



Estado Plurinacional de Bolivia
Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
Dirección General de Energías Alternativas



Imagen: Archivo GIZ/ Parque Qollpana

Sistematización de indicadores de eficiencia energética existentes en el país y la región

Gestión 2018

MINISTERIO DE
ENERGÍAS

PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA DE LA COOPERACIÓN ALEMANA AL DESARROLLO

La Cooperación Alemana al Desarrollo a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y su Programa de Energías Renovables (PEERR) tiene como objetivo brindar asistencia técnica a través del Ministerio de Energías (MEN) a las entidades del sector eléctrico en el área técnica, normativa y formación de capacidades para el desarrollo de las Energías Renovables (EERR) y Eficiencia Energética (EE).

En este contexto, la información contenida en este documento es de carácter referencial y no representa necesariamente la política institucional del Ministerio de Energías ni de las entidades del sector eléctrico.



Implementada por:





Estado Plurinacional de Bolivia
Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
Dirección General de Energías Alternativas



Imagen: Archivo GIZ/ Parque Qollpana

Sistematización de indicadores de eficiencia energética existentes en el país y la región

Gestión 2018

MINISTERIO DE
ENERGÍAS

PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA

Entre el:

Ministerio de Energías

y

Deutsche Gesellschaft für Internationale

Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Implementada por:



La Paz – Bolivia

2018

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIONES DE INDICADORES RELATIVOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	2
2.1	Intensidad energética.....	2
2.1.1	Intensidad energética agregada.....	2
2.1.2	Intensidad energética desagregada.....	4
2.1.3	Intensidad energética y proyecciones de consumo	5
2.2	Eficiencia energética de la cadena energética	6
2.2.1	Eficiencia del Sistema de Transformación de Energía Primaria en Secundaria.....	6
2.2.2	Eficiencia energética de la cadena de generación, transporte y distribución de electricidad	7
2.3	Indicadores relacionados a emisiones contaminantes.....	9
2.3.1	Emisiones específicas de CO ₂ en la generación de electricidad	9
2.3.2	Intensidad global de emisiones de CO ₂ del sector energético.....	10
3	APLICACIÓN DE INDICADORES RELATIVOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN PAÍSES DE LA REGIÓN	11
3.1	Intensidad energética.....	11
3.2	Eficiencia energética de la cadena energética	12
3.3	Indicadores relacionados a emisiones contaminantes.....	13
4	INDICADORES RELATIVOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL.	14
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
5.1	Establecimiento de un marco institucional.....	16
5.2	Priorización de indicadores	16
5.3	Recomendaciones adicionales	18

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ABT	Abastecimiento Bruto
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AE	Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad
BEN	Balance Energético Nacional
bep	Barril Equivalente de Petróleo
BIEE	Base de Indicadores de Eficiencia Energética
CEDLA	Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CNT	Consumo final energético sectorial
CPTS	Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles
EFN	Eficiencia Neta del Sector Energético
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GTZ/GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit Instituto de Economía Energética, asociado a Fundación
IDEE	Bariloche
kep	Kilogramo Equivalente de Petróleo
LEAP	Long-range Energy Alternatives Planning System
M\$2003	Millones de pesos en base constante de 2003
MEN	Ministerio de Energías
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
PIB	Producto Interno Bruto
PPA	Paridad de Poder Adquisitivo
RISØ	Laboratorio Nacional RisØ
SEI	Instituto Ambiental de Estocolmo
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
VMEEA	Vice-Ministerio de Electricidad y Energías Alternativas

CONVENCIONES UTILIZADAS

La nomenclatura empleada para la notación numérica es como sigue: la coma (,) se usa para separar miles; y el punto (.) se usa para separar decimales.

Las unidades que definen un valor numérico son las establecidas por el sistema internacional (SI) y se expresan, cuando corresponde, entre corchetes [...].

Las notas marginales se expresan como superíndice numérico (¹) y se consignan al pie de la página correspondiente.

SISTEMATIZACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EXISTENTES EN EL PAÍS Y LA REGIÓN

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento realizado en el marco del Programa de Energías Renovables (PEERR), contiene una síntesis de la revisión de indicadores de desempeño del sector energético, con énfasis en la eficiencia energética, utilizados en Bolivia y algunos países de la región. El objetivo final de esta tarea, a cumplirse en las siguientes semanas, es recomendar al Gobierno de Bolivia la aplicación (levantamiento de información, medición, evaluación) de algunos indicadores, con el propósito de usarlos como un insumo significativo en las definiciones de política pública relativa a la eficiencia energética y la sustentabilidad.

El documento tiene como base la revisión de varios documentos de instituciones relevantes del país y de la comunidad internacional, a saber:

- El Balance Energético Nacional, entre los años 1990 al 2014, publicados en varios documentos de instituciones del sector entre los años 2002 y 2015.
- Documentos de estudio de la política, planificación y eficiencia energéticas, de organizaciones regionales e internacionales como OLADE, CEPAL, GTZ/GIZ, UNEP e instituciones especializadas como el Laboratorio RISØ, el Instituto de Economía Energética de Bariloche (IDEE), el Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI).
- Ensayos sobre la sustentabilidad de las matrices energéticas de Bolivia y Sudamérica escritos por el Centro para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA).
- Anuarios estadísticos de la OLADE, la CEPAL, la Autoridad de Control y Fiscalización de la Electricidad (AE) de Bolivia y la Base de Datos de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE)
- Documentos de monitoreo de la eficiencia energética en América Latina en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay del Programa BIEE (Base de Indicadores de Eficiencia Energética) de CEPAL, ADEME y GIZ.
- Balances energéticos nacionales de Argentina, Brasil, Chile y Uruguay.
- Base de Datos de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE) de CEPAL, ADEME y GIZ.

