

Análisis de requerimientos de energía con la metodología Insumo-Producto para el caso mexicano 1971-2007

Benjamín López Ortiz ■ ■ ■

Resumen

El trabajo analiza las necesidades de energía de la economía mexicana con la metodología input-output. Para estimarlas se construyen las tablas del uso de energía por sector con datos de los balances energéticos de la OECD. Los resultados muestran que las necesidades de energía primaria en la economía mexicana para el periodo de 1971-2007 se triplican, teniendo como principales fuentes el carbón, la hidroelectricidad, el gas natural y el petróleo. Los sectores económicos y residencial son los que requieren más energía y; el sector transporte pierde importancia en términos relativos.

Palabras clave:

- Tablas insumo-producto
- energía primaria
- necesidades energéticas
- electricidad

Abstract

The article analyzes energy requirements for Mexican economy with input-output methodology. For estimating, tables for energy use by source are building with energy balances for OECD countries sheets. Results show that requirements of primary energy grew three times, and main sources are coal, natural gas and oil. Economic and residential sectors require more energy and, transport lost relevance in relative proportion.

Key words:

- Input-output
- primary energy
- energy requirements
- electricity

Clasificación JEL: D57, Q40, Q48

Introducción

La eficiencia o grado de materialización en las economías desarrolladas como método de análisis, sobre todo pensando en la eventual reducción de la intensidad de material de la producción a lo largo del tiempo, ha ganado popularidad en la discusión académica. Un menor uso de energía y recursos en la producción de un determinado valor añadido se ve como una mejora técnica y puede representar una solución a la compatibilidad ecológica del crecimiento económico futuro (Ramos-Martin, 2003). Esta hipótesis ha sido explorada por la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), donde se relaciona la presión ambiental y el ingreso per cápita, esperando que los impactos al ambiente se disminuyan a través del uso eficiente de los recursos como consecuencia del cambio técnico. La hipótesis de la intensidad de uso establece que el nivel de ingreso es el principal factor que explica el consumo de materiales (Malenbaum, 1978). De igual manera que la hipótesis de la CKA, durante el proceso de desarrollo económico los países tenderían a aumentar el consumo de energía y materiales al mismo ritmo que el crecimiento en el nivel de renta, hasta que se alcanzase un determinado nivel (Dinda, 2004). A partir de entonces sería esperable un proceso de desacoplamiento entre crecimiento económico y consumo de energía y materiales (Roca & Alcantara, 2001).

*Facultad de Economía, UNAM. Email: alm900@hotmail.com ■ ■ ■

Cuadro I
Generación de electricidad por tipo de fuente 1994-2004

Año	1994	2006
Hidráulica	28 8%	22 6%
Geotérmica	2 4%	2 1%
Eólica	0 0%	0 0%
Nuclear	2 1%	2 9%
Carbón	6 0%	5 6%
Vapor	41 9%	30 0%
Ciclo Combinado*	6 0%	25 9%
Turbogas	5 6%	6 1%
Combustión Interna	0 5%	0 3%
Dual	6 6%	4 5%
Total	100 0%	100 0%

* Incluye a los productores independientes de energía.
Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

De la descripción anterior se tiene la ponderación de la energía que se produce y se consume pero queda al margen la cantidad de energía que consume el sector energético para producir toda la energía disponible en el sistema económico. Además existen omisiones en dicha utilización ya que en esta información no se consideran las pérdidas y la energía necesaria para producir la energía disponible.

Comparación de tablas *input-output* energéticas

Para obtener los requerimientos de energía para producir energía, se puede lograr una aproximación de acuerdo a las interrelaciones del sector energético, por lo que cada consumo final de energía (primario y secundario), corresponde un vector de energía primaria, que para el caso de análisis es de ocho elementos: carbón, petróleo, gas natural, energía nuclear, hidroeléctrica, geotérmica, renovable y biomasa. Esta es una aproximación porque un análisis más completo requiere el estudio de las demandas directa e indirecta del sector energía en los otros sectores económicos incluyendo el transporte, para incluir la energía requerida para producir energía, lo que quiere decir, la energía primaria necesaria para generar transformarla o para producir energía secundaria (Alcántara & Roca, 1995). Además, no se considera la energía consumida en otros países para proveer la energía que se utiliza en México por ejemplo la energía para refinar la gasolina y para transportarla. El modelo a estimar es el que utiliza el producto de matrices:

Cuadro 3
**Matriz C. Consumo final de energía por sectores
 para la economía mexicana 1971 (Mtoe)**

	Sectores económicos	Sector Residencial	Sector transporte
c	2.2	0.0	0.0
p	0.0	0.0	0.0
g	8.1	0.3	0.0
n	0.0	0.0	0.0
h	0.0	0.0	0.0
gt	0.0	0.0	0.0
s	0.0	0.0	0.0
rw	1.2	4.8	0.0
r	4.2	2.3	10.2
e	1.4	0.6	0.0
total	17.2	8.0	10.3

Fuente: elaboración propia con datos de los balances energéticos de la OECD.

