

# 31

Fecha de presentación: enero, 2017

Fecha de aceptación: febrero, 2017

Fecha de publicación: abril, 2017

## INTENSIDAD ENERGÉTICA

DEL ECUADOR Y ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

### ENERGY INTENSITY OF ECUADOR AND ESTIMATE OF CARBON FOOT- PRINT

MSc. Eveligh Prado-Carpio<sup>1</sup>

E-mail: [epradoc@hotmail.com](mailto:epradoc@hotmail.com)

Dr. C. Cristhian Jover Castro Armijos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Prado-Carpio, E., & Castro Armijos, C. J. (2017). Intensidad energética del Ecuador y estimación de la huella de carbono. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 232-236. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

#### RESUMEN

El problema del cambio climático y la contaminación ambiental es algo que preocupa a toda la humanidad, por eso cada día se analizan los indicadores ambientales. Para la investigación se plantea como objetivo estimar los valores de la intensidad energética en el Ecuador y la huella de carbono causada por el consumo energético. Por medio del presente trabajo se pudo determinar la intensidad energética y la huella de carbono provocada en el Ecuador durante los años 2000, 2011 y 2012. Los valores obtenidos fueron 525,49 para el sector transporte, consumo de diésel 323,61 y consumo de gasolinas y naftas 242,82. La metodología aplicada es el protocolo de gases, el mismo que se utilizó sobre la base del consumo de combustibles y energía eléctrica.

**Palabras clave:** Cambio climático, intensidad energética, huella de carbono, contaminación ambiental.

#### ABSTRACT

The problem of climate change and environmental pollution is an element that concerns all humanity, this is the reason why, every day environmental indicators are analyzed. For this research the following objectives were determined: 1) To estimate the values of energy intensity in Ecuador and 2) To estimate the carbon footprint in Ecuador caused by the energy consumption. Through this study it was determined the energy intensity and carbon footprint caused in Ecuador in 2000, 2011 and 2012. The values were 525.49 for the transport diesel consumption 323.61 and gasoline and naphtha consumption 242.82. The methodology used is the protocol gases, the same that was used based on the consumption of fuels and electricity.

**Keywords:** Climate change, energy intensity, carbon footprint, environmental pollution.

## INTRODUCCIÓN

Para conseguir un mundo sostenible se vuelve imprescindible un adecuado uso de la energía disponible, la misma que facilitará el disfrute de condiciones dignas y saludables para toda la humanidad, razón por la cual se busca sacar el mayor provecho posible. La importancia de la eficiencia energética se ha visto incrementada debido a la creciente demanda de evaluaciones de la huella de carbono, así como por los objetivos en cuanto a la mejora de la eficiencia energética (Léonardi & Baumgartner, 2004).

Los países en vías de desarrollo experimentan una fase de crecimiento económico, amenazan con esta sobreexplotación su entorno, Özdemir (2014), lo cual ha generado un impacto negativo en el medio ambiente a medida que ha ido aumentando el poder del hombre sobre la naturaleza, existen en la actualidad elevados niveles de contaminación y reducirla se ha convertido en un proyecto complejo (Wang, Cai & Zeng, 2011).

Si bien es cierto, la energía es el motor que mueve el desarrollo, también ha sido y es el causante de los más graves problemas ambientales. Los actuales estándares de la economía y la vida rural muestran una estrecha relación con los elevados niveles de consumo energético, por esto se busca disminuir el consumo energético, y por lo tanto, el ahorro financiero, Utlu & Hepbasli (2006), a la vez que se mitiga su impacto en el cambio climático, el cual es un problema de relevancia mundial.

El principal indicador utilizado como medida de la eficiencia energética de la economía es la intensidad energética, Özdemir (2014), se puede medir por el consumo de energía por unidad de producto interno bruto, Junsong & Canfei (2009), por esta razón las naciones utilizan medidas encaminadas a disminuir este indicador lo más bajo posible, toman en cuenta que es reconocido como uno de los ejes de un sistema energético sostenible (Chaudhary, Sagar & Mathur, 2012).

