

# **HUELLA DE CARBONO DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR. CASO UNIVERSIDAD METROPOLITANA**

Silvia Y. Acuña D.<sup>1</sup>, Stefany Circelli<sup>2</sup> y Dayana Figueira<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidad Metropolitana, Caracas. Venezuela

sacuna@unimet.edu.ve

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar la Huella de carbono de una institución de educación superior ubicada en Caracas y así medir el grado de impacto de la misma en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>. Para realizar este cálculo fue necesario determinar, analizar y describir las distintas variables que intervienen en el desempeño ambiental del recinto estudiantil. La huella ecológica se mide a través de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a partir del consumo y generación de estas variables y de igual forma el cálculo independiente de las emisiones de cada una de estas variará según el factor de emisión de CO<sub>2</sub> que presenten. Para esto fue necesario recolectar la información pertinente en cuanto a consumos eléctricos, consumos de agua, generación de desechos y la movilidad realizada por los miembros de la comunidad estudiantil y docente. Una vez calculadas las emisiones de cada variable fue posible realizar una priorización de las mismas, para así detectar la más influyente en el cálculo de huella de carbono. De esta forma al obtener el índice de huella ecológica por persona representó una cantidad de 0,00514 ha/persona, fue posible determinar que variable debe ser controlada de modo que en futuros cálculos de este modelo se logre disminuir el índice. De igual forma se logró estimar el impacto de la institución, la cual se ve influenciada por la reducida superficie del campus en relación con las Hectáreas necesarias para el desarrollo de las actividades de cada individuo de la comunidad en cuestión.

**Palabras clave:** Huella ecológica, sustentabilidad, variables

# **HUELLA DE CARBONO DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR.**

## **CASO UNIVERSIDAD METROPOLITANA**

Silvia Y. Acuña D.<sup>1</sup>, Stefany Circelli<sup>2</sup> y Dayana Figueira<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidad Metropolitana, Caracas. Venezuela

sacuna@unimet.edu.ve

### **Introducción**

De cara a las crecientes innovaciones y necesidad de progreso de las actuales generaciones, el hombre se ha enfocado en la búsqueda de una mejor calidad de vida, ya sea con el desarrollo de distintas actividades industriales o con la explotación de recursos renovables y no renovables. Sin embargo el progreso de estas sociedades trajo a su paso el deterioro del ambiente. Es por esto que surge la necesidad de su preservación, la cual se logrará a través del aprovechamiento sustentable de los recursos que intervienen en el día a día de las sociedades.

Desde la aparición de problemas como el cambio climático y el agotamiento de la capa de ozono, la sociedad ha tratado no sólo de analizar sus consecuencias sino también de buscar metodología para realizar un control y seguimiento de estos impactos relacionados con las actividades productivas de cara a fijarse metas que se comprometan con la conservación del ambiente. Es así como la huella ecológica surge como metodología para medir el desempeño ambiental de las empresas. En este sentido las universidades se han visto en la necesidad de aplicar estas herramientas para medir sus impactos y establecer así estrategias de desempeño que le permitan mejorar su imagen y cumplir con la responsabilidad social que ellas tienen. Es por ello que esta investigación plantea calcular la huella ecológica de la Universidad Metropolitana de manera de sugerir estrategias para alcanzar el manejo adecuado de sus recursos.

### **Marco Teórico**

Dréo (2007) establece que el desarrollo de cualquier actividad, bien sea de producción o de servicio debe tomar en cuenta los 3 pilares de la sustentabilidad, que buscan balancear lo económico, con lo social y lo ambiental. Para Doménech (2007) es fundamental incluir en el diseño de planes de desarrollo los principios de sustentabilidad, de equidad, de precaución, de responsabilidad diferenciada y de “quien contamina debe pagar”.

De estas preocupaciones surge la idea de medir la productividad y sustentabilidad de las distintas empresas, países e instituciones mediante su rendimiento ambiental, el cual podrá ser medido a través de una herramienta de cálculo denominada “Huella Ecológica o Huella de Carbono” ideada por Mathis Wackernagel y William Rees en 1996 (Foladori y Tommasino, 2000). Esta analiza la sustentabilidad de las acciones

humanas utilizando los datos de consumos generados de las diferentes variables correspondientes a las actividades que se considera que intervienen en el proceso de agotamiento de recursos naturales (Doménech, 2006).