El concepto subyacente, en todos los documentos de estudio y análisis de la política energética revisados, es que el control de los indicadores relativos a la eficiencia energética de la matriz energética nacional ayudará a la sustentabilidad energética de la misma, acrecentando su aporte a la sustentabilidad del desarrollo¹.

¹ Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y El Caribe. OLADE/CEPAL/GTZ. 2003.

2 IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIONES DE INDICADORES RELATIVOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El capítulo contiene una síntesis de los indicadores relativos a la eficiencia energética identificados en documentos de política y planificación energética de instituciones bolivianas e internacionales, que utilizan o sugieren indicadores útiles para monitorizar la eficiencia energética en la matriz energética nacional.

2.1 Intensidad energética

2.1.1 Intensidad energética agregada

La intensidad energética es un indicador que permite cuantificar, en forma agregada, la relación entre el consumo de energía y la capacidad de producción de la economía²; se mide en unidades de energía y unidades monetarias del producto interno bruto (PIB).

El indicador representa a la habilidad de un sistema económico-energético para transformar la energía en riqueza. La intensidad energética agregada se calcula comúnmente en dos niveles:

- A Nivel de energía primaria: se trata de dividir la energía total ofertada para el consumo interno –conocida como Oferta Total que se destina a los sistemas de transformación y al consumo directo de energéticos como la biomasa y el gas natural- entre el producto de la economía (PIB).
- A nivel de consumo final: se trata de la división del consumo final energético de los sectores demandantes entre el PIB.

La diferencia entre ambos indicadores radica en que el segundo no incluye las pérdidas totales y el consumo propio de los sistemas de transformación, es decir, de las plantas de tratamiento de gas natural, centrales de generación de electricidad y refinerías.

Para que el control de su evolución a través de los años sea consistente, tanto para su estudio en el país como para su comparación con otros sistemas de la región, el indicador debe medir el valor del PIB en dólares, a precios constantes de un año base, o en valores de la paridad de poder adquisitivo (PPA).

El indicador es utilizado y recomendado por todas las instituciones cuyos estudios de política energética fueron revisados. Es necesario, sin embargo, tomar en cuenta algunos matices:

- El IDEE y el Programa BIEE recomiendan calcular, en primera instancia, dos indicadores globales: la intensidad energética primaria y la intensidad energética final, producto de utilizar en su cálculo el Consumo Primario

² Anuario de 2017. Estadísticas Energéticas. OLADE.2017.

(también conocido como Oferta Interna Neta) y el Consumo Final Energético, respectivamente.

- En el caso del CEDLA, se utiliza la productividad energética del consumo final, el valor inverso de la intensidad energética, para evaluar la eficiencia de uno de los factores de la producción. Según sus definiciones, el indicador expresa la eficiencia con la que un sistema económico transforma la energía en riqueza, y su valor tendría relación con el grado de industrialización del país, de la competitividad de su sistema productivo y la eficiencia energética del mismo, dependiendo en gran medida de los cambios operados en las tecnologías de transformación productiva.

Como es de suponer, todas las instituciones cuya información fue revisada utilizan el modelo de consumo agregado de energía, que se basa en la hipótesis de que la tasa de crecimiento del consumo de energía es influida por la tasa de crecimiento del PIB³.

Aunque existen varias observaciones al análisis comparativo entre los indicadores de varios países, debido a que éstos son producto de diferentes estructuras de producción, de diferente evolución en el tiempo y de diversos rendimientos en su sistema energético; el indicador es aceptado como una buena representación del estado de desarrollo de la tecnología y la eficiencia de la producción y transformación energética, tanto en lo que se refiere a la tecnología utilizada en el consumo de energía (equipos) como en lo que respecta a la eficacia de las fuentes de energía utilizadas⁴ (estructura del consumo por fuentes).

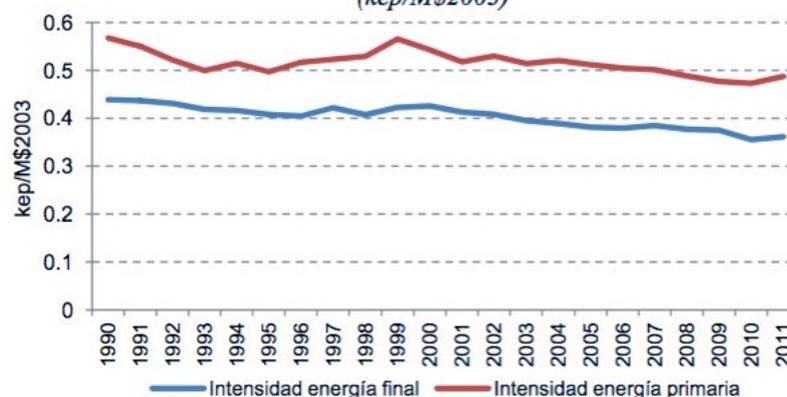
Por otra parte, se hace notar que el cálculo del indicador de intensidad energética, tanto de consumo de energía primaria como de uso final de energía, es totalmente factible si se dispone de la información del PIB nacional y, de los balances energéticos, al nivel de la oferta total y al nivel de la demanda final, completamente ajustados.

³ Modelos energéticos. Instituto de Economía Energética. SEI Stockholm Environment Institute. Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del Modelo LEAP. San Carlos de Bariloche. Junio 2011

⁴ ¿Le concept d' intensité énergétique est-il significatif? J. Percebois. Revue d'économie politique. Vol. 89, No4, 1979.

