resultados no son comparables pues no existe un método estandarizado para este tipo de instituciones y para el cálculo estas han tomado en cuenta otras categorías para la determinación de la huella ecológica, además no se encuentran en lugares con las mismas condiciones, capacidad de fijación de carbono, clima, etc.

El cálculo de la Huella Ecológica en universidades de América Latina ha sido escaso, sin embargo en nuestro país el proyecto que está en marcha denominado “Identificación, Cálculo y Mitigación de la Huella Ecológica del Sector Público y Productivo del Ecuador”, está tratando de introducir a todas estas instituciones un método de cálculo de huella ecológica, el cual será útil pues los datos serán comparables y se podrán tomar decisiones con respecto a lo que las universidades deban hacer para reducir este indicador de sostenibilidad.

La metodología aplicada fue apta para el cálculo de la huella ecológica en la Universidad Internacional SEK, debido a que al medir las emisiones provenientes del consumo de agua potable, energía eléctrica, transporte y generación de residuos se pudieron identificar claramente los impactos ambientales más significativos ocasionados por la institución.

Sin embargo existieron algunas debilidades tales como: identificar los factores de emisión, pues no existen estudios en los que se hayan calculado específicamente para la ciudad de Quito o para el Ecuador.

Además en la recolección de información con respecto a residuos peligrosos se identificó una debilidad en la Universidad, pues no existe una correcta gestión de los residuos peligrosos en la Facultad de Mecánica es por esto que no se pudieron obtener datos

correspondientes a la generación de todos los residuos en los tres meses de estudio, además existe falta de orden en los registros de recolección de residuos peligrosos.

La Huella ecológica de la Universidad Internacional SEK, presenta un valor de 202,46hag para el Campus Miguel de Cervantes y 86,91hag para el Campus Juan Montalvo, lo que significa que se necesitaría una extensión idéntica de bosques, para asimilar el dióxido de carbono emitido por cada Campus.

En el Campus Miguel de Cervantes la mayor aportación de CO<sub>2</sub> provino del transporte con un 84%, seguido del consumo de energía eléctrica con un 13%, luego se encontró el consumo de papel con un 3%, el consumo de agua con un 0% y la generación de residuos con un 0%

Mientras que en Campus Juan Montalvo provino del transporte con un 89%, seguido del consumo de energía eléctrica con un 10%, luego se encuentra el consumo de papel con una aportación del 1% y al final se encuentra el consumo de agua y la generación de residuos con un 0%..

Los datos obtenidos con respecto a los mayores aportadores de CO<sub>2</sub> en la UISEK, son congruentes con los valores como los disponibles para la ciudad de Quito que es donde se encuentra ubicada la instituciones, la huella de movilización es la más alta que en todas las ciudades del Ecuador, esto según la Secretaria del Ambiente (2011) probablemente se debe a que a la tasa de propiedad de vehículos en Quito es muy alta pues existen 63 vehículos por cada 1000 habitantes.

La diferencia que existe entre los valores del Campus Miguel de Cervantes y el Campus Juan Montalvo, se debe a la ubicación y a la relación entre personas y área.

Se identificaron algunas ventajas al medir este indicador pues se logró ver cuáles son los impactos que ejerce una institución en el ambiente, sin mayor complicación, una vez identificados se pudo establecer medidas correctivas o preventivas para disminuir los mismos.

Es un indicador comparable siempre y cuando se utilice la misma metodología. Se puede medir la intensidad de impacto de una comunidad a lo largo del tiempo.

## Bibliografía

- Amend, T., Barbeau, B., Beyers, B., Burns, S., Eibling, S., Fleischhauer, A., . . . Poblete, P. (2011). *¿Un pie grande en un planeta pequeño? Haciendo cuentas con la Huella Ecológica*. Alemania.
- Lara Arzate, J., Falfán Velázquez, L., & Villa Gutiérrez, A. (2013). *Cuadernos de divulgación ambiental: Huella ecológica, datos y rostros*. México D.D.: Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable.
- Leiva Mas, J., Rodríguez, I., & Martínez, P. (2012). Cálculo de la huella ecológica en univesridades cubanas. Caso de estudio: Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Villa Clara, Cuba.
- López, N., & Blanco, D. (2007). Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades. Compostela: Congreso Nacional del Medio Ambiente.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Reporte de la Huella Ecológica del Ecuador: 2008 y 2009*. Quito-Ecuador: Primera Edición.
- Portilla, J. A. (30 de Septiembre de 2015). *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Obtenido de Proyecto Huella Ecológica: <https://prezi.com/fg43s4-wqkzv/proyecto-huella-ecologica/>
- Quichimbo Saraguro, L. (2015). La Huella Ecológica de la Ciudad Universitaria "Guillermo Falconí Espinosa". Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2011). *Análisis de la Huella Ecológica de la Ciudad de Quito*. Quito.
- Universidad de Málaga. (2011). *Huella Ecológica de la Universidad de Málaga*. Málaga, España: UMA.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (2001). *Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. LOM.