

“CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE CAMPUS EL OLIVO EN EL PERIODO ENERO-DICIEMBRE DE 2015, EN LA CIUDAD DE IBARRA ECUADOR”

Dr. Romero, José Ricardo

Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador

Abstract

The complicated relation company (society) - environment, it has shaped a notably complex panorama, stimulating to discuss a concept of many relevancy, the sustainable development, inside this term includes there develops a methodology based on the calculation of the Ecological Fingerprint of the universities, since these institutes are influential direct of its environment and the community, in addition it's feasible of applying in the context of being able to accede to the information of a center worried in improving its consumptions and waste.

It is so in the Technical University of the North campus The Olive tree, the Ecological Fingerprint was calculated by the intention of developing alternatives directed when to reduce the consumption of resources and the generation of waste, on the basis of direct indicators of consumption as: water, electricity, paper and production of urban waste and indirect indicators as: transport that uses the personnel and students, the consumption of paper in the academic development of the students, obtained by means of reports of expenses and invoices of the financier and of the surveys applied to the university community.

Of the analysis of the information there was obtained that the UTN needs 2.182,43 hectares it has and of approximately 2.924,45 global hectares (hag) in order that its captures CO₂ produced of all the used indicators. It is necessary to mention that the university possesses four additional campuses a value of 636,5 has. Relating the quantity of needed hectares and those that the university possesses a deficit of 1.545,93 appears (ha), with this one determined that the Ecological Fingerprint of the UTN for a population of 8994 persons is of 0,172 it is for the year 2015, the same one that is far below of the Ecological Fingerprint of the country that is of 1,19 (ha).

1. INTRODUCCION.

La situación que se plantea por la complicada relación que tiene la sociedad con el ambiente, ha conformado un panorama notablemente complejo, por lo cual esta dinámica ha impulsado a un grupo social a discutir un concepto que ha tomado mucha relevancia, tal cual es el desarrollo sostenible, como el medio en el cual se debe encaminar la sociedad para poder utilizar los recursos que tenemos a disposición para las presentes y futuras generaciones. (Reboratti, 2000)

Del concepto de desarrollo sostenible deviene una metodología, un modelo para la planificación y una estrategia que incluye el manejo voluntario del ambiente mediante el monitoreo de la situación real sociedad/naturaleza, a este proceso se han sumado las universidades mediante el cálculo de su Huella Ecológica en base a indicadores de acuerdo a su realidad y la disposición de información.

Estas instituciones pueden aprovechar las posibilidades pedagógicas del respeto al medio ambiente, y realizar gestión sobre los recursos que consume en sus labores cotidianas, y en base a esos nuevos conceptos entender su rol en el cuidado de la “morada” cambiando el pensamiento global a un actuar local. (Quesada & y Certificación, 2009)

Con el fin de establecer el límite en que el consumo de recursos deja de ser sostenible, en 1996 los investigadores William Rees y Mathis Wackernagel crearon un indicador al que bautizaron Huella Ecológica, donde establecieron que mediante éste cálculo se podrá dar cuenta de la cantidad de recursos que se están extrayendo de la naturaleza y a su vez la capacidad de ésta para que pueda absorberlos y reinsertarlos en el medio tratando de llegar al equilibrio, ya que hoy se advierte de la sobreexplotación de los recursos. (Wackernagel, M. & Rees, W., 2001)

Si se consume más, se produce un déficit ecológico y, por lo tanto, una huella mayor, y la necesidad de utilizar recursos de otros territorios o de generaciones futuras; según recientes estudios, la humanidad gasta en ocho meses lo que la Tierra puede suministrar en un año, es así que, en el 2013 el 19 de agosto nos consumimos los recursos de ese año, y a partir de ese momento comenzamos a gastar lo del siguiente año. Y es que, a pesar de que la Tierra cuenta con una enorme cantidad de recursos, su sobreexplotación pone en cuestión la sostenibilidad de nuestro modelo de desarrollo. (Toharia, Mar. 2015, s. f.)