Finalmente, la Figura 1 a continuación, muestra un ejemplo de la evolución de los indicadores de intensidad energética primaria y final en un país de la región. Figura 1:

Ejemplo de evolución de la Intensidad Energética
INTENSIDAD ENERGÉTICA CONSUMO FINAL Y CONSUMO PRIMARIO
(kep/M\$2003)



Fuente: Monitoreo de la Eficiencia Energética. BIEE.

2.1.2 Intensidad energética desagregada

Para mejorar la consistencia del indicador agregado, las instituciones cuyos estudios fueron revisados recomiendan calcular la intensidad energética en los sectores de consumo final, es decir, relacionando el consumo energético y el valor agregado sectorial. Veamos:

- OLADE, el IDEE, el SEI y los desarrolladores del sistema de planificación energética LEAP, recomiendan utilizar las intensidades energéticas sectoriales para mejorar la calidad y precisión del análisis y de la planificación prospectiva.
- Las recomendaciones del Programa BIEE son más específicas, pues además de las intensidades energéticas sectoriales recomienda utilizar consumos específicos de energía al nivel de los usos finales industriales, residenciales, comerciales o del transporte.

A continuación, cuatro ejemplos de la intensidad energética a nivel sectorial y sub sectorial:

- Intensidad energética en la industria: Consumo final de energía en todas las ramas industriales dividido por el valor agregado de todo el sector industrial.
- Intensidad energética del sub-sector manufacturero: Consumo final de energía del sub-sector de manufactura dividido por el valor agregado de todo el sector industrial.
- Intensidad energética del transporte: Consumo final energético de todos los subsistemas de transporte (automotor, aéreo, ferroviario y fluvial) dividido por el valor agregado del sector en un caso y; por el PIB total en un segundo caso.

- Consumo específico del transporte aéreo: Consumo final energético de toda la flota aérea en vuelos nacionales dividido por el valor agregado del sector.

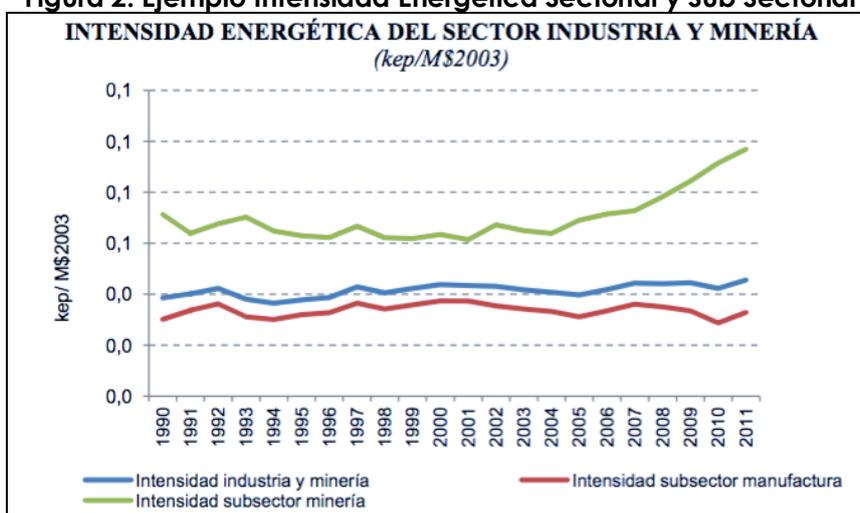
Y tres ejemplos de consumos específicos por rama de actividad:

- Consumo específico de energía en la producción de cemento [bep/t_cemento]
- Consumo específico de energía en la fundición de minerales [bep/t]
- Consumo específico de energía en el transporte aéreo [bep/pasajero]

Como se verá más adelante, los grados de desagregación utilizados en los balances nacionales son diversos: en algunos casos el cálculo se limita al indicador sectorial, y en otros se calculan, también, los consumos específicos de energía de cada subsector e, incluso, los consumos específicos por rama de actividad o uso final de energía.

Para terminar esta sección, la Figura 2 muestra, a manera de ejemplo, la evolución de las intensidades energéticas sectoriales calculados en un informe de monitoreo de la eficiencia energética en un país de la Región.

Figura 2: Ejemplo Intensidad Energética Sectorial y Sub Sectorial



Fuente: Monitoreo de la Eficiencia Energética. BIEE.

2.1.3 Intensidad energética y proyecciones de consumo

Por otra parte, la literatura consultada recomienda prestar atención a un hecho frecuente en la modelación econométrica del sistema energético, particularmente en la proyección del consumo final sobre una línea de base. Nos referimos a proyectar el crecimiento del consumo energético de los sectores suponiendo que la intensidad energética sectorial será constante a lo largo del tiempo. Este tipo de proyección, conocida como “eficiencia

congelada"⁵, es frecuente en modelos energéticos que no toman en cuenta la eficiencia energética en la planificación.

No obstante, existen una multiplicidad de soluciones a este fallo en las proyecciones energéticas, el objetivo de esta sección es destacar que, en algunos casos, existen definiciones metodológicas en la planificación energética que no toman en cuenta el potencial de mejora de la eficiencia energética. Es recomendable en estos casos, además de aplicar las soluciones recomendadas, indagar las razones por las que dichas definiciones se aplican en la elaboración de las proyecciones. Más adelante, al estudiar el Balance Energético Nacional boliviano, se analizará la importancia de esta recomendación.

2.2 Eficiencia energética de la cadena energética

Respecto a la eficiencia de la cadena energética, nuestra recopilación ha encontrado dos tipos de indicadores: la eficiencia del Sistema de Transformación de Energía Primaria en Energía Secundaria y; la eficiencia de la cadena de generación, transporte y distribución de la electricidad.