Siguiendo el modelo de la ecuación (1), se obtienen para México los cuadros 4 y 5. Estas tablas analizan la información según la fuente de energía y el tipo de actividad respectivamente. Además se comparan distintos años para el periodo de análisis.

La información en el cuadro 4 muestra un cambio importante en el peso relativo de las diferentes fuentes de energía. Los cambios más notables son, el crecimiento de las necesidades de carbón, de gas natural y de energía hidroeléctrica como fuentes energéticas para producir energía; y el inicio del aprovechamiento de las fuentes geotérmica, solar y eólica. El petróleo aumenta en requerimientos en 60% para el periodo, y el gas natural alrededor de 300%. Por lo tanto, el carbón, la hidroelectricidad, el gas natural y el petróleo son las fuentes que la economía mexicana requiere para poner energía disponible en el sistema económico. La biomasa y las energías renovables, como la solar y eólica, también son aprovechadas y ganan relevancia porque en el periodo se comienzan a aprovechar, aunque en términos absolutos su valor sea pequeño comparado con las principales fuentes.

Los requerimientos de carbón de tener una variación de 40% en los años setentas crecen en 130 y 150% aproximadamente para los periodos de los años noventa y la última década. Un crecimiento de este tipo es una política orientada a una fuente, que si bien es competitiva en precio para la producción de energía, es muy contaminante al ser aprovechada por el sistema. Este impacto sin lugar a dudas es motivo de análisis en estudios de corte ambiental.

Las necesidades energéticas primarias de los diversos sectores económicos (excepto transporte) crecieron alrededor de 300% en el periodo 1971-2007 (tabla 5). Estas necesidades primarias pueden interpretarse como la elasticidad entre la energía y el PIB. El aumento en las necesidades energéticas primarias para el consumo residencial es de 200%; por lo que estos requerimientos en el consumo residencial y los sectores económicos son relativamente mucho más importantes que el del sector transporte. En términos absolutos esto significa que el aumento en necesidades energéticas en los hogares, puede ser el resultado no sólo de un aumento en el consumo final, sino también de una electrificación creciente del consumo, casi tan importante como el aumento para las actividades productivas. El transporte aumenta sus requerimientos de energía en el periodo en 100%; aunque el periodo de mas aumento entre los años 1997 y 2007. En términos relativos, la proporción de energía que requieren los sectores económicos pasa de 50% del total a 60%, el sector residencial no presenta cambios importantes y el sector transporte pierde 10 puntos porcentuales. Uno podría pensar que esta pérdida podría ser el resultado de un aumento en la eficiencia en el sector, al menos comparado con los otros sectores.

III. Conclusiones

El análisis de requerimientos de energía es una metodología de análisis que muestra la energía que requiere una economía para funcionar en sus sectores y para producir energía. Si bien se puede considerar una subestimación por no considerar las pérdidas o la energía utilizada en el exterior para producir la disponible, es una aproximación para conocer una parte importante de los requerimientos de energía con el análisis *input-output*.

Los datos para el caso mexicano muestran un aumento en las necesidades energéticas primarias de aproximadamente 200% aunque, también ha existido un cambio en las fuentes utilizadas o efecto sustitución. El incremento de las necesidades de carbón de energía hidroeléctrica y de gas natural como fuentes energéticas para producir energía son los cambios más notables, además del inicio del aprovechamiento de las fuentes geotérmica, solar y eólica. El petróleo aumenta en requeri-

- Dinda, S., 2004, "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey", *Ecological Economics* 49, pp. 431-455.
- Galletto, V. 1999, Una aproximación a la relación energía-renta en España a partir de la estimación de una función de demanda. Dissertation for the Master in Applied Economics. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B., 1995, "Economic Growth and the Environment" *The Quarterly Journal of Economics* Vol. 110 núm. 2. pp. 353-377.
- International Energy Agency (IEA), 2004. Energy Balances of OECD Countries, 1980-2004. OECD/IEA, Paris.
- Malenbaum, W., 1978, *World demand for raw materials in 1985 and 2000*, McGraw-Hill, Nueva York.
- OECD Environmental indicators, 2001 y 2005, Towards sustainable development. OECD, Paris.
- Panayoutou, T., 1997, "Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool." *Environment and Development Economics* 2, pp. 465-484.
- Proops, J. L. R., 1988, "Energy intensities input-output analysis and economic development" in Ciaschini, M (ed), *Input-Output analysis: Current Developments Chapman & Hall*, New York and London.
- Ramos, M. 2003, "Intensidad energética de la económica española: una perspectiva integrada", *Economía Industrial*, núm. 351.
- Roca, J. and Alcantara, V., 2001, "Energy intensit, co2 emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case." *Energy Policy*, 29. pp. 553-556.
- Roca, J. and Serrano, M. 2007, "Income growth and atmospheric pollution in Spain: An input-output approach." *Ecological Economics* 63. pp. 230-242.
- Secretaría de Energía, Balance nacional de energía, 2000-2006, Sener, Mexico.
- Soytas, U. Sari, R. and Ewing, B.T., 2007, "Energy consumption income and carbon emissions in the United States" *Ecological Economics* 62. pp. 482-489.