

ECOEficiencia EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE GESTION PÚBLICA Y PRIVADA DEL DISTRITO DE RUPA RUPA (HUÁNUCO, PERU)Katheryne Zambrano¹

Recepción: 11 de julio de 2014

Aceptado: 26 de febrero de 2015

Resumen

Con el objetivo de estimar la ecoeficiencia en las instituciones educativas de gestión pública y privada del distrito de Rupa Rupa (Huánuco, Perú) se elaboró una línea base de ecoeficiencia en las instituciones educativas, previo a ello la muestra se seleccionó al azar que comprendieron 5 públicas y 2 privadas. Se evaluaron los indicadores: consumo de energía eléctrica por persona, consumo de agua por persona, consumo de papel bond por persona (energía, agua y papel evaluados en los meses de marzo a diciembre 2013), residuos por persona, número de especies de flora por persona, área verde por persona y personas que usan manga larga, anteojos oscuros, bloqueador solar. Se generó un índice de ecoeficiencia para cada institución educativa mediante la integración de los resultados obtenidos, para ello se realizó la normalización de los indicadores usando el método de Máximos y Mínimos, la ponderación aplicando el método Delphi y la agregación de los mismos por el método de media aritmética ponderada. Finalmente se elaboró un ranking de los índices de ecoeficiencia. La Institución educativa "Mariscal Ramón Castilla" obtuvo el mayor índice de ecoeficiencia y la I.E. "Amazonas" el menor índice de ecoeficiencia.

Palabras clave: Ecoeficiencia, instituciones educativas, línea base, indicador, índice, ranking.**Abstract**

In order to estimate environmental efficiency in the educational institutions of governance and private of the district Rupa Rupa (Huanuco, Peru) a base of eco-efficiency in line educational institutions, prior to that the sample was selected randomly understood and worked 5 public 2 private. Electric power consumption per person consumption of water per person, bond paper consumption per person (energy, water and paper evaluated in the months from March to December 2013), waste per person, number of species of flora: indicators were evaluated per person, green area per person and people who wear long sleeves, sunglasses, sunscreen. Eco-efficiency index for each educational institution is generated by integrating the results for this standardization of indicators using the method of maxima and minima was conducted using the Delphi weighting and aggregation method thereof by the method weighted arithmetic average. Finally, a ranking of eco-efficiency indexes was developed. School "Mariscal Ramón Castilla" scored the highest number of eco-efficiency and IE "Amazon" the lowest rate of eco-efficiency.

Keywords: Eco-efficiency, educational institutions, base line, indicator, index and ranking.

¹ Ingeniera Ambiental - Universidad Nacional Agraria de La Selva (UNAS) – Tingo María, Perú -Email: kprizambrano@gmail.com

Introducción

El desarrollo de conocimientos, valores, actitudes y prácticas que permiten a las personas utilizar de manera eficiente los recursos para así reducir los impactos ambientales en los servicios, se llama Ecoeficiencia. Portanto, contar con instituciones educativas ecoeficientes a nivel nacional, en las cuales se infunde en los alumnos la importancia al cuidado del medio ambiente con enfoque ambiental en temas de reciclaje y el ahorro de recursos vitales como el agua y la energía, contribuirá a disminuir la contaminación ambiental, generar emprendimientos desde los más pequeños y proyectar a la sociedad a propiciar el desarrollo sostenible del país.

En tal sentido, en las instituciones educativas del distrito de Rupa Rupa, se observa un uso inadecuado de los recursos tales como agua, energía, papel y además no existen instrumentos para evaluar el nivel de ecoeficiencia logrado por las instituciones educativas en sus respectivos niveles de educación. En tal sentido en el presente trabajo se plantearon los objetivos: Elaborar la línea base de ecoeficiencia en las instituciones educativas de gestión pública y privada de los componentes: energía, agua, generación de residuos, diversidad biológica, adaptación y/o mitigación al cambio climático, generar un índice de ecoeficiencia para cada institución educativa pública y privada y elaborar un ranking de ecoeficiencia de las instituciones educativas públicas y privada del distrito de Rupa Rupa.

Materiales y métodos

Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en las Instituciones Educativas: "Cesar Vallejo", "Los Laureles", "Mariano Bonín", "Mariscal Ramón Castilla", "Ricardo Palma Soriano", "Amazonas" y "Santiago Antúnez de Mayolo", ubicado políticamente en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

Línea Base de Ecoeficiencia

Se evaluaron los siguientes indicadores: consumo de energía eléctrica por persona, consumo de agua por persona, consumo de papel bond por persona (energía, agua y papel evaluados en los meses de marzo a diciembre 2013), residuos por persona, número de especies de flora por persona, área verde por persona y personas que usan manga larga, anteojos oscuros, bloqueador solar. Asimismo, se identificó las prácticas contrarias a la

ecoeficiencia para los componentes de energía, agua y consumo de papel, mediante una lista de chequeo.