2.2.1 Eficiencia del Sistema de Transformación de Energía Primaria en Secundaria

Se ha identificado tres variantes:

En primera instancia, el Instituto de Economía Energética (IDEE) recomienda utilizar la Eficiencia Neta del Sistema energético (EFN) como la eficiencia del abastecimiento energético (considerando todas las diferentes formas de energía primaria y secundaria). Se trata de un indicador adimensional producto de la división del consumo final energético sectorial (CNT) entre el abastecimiento bruto total (ABT), $\{EFN = CNT / ABT\}$. El indicador da cuenta del rendimiento energético global de todo el sistema de transformación del país.

Según el mismo instituto, la EFN no es la eficiencia total del sistema energético ya que no incluye la eficiencia en la utilización de la energía por los sectores socioeconómicos ni la eficiencia del Consumo Propio del sistema de transformación⁶.

Por otra parte, la OLADE utiliza un indicador similar denominado, directamente, Eficiencia en los Procesos de Transformación. Está definido como la relación entre el Consumo Final de Energía y la Oferta Total de Energía. La diferencia con el anterior es muy sutil y está relacionada con el consumo propio de los sistemas de transformación.

⁵ Methods for Integrated Resource Planning. Improving Energy Efficiency and Protecting the Environment. Joel N. Swisher, et al. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment Risø National Laboratory, Denmark. November 1997

⁶ Balances energéticos. Instituto de Economía Energética. SEI Stockholm Environment Institute. Política Energética para el Desarrollo Sustentable y el uso del Modelo LEAP. Ciudad Autónoma de Buenos Aires Junio de 2011.

Ambos indicadores son de alta relevancia porque al presentarse como una serie temporal permiten evaluar la eficiencia energética del conjunto de todos los diferentes tipos de centros de transformación de un país⁷. Asumiendo que la información de todos sus componentes es confiable y proviene de mediciones, la evaluación del indicador, en cualquiera de sus dos formas, le permitiría al gestor de política pública tener control sobre el estado de la tecnología y de la eficacia de la gestión en este nivel de la cadena. Estamos hablando de los procesos de tratamiento de gas natural, refinación de petróleo, conversión de hidroenergía en hidroelectricidad, etc.

2.2.2 Eficiencia energética de la cadena de generación, transporte y distribución de electricidad

Nuestra revisión ha encontrado varios indicadores - y similar número de instituciones- que hacen hincapié en la necesidad de evaluar la eficiencia energética de la cadena energética⁸. Aunque el indicador es válido para evaluar la eficiencia de toda cadena energética (generación, transformación, transporte y distribución), en el caso presente vamos a considerar solamente a la cadena energética eléctrica.

Al respecto, se encuentran varios indicadores:

- **Eficiencia energética del sector eléctrico.** La OLADE define el indicador - eficiencia en el sector eléctrico- como la relación entre la producción de electricidad y los insumos requeridos en su generación⁹. Es un indicador adimensional que proviene de la división de la electricidad obtenida a la salida de las centrales de generación entre la energía primaria introducida [kWh_el/kWh].
- En su definición se introduce una asunción metodológica que impediría evaluar la eficiencia energética de una buena parte de los centros de transformación eléctrica, como es el caso de la electricidad que proviene de los flujos hidráulicos, eólicos y solares, en los que se asume que el valor de los insumos es igual a la cantidad de electricidad producida y, por tanto, supone una eficiencia del 100%¹⁰. Como se puede observar, bajo esta definición el indicador se limita a la generación de electricidad en sistemas de transformación térmica (diésel, gas natural o biomasa) y constituiría un subconjunto –limitado del indicador propuesto por el IDEE, que mide la eficiencia energética de todos los centros de transformación.

Por otra parte, al asumir que la transformación del potencial energético de los flujos de la superficie terrestre tiene un rendimiento de 100% se genera una pregunta obvia: ¿qué podría aportar al monitoreo de la eficiencia

⁷ Anuario de 2017. Estadísticas Energéticas. OLADE.2017.

⁸ Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y El Caribe. OLADE/CEPAL/GTZ. 2003.

^{9,10} Anuario de 2017. Estadísticas Energéticas. OLADE.2017.

energética un indicador cuya serie temporal arroja siempre - por definición- un valor de 100%?

- **Eficiencia en la generación de electricidad de fuente fósil.** En el mismo ámbito, el Instituto Ambiental de Estocolmo (SEI) sugiere medir y sistematizar la información que permite calcular el rendimiento energético global de los sistemas de generación de electricidad con fuentes de origen fósil [kWh_el/kWh_comb]. Esta información es de utilidad para su utilización en el sistema LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) y en la proyección de potenciales emisiones de dióxido de carbono. El indicador también podría ser considerado un sub conjunto del indicador propuesto por el IDEE, aplicado a la generación de electricidad con base en combustibles fósiles.
- **Rendimiento energético total de la cadena de electricidad.** La definición de rendimiento energético total, propuesto por Centro de Producción de Tecnologías Sostenibles (CPTS)¹¹, fue aplicado en dos ensayos acerca de la sustentabilidad de las matrices energéticas de Bolivia, Brasil y Colombia, realizado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA).
- En este estudio se introdujo el concepto de rendimiento energético total a lo largo de toda la cadena de generación, transporte, y distribución de electricidad. El estudio, basado en información oficial del gobierno de Bolivia, calcula los siguientes rendimientos:
 - El rendimiento energético total del sistema eléctrico, a través de la relación entre el consumo final de electricidad de todos los sectores y la cantidad de energía primaria introducida a los centros de generación [kWh_el/kWh];
 - El rendimiento energético en las etapas de transporte y distribución, como la relación entre la electricidad medida en el nodo de llegada y aquella que ingresa al nodo de entrada [kWh_el/kWh_el];
 - El rendimiento energético en la generación, medido como la relación entre la electricidad obtenida a la salida de las centrales de generación respecto a la cantidad de energía primaria introducida en las mismas [kWh_el/kWh].

