

MODELO DE SEGURIDAD ENERGÉTICA APLICADO A PAISES LATINOAMERICANOS

MODEL OF ENERGY SECURITY APPLIED TO LATIN AMERICAN COUNTRIES

Ing. Ms Sc Fredy Saravia P. – Ing. Dheybi Cervan Prado ¹

RESUMEN

Entre las políticas energéticas ha adquirido creciente importancia la noción de “seguridad energética”, es decir, garantizar la continua disponibilidad de energía, en variadas formas, cantidades y a precios asequibles. El concepto de seguridad energética ha evolucionado desde su única asociación del suministro de petróleo, hasta incorporar conceptos ambientales y sociales relacionados con la energía. En los países de Latinoamérica la seguridad energética no deja de ser un problema, en este contexto, se hace necesario cuantificar la noción de “seguridad energética” y adaptarla a las necesidades nacionales y de ser posible a la realidad Latinoamericana con el fin contar con un modelo que sirva de instrumento para la planificación de políticas energética a largo plazo. En este artículo, se plantea un modelo cuantitativo para obtener un índice de seguridad energética, este modelo es aplicado para los países latinoamericanos cuyos resultados se compara con una investigación similar del Foro Económico Mundial.

Palabras Clave. - Energía, Seguridad Energética, Seguridad de Suministro, Modelo Estadístico

ABSTRACT

Between energy policy has become increasingly important the notion of "energy security", that is, ensuring the continued availability of energy, in various forms, quantities and at affordable rates. The concept of energy security has evolved from its unique combination of oil supply, to incorporate environmental and social concepts related to energy. In Latin American countries energy security continues to be a matter of national policy, in this context, it is necessary to quantify the concept of "energy security" and adapt to national needs and possibly the Latin American reality in order to have a model to serve as a tool for planning long-term energy policy. In this paper, proposed a quantitative model for an index of energy security, this model are applied for the Latin American countries whose results are compared with similar research of the World Economic Forum.

Keywords. - Energy, Energy Security, Security of supply, Statistical Model

INTRODUCCIÓN

La crisis del petróleo del año 1970 mostró la vulnerabilidad de los países industrializados a los shocks en los precios del petróleo, desde entonces han pasado 45 años debatiendo y convirtiendo la seguridad energética en un objetivo prioritario en la política energética de muchos países.

En particular los países desarrollados cuentan con un modelo de gestión que monitorea el nivel de seguridad, como es el caso de Estados Unidos a través de su departamento de energía; por otra parte la Agencia Internacional de Energía (IEA)² dispone de los modelos “Energy Security and Climate Policy” y “Short-term Energy Security”, así como el Foro Económico Mundial (WEF³ ha desarrollado una metodología denominada “Energy Architecture Performance Index” el cual abarca tres dimensiones: económica, ambiental y seguridad energética.

La región de Latinoamérica, representa de forma integrada, la tercera economía más importante a nivel mundial de acuerdo al PBI⁴ a paridad de poder adquisitivo (PPA) y ocupa también un puesto muy importante en la producción de energía primaria del mundo. Al margen con el cual la producción supera a la demanda interna, permite a la región mantener su status de exportadora neta de energía. Sin embargo, en su interior existen marcadas asimetrías entre países con grandes reservas de recursos naturales y capacidades de producción y exportación (Colombia, Venezuela, Bolivia, Ecuador y Paraguay), países con recursos suficientes para cubrir sus necesidades y exportar sus excedentes (México, Perú, Brasil y Argentina) y países con incipientes recursos energéticos que se abastecen total o en gran parte de importaciones (Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Honduras, Uruguay, Chile y Panamá). En la Fig. 1 se muestra las asimetrías mencionadas.

Para los integrantes de la región la seguridad energética no deja de ser un problema, la evaluación de la misma es incipiente debido a que la mayoría de los modelos desarrollados evalúan solo a países pertenecientes a la OCDE⁵ en el cual la mayoría de

países latinos están excluidos. En ese sentido toma relevancia cuantificar un índice que refleje la realidad de la región en cuanto a seguridad energética.