Esta herramienta ya ha sido utilizada en empresas de Europa y en América Latina en países como México, Brasil, Chile, Argentina, Colombia, entre otros, que se han pronunciado a favor de la responsabilidad ambiental y ven en este indicador una marca diferenciadora en su imagen corporativa. En la actualidad empresas de servicios se están sumando al uso de este indicador realizando las adaptaciones necesarias para su aplicación, incluyendo aquí a las instituciones de carácter educativo.

Varias universidades han sido pioneras en la aplicación del cálculo de la huella de carbono, utilizándola como indicador diferenciador a la hora de promocionarse como institución socialmente responsable. Trabajos como los de Cardenaz y Peinado (2010), Vásquez (2009) y López y Blanco (2007) han estimado la huella de carbono en universidad como: Universidad de Toronto 1,04 Ha/hab/año, Universidad de Málaga 0,22 Ha/hab/año, Universidad de Newcastle 0,19 Ha/hab/año, Universidad de Granada 4.810 Ha/año, Universidad de Veracruz 3,30 Ha/hab

Este trabajo de investigación plantea el desarrollo del método de cálculo de sustentabilidad ambiental mediante el uso de la herramienta Huella Ecológica para una institución de educación superior ubicada en Venezuela. Identificar también las variables involucradas en este cálculo según sus actividades internas y establecer su priorización de manera de facilitar el establecimiento de estrategias de mejoras para el desempeño ambiental de la institución.

### **Metodología**

La investigación se organizó en cuatro fases, las cuales eran dependientes una de las otras. En una primera fase se analizó el funcionamiento de la institución de educación que fue el caso de estudio, identificando el tamaño de su comunidad y observando los procesos desarrollados dentro de la misma que pudieran generar impactos al ambiente. Principalmente se analizaron los procesos de manejo de desechos (tanto peligrosos como no peligrosos), el consumo de agua, el consumo eléctrico, el consumo de gas, consumo de papel, descripción de la movilidad y análisis de construcción de edificios.

En la segunda fase se identificaron las variables ambientales necesarias para calcular la huella ecológica de la institución. La selección de dichas variables se evaluó tomando en cuenta los antecedentes existentes en otras instituciones de educación y aquellas variables que fueran viables técnicamente cuantificar dentro de los procesos que se llevan a cabo en la universidad caso de estudio.

En la tercera fase se cuantificó cada variable a analizar y se transformaron sus resultados a una unidad equivalente que permitiera no sólo compararla sino sumarlas posteriormente para obtener la huella de

carbono total para la institución. Esta unidad es Kg de CO<sub>2</sub> equivalentes generados por cada actividad en un año base de estudio, que en este caso fue el 2012.

En la última fase, una vez realizado el cálculo anterior para cada variable, se realizó una comparación entre las cifras de emisiones de CO<sub>2</sub> estableciendo como las causantes de mayor impacto a aquellas que manejaron una cifra mayor en comparación con las demás; de manera de obtener la priorización de las variables en función de su impacto. Y luego se procedió a calcular el valor de la Huella de Carbono Total para el caso de estudio, el cual consiste en determinar el área de bosque necesario para absorber el CO<sub>2</sub> generado por el consumo de cada variable estudiada. A partir de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera dividida por la capacidad de fijación de la masa forestal, se obtiene la superficie del bosque requerida y finalmente se le suma el espacio ocupado por los edificios universitarios.

Según el modelo de cálculo de Huella ecológica establecido por López y Blanco (2007), una vez que se conocen las emisiones de CO<sub>2</sub>, la huella ecológica o de carbono se calcula aplicando directamente la fórmula que se presenta a continuación:

$$HE \left( \frac{Ha}{año} \right) = \frac{Total\ emisiones \left( \frac{tonCO_2}{año} \right)}{CO_2\ Fijado \left( \frac{tonCO_2}{Ha} \right)} + Superfic\ Campus \left( \frac{Ha}{año} \right)$$

Este cálculo se realizó sumando las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada variable y tomando en cuenta que la fijación de CO<sub>2</sub> del área en donde se encuentra el instituto de educación superior (dato obtenido a partir del estudio de investigación realizado por Carvajal en 2010). Finalmente la superficie ocupada por el campus fue un dato obtenido a partir de información suministrada en los planos de la universidad.