Los indicadores así calculados permitieron al CEDLA elaborar el balance energético del sistema eléctrico boliviano.

- **Relación de pérdidas/oferta de electricidad.** La OLADE recomienda calcular las pérdidas en los sistemas de transmisión y distribución de la electricidad como la suma de las ineficiencias técnicas o de origen físico y no técnicas que se producen en un periodo de tiempo dado. El indicador, conceptualmente similar al rendimiento energético total, permite valorar la

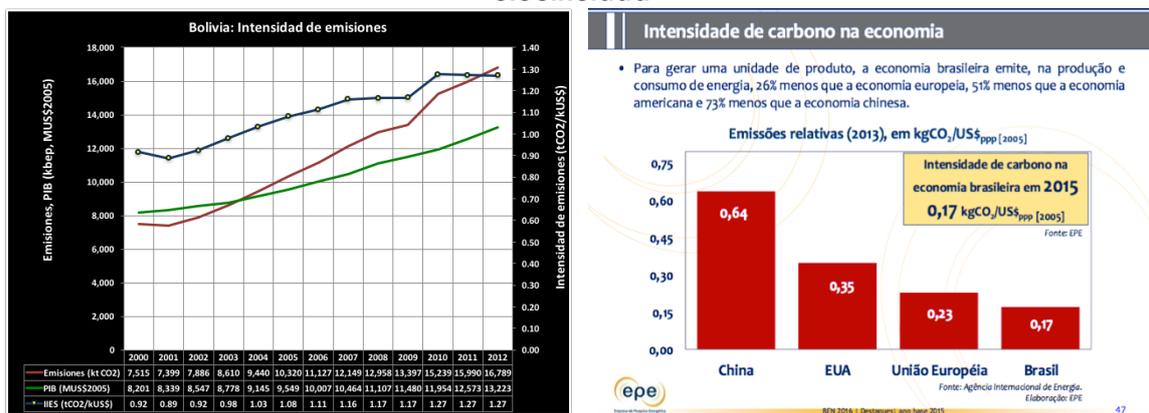
¹¹ Guía Técnica General de Producción Más Limpia. Centro de Producción de Tecnologías Sostenibles. La Paz, Bolivia. 2005

un aporte real al sistema. Una situación diferente ocurre con el indicador que analizaremos a continuación.

2.3.2 Intensidad global de emisiones de CO₂ del sector energético

El indicador mide la cantidad de riqueza que genera el sistema económico por unidad de emisiones contaminantes en el sector energético [tCO₂/\$us]. El indicador, que puede desagregarse a nivel sectorial, proporciona información relacionada con el rendimiento energético de los sistemas de transformación, el estado de la tecnología y, sobre todo, la pertinencia del acoplamiento entre las fuentes y usos de la energía. El indicador es utilizado por el SEI, el sistema LEAP y la evaluación de sustentabilidad energética del CEDLA. La Figura 4 muestra dos ejemplos de uso del indicador.

Figura 4. Intensidad de emisiones y emisiones específicas en la generación de electricidad



Fuentes: CEDLA, EPE.

3 APLICACIÓN DE INDICADORES RELATIVOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN PAÍSES DE LA REGIÓN

3.1 Intensidad energética

Nuestra revisión ha encontrado en todos los balances energéticos nacionales el cálculo – con ligeras variantes- de este indicador. De manera general se calcula la intensidad energética proveniente del consumo final energético; en algunos se calcula la intensidad energética primaria; en pocos casos se calculan las intensidades energéticas sectoriales y; finalmente, en el marco del Programa BIEE, todos los países llevan un control, incluso, de los consumos específicos de energía por rama de actividad. La Tabla 1 a continuación muestra un resumen de lo encontrado en los cuatro países estudiados.

Tabla 1. Indicadores relativos a la Intensidad Energética identificados en países de la Región

Nivel	Descripción	Argentina ¹²		Brasil ¹³		Chile ¹⁴		Uruguay ¹⁵	
		BIEE	BEN	BIEE	BEN	BIEE	BEN	BIEE	BEN
Global	Intensidad energética primaria	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	X
	Intensidad energética final	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sectorial	Intensidad energética en la industria	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓
	Intensidad energética en la agricultura	✓	X	✓	✓	X	X	✓	✓
	Intensidad energética en la pesca	X	X	X	X	X	X	✓	✓
	Intensidad energética en el sector terciario	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓
	Intensidad energética en la minería	X	X	X	✓	✓	X	X	✓
	Intensidad energética residencial	✓	X	✓	X	X	X	✓	X
	Intensidad energética en el transporte	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓
	Subsectorial	IE en la Manufactura	✓	X	X	X	✓	X	✓
IE en la construcción		✓	X	X	X	X	X	X	X
IE en los servicios públicos		✓	X	X	X	X	X	X	X
IE en la minería		✓	X	X	X	✓	X	X	X
IE Transporte Carretero		✓	X	X	X	✓	X	✓	X
IE Transporte Aéreo		✓	X	X	X	✓	X	X	X
IE Transporte por Ferrocarril		✓	X	X	X	✓	X	X	X
IE Transporte por agua		✓	X	X	X	✓	X	X	X
IE Administración pública		✓	X	X	X	X	X	✓	X
IE Comercio		✓	X	X	X	X	X	✓	X
IE Educación		✓	X	X	X	X	X	✓	X
IE Hoteles & Restaurantes	✓	X	X	X	X	X	✓	X	