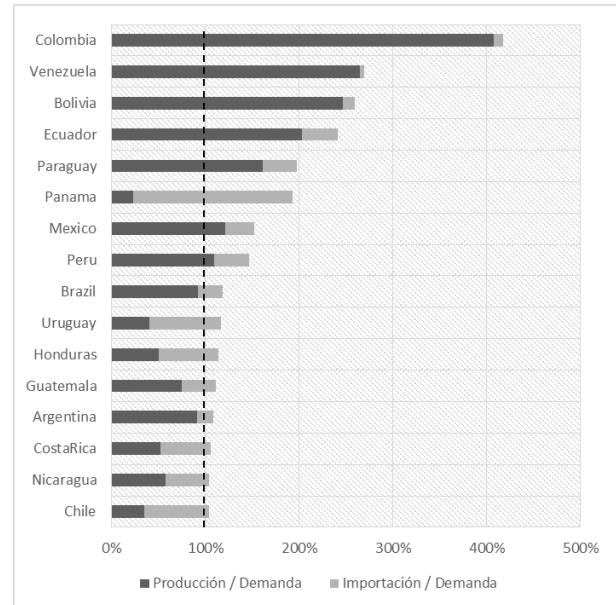


Fig. 1 Relación de producción, importación exportación de energía primaria de países latinos en el año 2012

El propósito de este artículo es lograr: plantear un modelo cuantitativo para obtener un índice de seguridad energética y aplicar dicho modelo en los países latinos.

SEGURIDAD ENERGÉTICA Y SUS DIMENSIONES

Definición

La existencia de una definición única de seguridad energética es una tarea complicada debido al carácter multidimensional del concepto, ya que comprende aspectos técnicos, económicos, sociales, medioambientales y geopolíticos.

La Agencia Internacional de Energía (IEA) define la seguridad energética como "La disponibilidad ininterrumpida de las fuentes de energía a un precio asequible". [1]

² Por sus siglas en inglés, International Energy Agency (IEA)

³ Por sus siglas en inglés, World Economic Forum (WEF)

⁴ PBI : Producto Bruto Interno

⁵ OCDE: Organismo de países económicamente desarrollados

El Foro Económico Mundial (WEF), menciona acerca de la seguridad energética como *"El grado en que la arquitectura de la energía está en riesgo de un impacto y si se proporciona un acceso adecuado a la energía para todos los sectores de la población"*. [2]

Según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la seguridad energética significa *"La disponibilidad de energía en todo momento y en diversas formas, en cantidades suficientes y a precios razonables"*. [3]

Dimensiones de la seguridad energética

Entre los principales factores que afectan el nivel de seguridad energética de un país pueden incluirse los siguientes:

Geográfico.- El cual repercute en las localizaciones y en la accesibilidad de recursos, así como en las rutas de aprovisionamiento.

Geológico.- Debido a la ubicación en el subsuelo de las materias primas energéticas.

Medioambiental.- Que implica la protección del ecosistema y limitar los efectos de alteración climática.

Tecnológico.- Que engloba el know-how, las patentes y la investigación. Contar con la tecnología suficiente evita oligopolios técnicos foráneos y/o mejora capacidades para el aprovechamiento de la energía.

Corporativo.- Referente a la configuración, organización y titularidad de las principales empresas del sector energético.

Económico.- Alusivo a la configuración del mix, industria y cartera energética. Podemos encontrar dependencia externa, balance de fuentes, subvenciones, déficit tarifario.

Social.- Referido a la reacción de la población ante las fuentes energéticas y a la percepción de los riesgos y ventajas asociados.

Político.- Tanto interior (competencias institucionales, líneas de gobierno, etc.) como exterior (tratados internacionales, conflictos, etc.).

METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA SEGURIDAD ENERGÉTICA

Habida cuenta que no existe una variable única que pueda evaluar la seguridad energética y las diferentes dimensiones que abarca la seguridad energética, se plantea elaborar un Índice de Seguridad Energética (ISE) a partir de indicadores energéticos, económicos y sociales de características comunes que son publicadas frecuentemente por los gobiernos de cada país.

Identificación de variables

La variable dependiente es el Índice de Seguridad Energética.

Las variables independientes serán indicadores energéticos, económicos y sociales, los cuales son:

Variables Energéticas.- Se consideran datos del Balance Energético Nacional como el Consumo Final, Producción, Importaciones y las Exportaciones por fuente energética.

Variables Económicas.- Costo de importación de petróleo, gas natural, carbón y electricidad por país de origen; Producción Bruta Interna (PBI); Precios finales de electricidad e hidrocarburos

Indicadores Sociales.- Grado de electrificación, Acceso a combustibles no sólidos y Calidad de suministro eléctrico.