La Huella Ecológica es un indicador que mide el consumo de recursos naturales renovables, y los compara con la disponibilidad de los mismos (Biocapacidad). En otras palabras la Huella Ecológica representa la demanda de recursos, mientras que la Biocapacidad es la oferta de los mismos. Al comparar ambos indicadores se puede conocer si una población determinada está consumiendo los recursos a mayor velocidad de lo que la naturaleza puede regenerarlos. La Huella Ecológica y la Biocapacidad se expresan en una unidad de superficie denominada hectárea global (hag). En el Ecuador, se tienen un IDH (índice de desarrollo humano) de 0,71, una Huella Ecológica de 1,73 hag y la Biocapacidad mundial por persona de 1,72 hag, resultado de esta interrelación que Ecuador apunta a alcanzar la meta del desarrollo sustentable.

“La universidad es un ejemplo más de unidad social tal que su día a día comporta un impacto sobre el medio, ya se mida en toneladas de CO₂, hectáreas de superficie u otra unidad de referencia. Como para cualquier otra entidad o empresa, el desarrollo sostenible en la universidad conlleva la interiorización de los costes de su propio impacto, y para ello debe antes reconocer los procesos implicados y tener una estimación de cuánto impacto genera” (Jorge & Pere Busquets 2000, s. f.)

Una vez establecido el impacto que produce la universidad se podrá proponer medidas encaminadas a la reducción de los consumos de agua, energía eléctrica y de papel utilizado en los procesos administrativos y académicos, con la participación de todos los integrantes de la institución y a todo nivel jerárquico, buscado mecanismos de difusión para que llegue a todos los miembros de la comunidad y que sean partícipes de los beneficios de aplicar las mejoras de la optimización de los recursos que consume y la disminución de los desechos que se produce. (Badii, 2008)

2. METODOLOGÍA

2.1. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA EN UNIVERSIDADES

La metodología del cálculo de la huella ecológica, tiene en consideración que los sistemas ecológicos son necesarios para la obtención de flujos de materiales y energía requeridos para la producción de cualquier tipo de producto, para la absorción de los residuos de los procesos

de producción y de uso final de los productos y para la creación de infraestructuras. (Badii, 2008)

Para el cálculo de la Huella Ecológica de la UTN se consideraron los ingresos y salidas del sistema universitario como lo muestra la Tabla 1.

Tabla 1. Sistema Universitario

INGRESOS	SALIDAS
Agua Energía Eléctrica Movilidad (Combustibles) Papel	Desechos Urbanos

Fuente: Romero, 2016

Los indicadores que se tomaron en cuenta derivan de dos fuentes principales que producen impacto y se consideraron dentro del cálculo, estos son los directos e indirectos:

Cálculo directo a partir del ingreso y la salida del sistema: agua, energía eléctrica, consumo de papel que utilizó la universidad en su gestión interna, y los desechos urbanos generados durante el periodo de estudio.

Cálculo indirecto a partir de datos estadísticos extraídos de la aplicación de las encuestas basados en dos aspectos, la movilidad del personal y estudiantes que acceden a la universidad (uso de transporte y consumo de combustible), y papel para el desarrollo académico de los estudiantes. (Álvarez & Heras, 2008)

Tomando en cuenta los indicadores mencionados anteriormente, el cálculo de la huella ecológica se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$Huella \left(\frac{ha}{año} \right) = \frac{Emisiones (ton CO_2)}{C. Fijación \left(\frac{ton CO_2}{\frac{ha}{año}} \right)} + Superficie Campus \left(\frac{ha}{año} \right)$$

Fórmula 1

Fuente: (Álvarez & Heras, 2008)

La fijación media de carbono para un bosque secundario en suelo ecuatoriano es de 100 ton. cada 30 años, por lo que se determinó que se fija al año 3,33 ton de Carbono/ha/año, que traducido en fijación de CO₂ es de 12,21 ton/ha/año. (Ulloa, M. 2006)

Los resultados obtenidos se compararon con las hectáreas globales (hag), la cual se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos.