Elaboración del índice de ecoeficiencia

Normalización de los indicadores

Se usó el método de Máximos y Mínimos para los indicadores: número de especies por persona, área verde por persona y personas que usan manga larga, anteojos oscuros fueron normalizados usando la siguiente fórmula (1):

$$f(x) = \frac{x-m}{M-m} \quad (1)$$

Los indicadores consumo de energía eléctrica por persona, consumo de agua por persona, generación de residuos y consumo de papel bond por persona se normalizaron usando la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{x-M}{m-M} \quad (2)$$

Donde:

X = Valor del indicador

m = Valor mínimo del indicador

M = Valor máximo del indicador

Ponderación de los indicadores

Para obtener los pesos o ponderadores de los indicadores se recurrió a la metodología Delphi, que consistió en realizar una consulta de opinión a un panel de 15 expertos, mediante una encuesta que consistió en dos etapas de consulta (2).

Agregación de los indicadores

La agregación se realizó usando la siguiente fórmula (3):

Media aritmética ponderada:

$$\text{Índice de Ecoeficiencia} = \sum_{i=1}^n Mi * Pi$$

Donde:

Mi = Valor adimensional del indicador (0 a 1)

Pi = Ponderación del indicador (0 a 1)

Ranking de ecoeficiencia

Se elaboró un ranking de los índices obtenidos, que ordena los valores, desde el más alto valor al menor (3).

Resultados y discusión

Línea base de Ecoeficiencia

En el cuadro 1, se observa los valores obtenidos por cada indicador, en el cual se

identifican los valores máximos y mínimos, siendo la institución educativa “Los Laureles” que obtuvo los valores máximos en el consumo de agua por persona, consumo de papel bond

por persona y número de especies de flora por persona con 10.9034 m³/persona 0.7718 kg/persona y 0.069 número de especies por persona respectivamente.

Cuadro 1. Matriz de línea base de los indicadores evaluados durante marzo-diciembre del 2013.

Instituciones Educativas	Consumo de energía eléctrica por persona (kWh)	Consumo de Agua por persona (m ³)	Residuos por persona (Kg/persona/día)	Consumo de papel por persona (kg)	Número de especies de flora por persona	Área verde por persona (m ²)	Comunidad educativa que se protege de la radiación UV (%)
“Amazonas”	10.4334	2.9066	0.0277	0.6554	0.0338	1.1443	57.29
“Cesar Vallejo”	13.3284	5.5134	0.0234	0.5559	0.0442	3.3408	44.35
“Los Laureles”	4.0345	10.9034	0.0201	0.7718	0.0690	0.4541	48.24
“Mariano Bonín”	10.7737	1.2845	0.0192	0.3924	0.0092	0.1297	55.64
“Mariscal Ramón Castilla”	4.6636	4.9902	0.0182	0.4657	0.0033	0.1979	55.71
“Ricardo Palma Soriano”.	6.4172	6.3561	0.0218	0.3636	0.0142	1.3633	42.75
“Santiago Antúnez de Mayolo”	8.6858	3.6549	0.0297	0.2986	0.0177	0.0520	64.34
Máximo	13.3284	10.9034	0.0297	0.7718	0.0690	3.3408	64.34
Mínimo	4.0345	1.2845	0.0182	0.2986	0.0033	0.0520	42.75

En el Cuadro 2, se observa los valores normalizados por el método de máximos y mínimos, estos valores no tienen unidades, es decir son valores unidimensionales, los cuales se encuentran

en el rango de 0 a 1, donde 0 corresponde al mínimo y 1 al máximo valor obtenido por cada indicador.

Cuadro 2. Datos normalizados por el método de Máximos y Mínimos.

Instituciones Educativas	Consumo de energía eléctrica por persona	Consumo de Agua por persona	Residuos por persona	Consumo de papel por persona	Número de especies de flora por persona	Área verde por persona	Comunidad educativa que se protege de la radiación UV (%)
“Amazonas”	0.3115	0.8314	0.1739	0.2460	0.4648	0.3321	0.6735
“Cesar Vallejo”	0	0.5604	0.5478	0.4563	0.6237	1	0.0741
“Los Laureles”	1	0.0000	0.8348	0	1	0.1223	0.2543
“Mariano Bonín”	0.2749	1.0000	0.9130	0.8018	0.0898	0.0236	0.5970
“Mariscal Ramón Castilla”	0.9323	0.6147	1	0.6469	0	0.0444	0.6003
“Ricardo Palma Soriano”.	0.7436	0.4727	0.6870	0.8626	0.1662	0.3987	0
“Santiago Antúnez de Mayolo”	0.4995	0.7536	0	1	0.2198	0	1