Estructura del Índice de Seguridad Energética

De las variables independientes planteadas para el modelo de seguridad energética se construyen ocho indicadores: conectividad, dependencia energética, eficiencia energética, intensidad energética, diversidad de consumo, incremental de precio, equidad y diversificación de la matriz energética.

Estos indicadores se agrupan en tres índices: Vulnerabilidad, Consumo, Política. Finalmente el índice de seguridad energética se encuentra compuesto de los índices de vulnerabilidad, consumo y política energética. Dichos índices son construidos bajo la Metodología de construcción de indicadores compuestos [4].

En la Fig. 2 se reflejan las interacciones entre las variables, indicadores e índices planteados para formular el modelo de Seguridad Energética.

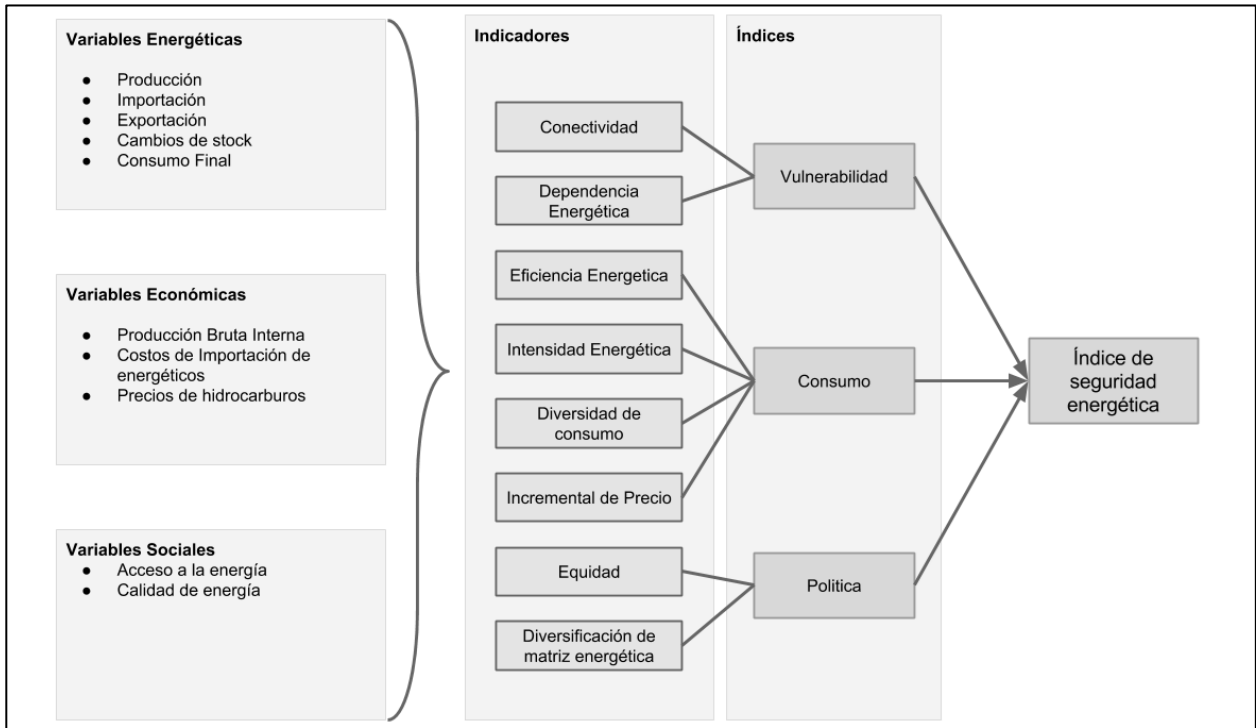


Fig. 2 Estructura del índice de seguridad energética.

Métodos empleados

Debido a que el índice de seguridad energética varía de 0 a 1, las variables y/o indicadores recopilados requieren ser normalizados en el mismo rango. Para esta normalización se emplea los siguientes métodos:

Re-escalamiento.- Consiste en transformar los niveles de las variables para llevarlos al intervalo 0 a 1, empleando la distancia entre los valores máximos y mínimos que la variable adquiere considerando todos los datos de la variable conjuntamente [4].

Distancia a una unidad de análisis de referencia.- Se considera una variable constante como referencia, ya que es en relación a ella los resultados quedan normalizados [4].

Medición de la concentración de mercado.- Se basa en la normalización del índice de Herfindahl e Hirschman (HHI) [5]. El cual indica que a más alto el índice, más concentrado, consecuentemente una menor diversificación del mercado el cual representa menor seguridad energética.