Los factores de equivalencia de la Tabla 2, traducen un tipo específico de terreno en la unidad universal para el área productiva (hag) en función de sus usos y de los años. (Álvarez & Heras, 2008)

Tabla 2. Factores de Equivalencia

TIPO DE ÁREA	FACTOR DE EQUIVALENCIA (hag/ha)
Agricultura (tierras principales)	2,21
Agricultura (tierras marginales)	1,79
Bosques	1,34
Ganadería	0,49
Pesca (aguas marinas)	0,36
Pesca (aguas continentales)	0,36
Artificializado	2,21

Fuente: (Álvarez & Heras, 2008)

2.2. CÁLCULO DE EMISIONES DE CO₂

2.2.1. CÁLCULO DIRECTO.

Los datos de los consumos, de agua, electricidad y papel por parte de Universidad Técnica del Norte (UTN), se obtuvieron de las facturas de dichos consumos y reposan en la parte financiera de la institución, los valores para el cálculo de los desechos urbanos se estimaron a través de determinar el volumen acopiado en los recolectores generales

Con los datos recopilados se aplicó directamente el factor de emisión de CO₂, utilizando la fórmula:

$$\text{Emisiones (kgCO}_2\text{)} = \text{Consumo (un)} \cdot \text{Factor Emisión [kgCO}_2\text{/un]}$$

Fórmula 2

Fuente: (Álvarez & Heras, 2008)

Donde *un* = Unidades en que se computa cada consumo considerado.

Para los cálculos referidos se utilizó los conversores asociados a los indicadores antes mencionados en la Tabla 3. Una vez conocidos los datos de consumo se multiplica por el factor de emisión para conocer las emisiones asociadas. Estos factores se han adaptado a la realidad país para que el cálculo sea acorde a nuestra realidad en base a la información obtenida de empresas estatales como MAAR y EMAPA.

Tabla 3. Factores de emisión

INDICADORES	FACTOR EMISIÓN	UNIDADES	FUENTE
Agua	0,69	kgCO ₂ /m ³	EMAPA IBARRA 2015
Energía eléctrica	0,4597	kgCO ₂ /MWh	SNI Informe 2012
Papel	Virgen	kgCO ₂ /kg papel	UTN
	Reciclado		UTN
Residuos Urbanos	91,70	kgCO ₂ /kg residuo	UTN

Fuente: (Álvarez & Heras, 2008)

Caso especial es el consumo de papel de la gestión interna de la universidad en sus trámites administrativos, se obtiene del departamento financiero - administrativo en adquirentes para las necesidades anuales, para obtener los valores en kg de papel consumidos fue necesario realizar una transformación previa, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$P = g.N/16,03 \times 10^3$$

Fórmula 3

Fuente: (Álvarez & Heras, 2008)

P = peso papel (kg)
g = gramaje del papel (g/m²)
N = Número de hojas

2.2.2. CALCULO INDIRECTO

Este cálculo se realizó mediante encuestas realizadas vía online y utilizando Google Drive, para obtener datos relacionados al uso de transporte (personal y estudiantes) para llegar a la UTN y al consumo de papel en la actividad curricular de los estudiantes.

El cálculo de la huella ecológica utilizó la totalidad de los indicadores establecidos y de los datos de toda la universidad para tal efecto, los valores obtenidos de las encuestas a la muestra estadística de la Tabla 4, se infiere hacia toda la universidad para lo cual se emplea el factor de extrapolación mediante la siguiente transformación:

$$\text{Valor Universidad} = \text{Factor Extrapolación} \cdot \text{Valor Encuesta}$$

$$\text{Factor Extrapolación} = \text{Población/ Individuos-Muestra}$$

Fórmula 4

Fuente: (Álvarez & Heras, 2008)

Tabla 4. Muestra poblacional UTN

Nº	POBLACIÓN UTN	CANTIDAD	MUESTRA
1	Personal	773	257
2	Estudiantes	8221	365
TOTAL		8994	622

Fuente: UTN, a partir de <http://www.med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm>

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. INDICADORES DIRECTOS

Dentro de los indicadores directos para el cálculo de Huella estaban considerados el consumo de agua, electricidad, desechos urbanos y el consumo de papel en la parte administrativa para lo cual se hizo en función de los documentos proporcionados por departamentos correspondientes de la UTN.

Dentro de los valores de análisis para la Huella Ecológica se considera el agua, éste caso y en virtud de sus características de captación y distribución que se da en forma natural por gradiente, y a pesar de los volúmenes tan altos de consumo, no genera emisiones de CO₂, por lo cual no contribuye en la Huella de la universidad campus El Olivo.

La contribución de CO₂ generado del consumo de electricidad es mínima, debido a que el país cuenta con generación hidroeléctrica y una parte termoeléctrica, la cual tiene el factor de emisión establecido por el sistema nacional interconectado según el informe 2012 presentado por el ministerio de electricidad y energías renovables (MEER) que se utilizó en éste indicador y está reflejada en la Tabla 5.

