



Documento de Trabajo No. 01/16  
Febrero 2016

**Análisis Estructural BEN Bolivia**

*por:*  
*Karen M. Martínez Torrico*  
*Javier Aliaga Lordemann*

## **Análisis Estructural BEN Bolivia**

*Karen M. Martínez Torrico  
Javier Aliaga Lordemann*

### **Resumen**

En el presente trabajo se realizó un análisis descriptivo del Balance Energético Nacional 2000-2013 tomando en consideración la ejecución de diferentes mediadas de política energética y las tendencias de consumo de los sectores socioeconómicos de Bolivia. Análisis que fue complementado con el cálculo del Indicador de Intensidad Energética a nivel sectorial. A partir de esta tarea, se evidencia la creciente dependencia de la producción de energía no renovable. Paralelamente, se observa una tendencia crecientes en la intensidad de uso de combustibles líquidos por parte de todos los sectores junto al incremento de los flujos de importación de los mismos. Estos resultados reflejan la insuficiencia en la producción interna de energía secundaria para satisfacer las crecientes necesidades del consumo combustibles líquidos. A su vez, se evidencia un sesgo en cada una de las cuentas que conforman la matriz hacia fuentes de energía no renovable, hecho que es un reflejo de la ejecución de diferentes medidas de política energética asumidas al interior del país.

**CLASIFICACION JEL:** Q40, Q41, Q42, Q48, Q49

**PALABRAS CLAVE:** MATRIZ ENERGÉTICA, METODOLOGÍA OLADE, INDICADORES DE EFICIENCIA DE ENERGÍA, INTENSIDAD ENERGÉTICA

## 1. Introducción

A nivel internacional se compila información sobre los flujos de energía para la construcción de una herramienta útil para la evaluación del funcionamiento del Sector Energético y de las medidas en materia de Política Energía de un país. No obstante, al igual que en la compilación de información sectorial para la construcción de una matriz insumo-producto, no sirve de nada el proceso metodológico, si es que no se acompaña la lectura de los datos con un estudio cauteloso sobre la incidencia de medidas de política y del comportamiento de los actores económicos involucrados.

En este documento se propone un análisis que complemente la descripción de los datos proporcionados por el Ministerio de Hidrocarburos y Energía en el Balance Energético Nacional 2000-2013. Para esta tarea se propone tomar como punto de partida, en la Sección 2, un marco conceptual sobre la metodología y estructura del Balance Energético, con el objetivo de proporcionar un marco referencial para quienes no están familiarizados con esta herramienta.

En la Sección 3 está dedicada al análisis descriptivo y gráfico de cada una de las cuentas que conforman la matriz para Bolivia. De esta manera se obtiene un primer acercamiento sobre las tendencias de los flujos de energía en el país. No obstante, siguiendo las recomendaciones de la Agencia Internacional de Energía, se complementa esta evaluación con el cálculo de indicadores de eficiencia energía en la Sección 4.

Para finalizar, se encuentran los principales resultados del trabajo en la Sección 5 de Comentarios Finales.

## 2. Metodología y estructura del Balance Energético

El Balance Energético Nacional (BEN de aquí en adelante), también conocido como Matriz Energética, constituye una herramienta contable en la que se muestra el conjunto de relaciones de equilibrio de los flujos físicos<sup>1</sup> de producción de energía, intercambio con el exterior, transformación y consumo. Flujos que se contabilizan en una unidad de medida común y que son presentados en una estructura similar a la de las matrices insumo-producto (OLADE, 1995).

El principal objetivo de la elaboración de una matriz energética a nivel nacional es contar con un instrumento contable y sistemático que facilite, en conjunto con otras variables socio-económicas, la elaboración de un diagnóstico de la situación energética de un país, para facilitar la planificación del sector. Esto gracias a que, al igual que una fotografía, permite visualizar las relaciones energéticas en un determinado punto de tiempo.

A partir del BEN se pueden estudiar tanto las tendencias de sus componentes a lo largo del tiempo, *i.e.* de carácter retrospectivo, como también elaborar proyecciones del sector a futuro, *i.e.* de carácter prospectivo. Para el primer caso, es conveniente realizar un análisis descendente, lo que significa partir del estudio y comparación temporal de la oferta de las diferentes fuentes energéticas, para luego identificar sus usos o destinos fines (acumulación y/o pérdida).

---

<sup>1</sup> Las relaciones de equilibrio pueden ser físicas o estructurales. Las primeras son aquellas que se derivan de operaciones y procesos tecnológicos de producción, transformación y consumo, tales como las ecuaciones de balance. Las relaciones estructurales tiene la capacidad de capturar las características propias del mercado energético (Secretaría de Energía de la República de Argentina 2003), y por ende tienen la capacidad de capturar el comportamiento socioeconómico de la economía en cuestión, a diferencia del primero que es de carácter universal.

El análisis prospectivo parte de la proyección del consumo en el tiempo dado unos supuestos económicos, estructurales y tecnológicos. Esta metodología, conocida también como de naturaleza ascendente, tiene el objetivo de identificar los requerimientos de energía y de tecnología de transformación y distribución de la energía a futuro, para definir la mejor política de acción en el presente.

Al margen de permitir a los hacedores de política del sector energético conocer en detalle la estructura del sector energético a nivel nacional, el BEN sirve de instrumento para la evaluación de las principales relaciones económico-energéticas, tales como la Intensidad Energética<sup>2</sup>. Adicionalmente, permite realizar comparaciones del desempeño del sector respecto a otras economías y evaluar las posibilidades de competitividad de precios y tarifas entre los diferentes recursos energéticos.

## 2.1 Estructura BEN

El balance energético se puede presentar en la modalidad de balance físico o balance calórico (García , Hernández, & Luna , 2011). La diferencia yace en la naturaleza en la que se encuentran los flujos de energía. Mientras que en el primer caso se presentan los flujos en unidades de medidas físicas (e.g. De volumen, masa o energía), en los balances calóricos, se expresan en una unidad de contenido calórico común.

Los componentes básicos del BEN son:

### **Fuentes Energéticas**

- Energía Primaria
- Energía Secundaria

### **Oferta**

- Oferta Tota
- Oferta Intermedia

### **Centros de Transformación**

#### **Consumo**

- Consumo Propio
- Consumo Final
  - Consumo Energético
  - Consumo no Energético

## 2.2 Descripción componentes básicos

Antes de ilustrar la estructura del balance energético y desarrollar el análisis para Bolivia, se realiza a continuación una breve descripción de los componentes que conforman el BEN de Bolivia<sup>3</sup> de acuerdo a la Metodología OLADE (OLADE, 1995).

---

<sup>2</sup> La intensidad energética es un indicador de eficiencia energética que se calcula como la relación de energía por el producto interno bruto. Es decir, refleja la relación que existe entre el consumo de energía y el volumen de la actividad económica.