## **Resultados**

Iniciado el diagnóstico de la situación actual de la institución universitaria, se determinó que la comunidad posee alrededor de 6.080 personas que hacen vida dentro del recinto y que ocupan dichas instalaciones cerca de 48 semanas al año. En cuanto a la generación y manejo de los desechos no peligrosos Velásquez y Leone (2009) determinaron que la generación de residuos y desechos sólidos fue de 735 Kg. diarios, dando un total anual de 117,6 ton, y siendo su tasa de generación per cápita de aproximadamente 0,119 Kg/per\*días. Identificando que el área que más aporta desechos es la feria y la que menos aporta son los edificios donde predominan las oficinas.

La universidad posee un gran número de laboratorios donde se generan desechos peligrosos, siendo los mayores generadores aquellos asociados a las materias de procesos químicos. Por otro lado la universidad tiene un régimen de estudio trimestral por lo que estos laboratorios se aperturan una vez al año, lo que hace que su impacto se minimice. Además, los desechos son gestionados atendiendo su peligrosidad y toxicidad según lo indica la normativa ambiental vigente, lo que garantiza que no generan impactos al entorno.

Ninguno de estos desechos pasan por ningún proceso de combustión que genere emisiones de CO<sub>2</sub> y aquellos que si emiten CO<sub>2</sub> lo hacen en una cantidad casi imperceptibles debido a las cantidades generadas.

En cuanto al consumo de agua, se identificó que el abastecimiento se obtiene de una quebrada local realizándole el proceso de desinfección correspondiente. Gran parte de la distribución del agua aprovecha la energía hidráulica propia de la fuente de agua, por lo que son pocas las bombas utilizadas para su movilización. El consumo diario de agua dentro del recinto universitario para abastecer todas las actividades (riesgo de áreas verdes, limpieza, funcionamiento de laboratorios, baños y feria de comida) es de 333.330 litros. La actividad que más consume agua es el riego de las áreas verdes y campos deportivos, y el uso de los sanitarios con cerca del 50% del volumen reportado.

Para el consumo eléctrico se partió de la revisión de las facturas generadas por la empresa que presta este servicio, y se revisó la potencia consumida en Kw.h de los 17 medidores ubicados dentro del recinto estudiantil. El área que más consume energía son los edificios de módulos de aulas (cerca del 60% de la energía total consumida), seguida por las áreas de estacionamiento y transito interno. En la Figura 1 se puede detallar el consumo a lo largo de un año, observando que el consumo es bastante constante a lo largo del año excepto en la época donde no hay actividades educativas, que coinciden entre finales de diciembre y principios de enero. También es importante indicar que a partir del año 2012 la universidad aplicó un plan de ahorro de energía y automatizó parte de sus instalaciones como estrategias para reducción del consumo de energía.

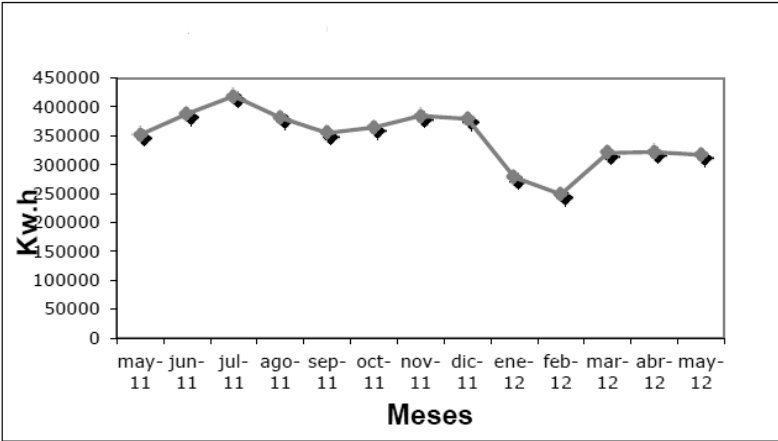
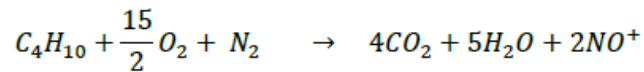


Figura 1: Consumo Eléctrico 2011-2012 de la Institución  
Fuente: Elaboración Propia basada en facturas de Corpoelec