Tabla 5. Consumo electricidad

CONSUMO	kWh/AÑO	MWh/AÑO	FACTOR EMISION kg CO ₂ /MWh	EMISIONES kg CO ₂	EMISIONES ton CO ₂
ELECTRICIDAD	1253856,8	1,54	0,4597	0,7	0,0007

Fuente: Romero, 2016

La Tabla 6 representa el consumo de papel en la parte administrativa, en este caso particular para tomar criterio de la afectación en la Huella Ecológica se integra éste valor de misiones los consumos indirectos de papel por parte de los estudiantes y los consumidos por las copadoras de la institución que se analiza más adelante.

Tabla 6. Consumo papel parte administrativa y docencia

PERSONAL	RESMAS /AÑO	HOJAS/ AÑO	PAPEL Kg/AÑO	FACTOR EMISION Kg CO ₂ /Kg	EMISIONES kg CO ₂	EMISIONES ton CO ₂
773	505	252500	11,7	1,84	21,4	0,021

Fuente: Romero, 2016

Este valor se obtuvo de calcular el volumen de los dos recipientes generales que posee la institución, y a su vez son recolectados los 5 días laborables por parte del Municipio de Ibarra, el cálculo que se indica en la Tabla 7, está considerado los días del año exceptuando los días sábados y domingos.

Tabla 7. Desechos urbanos

UNIDAD	VOLUMEN m ³	DENSIDAD kg/m ³	MASA kg/ día	MASA kg/año	FACTOR EMISION kgCO ₂ /kg	EMISIONES kg CO ₂ /AÑO	EMISIONES ton CO ₂ /AÑO
1	1,98	200	396	104148	91,7	9550371,6	9550,3716
2	1,98	200	396	104148	91,7	9550371,6	9550,3716
TOTAL				208296		19100743,20	19100,74

Fuente: Romero, 2016

3.2. CONSUMOS INDIRECTOS

3.2.1. EMISIÓN CO₂ POR CONSUMO PAPEL UTN

Para el consumo de papel de las copadoras se hizo una entrevista a los propietarios o encargados, a este consumo se suma el papel establecido por la encuesta aplicada a los estudiantes vía on-line donde se preguntó la cantidad de cuadernos y hojas para presentar trabajos usa al semestre y se ponderó para el año estableciéndose un total de 10.547.472 hojas y utilizando la Fórmula N° 3 se obtiene los kg de papel y multiplicando por el factor correspondiente se establece las emisiones de CO₂ por éste indicador. Tabla N° 8

Tabla 8. Emisión de CO₂ por consumo papel

USO TOTAL PAPEL UTN	EMISIONES kg CO₂	EMISIONES ton CO₂
USO ADMINISTRACION	21,45	0,02
ENCUESTA ESTUDIANTES	595,31	0,60
ENCUESTA COPIADORAS	70,43	0,07
TOTAL	687,19	0,69

Fuente: Romero, 2016

Con los datos obtenidos se determinó un consumo de papel y considerando que de un (1) árbol se produce aproximadamente 12.500 hojas, se obtiene que se consumieron cerca de 843 árboles en un año, y el cálculo de la emisión de CO₂ se obtuvo un aporte de 0,69 ton que se consideran para el cálculo final de la huella ecológica.

3.2.2. EMISIÓN CO₂ POR TRANSPORTE DE LA POBLACION DE LA UTN

La Tabla 9 integrará los resultados de el calculo de las emisiones del transporte obtenidos a través de encuesta on-line, preguntando la distancia que recorre para llegar a la universidad cada día y el tipo de transporte para tal efecto, así como las veces que lo hace a la semana tanto los estudiantes como del personal de la UTN. El resultado es representativo a la hora de determinar la Huella Ecológica de la universidad.