<sup>3</sup> Si bien la estructura original del Balance Energético Nacional en OLADE (1995) está conformada por: (1) Fuentes Energéticas, (2) Oferta Total, (3) Centros de Transformación y (4) Consumo Final, cada país cuenta con una desagregación diferente, la misma que responde a las características propias del sector energético y necesidades para su estudio.

## Fuentes Energéticas

En esta categoría se diferencian dos fuentes de energía: (1) *energía primaria* y (2) *energía secundaria*.

Se entiende como energía primaria a las fuentes de energía que son extraídas a partir de un proceso de extracción o recolección como el petróleo; o capturadas de forma directa la naturaleza, como en el caso la energía eólica e hidráulica.

Se denomina energía secundaria a los diferentes productos energéticos que no se encuentran presentes en la naturaleza como tale, sino que son el resultado de procesos realizados en centros de transformación, con la finalidad de hacerlos aptos para los requerimientos de consumo. Entre los tipos de esta energía se encuentra la electricidad, el gas de refinería y coque de carbón, entre otros.

## Oferta

La *oferta bruta* se define como la disponibilidad total de energía para satisfacer las necesidades de un país. Esta cuenta se define como la sumatoria de la producción de la fuente de energía, importación y variación del stock.

Por *oferta total interna* se entiende al total de energía en disposición para la transformación, consumo propio o consumo final para los usuarios de un mismo país. Esta cuenta se define como la sumatoria de la oferta total y los ajustes, menos la exportación y bunker, pérdidas y la energía no aprovechada.

## Centros de Transformación

Se refiere a la energía que sufre cambios físicos o químicos para la obtención de otro energético. Este proceso se realiza en centros llamados de transformación. Si se trata de energía primaria, el flujo se denomina de *transformación*, mientras que si se trata de energía secundaria, el flujo se conoce como de *reciclo*.

Dentro de los centros de transformación considerados en el BEN se encuentran las refinерías, centrales eléctricas, centros de tratamiento de gas, coquerías y alto horno, carboneras y destilería, entre otros.

## Consumo

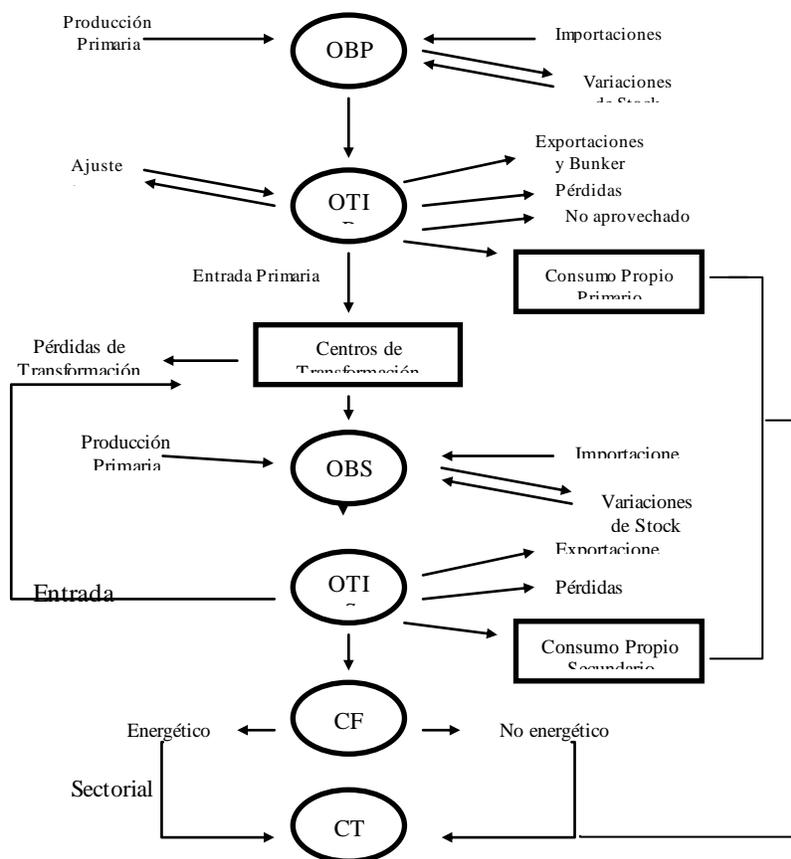
Esta cuenta se refiere a la energía que es utilizada para el uso propio del sector energético o por los distintos sectores de la economía, sea como uso energético o no energético.

El *consumo final energético* comprende el total de los productos energéticos utilizados directamente para satisfacer las necesidades básicas de los sectores socio-económicos. De acuerdo a la metodología OLADE, en este grupo se encuentran los sectores Residencia, Comercial, Transporte, Agropecuario e Industrial.

En contraste, el *consumo final no energético* se define por el total de energía que es empleado como materia prima para la fabricación de bienes no energéticos. Por ejemplo, en esta cuenta se encuentran los derivados del petróleo para su consumo en la industria petroquímica para la fabricación de plásticos; los desechos animales utilizados como

fertilizantes; o el bagazo para la fabricación de papel. El esquema descrito se encuentra en la Ilustración No. 1.

**Ilustración No. 1: Esquema Estructural BEN**



Fuente: Elaboración propia

### 3. Análisis BEN para Bolivia

Anualmente el Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) realiza la publicación del Balance Energético Nacional para Bolivia, con la finalidad de proveer un documento base para el análisis y planificación del sector.

En base a la extensa base de datos presente en BEN (2014), se realiza el análisis de los componentes de la matriz para Bolivia en las siguientes subsecciones.

#### 3.1 Fuentes de Energía

Como se puede observar en la Tabla No.1, la Matriz Energética de Bolivia<sup>4</sup> está conformada por cuatro formas de energía primaria: (1) petróleo, (2) gas natural, (3) hidrogeneraría y (4) biomasa.

<sup>4</sup> El BEN para Bolivia fue realizado en el presente documento en base a los datos presentados por el MHE y la metodología para su análisis presentado por la Secretaría de Energía de la República de Argentina. Los datos rescatados se encuentran en la medida calórica de kbep (kilo de barriles equivalente de petróleo).

En cuanto a la energía secundaria, al 2013 se registraron flujos de: (1) Gas Licuado de Petróleo, (2) Electricidad, (3) Gasolina de Aviación, (4) Gasolina Especial, (5) Gasolina Premium, (6) Gasolina Blanca, (7) Kerosene, (8) Jet Fuel, (9) Diesel Oil, (10) Gasolina de Refinería, (11) Crudo Reducido, (12) Crudo Reconstituido, (13) Aceites, (14) Grasas, (15) Parafinas, (16) Asfalto.

### 3.2 Oferta de Energía Bolivia

Dentro de la cuenta de oferta de energía de Bolivia se encuentran las cuentas de oferta bruta y oferta total interna. La primera está constituida por la cantidad de energía producida, importada de variación de stock y disponible para uso interno y externo.