Agregación de indicadores compuestos.- Es el método más ampliamente utilizado. Una vez normalizadas las variables y calculados los factores

de pesos, el indicador compuesto se calcula como el promedio aritmético ponderado. [4]

Índice de Vulnerabilidad Energética

La vulnerabilidad, se interpreta como la métrica para cuantificar el impacto de un shock energético sobre la economía. La relación con el índice de seguridad energética es inversamente proporcional. Los indicadores parciales utilizados para determinar el índice de vulnerabilidad son:

Conectividad.- Refleja la flexibilidad de un país al poder recurrir a diferentes proveedores o vías de importación en casos de posibles eventualidades. La posibilidad de interrupción se reduce cuanto mayor sea la diversificación del origen de las importaciones. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Conectividad = 1 - \left(\sum_{i=1}^{n=4} p_i * HHI_i \right) \quad (1)$$

Donde:

- i, es la fuente energética (petróleo, carbón, gas natural y electricidad)
- p, es el porcentaje de participación de la fuente energética i en las importaciones
- HHI, es el índice de concentración del origen de importaciones por país, la fuente energética i

Dependencia Energética.- Se emplea para estudiar la seguridad de abastecimiento. Un país autosuficiente, no depende de terceros para cubrir sus necesidades, caso contrario se verá obligado a realizar importaciones de energía con el fin de evitar daños a su economía con un alto coste interno. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Dependencia = \begin{cases} I > OI \rightarrow 1 \\ I < OI \rightarrow \frac{I}{OI} \end{cases} \quad (2)$$

Donde:

- I, es la importación total de energía
- OI, es oferta interna de energía

Para el cálculo del índice de vulnerabilidad, se emplea el método de agregación de indicadores compuestos, los indicadores de conectividad y dependencia energética. La conectividad tiene una relación negativa con la vulnerabilidad, por esta razón la agregación de indicadores se realiza con el opuesto de esta variable.

Índice de Consumo Energético

El consumo energético representa el uso adecuado y eficiente de la energía en los sectores de consumo nacional como los sectores de transporte, industrial, comercial y residencial. La relación con el índice de seguridad energética es directamente proporcional. Los indicadores parciales utilizados para determinar el índice de consumo son:

Eficiencia Energética.- Cuanto más eficiente sea un país, menos energía se perderá en los procesos intermedios de transformación y transporte, y más barata será la energía que llegará a los consumidores finales, porque soportaran los costes de una menor energía primaria y secundaria. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Eficiencia = \frac{CF}{OI} \quad (3)$$

Donde:

- CF, es el consumo final de energía
- OI, es oferta interna de energía

Al resultado se aplica el método de re-escalamiento para llevar los valores de 0 a 1.

Intensidad Energética.- Es la relación entre el consumo de energía y el producto bruto interno. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Intensidad = \frac{CE}{PBI} \quad (4)$$

Donde:

- CE, es el consumo de energía de un país
- PBI, es el producto bruto interno

Al resultado se aplica el método de re-escalamiento para llevar los valores de 0 a 1.

Diversidad de Consumo.- Refleja la flexibilidad al poder recurrir a diferentes fuentes energéticas sustitutas ante posibles eventualidades. La posibilidad de interrupción se reduce cuanto mayor sea la diversificación del consumo final. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Diversidad = 1 - HHI(Ni) \quad (5)$$

Donde:

- Ni, es la participación de una fuente energética presente en el consumo final
- HHI, representa el método de HHI

Incremental de Precio.- Los subsidios a los combustibles líquidos son una carga para la economía de los países. Los subsidios se incrementan cuando los precios de combustibles al consumidor es excesivamente mayor que el precio del mercado mundial. Este indicador refleja la distancia de precios locales frente a los mundiales. Se desarrolla bajo el método de distancia a una unidad de referencia, donde la referencia es el precio internacional del petróleo.

Finalmente se emplea el método de agregación de indicadores compuestos, los indicadores empleados son eficiencia energética, intensidad energética, diversidad de consumo e incremental de precios. La intensidad energética e incremental de precios tienen una relación negativa con el consumo, por esta razón la agregación de indicadores se realiza con el opuesto de estas variables.