¹² Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República Argentina. CEPAL, ADEME, Secretaría de Energía, GIZ. 2014

¹³ Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República de Brasil. CEPAL, ADEME, Secretaría de Energía, GIZ. 2014

¹⁴ Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República de Chile. CEPAL, ADEME, Ministerio de Energía, GIZ. 2014

¹⁵ Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República del Uruguay. CEPAL, ADEME, Secretaría de Energía, GIZ. 2014

Nivel	Descripción	Argentina ¹²		Brasil ¹³		Chile ¹⁴		Uruguay ¹⁵	
		BIEE	BEN	BIEE	BEN	BIEE	BEN	BIEE	BEN
	IE Oficinas privadas	✓	X	X	X	X	X	✓	X
	IE Edif. Salud	✓	X	X	X	X	X	✓	X
	Consumo energético por hogar	✓	X	✓	X	✓	X	✓	✓
	Consumo energético por habitante	✓	X	X	✓	✓	✓	X	✓
	Consumo de electricidad per cápita	✓	X	✓	✓	X	X	X	✓
Rama de actividad	Consumos totales, consumos específicos o intensidades energéticas por rama de actividad								
	Acero/Hierro/Metalurgia	X	X	✓	✓	✓	X	X	X
	Alimentos	✓	X	✓	✓	X	X	✓	X
	Automotriz/Maquinaria /Equipo	X	X	X	X	X	X	✓	X
	Bebidas	X	X	X	✓	X	X	X	X
	Caucho	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cemento, clinker, cal, yeso	X	X	✓	✓	✓	X	✓	X
	Cobre	X	X	X	X	✓	X	X	X
	Cueros	X	X	X	X	X	X	X	X
	Destilerías	X	X	X	X	X	X	X	X
	Madera	X	X	X	X	X	X	✓	X
	Metales	✓	X	✓	✓	X	X	✓	X
	No metales	✓	X	✓	✓	X	X	✓	X
	Papel & Celulosa	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓
	Plásticos	X	X	X	X	X	X	X	X
	Química	✓	X	✓	✓	X	X	✓	X
	Textiles	X	X	✓	✓	X	X	✓	X
	Tabaco	X	X	X	X	X	X	X	X
	Automóviles a gasolina/diésel	✓	X	X	X	✓	X	✓	X
	Camiones a gasolina/diésel	✓	X	X	X	✓	X	X	X
	Buses a gasolina/diésel	✓	X	X	X	✓	X	X	X
	Acondicionamiento de aire	✓	X	✓	X	✓	X	X	X
	Calefacción de ambientes	✓	X	X	X	✓	X	✓	X
	Calentamiento de agua	✓	X	✓	X	✓	X	✓	X
	Cocción de alimentos	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	X
	Comunicación audiovisual	✓	X	✓	X	✓	X	X	X
	Iluminación	✓	X	✓	X	✓	X	✓	X
	Mantenimiento y limpieza	✓	X	✓	X	✓	X	X	X
	Refrigeración	✓	X	✓	X	✓	X	✓	X
	Edificios públicos	✓	X	X	X	X	X	✓	X
Edificios privados	✓	X	X	X	X	X	✓	X	
Alumbrado público	X	X	X	X	X	X	✓	X	

3.2 Eficiencia energética de la cadena energética

La información relativa a la eficiencia energética en la cadena energética publicada en los balances energéticos nacionales -con excepción de Brasil- es escasa. Por otra parte, los estudios de monitoreo de la eficiencia energética

del Programa BIEE muestran que, en varios casos, son objeto de medición y análisis las eficiencias de los sistemas de tratamiento y separación de gas natural, refinación de petróleo y generación de electricidad. En el caso de Chile, la información estudiada da cuenta de la medición de rendimientos en la generación de electricidad y de aproximaciones a la medición del rendimiento de la refinación del petróleo.

No se ha logrado establecer, por tanto, si esta ausencia se debe a que dicha información tiene restricciones de confidencialidad; la obtención de la información es de muy alta complejidad, o; simplemente el indicador no es parte de las definiciones de política de los gobiernos cuyos sistemas energéticos hemos estudiado. La Tabla 2 a continuación sintetiza el resultado de nuestra revisión.

Tabla 2. Indicadores relativos a la eficiencia de la cadena energética identificados en la Región

Nivel	Descripción	Argentina		Brasil		Chile		Uruguay	
		BIEE	BEN	BIEE	BEN	BIEE	BEN	BIEE	BEN
Sistemas de transformación	Consumo de plataformas de petróleo	X	X	✓	X	X	X	X	X
	Eficiencia en refineras de petróleo	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	✓
	Eficiencia de las plantas de tratam. de gas	✓	X	X	✓	✓	X	X	X
	Eficiencia en destilerías de etanol	X	X	✓	✓	X	X	X	X
	Eficiencia en plantas de coque	X	X	✓	✓	✓	X	X	X
	Ef. Del sistema de de generación eléctrica	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	X
	Ef. Plantas de biodiésel	X	X	X	✓	X	X	X	X
	Ef. Plantas nucleares	X	X	X	✓	X	X	X	X
	Ef. Plantas carboneras	X	X	X	✓	X	X	X	X
Sistema de generación, transporte y distribución de electricidad	Consumo/producción de las centrales públicas	X	X	✓	✓	✓	X	X	X
	Consumo/producción en centrales de autoprod.	X	X	✓	✓	✓	X	X	X
	Eficiencia de las centrales hidroeléctricas	X	X	✓	X	X	X	X	X
	Eficiencia de las centrales térmicas	✓	X	✓	✓	✓	X	✓	X
	Eficiencia de las centrales eólicas	X	X	X	X	X	X	X	X
	Eficiencia de los centrales solares	X	X	X	X	X	X	X	X
	Eficiencia del sistema de transporte	✓	X	✓	X	X	X	✓	X
	Eficiencia del sistema de distribución	✓	X	✓	X	X	X	✓	X

3.3 Indicadores relacionados a emisiones contaminantes

Nuestra revisión no ha logrado identificar, en los sistemas energéticos analizados, información relativa a las emisiones contaminantes del sector, con excepción de las emisiones totales de CO2 del sector energético de Uruguay expuestas en su Balance Energético Nacional.