En el cuadro 3, se observa la ponderación para cada indicador cuyo valor fluctúa entre 0 y 1, siendo el indicador consumo de energía y agua por

persona que tuvo la ponderación mayor con 0.16 y número de especies por persona la ponderación menor con 0.12

Cuadro 3. Ponderación de indicadores según segunda consulta a panel de expertos (E) por el método Delphi

Indicadores	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 10	E 11	E 12	E 13	E 14	E 15	Suma	Ponderación
Consumo de energía eléctrica por persona (kWh)	5	4	4	5	4	5	4	5	5	3	4	4	5	5	5	67	0.16
Consumo de agua por persona (m ³)	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	69	0.16
Residuos por persona (kg)	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	3	4	5	4	65	0.15
Consumo de papel bond por persona (kg)	3	4	4	4	3	4	3	5	3	3	3	4	4	4	5	56	0.13
Número de especies de flora por persona	3	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	3	50	0.12
Área verde por persona (m ²)	3	5	5	5	4	4	5	3	3	5	4	4	3	5	4	62	0.14
Comunidad educativa que se protege de la radiación solar (%)	3	4	4	5	4	4	5	4	3	5	4	3	3	3	5	59	0.14
Suma	25	32	31	32	27	29	29	29	25	29	26	25	27	32	31	428	1

En el cuadro 4, se observa los datos normalizados de cada indicador con su respectiva ponderación, los cuales al multiplicar ambas se obtienen los subíndices de cada indicador evaluado.

Cuadro 4. Datos estandarizados con su respectiva ponderación

I.E	Consumo de energía eléctrica	P _i	Consumo de agua por persona	P _i	Residuos por persona	P _i	Consumo de papel bond por persona	P _i	Número de especies de flora por persona	P _i	Área verde por persona	P _i	Comunidad educativa	P _i
"Amazonas"	0.3115	0.16	0.8314	0.16	0.1739	0.15	0.2460	0.13	0.4648	0.12	0.3321	0.14	0.6735	0.14
"Cesar Vallejo"	0	0.16	0.5604	0.16	0.5478	0.15	0.4563	0.13	0.6237	0.12	1	0.14	0.0741	0.14
"Los Laureles"	1	0.16	0	0.16	0.8348	0.15	0	0.13	1	0.12	0.1223	0.14	0.2543	0.14
"Mariano Bonín"	0.2749	0.16	1	0.16	0.9130	0.15	0.8018	0.13	0.0898	0.12	0.0236	0.14	0.5970	0.14
"Mariscal Ramón Castilla"	0.9323	0.16	0.6147	0.16	1	0.15	0.6469	0.13	0	0.12	0.0444	0.14	0.6003	0.14
"Ricardo Palma Soriano"	0.7436	0.16	0.4727	0.16	0.6870	0.15	0.8626	0.13	0.1662	0.12	0.3987	0.14	0	0.14
"Santiago Antúnez de Mayolo"	0.4995	0.16	0.7536	0.16	0	0.15	1	0.13	0.2198	0.12	0	0.14	1	0.14

P_i: Ponderación del indicador i

Cuadro 5. Índices de ecoeficiencia en las instituciones educativas

Instituciones educativas	Índices de Ecoeficiencia
"Amazonas"	0.44
"Cesar Vallejo"	0.46
"Los Laureles"	0.46
"Mariano Bonín"	0.54
"Mariscal Ramón Castilla"	0.57
"Ricardo Palma Soriano"	0.49
"Santiago Antúnez de Mayolo"	0.50

En la Figura 1, se observa que la I.E. "Mariscal Ramón Castilla" se ubica en el puesto 1 en el ranking, con un índice de ecoeficiencia de 0.57, las instituciones educativas "Cesar Vallejo" y "Los Laureles" se ubican en el puesto 5 y 6 respectivamente obteniendo el mismo índice con 0.46 y la institución educativa particular "Amazonas" se ubica en el puesto 7 con un índice de 0.44.



Figura 1. Ranking de las instituciones educativas con mayor índice de ecoeficiencia

Discusión

Con el propósito de determinar la ecoeficiencia, se integraron los indicadores evaluados y se elaboró un índice de ecoeficiencia para cada institución educativa, este procedimiento se basó en la Teoría general de sistemas, en la cual la sinergia es el principio básico de esta teoría y se refiere a que el todo no es igual a la suma de las partes, ni puede ser deducido a partir de algún elemento del sistema (4).

En la construcción del índice; se transformaron los datos originales de los indicadores, que estaban en unidades heterogéneas a unidades homogéneas (1) y para la ponderación de los mismos se utilizó el método de panel aplicando la metodología Delphi (2, 5); con la participación de 15 expertos debido a que no hay forma de precisar el número óptimo de expertos para participar en una encuesta Delphi y en estudios llevados a cabo por investigadores de la "RAND Corporation", se señala que si bien parece necesario un mínimo de siete expertos, habida cuenta que el error disminuye notablemente por cada experto añadido, no es aconsejable recurrir a más de 30, pues la mejora es muy

pequeña y, normalmente, el incremento en costo y trabajo de investigación no compensa la mejora (6).

Según el Cuadro 3, los indicadores de consumo de agua por persona y consumo de energía por persona tienen una ponderación de 0.16 siendo estos indicadores los de mayor importancia conforme a mayor valor del ponderador, mayor importancia relativa. Asimismo, la metodología empleada presenta más ventaja al ponderar los indicadores ya que según la metodología empleada en el cálculo del índice de competitividad regional de Chile, las distintas variables reciben la misma ponderación siendo estandarizadas por el método máximos y mínimos y concluye que un punto en contra de esta metodología en el análisis comparativo de metodologías empleadas en otros países es que da la misma ponderación a todos los indicadores (7).

Se obtuvo el índice de ecoeficiencia más alto (Cuadro 5) en la institución educativa pública "Mariscal Ramón Castilla" con 0.57, cuyo valor nos indica que los indicadores evaluados demuestran en su mayoría un mejor desempeño con respecto a las otras instituciones educativas como es el caso de la institución educativa privada "Amazonas" en

la cual se obtuvo el índice más bajo de ecoeficiencia con 0.44, ya que en la mayoría de los casos, los indicadores compuestos se construyen con el objetivo de medir el desempeño de una unidad de análisis en un área o tema determinado, lo que puede ser utilizado como punto de partida para el estudio de la situación de la misma ya que proporciona información acerca de una cuestión de relevancia y permite percibir una tendencia o fenómeno (8).

Conclusión

1. Según la línea base, la I.E. "Los Laureles" obtuvo un menor consumo de energía con 4.0345kWh/ persona, la I.E. "Mariano Bonín" tuvo un menor consumo con 1.2845 m³/persona, la I.E. "Mariscal Ramón Castilla" generó menor cantidad de residuos con 0.0182 kg/ persona/día, la I.E. "Santiago Antúnez de Mayolo" consumió menor cantidad de papel bond con 0.2986 kg/persona, la I.E. "Los Laureles" tiene un valor mayor de especies de flora con 0.0690 número de especies de flora/persona, la I.E. "Cesar Vallejo" tiene mayor superficie de área verde, con un valor de 3.3408 m²/persona lo que contribuye al bienestar del personal educativo, la I.E. "Santiago Antúnez de Mayolo". tiene un 64.34% de la comunidad educativa se protege de la radiación UV, siendo estas más ecoeficientes en el consumo de los indicadores evaluados durante el año 2013.
2. Según la consulta a expertos, se determinó que los indicadores consumo de energía eléctrica por persona y consumo de agua por persona alcanzan el más alto valor de ponderación con 0.16 y el indicador número de especies por persona obtuvo el menor valor de ponderación con 0.12.
3. Los índices de ecoeficiencia fueron: 0.57, 0.54, 0.50, 0.49, 0.46, 0.46, 0.44, para las instituciones educativas: "Mariscal Ramón Castilla", "Mariano Bonín", "Santiago Antúnez de Mayolo", "Ricardo Palma Soriano", "Cesar

Vallejo", "Los Laureles" y "Amazonas", respectivamente.

4. Según el Ranking de ecoeficiencia, se determinó que la I.E. "Mariscal Ramón Castilla" tiene un mayor índice de ecoeficiencia con 0.57 y la I.E. "Amazonas" obtuvo el menor índice de ecoeficiencia con 0.44.

Referencias bibliográficas

1. Sepúlveda S. Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios; Biograma 2008. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica; 2008.
2. Astigarraga E. El Método Delphi. España: Universidad de Deusto; SD.
3. Nardo M, Saisana M, Saltelli A, Tarantola S. Tools for Composite Indicators Building.: EUROPEAN COMMUNITIES. Ispra, Italia; 2005.
4. Bertalanffy L. Teoría general de los sistemas. Fondo de Cultura Económica. México; 1998.
5. Garmendia A, Salvador A, Crespo C, Garmendia L. Evaluación del impacto ambiental. Pearson Prentice Hall. Madrid, España; 2005.
6. Dalkey N, Brown B, Cochran S. "The Delphi Method, III: Use of self rating to improve group estimates". Rand Corporation. California, Estados Unidos; 1975.
7. Casas C. Sistema de indicadores regionales de competitividad. Nathan Associates. Lima, Perú; 2005.
8. Schuschny A, Soto H. Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. CEPAL. Santiago de Chile, Chile; 2009.