Índice de Política Energética

Uno de los principales objetivos que persigue la política energética en la actualidad es garantizar la seguridad energética, esta política se debe basar en una visión de corto, medio y largo plazo. El

gobierno es el responsable de formular su política energética, por lo cual la relación con el índice de seguridad energética es directamente proporcional, es decir una mejor política representa un país energéticamente seguro. Los indicadores parciales utilizados para determinar el índice de política son:

Equidad.- Explica el aporte de la energía a la sociedad de un país, para ello es necesario la medición de la accesibilidad, asequibilidad y las disparidades. Se plantea obtener este indicador de la siguiente ecuación:

$$Equidad = \frac{a + b + c}{3} \quad (6)$$

Donde:

- a, es el grado de electrificación normalizado
- b, es la calidad de suministros eléctricos normalizado
- c, es el acceso de la población a combustibles no sólidos normalizado

Diversificación de la Matriz Energética.- El análisis de la matriz energética es fundamental para orientar la planificación del sector energético con el fin de garantizar la producción, la seguridad energética y el uso adecuado de la energía disponible. Un mayor grado de diversificación de las energías primarias reduce la vulnerabilidad del país, porque disminuye el impacto de una posible interrupción del suministro de una fuente energética. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Diversidad = 1 - \left(\sum_{i=1}^N s_i^2 \right) \quad (7)$$

Donde:

- i , representa una fuente energéticas primarias
- s_i , es la cuota de mercado para la fuente energética i
- N, es la numero de fuentes energéticas primarias para un país

Para el cálculo del índice de política, se emplea el método de agregación de indicadores, los indicadores empleados son equidad y diversidad de la matriz energética.

Índice de Seguridad Energética

Finalmente, para el cálculo del índice de seguridad energética, se realiza la ponderación de los tres índices previamente calculados: vulnerabilidad, índice de consumo energético e índice de política energética. El índice de vulnerabilidad tiene una relación negativa con el índice de seguridad, por esta razón la agregación se realiza con el opuesto de esta variable.

Los pesos empleados para la agregación son 0.3 para vulnerabilidad, 0.4 para consumo y 0.3 para política.

RESULTADOS DEL MODELO

Recopilación de Información

La muestra es del tipo discrecional y se encuentra comprendida a los países de Latinoamérica, específicamente los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. El resto de países centroamericanos no fueron tomados en cuenta por falta disponibilidad de información.

La obtención de información se realiza de fuentes confiables y válidas, de modo que en esta etapa se consultó a los siguientes bancos de datos:

- Base de datos de las Naciones Unidas en relación al comercio de productos energéticos (Petróleo, gas natural, carbón y electricidad)
- Base de datos de la IEA en relación a balances de energía.
- Base de datos de OLADE en relación a oferta y demanda de energía
- Base de datos de CEPAL en cuanto a indicadores económicos y desarrollo social.
- Base de datos del Banco Mundial en cuanto a la información del PBI.

La serie de datos recopilada para la evaluación del modelo de seguridad energética es desde el año 2000 al 2012.

Índice de Seguridad Energética

En la

Tabla 1 se muestran los resultados luego de aplicar la metodología anteriormente descrita.

Tabla 1 Resultados del Modelo - Índice de Seguridad Energética

País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Brasil	0.78	0.78	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.78	0.78
Argentina	0.71	0.65	0.64	0.63	0.72	0.68	0.66	0.62	0.70	0.69	0.72	0.66	0.69
Colombia	0.68	0.71	0.70	0.72	0.70	0.71	0.71	0.68	0.68	0.69	0.70	0.69	0.68
Uruguay	0.62	0.68	0.72	0.66	0.64	0.66	0.61	0.63	0.62	0.66	0.73	0.74	0.67
Perú	0.66	0.67	0.68	0.66	0.66	0.65	0.65	0.66	0.65	0.66	0.66	0.66	0.66
Bolivia	0.67	0.62	0.64	0.64	0.63	0.65	0.67	0.69	0.63	0.61	0.66	0.64	0.65
Venezuela	0.73	0.59	0.59	0.75	0.75	0.76	0.72	0.60	0.58	0.58	0.60	0.57	0.63
México	0.69	0.70	0.70	0.69	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68	0.66	0.66	0.63	0.62
Chile	0.70	0.65	0.68	0.61	0.65	0.65	0.63	0.65	0.65	0.67	0.68	0.64	0.62
Ecuador	0.68	0.68	0.69	0.70	0.67	0.65	0.59	0.61	0.60	0.62	0.62	0.62	0.62
Paraguay	0.56	0.57	0.62	0.61	0.60	0.65	0.63	0.64	0.62	0.59	0.62	0.62	0.61
Costa Rica	0.69	0.69	0.69	0.71	0.73	0.74	0.69	0.71	0.71	0.72	0.68	0.65	0.60
Panamá	0.59	0.58	0.65	0.64	0.63	0.64	0.62	0.64	0.63	0.63	0.60	0.59	0.59
Honduras	0.61	0.55	0.62	0.61	0.62	0.62	0.60	0.59	0.61	0.63	0.61	0.57	0.57
Guatemala	0.63	0.59	0.59	0.59	0.60	0.62	0.64	0.63	0.63	0.60	0.59	0.56	0.55
Nicaragua	0.54	0.51	0.58	0.59	0.56	0.61	0.60	0.60	0.60	0.51	0.53	0.55	0.54