En cambio, la oferta total interna se define como la disponibilidad de energía primaria y secundaria para satisfacer exclusivamente las necesidades energéticas de la economía de un país; ya sean de consumo final, consumo propio o de transformación. Es por este motivo que se descuenta de la oferta total la energía que es exportada, no aprovechada o perdida durante los procesos a los que la energía final es sometida.

### Producción

La cuenta de producción de energía primaria considera todo recurso energético extraído o explotado dentro de las fronteras de un mismo país y es contabilizado como parte de la oferta. En contraste, la producción de energía secundaria que es generada a partir del procesamiento de la energía primaria y/o de energía secundaria en los centros de transformación, es contabilizada en los centros de transformación.

Las formas de energía primaria contabilizadas en Bolivia son el petróleo, condensado y gasolina natural (PCG de aquí en adelante), el gas natural (GN de aquí en adelante), la hidroenergía y la biomasa. De acuerdo al BEN la producción total registrada en 2013 fue de 157,645.91 miles de barriles equivalentes de petróleo (kbep), con un incremento porcentual respecto al año anterior de 13.31% como puede apreciarse en la Tabla No. 1.

La participación de las diferentes fuentes primarias de energía en la producción se puede apreciar en la Ilustración No. 2. Los cambios en el comportamiento de esta cuenta del 2000 al 2013 reflejan el incremento de la dependencia en la producción de energía no renovable. Como se observa, al 2000 cerca del 84% de la producción dependía del PCG y del GN, mientras que al 2013 este porcentaje se incrementó a 95%, de los cuales más del 80% corresponden a la producción de GN.

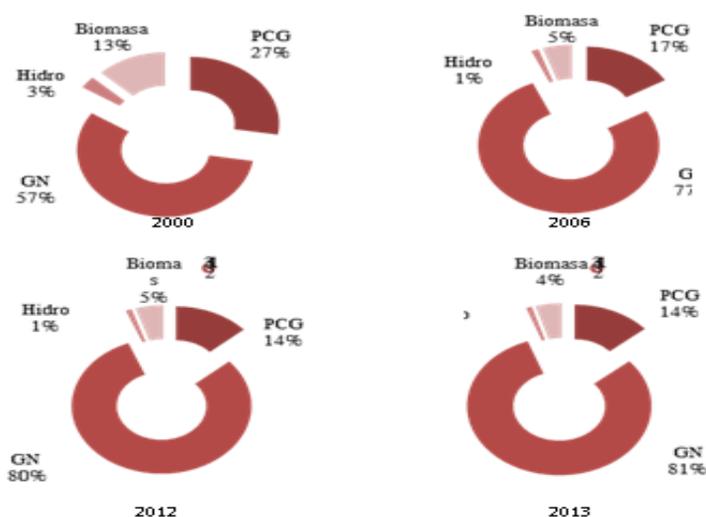
**Tabla No. 1**  
**Producción de Energía Primaria**  
**Producción de Energía Primaria Bolivia**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2000-2013 (%)	Variación 2012-2013 (%)
Petróleo Condensado y Gasolina Natural	11,265.24	17,442.68	18,875.43	21,652.61	92.21	14.71
Gas Natural	23,111.82	81,226.65	111,875.08	127,222.91	450.47	13.72
Hidro.	1,190.13	1,335.36	1,457.55	1,570.71	31.98	7.76
Biomasa	5,215.00	5,518.00	6,925.20	7,199.68	38.06	3.96
<b>Total</b>	<b>40,782.19</b>	<b>105,522.69</b>	<b>139,133.26</b>	<b>157,645.91</b>	<b>286.56</b>	<b>13.31</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

La situación de las energías renovables en Bolivia es crítica. Como se observa, su evolución en los trece años analizados, la producción de energía a partir de hidroenergía y biomasa ha sido casi marginal.

**Ilustración No. 2**  
**Participación de la producción de fuentes de energía primaria 2000-2013**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

El comportamiento de estas fuentes renovables se resume en un crecimiento anual promedio para la hidroenergía de 2.39% y de 2.52% para la biomasa. Realizando un análisis más desagregado se observa que el crecimiento de ambas fuentes fue mayor durante el periodo 2006-2013, con una variación porcentual promedio de 3.37% y 3.81% respectivamente. En contraste, el crecimiento del primer sexenio fue menor, con una variación media de 2.30% para la hidroenergía y de 0.95% para la biomasa.

Siguiendo a Gómez (2002) no se evidencia muchos logros en materia de política energética para cambiar la matriz en favor de la producción de energía en base a fuentes de energía renovable. Uno de los principales motivos de este hecho es que los subsidios para la utilización de gas natural en la generación de electricidad, aún constituyen un fuerte incentivo a la instalación de generadoras termoelectrica en detrimento de la producción a partir de recursos renovables.

## Importación

La cuenta de importación incluye todas las fuentes de energía, tanto primaria como secundaria, que son originadas fuera de las fronteras del país. Esta cuenta forma parte de la oferta bruta de energía.

Como observa en la Tabla No. 2, del 2012 al 2013 la importación total de energía secundaria disminuyó en 2.35% principalmente a causa de la disminución de la importación de GLP de 293.46 a 39.98 kbep. Este cambio de tendencia el 2013 refleja la puesta en marcha de la Planta de Separación de Líquidos Río Grande que tiene la capacidad de producir en promedio 361 toneladas día de GLP y aproximadamente 490 barriles de Gasolina Natural (GELA, 2015).

**Tabla No. 2**  
**Importación de Energía Secundaria**

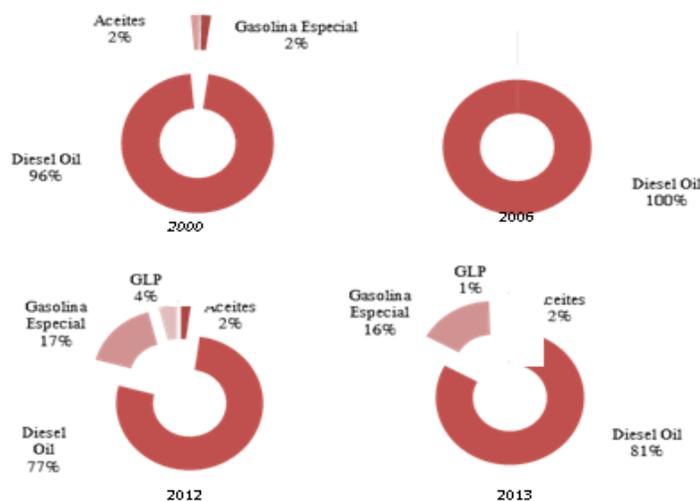
Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Grasas	3.78	0.95	2.56	7.24	182.81
Aceites	44.46	0	157.25	111	-29.41
Diesel Oil	2033.27	2761.1	5625.64	5795.47	3.02
Gasolina Especial	30.84	0	1224.19	1177.87	-3.78
GLP	0	0	293.46	39.98	-86.38
<b>Total</b>	<b>2,112.35</b>	<b>2,762.05</b>	<b>7,303.10</b>	<b>7,131.56</b>	<b>-2.35</b>

Fuente: Elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

El 2013 se importaron 5795.47 kbp de Diesel Oil, superior en 3.02% al año anterior. De acuerdo a los datos de BEN 2013, la tendencia creciente y constante se observa a partir del año 2008.