En cuanto al consumo de gas, los laboratorios demandan alrededor de 500 litros al año mientras que las áreas destinadas a feria y cafetines de comida consumen cerca de 3500 litros de gas mensuales. Teniendo menos consumo en los períodos asociados a las vacaciones escolares. Se conoce que el gas utilizado por la institución es butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y para calcular el CO<sub>2</sub> generado se asume una combustión completa del mismo a través de la reacción química



De este modo, por cada mol de gas Butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) se producen 4 moles de CO<sub>2</sub>. Para efecto de los cálculos, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la universidad se estimaron en 0,176 Kg. de CO<sub>2</sub>/molC<sub>4</sub>H<sub>10</sub>.

La información obtenida a partir del Departamento de Bienes y Servicios de la Universidad, determinó que el consumo aproximado de papel es de 4000 Resmas al año, lo cual representa un total de 2.000.000 de hojas. Con este dato de consumo anual fue posible calcular la cantidad de árboles necesarios para la fabricación de esta cantidad de hojas utilizadas. Por lo tanto la universidad demanda la tala de aproximadamente 138 árboles para suplir su demanda de papel.

En cuanto a la movilidad se determinó que el 85% de la comunidad se traslada en vehículo particular (bien sea carro o moto) y el resto utiliza el transporte público. Dentro de los que se movilizan en vehículo propio el 62% traslada una sola persona en el carro, el 33% dos personas y sólo el 1% moviliza a 4 personas. Tomando en cuenta esto, el rendimiento promedio de la gasolina y el recorrido promedio se obtuvo que en cuanto a movilidad se aportó 2.591.537,08 KgCO<sub>2</sub>/año

De este modo, al obtener todos los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> para cada variable analizada, fue posible llegar a los resultados mostrados en la Tabla 1. Obteniendo para el año de estudio en la universidad una generación total de 18.116.615,68 Kg CO<sub>2</sub>/año. Por otro lado, la contrahuella o cantidad de fijación de CO<sub>2</sub> según Carvajal (2010) es de 868,8964 ton CO<sub>2</sub>/ha. Esto da como resultado que la universidad tenga una huella ecológica o de carbono igual a 0,00514 Ha/persona.

Tabla 1: Emisiones de CO<sub>2</sub> Totales

<b>Categoría</b>	<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (KgCO<sub>2</sub>/año)</b>
Emisiones por movilidad	2.591.537,08
Emisiones por consumo de agua	12.741,41
Emisiones por consumo eléctrico	901.640,469
Emisiones por generación de desechos	14.610.696,72
<b>EMISIONES TOTAL</b>	<b>18.116.615,68</b>

Fuente: Elaboración Propia

## Discusión

El principal aporte de esta investigación es identificar la metodología para calcular la huella ecológica o de carbono en una institución de educación superior contextualizada a la realidad de Venezuela. Queda demostrado que las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la generación y manejo de desechos es la que más contribuye a los impactos ambientales (cerca del 80,6%) seguramente porque aún en nuestro país no se

aprovecha el gas metano proveniente de la descomposición de estos desechos. En segundo lugar la movilidad aporta cerca de un 14,3% del CO<sub>2</sub> total, debido al bajo costo del combustible.

Si bien la huella de carbono obtenida es 0,00514 Ha/persona, al comparar la cantidad de personas que componen la comunidad universitaria y el área disponible de la institución para sopesar dicha huella se evidencia que existe cerca de un 50% de déficit en el área requerida para generar fijación de CO<sub>2</sub> a través de reforestación.

En comparación con las huellas presentadas en otras universidades del mundo, la Universidad Metropolitana resultó obtener un desempeño ambiental parecido con universidades de América Latina debido al tamaño de la población estudiantil, pero muy por debajo de las universidades europeas, esto debido al pequeño tamaño de su campus universitario y al alto número de personas que componen la comunidad de la institución.

## **Conclusiones**

Es posible generar una metodología para calcular la huella ecológica o de carbono para una institución de educación superior. Las variables que deben ser analizadas y cuantificadas para los cálculos de la huella ecológica son: generación de desechos sólidos no peligrosos, generación de desechos peligrosos, consumo de agua, consumo de energía, consumo de gas, consumo de papel, movilidad de la población universitaria, área del instituto.