Para realizar una comparativa del índice de seguridad energética entre el año 2000 y el 2012 se calcula el z-score (ver ecuación (8) para ambos años. Los resultados se muestran en la Fig. 3.

$$z - score_{i,t} = \frac{Valor_{i,t} - Promedio_{i,t}}{Desviación\ Estandar_{i,t}} \quad (8)$$

Donde:

- i , representa el índice de seguridad energética
- t , es el año

Analizando de la Fig. 3, la distancia entre un país y la línea diagonal representa la variación del índice de seguridad energética. Podemos observar que los países por encima de la línea diagonal han mejorado su índice de seguridad energética en comparación relativa al resto de países latinoamericanos.

En el primer cuadrante tenemos a Brasil, Argentina, Colombia, Perú y Bolivia que mantuvieron los primeros lugares en un ranking de seguridad energética en estos años.

En el segundo cuadrante encontramos solamente a Uruguay que ha mejorado notablemente su índice.

En el tercer cuadrante Paraguay, Panamá, Nicaragua, Honduras y Guatemala siguen en las últimas posiciones.

Finalmente en el cuarto cuadrante tenemos a Venezuela, México, Chile, Costa Rica y Ecuador que en este periodo descendieron su índice de seguridad energética.

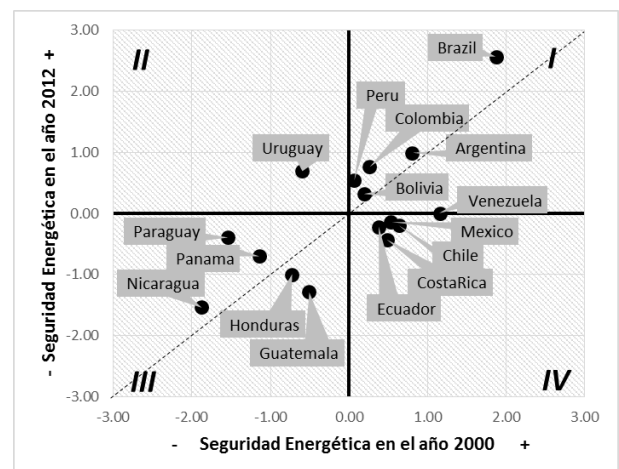


Fig. 3. Seguridad energética normalizado a “z-scores” para el año 2000 y 2012.

En cuanto al porcentaje de variación del índice de seguridad energética en el periodo 2000 a 2012, tal como se presenta en la Fig. 4. Uruguay y Paraguay son los países que mejoran notablemente su índice de seguridad. En contraste a ello Venezuela, Ecuador, México, Chile, Guatemala y Costa Rica son países que disminuyen su índice de seguridad energética.

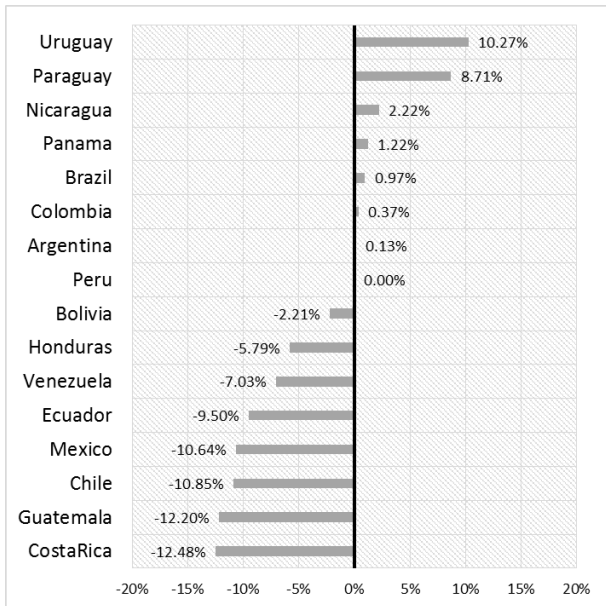


Fig. 4 Variación del Índice de Seguridad Energética entre el 2000 y 2012.