4 INDICADORES RELATIVOS A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL BALANCE ENERGÉTICO NACIONAL.

Nuestro estudio ha revisado los documentos de Balance Energético Nacional que sistematizan la información energética nacional entre los años 1990 y 2014. Una primera constatación es que la totalidad de los documentos utiliza indicadores económico-energéticos para medir el desempeño de la matriz energética boliviana.

Una segunda y principal conclusión de esta revisión es que, con algunos matices, el único indicador relativo a la eficiencia energética, utilizado en los últimos 28 años en Bolivia, ha sido la intensidad energética agregada a nivel de consumo final. En este caso, el tema relevante no es el indicador en sí mismo, pues la naturaleza del indicador es única, sino más bien los matices metodológicos alrededor de su cálculo.

Veamos:

- La unidad que mide el PIB. Es el matiz más relevante, pues no permite una normalización del indicador de forma que éste pueda ser comparado con las referencias regionales. En la totalidad de los casos (28 años) se ha utilizado un valor de PIB, en moneda nacional, a precios constantes de 1990.
- El cálculo del consumo final nacional, en la serie 2000 – 2012, incluye al Consumo No Energético de derivados de petróleo, es decir, aceites, grasas y asfalto.
- Posteriormente, en los balances de 2013 y 2014, este matiz metodológico es corregido a través de la introducción del Consumo Final Neto, que excluye el Consumo No Energético de derivados de petróleo y arroja el valor de la Intensidad Energética Neta Total.

Una tercera conclusión tiene que ver –ya no con matices- sino con definiciones metodológicas relativas a la eficiencia energética que deben llamarnos a la reflexión:

- **La eficiencia en la transformación de Energía Eléctrica.** Uno de los supuestos en los cálculos de balance energético, el más relevante para nuestros fines, es el rendimiento energético total de los sistemas de transformación. En efecto, el acápite de supuestos de cálculo menciona que el rendimiento en la transformación de energía primaria (hidroenergía, gas natural/diésel y biomasa) en electricidad es de 80%, 40% y 25%, respectivamente¹⁶.
- **La eficiencia en la cadena de transporte y distribución de electricidad.** En el mismo sentido, y bajo las mismas definiciones metodológicas, las series 2000 a 2014, establecen/suponen rendimientos energéticos fijos para determinar las pérdidas de electricidad en las redes -de transmisión y

¹⁶ ¹²Balance Energético Nacional. Ministerio de Hidrocarburos y Energía. 2007 - 2015. La Paz – Bolivia. 2015

distribución- de 11% de la generación neta; 1% en transmisión y 10% en distribución.

- **La eficiencia neta del sistema energético.** Finalmente, las series entre 2000 y 2014, establecen/suponen un nivel de pérdidas del 5% para todos los energéticos, con excepción del gas natural, el petróleo/condensado y la gasolina natural.

Las definiciones/supuestos mencionados anteriormente tienen implicaciones importantes para nuestro trabajo: a) en la planificación prospectiva, lleva a generar una proyección del tipo "eficiencia congelada", ignorando el potencial de la política pública para mejorar la eficiencia de la matriz y; b) al estar, los indicadores de rendimiento, ya definidos, disminuyen las obligaciones de la gestión pública para medir, registrar y sistematizar la información que permite calcular el rendimiento energético en cada etapa de la cadena energética.

En cuanto se refiere a las emisiones contaminantes del sector energético, las series 2000 – 2014 calculan las emisiones del sector energético per cápita.

En estas condiciones, el único indicador relativo a la eficiencia energética utilizado actualmente en la matriz energética -sin realizar cambios en los procesos de levantamiento de datos- será la intensidad energética.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sujeto a algunas modificaciones de forma, como las unidades de cálculo y, principalmente, la unidad monetaria en los cálculos en los que interviene el valor agregado, se considera que la mayoría de los indicadores analizados son de aplicación inmediata.

5.1 Establecimiento de un marco institucional

Por el momento, aunque no han sido evaluadas específicamente, las tareas y definiciones pendientes para el futuro serían:

- El arreglo institucional necesario para acceder a la información energética y económica por una unidad definida del MEN / VMEEA;
- El establecimiento de un marco conceptual y de definiciones para el cálculo de los indicadores por el MEN / VMEEA
- La definición de los procesos, fechas y frecuencia de levantamiento de la información, de su procesamiento y documentación y, publicación de los resultados
- La colaboración con instituciones / programas regionales para el intercambio de información y evaluación de avances en materias de eficiencia energética en los diferentes países de la región.