La participación de cada uno de los componentes de esta cuenta se pueden observar en la Ilustración No. 3.

**Ilustración No. 3**  
**Participación de la producción de fuentes de energía primaria 2000-2013**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

## Exportación

La exportación se define como la cantidad de energía primaria y secundaria que se destina al comercio exterior.

Como se puede observar en la Tabla No. 3, el total de las exportaciones de energía de nuestro país se incrementaron en 17%. Esto como resultado del incremento de la demanda de Gas Natural de Argentina y Brasil en el marco de los contrato suscrito entre YPF y Energía Argentina S.A. (ENRSA) el 2006 con una duración de 21 años a partir de 2007, y el documento suscrito entre YPFB y PETROBRAS (GSA) en 1996 con la misma duración a partir de 1999 (YPFB, 2014).

En comparación con la oferta bruta de Gas Natural, el destino al mercado externo de la producción de este recurso ha significado más del 50% durante el periodo analizado. Pasando de una participación del 51.2% en 2000, 77.75% en 2006 y 78.09% en 2012, a 80.46% en

2013. Esta tendencia deja a la oferta destinada al consumo de GN dentro de las fronteras una participación menor. Pasando de un 41.32% en 2000 (con 9550.67 kbep), 21.22% en 2006 (24953.31 kbep) y 21.48% en 2012 (24035.89 kbep), a 19.07% en 2013 (24267.37).

**Tabla No. 3**  
**Exportación de Energía**  
**Exportaciones de Fuentes de Energía**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Petróleo / Condensado	1,293.22	1,525.55	0.00	0.00	-
Gas Natural	12,000.16	55,739.99	87,361.23	102,366.71	17.18
Crudo Reconstituido	1713.47	3617.9	2454.98	2718.59	10.74
<b>Total</b>	<b>15,006.85</b>	<b>60,883.44</b>	<b>89,816.21</b>	<b>105,085.30</b>	<b>17.00</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

El incremento en la participación de la exportación de GN, junto a las tendencias de los recursos exportados a países vecinos, se puede observar con mayor claridad en la siguiente Ilustración.



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

### 3.3 Centros de Transformación Bolivia

La cuenta de transformación se refiere a toda forma de energía que ingresa en los denominados centros de transformación para ser modificada en fuentes de energía secundaria a partir procesos físicos y químicos.

Observando la Tabla No. 4, se puede constatar que hubo un incremento en el ingreso de energía a los centros de transformación, alcanzando 35,438.45 kbep, de los cuales la mayor participación estuvo constituida por la transformación en refinerías (21,811.24 kbep), con una variación porcentual respecto al año anterior de aproximadamente el 21%; seguido de las centrales eléctricas (11,943.96 kbep), con una variación porcentual negativa de 4.9%; y finalmente por las plantas de gas (2,268.98 kbep), con una variación porcentual de 12.84%.

**Tabla No. 4**  
**Centros de Transformación**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Refinerías	11,558.93	15,280.27	18,027.09	21,811.24	20.99
Plantas de Gas	3,927.93	3,808.06	2,010.95	2,268.98	12.83
Centrales Eléctricas	2,760.86	3,782.44	11,943.96	11,358.23	-4.90
Hidroenergía	1,190.13	1,335.36	1,604.50	1,570.71	-2.11
Termoeléctricas	3,635.59	5,088.02	9,540.11	9,231.55	-3.23
Biomasa	222.00	246.92	454.27	230.46	-49.27
Diesel	77.09	191.74	345.08	325.51	-5.67
<b>Total</b>	<b>18,247.72</b>	<b>22,870.77</b>	<b>31,982.00</b>	<b>35,438.45</b>	<b>6.54</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

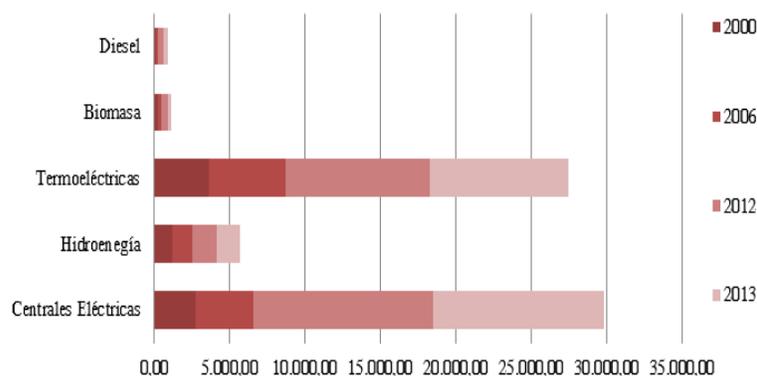
En Bolivia son tres las unidades de proceso e industrialización de los combustibles: Refinería Gualberto Villarroel, Refinería Guillermo Elder Bell y Refinería Oro Negro, de las cuales las dos primeras forman parte de YPF Refinación S.A. Los combustibles líquidos obtenidos por estas refinerías son: Gasolina Especial, Diesel Oil, Jet Fuel, y Kerosene.

De acuerdo a YPFB (2014), la Gasolina Especial fue el combustible de mayor producción durante la gestión 2013, con una producción por las refinerías de YPFB Refinación S.A del 94.5% del total de este combustible, y 5.5% del total por la refinería Oro Negro. La producción promedio alcanzó un volumen de 18 168 barril por día (Bbl/día).

El Diesel Oil fue al 2013 el segundo combustible de mayor producción de refinerías, con una participación de la producción en las refinerías de YPFB de 91.6%, correspondiendo el restante 8.4% a la Refinería Oro Negro. La producción promedio a este año fue de 14 229 Bbl/día.

La producción de Jet Fuel y Kerosene por refinería tuvo una participación exclusiva de YPFB Refinación S.A, con una producción promedio de 3 560 Bbl/día y 294 Bbl/día, respectivamente. En cuanto a la Gasolina Premium, el 100% del combustible fue producido por la Refinería Guillermo Elder Bell, con una producción promedio de 60 Bbl/día.

**Ilustración No. 5**  
**Participación de Energía Ingresada en Centrales Eléctricas**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

Respecto a las centrales eléctricas, claramente se observa en la Ilustración No. 5 la fuerte dependencia que existe en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes no renovables. Como se puede apreciar, ya desde inicios del siglo, la mayor proporción de ingreso de energía a las Centrales Eléctricas correspondió a las Termoeléctricas, pasando de una participación de

71% en 2000, 74% en 2006, 80% en 2012, y a 81% en 2013. En contraste, la producción de energía en centrales Hidroeléctricas, pasó de 23% en 2000, a 19% en 2006 y 13% en 2012, a 14% en 2013.

Es importante destacar que si bien una Central Termoelectrica se define como aquella instalación que genera energía eléctrica a partir de la combustión de combustibles fósiles, el BEN 2013 considera únicamente dentro de centrales termo a las generadoras que utilizan GN como combustible. Esto se debe a que casi la totalidad de la generación termoelectrica en Bolivia está basada en su combustión. No obstante, no se debe perder de vista que generación de electricidad a partir de la combustión de biomasa, proveniente del azúcar en la central de Guabirá, y de Diesel Fuel, e.g. proveniente de la central Aranjuez en Sucre forman parte de la totalidad de generación termo considerada dentro de la estructura de generación de electricidad del Sistema Interconectado Nacional (SIN) (Aliaga Lordemann, et al., 2012)

**Tabla No. 5**  
**Centrales de Generación Eléctrica al 2013**

<b>Centrales Hidroeléctricas</b>	<b>Generación Bruta MWh</b>	<b>Centrales Termoelectricas</b>	<b>Generación Bruta MWh</b>
Corani	373791.26	Guaracachi	1820232.649
Santa Isabel	555713.26	Santa Cruz	39989.8429
Zongo	8366.92	Aranjuez	158675.8939
Tiquimani	11358.19	Karachipampa	84986.5836
Botijlaca	37750.93	Kenko	45896.32318
Cuticucho	103795.79	Valle Hermoso	438893.555
Santa Rosa	81990.75	Carrasco	667630.61
Sainani	70554.08	C.El Alto	211260.0871
Chururaqui	144109.24	Bulo-Bulo	491151.5916
Harca	166036.95	Guabira	79491
Cahua	171221.91	Entre Rios	734642
Huaji	204939.81	Ende Gen.	59999.3057
Miguilla	9250.65		
Angostura	19545.45		
Choquetanga	40151.31		
Carabuco	45495.33		
Chojlla Antigua	3766.92		
Chojlla	141958.08		
Ynacachi	223487.35		
Kanata	16358.64		
Kilpani	42148.48		
Landara	18995.72		
Punutuma	16688.20		
Quehata	7388.40		
<b>Total</b>	<b>2514863.62</b>	<b>Total</b>	<b>4832849.442</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por CNDC 2013

La generación eléctrica está compuesta de dos fuentes principalmente: generación termoelectrica e hidroelectrica. De acuerdo al Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC, 2013) la energía bruta generada al 2013 fue de 7,347713.06 MWh, de los cuales el 66% correspondió a la generación termoelectrica y el 34% a la hidroelectrica. En contraste al año anterior, cuando las primeras inyectaron al SIN aproximadamente el 60% de la producción, mientras que las hidroelectricas inyectaron el 40%. Estas tendencias dan cuenta que la generación termoelectrica cobra mayor importancia en el país, siendo la subvención del gas natural el principal causante de ello.

La generación bruta en Mwh al 2013 por tipo de Central de Generación Eléctrica se observa en la Tabla No. 5.

### 3.4 Consumo

El consumo final se contabiliza como la sumatoria de todos los flujos energéticos agrupados de acuerdo a los sectores socio-económicos en los que estos son consumidos.

## Estructura del Consumo Final

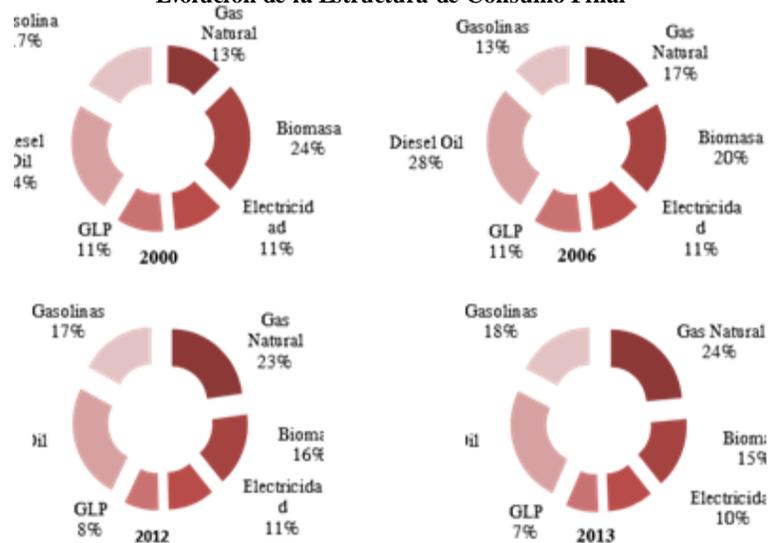
Como se observa en la Tabla No. 6, en 2013 el consumo final de energía total fue de 34,271.61 kbep, superior en cerca de 7.54% respecto al año anterior. Este comportamiento se atribuye principalmente al incremento del consumo del Diesel Oil, que pasó de 4677.48 kbep en 2000, a 10669.93 kbep en 2013; la Gasolina (Gasolina de aviación, gasolina Premium, Gasolina especial y gasolina blanca), que pasó de 3291.06 kbep en 2000 a 7310.02 kbep en 2013; y el Gas Natural que pasó de 2519.9 kbep en 2000, a 9802.48 kbep en 2013.

**Tabla No. 6**  
**Consumo Final de Energía por Fuente**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación en %
Gas Natural	2519.90	4320.32	8806.48	9802.48	11.31
Biomasa	4,710.00	5,102.14	6,185.63	6,398.92	3.45
Electricidad	2207.26	2840.18	4097.89	4313.65	5.27
GLP	2050.42	2752.49	3035.16	3086.63	1.70
Diesel Oil	4677.48	7070.76	9743.75	10669.93	9.51
Gasolinas	3291.63	3420.52	6675.69	7310.02	9.50
<b>Total</b>	<b>16,165.06</b>	<b>22,085.89</b>	<b>31,868.91</b>	<b>34,271.61</b>	<b>7.54</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

**Ilustración No. 6**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

En el Ilustración No. 6 se puede apreciar el incremento progresivo del consumo final por fuente, siendo el Diesel Oil la principal fuente de consumo energético.

## Consumo de Energía por Sectores

En la Tabla No. 7 se encuentra el comportamiento del consumo desagregado por sexenio hasta el 2012 y considerando, como en los casos anteriores, el año 2013. Como se observa, en todos los sectores se experimentó un crecimiento constante en este periodo de tiempo. El 2013 se experimentó un incremento total en el consumo de 8.23% respecto al año 2012.