Los mejores países en desempeño de Seguridad Energética.

Brasil.- Ocupa el primer lugar en Seguridad Energética con la aplicación del modelo desarrollado y con un índice de 0,78. Representa la mayor economía y es el mayor consumidor de energía de la región. Destaca por tener la mejor diversificación de la matriz energética en la región, la cual para el 2012 es constituida de un 42% de petróleo, 32% biomasa, 15% hidráulica, 11% de gas natural. La alta participación de fuentes renovables hace que tenga pocas pérdidas de transformación de energía, lo cual indica un buen desempeño en eficiencia energética. También la variación del precio del combustible en comparación al precio internacional para el consumidor final es de solo 5%. En cuanto al resto de indicadores evaluados, en orden de jerarquía se encuentra entre las 5 mejores posiciones.

Perú.- Resulta con un índice de Seguridad Energética de 0,66, clasificando en la quinta posición del grupo evaluado de Latinoamérica. A diferencia de los países que superan su Índice, si bien se tiene como fortaleza que una parte importante de recursos primarios renovables, hídrico, solar eólico, sin embargo la debilidad reside en su dependencia del petróleo. Otro de los aspectos por mejorar están asociados al acceso a la energía, con factores electrificación aún menores que los países con mejores indicadores.

Comparativa de la Seguridad por Grupos Económicos

En los países latinoamericanos se encuentran conformados los siguientes grupos económicos:

Comunidad Andina (CAN).- Conformado por Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

Mercado Común del Sur (Mercosur).- Conformado por Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, desde el año 2006 también se incluye a Venezuela.

Alianza del Pacífico.- Conformado por México, Perú, Chile y Colombia. Esta alianza se forma desde el año 2011, por ello solo se analizara para el año 2012.

En la Fig. 5 se muestra la evolución del índice de seguridad energética, se aprecia que Mercosur presenta un mejor desempeño frente a la CAN.

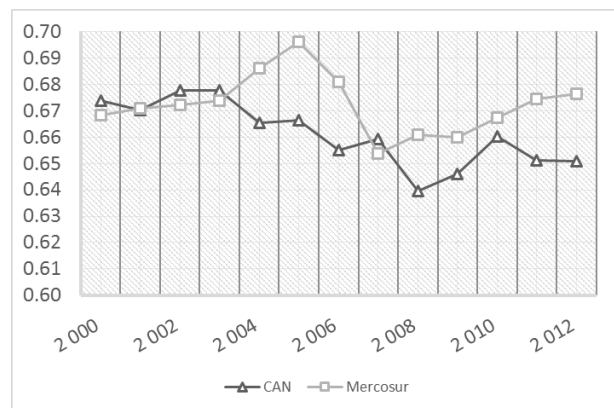
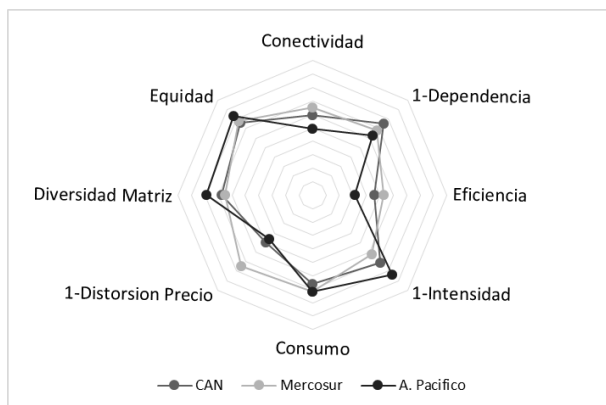


Fig. 5 Evolución del Índice de Seguridad Energética por grupos económicos



Comparativa con modelos similares

De la bibliografía revisada se tiene que varios modelos revisados solo analizan países pertenecientes a la OCDE lo cual impide desarrollar una comparativa. Sin embargo el modelo del Foro Económico Mundial en su publicación Energy Architecture Performance Index [2] incluye la evaluación de países latinoamericanos.