5.2 Priorización de indicadores

Nuestra revisión ha encontrado tres grupos de indicadores económico/ambiental/energéticos, relativos a la eficiencia energética cuya administración en la información energética nacional es oportuna y pertinente. Los tres grupos contienen a los doce indicadores señalados en la Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores energéticos identificados

Nº	Indicador	Unidad
1	Intensidad energética nacional (primaria y final)	bep / Bs_1990
2	Intensidad energética sectorial	bep / Bs_1990
3	EE en la generación de electricidad	kWh_el/kWh
4	EE en la transmisión y distribución de electricidad	kWh_el/kWh_el
5	Intensidad energética nacional (primaria y final)	bep/\$us (PPA)
6	Intensidad energética sectorial	bep/\$us (PPA)
7	Intensidad energética sub - sectorial	bep/\$us (PPA)
8	Eficiencia Neta del Sistema Energético	bep/bep
9	Consumo específico de energía por rama de actividad	bep/unidad
10	Consumo específico residencial por tipo de uso final	bep/hogar
11	Intensidad global de emisiones del sector energético	tCO2/\$us
12	Intensidad sectorial de emisiones	TCO2/\$us

En buena parte de los casos la información necesaria para su elaboración está disponible en la información estadística nacional, casi lista para su uso y, en otros, la información no está elaborada, aunque las fuentes de la información están plenamente identificadas. Sólo en los casos 7, 9, 10,11 y 12, la información no está disponible y se requieren estudios adicionales para obtenerla.

El indicador de uso general en la región es la Intensidad Energética, ya sea en su versión sectorial como agregada. Sin embargo, debe aclararse que el indicador en su forma agregada es el de menor aporte a las políticas de eficiencia energética, pues está influenciado por el resultado de las políticas económicas. Permite, en todo caso, evaluar el estado de eficiencia general del sistema económico-energético, pero su valor no constituye una guía u orientación directa para la formulación de políticas de eficiencia energética.

En cuanto a los indicadores relativos a la eficiencia en la cadena energética, se observa que el indicador de Eficiencia Neta del Sistema Energético no es utilizando en ninguno de los balances energéticos nacionales.

No es el caso de los indicadores relativos a la eficiencia energética del sistema de electricidad. Aunque su uso es sólo parcial –de hecho, en el país no se utilizan- sus valores constituyen una orientación clara para las políticas y medidas de eficiencia energética.

Por su parte, los indicadores de eficiencia en el sector eléctrico y de emisiones del sector son utilizados sólo por algunos países de la región

Finalmente, con el objetivo de orientar las siguientes actividades, la Tabla 4 muestra una valoración previa de aplicación de los indicadores en la información energética nacional. Sirva esta como una sugerencia de actividad futura.

Tabla 4. Indicadores energéticos identificados y posibilidades de aplicación

Nº	Indicador	Recomendación de aplicación
1	Intensidad energética nacional (primaria y final)	si, de inmediato
2	Intensidad energética sectorial	si, de inmediato
3	EE en la generación de electricidad	si, en un plazo de 0 a 1 años
4	EE en la transmisión y distribución de electricidad	si, en un plazo de 0 a 1 años
5	Intensidad energética nacional (primaria y final)	si, en un plazo de 1 a 2 años
6	Intensidad energética sectorial	si, en un plazo de 1 a 2 años
7	Intensidad energética sub - sectorial	Si en un plazo mayor a 2 años
8	Eficiencia Neta del Sistema Energético	si, en un plazo de 1 a 2 años
9	Consumo específico de energía por rama de actividad	Si en un plazo mayor a 2 años
10	Consumo específico residencial por tipo de uso final	Si en un plazo mayor a 2 años
11	Intensidad de emisiones en el sector	si, en un plazo de 1 a 2 años
12	Intensidad sectorial de emisiones	Si en un plazo mayor a 2 años

5.3 Recomendaciones adicionales

También se recomienda:

- Revisar la posibilidad de eliminar los supuestos de “eficiencia congelada” en el sector eléctrico, y reemplazarlos por información proveniente de mediciones o estimaciones revisadas anualmente.
- Relacionar los indicadores identificados con objetivos de la política de eficiencia energética.
- Elaborar escenarios de eficiencia energética en la planificación prospectiva.
- Usar los indicadores para supervisar el cumplimiento de los objetivos definidos en la política energética relativa a la eficiencia energética.

Título: Sistematización de indicadores de eficiencia energética existentes en el país y la región

Autor(es): NIRAS IP-Consult GmbH

Ejecutado por: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Programa: Programa de Energías Renovables (PEERR)

Programa Nø: 15.2035.2-001.0

Gestión: 2018

1. La elaboración de este documento es apoyado por la Cooperación Alemana a través de la GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GmbH) y su Programa de Energías Renovables (PEERR).

2. Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento sin fines comerciales y citando adecuadamente la fuente, previa autorización escrita del Ministerio de Energías.

Ministerio de Energías

Calle Potosí esquina calle Ayacucho S/N, zona Central
Teléfono: 2188800
www.minenergias.gob.bo

Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas

Edificio Ex BBA, Av. Camacho N° 1413 Esq. calle Loayza
Teléfono: 2188800

Cooperación Alemana al Desarrollo con Bolivia

Oficina de la Cooperación Alemana al Desarrollo
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
(GIZ) GmbH
Av. Julio C. Patiño N° 1178, entre calles 17 y 18, Calacoto
Casilla 11400
La Paz, Bolivia

Oficina del Programa de Energías Renovables (PEERR)
Av. Sánchez Bustamante N° 504 entre calles 11 y 12 de
Calacoto
La Paz, Bolivia
T +591 (2) 2119499
F +591 (2) 2119499, int. 102
E johannes.kissel@giz.de
www.giz.de

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo
(BMZ)

BMZ Bonn
Dahlmannstraße 4
53113 Bonn, Germany
T +49 (0) 228 99 535 -0
F +49 (0) 228 99 535-3500
poststella@bmz.bund.de
www.bmz.de

BMZ Berlín
Stresemannstraße
94
10963 Berlin,
Germany
T +49 (0) 30 18
535 - 0
F +49 (0) 30 18
535-2501



Implementada por:

