

# Proyección sobre energía eléctrica en México mediante la Identidad de Kaya

## *Projection on electricity in Mexico by Kaya Identity*

Edgar R. Sandoval García\*

### Resumen

Se analiza al sector energético, con énfasis en la generación de electricidad, por ser una de las fuentes principales que impulsan a la economía, pues se advierte sobre la trascendencia de la energía en el conjunto de la actividad económica del país, donde se muestra que México presenta una fuerte relación entre el crecimiento económico y el uso de energía. Por ello, resulta de suma importancia tener una visión de cuáles serán los requerimientos de electricidad a corto, mediano y largo plazos, para identificar con anterioridad las necesidades y evitar futuras crisis energéticas, como ha pasado en otras partes del mundo. Para llevar a cabo la proyección se utilizó la ecuación llamada "Identidad de Kaya" que nos permite identificar horizontes y respondernos a la pregunta básica de la prospectiva de ¿Qué pasaría si....?

#### Palabras clave:

- Producción de electricidad
- Política gubernamental
- Economía de la empresa

### Abstract

We analyze the energy sector, with emphasis on electricity generation, for being one of the main sources that drive the economy, as it warns of the importance of energy in the whole country's economic activity, showing that Mexico has a strong relationship between economic growth and energy use. It is therefore extremely important to have a vision of what the power requirements in the short, medium and long term, to identify needs earlier and avoid future energy crises, as has happened in other parts of the world, to carry out the projection equation was used called "Kaya Identity" horizons allowing us to identify and respond to us to the basic question of foresight of what if ....?

#### Keywords:

- Electric utilities
- Government Policy
- Business Economics

JEL: H54, L94, M21

México es una economía del cual se tiene a nivel mundial grandes expectativas de crecimiento, de hecho, diversos organismos internacionales<sup>1</sup> pronostican que podría crecer su Producto Interno Bruto (PIB) hasta 4% anual en las próximas décadas, e inclusive la propuesta presidencial del actual y renovado gobierno es alcanzar una meta de 6 por ciento.<sup>2</sup>

Llevar a cabo tal proeza, requerirá de una fortalecida y bien planeada estructura de soporte, basada en los cambios y ajustes necesarios de diferentes sectores como el político, jurídico, energético, social, entre otros, así como de comportamientos individuales.

<sup>1</sup> OCDE (2012), "México, Mejores políticas para un desarrollo incluyente". [En línea]. Disponible <http://www.oecd.org/mexico/Mexico%202012%20FINALES%20SEP%20eBook.pdf>

<sup>2</sup> Mares, M. (2013), "EPN: crecimiento económico". [En línea]. Disponible en <http://eleconomista.com.mx/columnas/columna-especial-empresas/2013/02/28/epn-crecimiento-economico>.

\* Doctorante en el CINVESTAV del IPN, Transdisciplinario DCTS. [esandoval@cinvestav.mx](mailto:esandoval@cinvestav.mx). Una primera versión de este trabajo se presentó en una sesión del curso "Energía y Desarrollo" del Programa de Maestría del Postgrado de Energía, Facultad de Ingeniería de la UNAM, el 10 de abril de 2013, bajo la responsabilidad del Prof. Dr. Angel de la Vega Navarro.



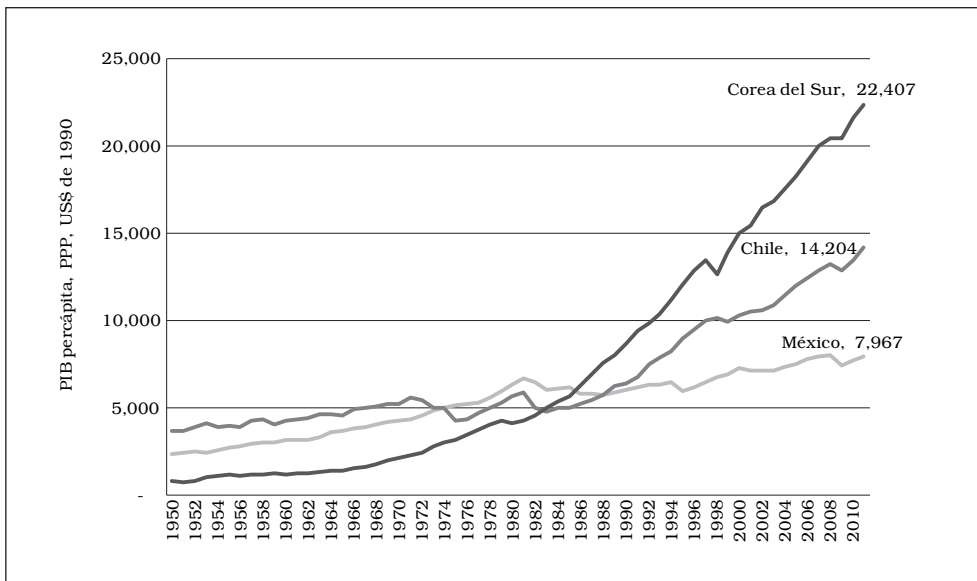




## PIB per cápita

Si bien esta variable no nos da una versión de la realidad del país en donde vivimos, dada la tremenda desigualdad que rige nuestra sociedad, es un indicador a nivel global que nos permite un nivel de comparación con otras economías en términos de pobreza, calidad de vida, capacidad de compra, entre otros. A lo largo de su historia moderna, la economía mexicana ha mantenido un crecimiento constante, aunque no en el nivel que la sociedad lo ha requerido (gráfica 3).