En los países en vía de desarrollo la tasa de consumo de energía y las emisiones de carbono crece de forma acelerada y urge que se apliquen medidas encaminadas al uso eficiente de la energía (Atikol & Güven, 2008). Hay que producir la misma cantidad de servicios energéticos utilizando menos energía, es decir, emplear esta de forma óptima, de manera tal que se mejore la competitividad empresarial, que se optimice la calidad de vida

de la población y disminuya la producción de gases de efecto invernadero.

La presión ejercida sobre los recursos naturales se puede predecir a partir de la relación entre la intensidad energética, el producto interno bruto y las fuentes de energía utilizadas, estas predicciones permiten establecer políticas públicas relacionadas con la gestión energética, con el fin de alcanzar la meta de carbono neutralidad en el 2021. El artículo tiene como objetivo analizar la intensidad energética y la huella de carbono provocada en el Ecuador durante los años 2000, 2011 y 2012, el análisis sirve para la toma de decisiones y para que la población tome conciencia acerca del perjuicio causado al ambiente.

## DESARROLLO

Se utiliza la siguiente metodología para calcular la eficiencia energética: la investigación se centra en las fuentes primarias obtenidas del Ministerio Coordinador de sectores estratégicos acerca del balance energético nacional, período 2013 y la aplicación de la fórmula

$$IEST = \frac{CEST}{PIB\ real} \times 1000$$

IEST= Intensidad energética del país

CEST= Consumo energético en kBep (kilo barriles equivalentes de petróleo)

PIB real=Producto interno bruto.

Para el cálculo de huella de carbono se aplica factores de emisión documentados y confiables establecidos por entidades, como por ejemplo: el IPCC y la comisión europea.

El alcance 1 se obtuvo por medio de GEI generadas al quemar combustibles fósiles como se detalla a continuación:

Huella de carbono: la norma ISO 14064:2006 establece que la ecuación principal de la H-C es:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Dato de actividad} * (\text{FE}) \quad (1)$$

Donde:

Dato de actividad: es la cantidad de combustible, kWh consumidos, etc.

FE: es el factor de emisión para cada dato de actividad.

## Resultados y discusión

### Intensidad energética

Tabla 1. Consumo energético por año.

CONSUMO ENERGÉTICO POR AÑO EXPRESADO EN KBep						
	2000	PIB	2011	PIB	2012	PIB
Consumo energético sector transporte	25069	19,82	45121	56,97	46045	68,15
Consumo energético sector industrial	11476	19,82	15572	56,97	16954	68,15
Consumo de diésel	15905	19,82	27024	56,97	28356	68,15
Consumo de gasolinas y naftas	10804	19,82	20443	56,97	21277	68,15
Consumo de GLP	5181	19,82	7922	56,97	8048	68,15
Consumo de electricidad	6,79	19,82	1,56	56,97	1,66	68,15
TOTAL	68441		116083		120681	

Fuente: República del Ecuador. Ministerio del Ambiente (2013).

Tabla 2. Intensidad energética.

AÑOS DE ESTUDIO			
Consumo energético sector transporte	1367,87	569,16	525,49
Consumo energético sector industrial	626,18	196,43	193,49
Consumo de diésel	867,85	340,88	323,61
Consumo de gasolinas y naftas	589,51	257,87	242,82
Consumo de GLP	282,70	99,93	91,85

Fuente: Elaborada por los autores.

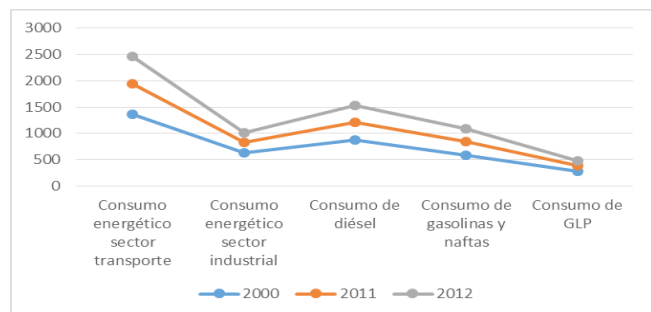


Figura 1. Intensidad energética.

Fuente: Elaborada por los autores.

Huella de carbono: para el cálculo de huella de carbono se aplica factores de emisión documentados y confiables establecidos por entidades, como por ejemplo: el IPCC, la comisión europea.

El alcance 1 se lo obtuvo por medio de GEI generadas al quemar combustibles fósiles como se detalla a continuación:

### Huella de carbono:

Tabla 3. Factores de emisión de combustibles y fuentes de energía.

Combustible	PCI (Kcal/kg)	Densidad (Kg/m3)	F-E (kg CO2/TJ)	F-E (kg CO2/m3)	F-E (t CO2/L)
Diésel	11300	550	74100	2677	2,677 x 10 <sup>-3</sup>
Gasolina	10273	840	69300	2242	2,242 x 10 <sup>-3</sup>
GLP	10583	730	63100	1642	1,642 x 10 <sup>-3</sup>

Fuente: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2013).

Para Diésel:

$$667000 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 2.419.661,65667000 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 2.419.661,65 \text{ L (Año 2000)}$$

$$1.133.303 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 4.283.885,341.133.303 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 4.283.885,34 \text{ L (Año 2011)}$$

$$1.189.180 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 4.495.100,41.189.180 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 4.495.100,4 \text{ L (Año 2012)}$$

Para gasolina:

$$507.918 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 1.919.930 \text{ L} \quad 507.918 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 1.919.930 \text{ L (Año 2000)}$$

$$961.072 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 3.633.852,16 \quad 961.072 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 3.633.852,16 \text{ L (Año 2011)}$$

$$1.100.278 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 4.159.050,84 \quad 1.100.278 \text{ gal} = \frac{3,78}{1 \text{ gal}} = 4.159.050,84 \text{ L (Año 2012)}$$

Para gas licuado (GLP):

$$45264 \text{ Tanques GLP} = \frac{15 \text{ kg}}{1 \text{ tanque}} = \frac{678960 \text{ kg}}{550 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 1234,5 \text{ m}^3$$

$$= 1234500 \text{ L (año 2000)}$$

$$69221 \text{ tanques GLP} = \frac{15 \text{ kg}}{1 \text{ tanque}} = \frac{1.038.314 \text{ kg}}{550 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 1887,8 \text{ m}^3$$

$$= 1887800 \text{ L (año 2011)}$$

$$11782 \text{ tanques GLP} = \frac{15 \text{ kg}}{1 \text{ tanque}} = \frac{1.054.753 \text{ kg}}{550 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 1918 \text{ m}^3$$

$$= 1918000 \text{ L (año 2012)}$$

Con los datos obtenidos se obtienen valores en toneladas de dióxido de carbono:

Tabla 4. Transformación de litros de combustible a T de CO<sup>2</sup>.

Combustible	Año 2000	Año 2011	Año 2012
Diésel	6477,43	11467,96	12033,38
Gasolina	4302,56	8143,46	9302,43
GLP	2027,04	3099,76	3149,35
TOTAL	12807,03	22711,18	24485,16

Fuente: Elaborada por los autores.

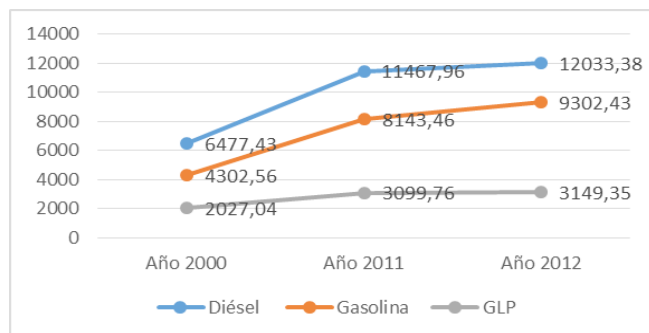


Figura 2. Transformación de litros de combustible a T de CO<sup>2</sup>.

Fuente: Elaborada por los autores.

Como se puede apreciar en las gráficas, las mayores cantidades de CO<sub>2</sub> provenientes de las actividades humanas se derivan principalmente del uso del diésel como combustible 12033,38 toneladas, seguido por la gasolina 9302,43. El aporte proveniente del gas licuado y el consumo eléctrico es una pequeña cantidad.

Transformación de kWh a t CO<sub>2</sub>

Tabla 5. Transformación de energía eléctrica a T de CO<sub>2</sub>.

consumo eléctrico total	Consumo eléctrico total	Factor de conversión	(T CO <sub>2</sub> eq)
7904 (año 2000)	7,904	0,4597	3,63
18175 (año 2011)	18,175	0,4597	8,35
19377 (año 2012)	19,377	0,4597	8,91

Fuente: Elaborada por los autores.

Al sumar los valores del año 2012 correspondientes a combustibles y consumo eléctrico se obtiene un total de 60024 toneladas de CO<sub>2</sub>, si se divide este valor para la población existente en 2012, es posible determinar huella de carbono personal de cada individuo.

$$\text{Huella de carbono personal} = \frac{60024}{14960912} \times \frac{1000kg}{1T}$$

$$= 0,004 \text{ kgCO}_2/\text{Ind.}/\text{año}$$

Con esta información se demuestra que para el año 2012, cada individuo del Ecuador generó 0,004 kg de dióxido de carbono.

## CONCLUSIONES

Los niveles de intensidad energética determinados para el Ecuador son altos, los niveles más altos se encuentran en el sector transporte (525,49), consumo de diésel (323,61), consumo de gasolinas y naftas (242,82), quedan el sector energético industrial y el consumo de gas licuado en los niveles más bajos (193,49 y 91,85) respectivamente.

Con el trabajo realizado se determinó la huella de carbono provocada por Ecuador, estuvo en 60024 toneladas de CO<sub>2</sub>, se obtuvo esto mediante el análisis del consumo de combustibles como gasolina, diésel, gas licuado y energía eléctrica.

La huella de carbono provocada por cada individuo fue de 0,004 kgCO<sub>2</sub>/Ind./año. Si los niveles de la intensidad energética han disminuido favorablemente para el país, esto no significa un adecuado uso de las fuentes energéticas, más aún si se compara con la huella de carbono provocada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atikol, U., & Güven, H. (2008). Energy Efficiency: Developing Countries. *Encyclopedia of Energy Engineering and Technology*, 1. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/E-EEE-120043194#.V5-uHaKuZuW>
- Chaudhary, A., Sagar, A., & Mathur, A. (2012). Innovating for energy efficiency: a perspective from India. *Innovation and Development*, 2(1), 45–66. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2157930X.2012.667212>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2013). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Instituto para las Estrategias Ambientales Globales (Vol. 53).
- Junsong, W., & Canfei, H. (2009). Technological Progress, structural change and China's energy efficiency. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 7(2), 44–49. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10042857.2009.10684923>
- Léonardi, J., & Baumgartner, M. (2004). CO<sub>2</sub> efficiency in road freight transportation: Status quo, measures and potential. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(6), 451–464. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920904000471>
- Özdemir, V. (2014). A Future Projection of Turkey's Energy Intensity. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 9(1), 1–8. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15567240903551161>
- República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2013). *Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del sistema Nacional Interconectado del Ecuador*. Ministerio del Ambiente (Vol. 53). Quito. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec>
- Utlu, Z., & Hepbasli, A. (2006). Analyzing the Energy Utilization Efficiency of Renewable Energy Resources. Part 1: Energy Analysis Method. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 1(4), 341–353. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15567240491922238?src=reccsys&journalCode=uesb20>
- Wang, H., Cai, L., & Zeng, W. (2011). Research on the evolutionary game of environmental pollution in system dynamics model. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, 23(1), 39–50. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0952813X.2010.506300>