**Tabla No. 7**  
**Consumo Final de Energía por Sector**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Transporte	6916.75	9240.36	16,293.03	18,063.00	10.86
Industria	6307.82	7606.48	10,472.17	11,200.06	6.95
Residencial	4592.84	5705.67	7,090.02	7,391.26	4.25
Comercial	566.46	789.17	1,206.97	1,295.34	7.32
APM	2128.25	3105.51	4,449.18	4,814.46	8.21
<b>Total</b>	<b>20,512.12</b>	<b>26447.19</b>	<b>39,511.37</b>	<b>42,764.12</b>	<b>8.23</b>

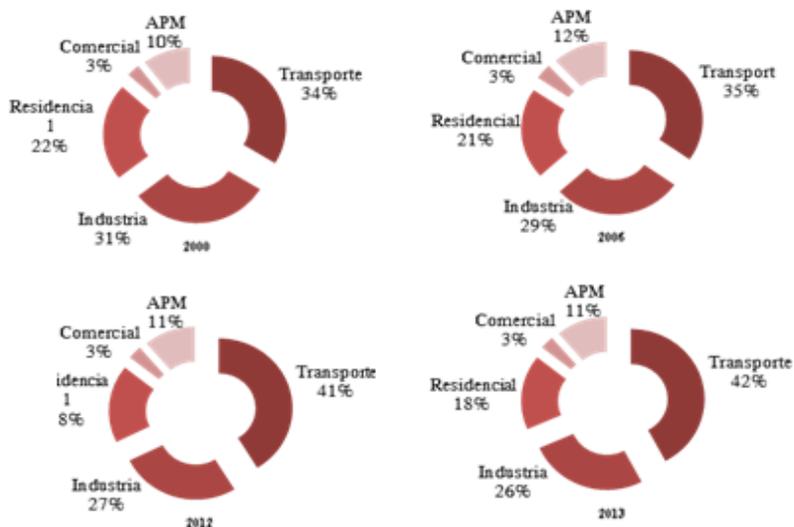
Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

Comparando del consumo 2000-2013, se observa la mayor participación del sector de Transporte, pasando de 6916.75 kbep en 2000 a 9240.36 kbep en 2006, 16,293.03 kbep en 2012, a 18,063.00 kbep en 2013, *i.e.* una variación porcentual 2012-2013 de 10.86%.

Esta tendencia se corrobora en la siguiente Ilustración. La participación del Transporte ha pasado de 34% en 2000, 35% en 2006 y 41% en 2012, a 42% en la gestión 2013. Esto significa un incremento del consumo del sector en 8%.

Es importante mencionar que esta tendencia en el consumo se hizo en detrimento de los sectores Industrial y Residencial, los mismos que muestran la reducción de su participación del 31% y 22% en 2000, a 26% y 18% en 2013 respectivamente.

**Ilustración No. 7**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

## Consumo de Transporte

El consumo final de transporte es contabilizado como la cantidad total de combustible que es utilizado por el parque automotor dentro de las fronteras de un país, independientemente de donde se hallan estos matriculados.

En la Tabla No. 8 se observa que el mayor crecimiento en el consumo del sector de Transporte registrado en el periodo 2012-2013 fue de la fuente de combustible para aviones Jet Fuel, con una variación porcentual de 23.87%. A continuación, le sigue el Gas natural un

crecimiento de 12.12%, la Gasolina Especial con un 9.55%, el Diesel Oil con un incremento del 9.5% respecto al año anterior, y para finalizar la Gasolina especial con un 5.25%.

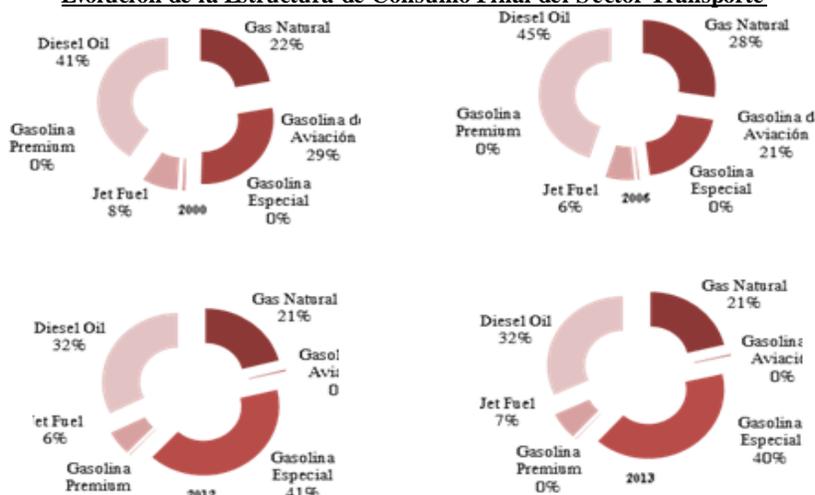
**Tabla No. 8**  
**Consumo Final de Energía Sector Transporte**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Gas Natural	2,519.90	4,320.32	3,414.77	3,828.56	12.12
Gasolina de Aviación	3,241.05	3,226.20	37.13	39.08	5.25
Gasolina Especial	29.94	18.52	6,619.12	7,251.5	9.55
Gasolina Premium	20.64	23.32	19.44	19.44	0.00
Jet Fuel	932.23	1,005.5	921.46	1,141.38	23.87
Diesel Oil	4,677.48	7,070.76	5,281.11	5,783.05	9.50
<b>Total</b>	<b>5,811.53</b>	<b>7,588.36</b>	<b>10,090.46</b>	<b>11,138.58</b>	<b>10.39</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

Es interesante señalar que, si bien el sector de transporte mantiene una estructura de consumo con mayor participación en la Gasolina Especial y el Diesel Oil, el promedio del crecimiento del Gas Natural para el periodo 2000-2013 fue mayor en comparación con ambas fuentes.

**Ilustración No. 8**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final del Sector Transporte**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

En concreto, se evidencia un crecimiento promedio aproximado de 28.47% para GN, frente a 6.7% para la Gasolina y 0.06% para el Diesel Oil; con un crecimiento promedio de 39.02% durante el primer sexenio y 20.97% del periodo 2006-2013; frente al 0.08% y 12.11% para ambos periodos respectivamente para la Gasolina Especial; y del 0.066% y 0.06% para ambos periodos respectivamente para el Diesel Oil.

Este comportamiento puede explicarse por los esfuerzos en la conversión en gas natural del parque automotor impulsado a partir del año 2000. Programa que en la actualidad está a cargo de Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular dependiente del Ministerio de Hidrocarburos y Energía.

Con ayuda de la Ilustración No. 8 se puede apreciar que el 2000 la mayor participación en el consumo de Transporte fue le correspondió al Diesel Oil con un 41%, seguido del GN con un 22%, mientras que la Gasolina Especial representó un porcentaje marginal del consumo total. Esta tendencia se revirtió el 2012, cuando el GN comienza a representar una mayor participación en la estructura de consumo, alcanzando el 2013 el 40% de participación, seguido por el Diesel Oil con 32% y Gas Natural con un 21%.

## Consumo Residencial

El consumo final de este sector está comprendido por los hogares urbanos y rurales de Bolivia. De acuerdo a OLADE (1995), los principales usos de energía por este sector socio-económico son la cocción, el calentamiento de agua y ambientes, iluminación y de aparatos domésticos.

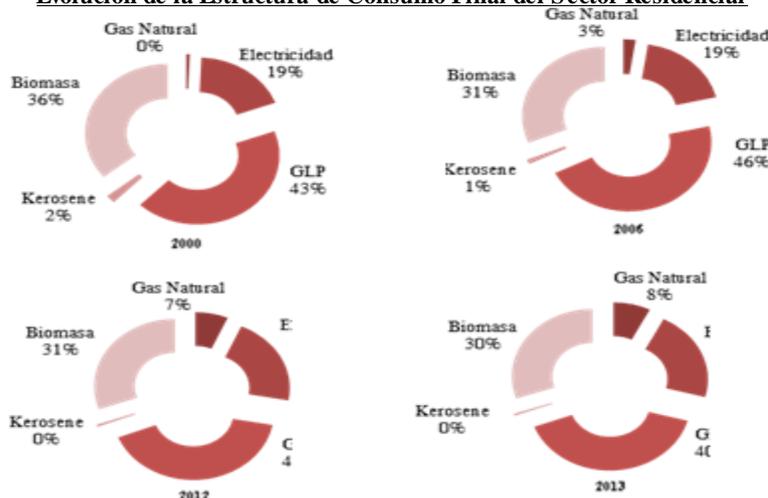
De acuerdo a la Tabla No. 9, el GLP se ha constituido como la principal fuente de energía para uso doméstico, seguido por la Biomasa, utilizado como principal fuente del sector rural, y la electricidad en tercer lugar. Como se puede observar, el mayor crecimiento registrado para el periodo 2012-2013 fue del Gas Natural con un 18.33%, seguido por la energía eléctrica con un crecimiento del 6.28%, la Biomasa en 3.45%, el GLP en 1.7% y finalmente el kerosene con una crecimiento negativo de 8.98%.

**Tabla No. 9**  
**Consumo Final de Energía Sector Residencial**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Gas Natural	28.76	135.27	463.23	548.12	18.33
Electricidad	860.93	1,080.83	1,516.34	1,611.50	6.28
GLP	1968.41	2642.39	2,913.75	2,963.16	1.70
Kerosene	86.24	61.43	31.72	28.87	-8.98
Biomasa	1648.5	1785.75	2,164.97	2,239.62	3.45
<b>Total</b>	<b>2,944.34</b>	<b>3,919.92</b>	<b>4,925.04</b>	<b>5,151.65</b>	<b>4.60</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

**Ilustración No. 9**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final del Sector Residencial**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

En la siguiente Ilustración se puede identificar la participación de las principales fuentes de energía de consumo final del Sector Residencial. Como se mencionaba anteriormente, resalta la mayor participación del GLP en la matriz de consumo del sector, seguida por la Biomasa y la Electricidad.

El comportamiento del consumo de Gas Natural responde al incremento de las redes de gas domiciliario, que de acuerdo a la información de YPFB pasó de 5,642 instalaciones entre 1994 y 2002 a 22,250 en 2007, y a cerca de 80,000 en 2013.

## Consumo del Sector Industrial

De acuerdo a OLADE (1995), el consumo final de este sector está constituido por todas las fuentes de energía que son empleadas en los procesos que se llevan a cabo a nivel industrial, *i.e.* en el proceso de transformación de materias primas en productos finales. Es importante resaltar que en esta cuenta se deja de lado el consumo de combustibles para el transporte de los productos al mercado.

Al 2013, el Gas Natural corresponde a la principal fuente energía utilizada por el sector Industrial, seguido por la Biomasa y la energía eléctrica.

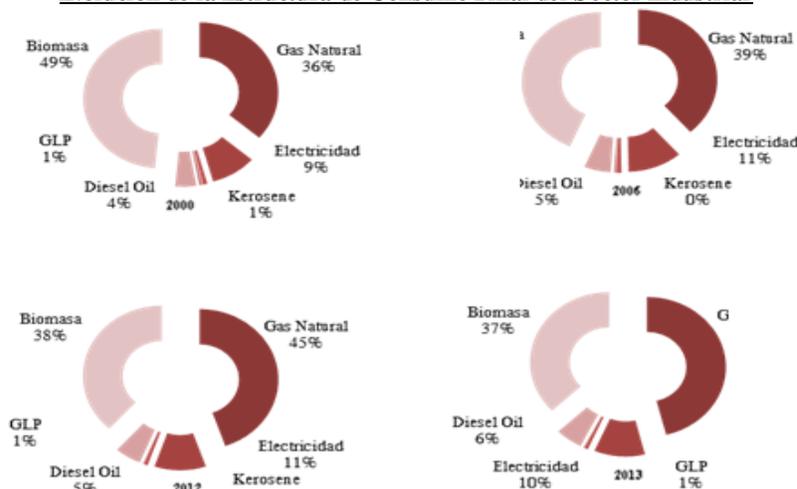
Como se observa en la Tabla No. 10, durante el periodo 2000-2013, hubo un cambio en la estructura del consumo de la Industria, conformada inicialmente por una mayor participación de la biomasa en comparación del Gas Natural.

**Tabla No. 10**  
**Consumo Final de Energía Sector Industrial**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Gas Natural	2289.13	2932.22	4,681.73	5,159.89	10.21
Electricidad	593.58	847.12	1,109.10	1,166.31	5.16
GLP	55.36	74.32	81.95	83.34	1.70
Kerosene	36.96	26.33	13.59	12.37	-8.98
Diesel Oil	271.29	410.1	565.14	618.85	9.50
Biomasa	3,061.5	3,316.39	4,020.66	4,159.30	3.45
<b>Total</b>	<b>2,975.03</b>	<b>3,879.99</b>	<b>5,886.37</b>	<b>6,421.91</b>	<b>9.10</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

**Ilustración No. 10**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final del Sector Industrial**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

Esta tendencia es el resultado de la subvención del Gas Natural para el sector industrial, y se la puede observar con mayor claridad en la Ilustración No.10.

## Consumo del Sector Comercial

La unidad de información de este sector es un establecimiento que, de acuerdo a OLADE (1995) pertenece al sector de agua, comercios mayoristas, minorista restaurantes y hoteles; establecimientos comerciales de transporte y comunicación; establecimientos financieros y de seguros; y servicios sociales y comunales.

Dos tendencias interesantes, respecto al consumo de este sector, resaltan en la siguiente Tabla. En primer lugar, se observa un incremento en el consumo de Electricidad, pasando de 860.93 kbp en 2000 a 989.31 kbp en 2013. En contraste se observa una reducción en el consumo de GLP, pasando de 1968.41 en 2000 a 40.13 en 2013.