En la Tabla 2 se muestran los índices comparados y su posición respectiva para el año 2012, ordenados de mayor a menor según los resultados del índice del Foro Económico Mundial (WEF). [2]

Tabla 2 Comparación de Índices de Seguridad por país - Año 2012

País	WEF	Posición	ISE	Posición
Colombia	0.69	1	0.68	3
Uruguay	0.67	2	0.67	4
Costa Rica	0.66	3	0.60	12
Brasil	0.65	4	0.78	1
Perú	0.65	5	0.66	5
Paraguay	0.63	6	0.61	11
Chile	0.60	7	0.62	9
México	0.58	8	0.62	8
Argentina	0.57	9	0.69	2
Panamá	0.56	10	0.59	13
Ecuador	0.54	11	0.62	10
Venezuela	0.50	12	0.63	7
Bolivia	0.49	13	0.65	6
Guatemala	0.48	14	0.55	15
Nicaragua	0.46	15	0.54	16
Honduras	0.46	16	0.57	14

De la comparación se observa que para ambos modelos la lista es encabezada por Colombia,

Uruguay, Brasil y Perú, mientras que Costa Rica para el modelo del Foro Económico Mundial y Argentina para la presente investigación complementan los 5 primeros países en el ranking.

La lista es continuada por Paraguay, Chile, México, Panamá, Ecuador, Venezuela y Bolivia. Finalmente los tres últimos países en el ranking son Guatemala, Nicaragua y Honduras para ambos modelos.

Entonces los países con mayor diferencia en cuanto al ranking son Costa Rica, Argentina y Bolivia. Ello se explica por cuanto en el modelo del Foro Económico Mundial los indicadores sociales tienen un peso mucho mayor al que se tiene para el modelo de la presente investigación. Es por ello que Costa Rica al tener un mejor grado de electrificación escala más posiciones, mientras que Bolivia al ser el caso contrario obtiene un menor índice.

CONCLUSIONES

A la luz del tema de Seguridad Energética evaluado en el presente trabajo, las conclusiones son las siguientes:

- La seguridad energética es un elemento de la política energética que se aplican en los diferentes países y que considera variables técnicas, económicas, socio-ambientales y geopolíticas.
- En el trabajo de investigación para el modelo de seguridad energética se identificaron variables independientes a través de ocho indicadores: conectividad, dependencia energética, eficiencia energética, intensidad energética, diversidad de consumo, incremental de precio, equidad y diversificación de la matriz energética.
- Para fines cuantitativos los indicadores se agruparon en tres índices: Vulnerabilidad, Consumo, Política que, ponderados, determinan el Índice de Seguridad Energética.
- La muestra comprendió a países de Latinoamérica; Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.
- Los países que lideran el índice de Seguridad energética con Brasil con 0,78, seguido de Argentina con 0,69, Colombia con 0,68, Uruguay con 0,67 y Perú con 0,66 entre otros.
- En general los países mejor ubicados en seguridad energética cuentan con recursos renovables y tienen autosuficiencia en suministro de petróleo como es el caso de Brasil, Colombia, Argentina.
- Perú alcanza un índice de Seguridad Energética de 0,66, en la quinta posición del grupo de Latinoamérica. Si bien tiene como fortaleza sus recursos primarios renovables, hídrico, solar eólico, sin embargo la debilidad reside en su dependencia del petróleo, con otro de los aspectos por mejorar como el acceso a la energía, con factores electrificación aún menores que los países con mejores indicadores.
- Una forma de mejorar el índice de seguridad es mejorando la balanza de energía, para lo cual el Perú puede aprovechar su potencial renovables mediante la exportación de energía, lo cual puede hacerse sin afectar su autosuficiencia en el suministro de electricidad.

- Los resultados muestran que la definición y aplicación de políticas públicas en el sector energía pueden llevar a los países a una mejora en su Seguridad Energética.
- Asimismo se ha identificado que uno de los factores que mayor impacto tiene en la seguridad energética está asociados a la mejora de las condiciones de acceso a la energía, siendo recomendable la continuación de estas políticas mediante el empleo de recursos renovables.
- La herramienta y el modelo de seguridad energética desarrollados puede ser considerado como un elemento de referencia para medir los resultados de la política energética en los países.

REFERENCIAS

1. **IEA**, «Energy Supply Security, Emergency Response of IEA countries 2014,» OECD/IEA, 2014.
2. **WEF**, «The Global Energy Architecture Performance Index Report 2014,» World Economic Forum, 2013
3. **PNUD**, World Energy Assessment: Energy the Challenge of Sustainability, PNUD, 2000
4. **Andres Schuschny H. S.**, Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible, Chile: Naciones Unidas, 2009