Tabla 9. Total emisiones de transporte estudiantes y personal

TIPO TRANSPORTE	PERSONAL kg CO₂/AÑO	PERSONAL ton CO₂/AÑO	ESTUDIANTES kg CO₂/AÑO	ESTUDIANTES ton CO₂/AÑO	TOTALES kg CO₂	TOTALES ton CO₂
BUS	170500,00	170,50	3660475,88	3660,48	3830975,88	3830,98
VEHICULO PROPIO	1191448,97	1191,45	1179382,33	1179,38	2370831,30	2370,83
VEHICULO COMPARTIDO	41100,00	41,10	143735,96	143,74	184835,96	184,84
MOTOCICLETA	7600,00	7,60	150922,76	150,92	158522,76	158,52
BICICLETA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
OTROS (CAMINANDO)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1410648,97	1410,65	5134516,94	5134,52	6545165,91	6545,17

Fuente: Romero, 2016

3.3. HUELLA ECOLOGICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Después de realizar los cálculos de los indicadores directos e indirectos para el presente trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados en la gráfica 1. Donde se puede apreciar que la mayor contribución a la Huella Ecológica de la universidad es la generación de desechos urbanos, seguido de la movilidad en bus, pero la que más resalta es la movilidad por transporte propio que es en virtud de la que más de 50% de personal tiene y hace uso de este medio para ir a su trabajo, a más de las veces que va a la semana que es superior al pensar que lo general sería las 5 veces, pero es mucho más, debido a la cercanía de su vivienda alrededor de los 10 km promedio.

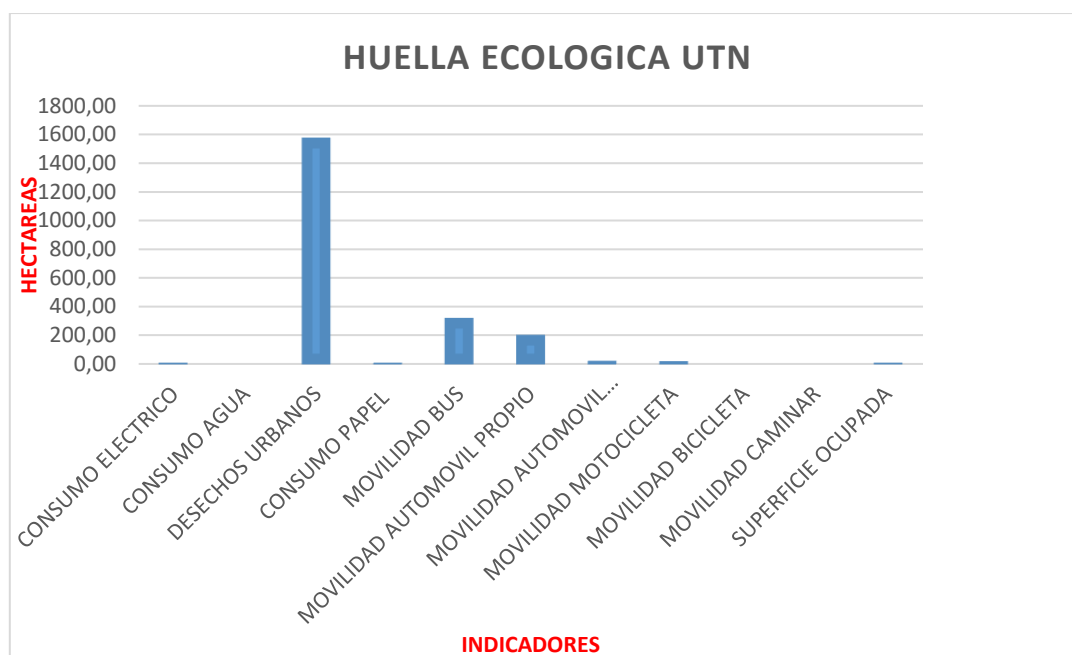


Gráfico 1. Huella Ecológica por indicadores

El valor de la huella de la UTN se obtiene de sumar todas las huellas de cada indicador y se divide para la población de la misma con el siguiente detalle que a continuación se puede ver en la Tabla 10:

Tabla 10. Huella Ecológica de la UTN

INDICADORES	EMISIONES kg CO ₂	EMISIONES ton CO ₂	HUELLA ECOLÓGICA ha/ AÑO	HUELLA ECOLOGICA hag/ha
CONSUMO ELECTRICO	0,71	7,08E-04	10,25	13,73
CONSUMO AGUA	0,00	0,00	0	0
DESECHOS URBANOS	19100743,20	19100,74	1574,60	2109,96
CONSUMO PAPEL	687,19	0,69	10,30	13,81
MOVILIDAD BUS	3830975,88	3830,98	324,00	434,16
MOVILIDAD AUTOMOVIL PROPIO	2370831,30	2370,83	204,42	273,92
MOVILIDAD AUTOMOVIL COMPARTIDO	184835,96	184,84	25,38	34,01
MOVILIDAD MOTOCICLETA	158522,76	158,52	23,23	31,13
MOVILIDAD BICICLETA	0,00	0,00	0,00	0,00
MOVILIDAD CAMINAR	0,00	0,00	0,00	0,00
SUPERFICIE OCUPADA	0,00	0,00	10,25	13,73
TOTALES	25646597,01	25646,60	2182,43	2924,45

Fuente: Romero, 2016.

Del primer análisis se puede mencionar, las hectáreas que la Universidad Técnica del Norte necesita para que capte su CO₂ producido en todos los indicadores detallados anteriormente es de 2182,43 ha y de una 2924,45 hectáreas globales. Cabe mencionar que la universidad cuenta con estaciones biológicas y campos experimentales que va en su favor que

dan un valor de 636,5 ha como se detallan en la metodología, relacionando la cantidad de hectáreas requeridas y las que posee la universidad, ésta presenta un déficit de 1545,93 ha. Con esto se determinó que la Huella Ecológica de la UTN para una población de 8994 es de **0,172 ha**, la misma que está muy por debajo de la huella ecológica del país que es de 1,19 ha. Por lo que se encuentra dentro de los parámetros del Ecuador.

4. CONCLUSIONES

La **Huella Ecológica** de la Universidad Técnica del Norte es de **0,172 ha** per cápita, en relación a sus contribución de emisiones de CO₂, en el año 2015.

Para la fijación del CO₂ producido por la UTN, se necesita 1545,93 ha, después de fijar una gran cantidad en las hectáreas de su propiedad alrededor de 636,5 ha como campus de investigación y de prácticas académicas de la instituciones que tiene en diferentes lugares de país.

Los desechos urbanos son los que determinan prácticamente la Huella Ecológica debido a la gran cantidad que se produce en el año, alrededor de 1574 ton de CO₂, seguido del aporte del transporte urbano (bus) y por el transporte propio del personal de la UTN que promedia el 50% de los funcionarios con muy poco aporte de los estudiantes que tienen su propio vehículo.

El aporte de las emisiones de CO₂ por parte de los vehículos propios está también en función de las veces que utilizan para ir a la universidad que supera las cinco veces a la semana, eso significa que salen e ingresan constantemente.

El consumo de papel que se realiza en la institución es relativamente bajo en relación a los indicadores tomados para el cálculo, sin embargo el cálculo del consumo de papel se necesitaron cerca de 843 árboles para la elaboración del papel que se utilizó en la institución.

Un aporte muy representativo obtenido a partir de la encuesta por parte de los estudiantes fue que usan cuadernos u hojas recicladas, es muy importante seguir motivando este hecho.

El método utilizado es muy flexible por lo que todo dependerá de la disponibilidad de la información y las facilidades de acceso a las mismas, se tendrá que corregir los indicadores para ser más exactos en los cálculos. De ahí la aplicación es factible y fácil para determinar la Huella Ecológica de las Universidades.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, N. L., & Heras, D. B. (2008). Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades. En *Congreso Nacional del Medio ambiente, Cumbre del Desarrollo Sostenible, Congreso Nacional del Medio ambiente, Cumbre del Desarrollo Sostenible, Madrid*.
- Badii, M. (2008). La huella ecológica y sustentabilidad (Ecological footprint and sustainability). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 3(1), 672-678.
- Jorge, J., & Pere Busquets 2000. APROXIMACIÓN A LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA DE MANRESA (UPC).
- Quesada, J. L. D., & y Certificación, A. E. de N. (2009). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Asociación Española de Normalización y Certificación-AENOR.
- Reboratti, C. (2000). *Ambiente y Sociedad: Conceptos y Relaciones*.
- Toharia, Mar. 2015. Dejamos huella | Metroscopia. Recuperado a partir de <http://metroscopia.org/dejamos-huella/>

- Ulloa, M. L. 2006. OPORTUNIDADES PARA PROYECTOS DE SECUESTRO DE CARBONO EN ECUADOR. Noviembre 2006, 10
- Wackernagel, M. & Rees, W. (2001). *Nuestra huella ecológica: reduciendo el impacto humano sobre la Tierra* (Primera Edición en Español). Lom Ediciones.