**Gráfica 3**  
**Comparativo Chile-México-Rep. Corea,**  
**PIB per cápita, PPP US\$ de 1990**



Fuente: elaboración propia con datos de Total Economy Database (TEDb).

En el presente estudio se han propuesto tres escenarios de crecimiento económico, con tasa anual del 2, 4 y 6% proyectadas al año 2100, tomando como punto de inicio el PIB de 2011 de \$1 074,127.1 millones de dólares (current US\$, World Bank)<sup>4</sup> y un PIB per cápita de \$9 442.12 dólares.

<sup>4</sup> La proyección al año 2050 y 2100 se hacen en base a los \$1 074 127.1 millones de dólares corrientes, con lo que eso implica.



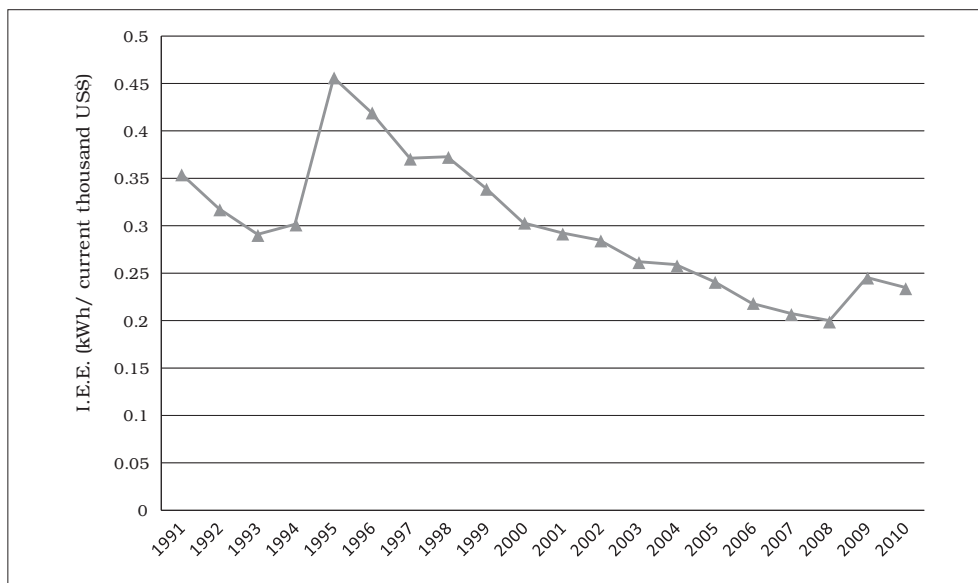
cuenta que en el año 2000 las emisiones totales de CO<sub>2</sub> fueron de 383 021.8 kTon, entonces tenemos el compromiso al 2050 de abatir las emisiones a niveles de 53 623.1 kTon de CO<sub>2</sub> procedentes sólo de la generación de energía eléctrica.

Cabe aclarar que en el presente estudio se considera que del año 2050 al 2100 las emisiones de CO<sub>2</sub> permanecen constantes, además que la intensidad de carbón calculada a 2011 fue de (118 931.6 kTon CO<sub>2</sub> / 258,128 GWh) = 0.4607 kTon/GWh.

### **Demanda eléctrica/PIB (intensidad eléctrica)**

La demanda eléctrica nacional ha crecido a una tasa acumulada de 5.8% anual desde 1971 al 2011, de acuerdo a datos del Banco Mundial. En este nuevo siglo la tasa de crecimiento fue de 3.57% en el período 2001-2011. En cuanto al comportamiento de lo que en este estudio se considera como Intensidad Eléctrica (Producción eléctrica/PIB) ha mantenido un comportamiento a la baja desde finales del siglo xx y principios del siglo xxi, tal como se muestra en el gráfico 4.

**Gráfica 4**  
**Intensidad Eléctrica**  
**(kWh-año/ PIB, miles de dólares corrientes)**

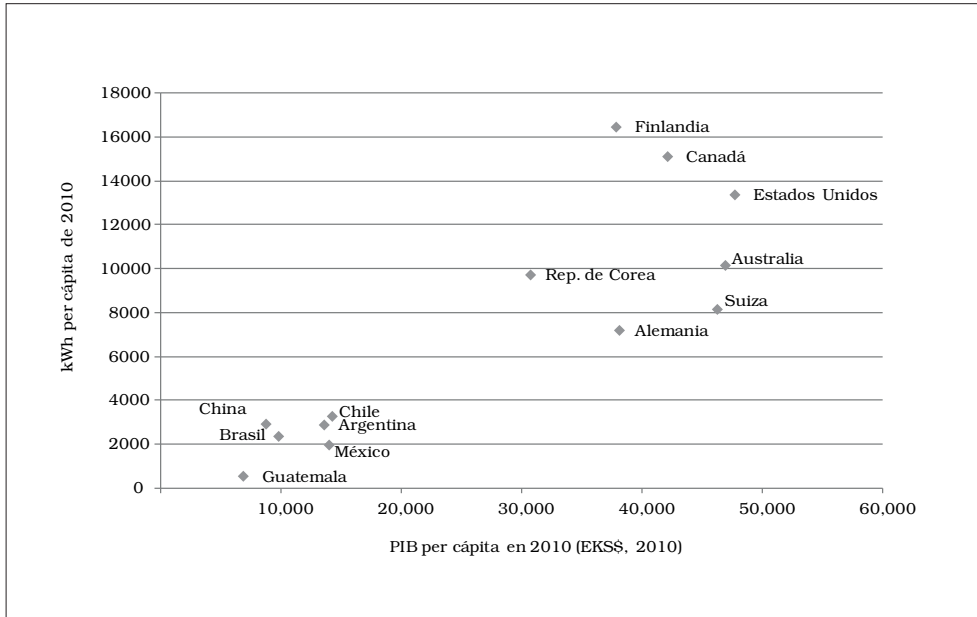


Fuente: elaboración propia con datos del WB, TEDb, IMF.





**Gráfica 6**  
**Comparación kWh per cápita en 2010,**  
**diversas economías.**



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial y TEDb.

El tercer y último comportamiento fue el de reducir 25% la IE, considerando la reducción en términos de eficiencia energética y productividad, y no de un incremento en términos de pobreza energética, tal como en la actualidad presenta el país. El valor objetivo al 2050 es de 0.18 GWh-año/millones de dólares corrientes, y se mantiene constante al 2100.

### Procedimiento

Mediante una hoja de cálculo se estimó, con un rango de error del +/- 0.01%, cuál sería el valor de producción eléctrica a futuro que permitiría cumplir con la Identidad de Kaya bajo las consideraciones antes planteadas.



Para el año 2050, la demanda eléctrica (GWh-año) requerida sería de:

IE (GWh-año/millones de dólares corrientes)	0.18	0.24	0.3
Crecimiento 2% PIB	410 330.0	547 100.0	683 900.0
Crecimiento 4% PIB	858 200.0	1 144 300.0	1 430 400.0
Crecimiento 6% PIB	1 770 000.0	2 360 000.0	2 950 000.0

Para el año 2100, la demanda eléctrica (GWh-año) requerida sería de:

IE (GWh-año/millones de dólares corrientes)	0.18	0.24	0.3
Crecimiento 2% PIB	1 104 400.0	1 472 500.0	1 840 600.0
Crecimiento 4% PIB	6 099 000.0	8 132 000.0	10 165 000.0
Crecimiento 6% PIB	32 600 000.0	43 470 000.0	54 339 000.0

## Discusión

Considerando el escenario deseable de crecimiento económico a una tasa anual de 6% y un incremento en la intensidad eléctrica a 0.3 GWh-año/millones US\$ (necesaria y fundamental para soportar tal nivel de crecimiento), la generación de electricidad tendría que crecer en 11.5 veces al año 2050 y 210.5 veces al 2100, respecto de 2011.

Bajo un escenario moderado de crecimiento económico de 4% anual y manteniendo una intensidad energética constante desde el 2011, se requeriría un crecimiento en la generación eléctrica de 4.4 veces al año 2050 y 31.5 veces al año 2100, respecto del 2011.

Tomando en cuenta el crecimiento real de las últimas décadas del PIB nacional, en donde han existido años de crecimiento de hasta 6.7% (1997), pero también ha habido decrecimientos de hasta -6.12% (2009), el escenario más plausible sería el de un crecimiento económico de 2% anual y un crecimiento obligado en la intensidad eléctrica de al menos 25% respecto 2011.



## Bibliografía

- CONAPO (2006), "Proyecciones la población de México 2005-2050". [En línea], disponible en [http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/proyecciones\\_estatales/Proy05-50.pdf](http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/proyecciones_estatales/Proy05-50.pdf)
- IPCC Special Report, "Emissions Scenarios". [En línea], disponible en <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=50>
- Kaya, Y. (1990), Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios, Paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris.
- Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat, World Population Prospects: The 2010 Revision, <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>
- Secretaría de Energía (2010), "Balance Nacional de Energía 2010". [En línea], disponible en [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energ%C3%ADa%202010\\_2.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energ%C3%ADa%202010_2.pdf)
- The Conference Board, "Total Economy Database". [En línea], disponible en <http://www.conference-board.org/data/economydatabase/>