Para el caso de estudio, la variable causante de mayor impacto fue la “Generación de desechos” con un total de 14.610,696 tonCO<sub>2</sub>/año. Con cifras menores pero de igual forma representativas y causantes de impacto ambiental se obtuvo la “Movilidad” con un total de 2.591,54 tonCO<sub>2</sub>/año, seguidamente la variable “Consumo eléctrico” con una cifra de 901,640 tonCO<sub>2</sub>/año. y por último la menor causante de impacto ambiental “Consumo de agua” con un total de 12, 745 tonCO<sub>2</sub>/año.

La Huella Ecológica resultó ser 0,00514 ha/personas, lo cual al compararlo con universidades de Europa se obtuvo una notable diferencia, dado que las últimas cuentan con superficies mayores y diferentes poblaciones. Definitivamente la huella de carbono permite identificar las oportunidades y áreas a mejorar dentro de la universidad, así como establecer estrategias de ahorro y reciclaje como mejora de su desempeño ambiental.

## **Referencias**

Cárdenaz, C y Peinado, A. (2010). *Huella Ecológica de la Universidad de Granada*. [Documento PDF]. Extraído de: [www.dcab.ugr.es/pages/unidad\\_calidad\\_ambiental/huellaecologica/](http://www.dcab.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaecologica/) el 3/5/2012.

Carvajal, N. (2010). *Estimación económica del carbono fijado en la vegetación natural e inducida. Parque Nacional Waraira Repano (Caracas, Venezuela)*. Tesis de Grado. [Documento PDF]. Extraído de: <http://andromeda.unimet.edu.ve/catalogo/> el 3/04/2012

Domenech, J. (2006). *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. Centro Argentino de estudios internacionales. Extraído de, [www.huellaecologica.com](http://www.huellaecologica.com) el 19/01/2012.

Doménech, J.L. (2007) *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Ediciones Aenor. [Libro en Línea]. Extraído de, <http://telecable.es/personales/jldomen1/articulos/libro%20huella%20AENOR.pdf> el 19/01/2012.

Dréo, J. (2007). **Sustainable Development** [Documento en Línea]. Extraído de: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sustainable\\_development.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sustainable_development.svg) el 5/03/2012

Foladori, G y Tommasino, H. (2000). *El concepto de desarrollo sustentable 30 años después*. [Documento PDF]. Extraído de, <http://iibce.edu.uy/cp2011/material/Foladori%20y%20Tommasino%20El%20Desarrollo%20Sustentable%2030%20anos%20despu.pdf> el 15/03/2012

López, N. Blanco, D. (2007) *Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades*. Congreso Nacional del medio ambiente/Cumbre del desarrollo sostenible. [Comunicación Técnica]. Extraído de, [http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792\\_NL%F3pez.pdf](http://www.premioconama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf) el 19/01/2012.

Vazquez, J. (2009). *La Huella Ecológica de la comunidad de la Universidad Veracruzana (UV), Campus Xalapa*. Tesis de Grado. [Documento PDF]. Extraído de: <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29506/1/VazquezCid.pdf> el 3/05/2012

Velásquez D, y Leone F. (2009). *Planificación y Diseño de la fase de recolección y almacenamiento de los residuos sólidos en la Universidad Metropolitana*. Tesis de Grado. [Documento PDF]. Extraído de: <http://andromeda.unimet.edu.ve/catalogo/> el 5/06/2012.

Wackernagel, M y Rees, W. (2001) *Nuestra Huella Ecológica. Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. (Primera edición). LOM ediciones. [Libro en línea]. Extraído de, [http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=ljpRXhe5pygC&oi=fnd&pg=PA7&dq=metodolog%C3%A1a+de+c%C3%A1lculo+de+la+huella+ecol%C3%B3gica&ots=bNwaSxB1C-&sig=evSxoPOcKou17XkteNe6\\_n0o9Lo&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=true](http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=&id=ljpRXhe5pygC&oi=fnd&pg=PA7&dq=metodolog%C3%A1a+de+c%C3%A1lculo+de+la+huella+ecol%C3%B3gica&ots=bNwaSxB1C-&sig=evSxoPOcKou17XkteNe6_n0o9Lo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true) el 20/04/2012