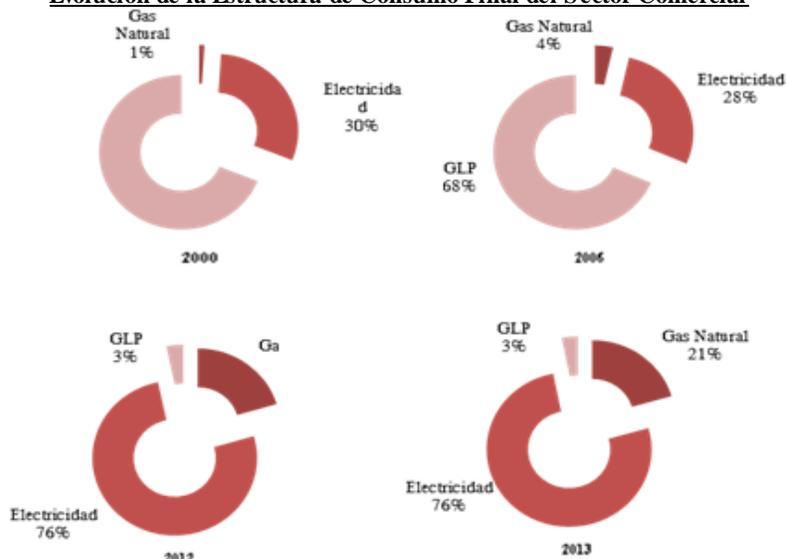
**Tabla No. 11**  
**Consumo Final de Energía del Sector Comercial**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Gas Natural	28.76	135.27	246.75	265.91	7.76
Electricidad	860.93	1,080.83	920.76	989.31	7.44
GLP	1968.41	2642.39	39.46	40.13	1.70
<b>Total</b>	<b>2,858.10</b>	<b>3,858.49</b>	<b>1,206.97</b>	<b>1,295.35</b>	<b>7.32</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

En la siguiente Ilustración se observa con mayor claridad este comportamiento, *i.e.* la disminución de la participación en este sector del GLP y paralelamente el incremento del consumo de energía eléctrica.

**Ilustración No. 11**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final del Sector Comercial**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

## Consumo del Sector Agropecuario, Pesca y Minería

La unidad de estudio para esta cuenta es un establecimiento definido por su actividad de agricultura y caza, silvicultura y aserrío de madera, pesca y extracción de minerales y metales.

Como se observa en la Tabla No. 12, la mayor participación del consumo de este sector está constituido por el Diesel Oil, fuente de energía que registró un crecimiento de 9.5% el 2013 respecto al año anterior.

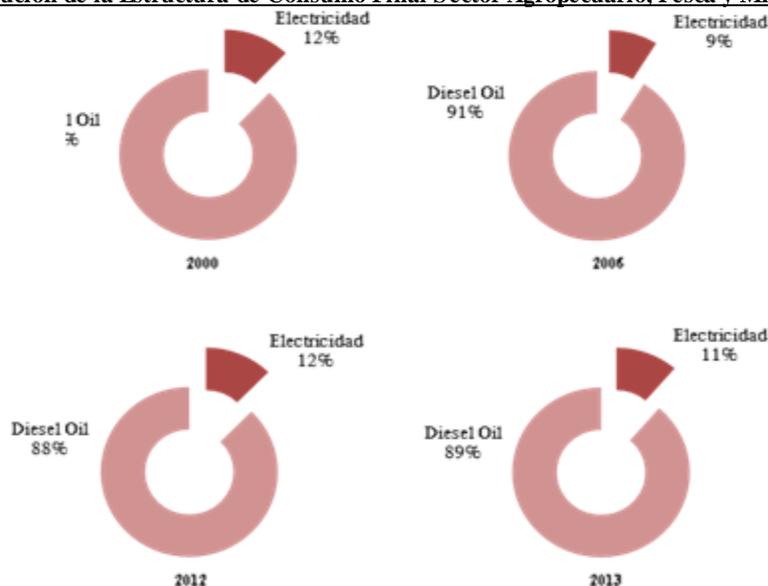
**Tabla No. 12**  
**Consumo Final de Energía por del Sector Agropecuario, Pesca y Minería**

Fuente	2000	2006	2012	2013	Variación 2012-2013 (%)
Electricidad	257.26	277.21	551.68	546.53	-0.93
Diesel Oil	1,870.99	2,828.30	3,897.50	4267.93	9.50
<b>Total</b>	<b>2,128.25</b>	<b>3,105.51</b>	<b>4,449.18</b>	<b>4,814.46</b>	<b>8.21</b>

Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

El incremento en la participación del Diesel Oil en el consumo de este sector responde al bajo nivel de precios por la subvención de este combustible para el sector agrario. Estas tendencias se pueden observar en el siguiente Gráfico.

**Ilustración No.12**  
**Evolución de la Estructura de Consumo Final Sector Agropecuario, Pesca y Minería**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013

## 4. Análisis de la Eficiencia Energética en Bolivia

La eficiencia energética es uno de los puntos centrales dentro de la agenda de política energética, ahora más que nunca cuando los objetivos de garantizar seguridad energética y disminuir los gases de efecto invernadero, se han convertido en prioridades a nivel internacional.

De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (AIE) la eficiencia energética se puede entender en términos generales como “*utilizar menos energía para proveer el mismo servicio*”. En otras palabras, se puede decir que un proceso es energéticamente más eficiente, si produce más y mejor haciendo uso del mismo input de energía o produce el mismo output con un menor requerimiento de energía.

A pesar de que la información provista en el BEN es útil para conocer los patrones de consumo de energía, no permite monitorear las tendencias de eficiencia energética. Esto debido el objetivo central de la matriz energética no es el de monitorear las acciones de política implementadas en el sector; sino más bien de capturar, como una fotografía, el estado de las relaciones de producción, transformación y consumo en una economía.

Para responder a esta necesidad pendiente, se han diseñado Indicadores de Eficiencia Energética (IE) que, si bien se diferencian por su nivel de agregación y sofisticación, persiguen el objetivo común de servir como herramientas para comprender las tendencias de consumo, y evaluar así el progreso en materia de eficiencia energética. Para una clasificación más precisa, la AIE presenta en (AIE, 2014) una representación en forma de pirámide de los IEE de acuerdo al nivel de agregación y de requerimiento de datos, la misma que se ilustra a continuación.

El nivel de desagregación determina el requerimiento de datos, y por ende, el nivel de precisión del cálculo. Por ejemplo, si bien la colección para el caso de la Intensidad Energética (IE de aquí en adelante) es sumamente sencilla (al precisar únicamente de información del Consumo Total de Energía del BEN y del PIB de las Cuentas Nacionales (INE)), debido a su nivel de agregación, es sumamente sensible a factores que no necesariamente se encuentran relacionados a la intensidad de consumo o uso eficiente de energía. A pesar de esta limitación, este indicador es utilizado como primera aproximación para conocer la tendencia agregada de consumo energético.

**Ilustración No. 13**  
**Representación Esquemática de Indicadores de Eficiencia Energética AIE**



Fuente: elaboración propia en base a clasificación AIE (2014)

En el caso del Indicador de Intensidad Energética Sectorial (IES de aquí en adelante), la colección de datos para su cálculo es relativamente sencillo, al encontrarse toda la información requerida en la base de datos de Cuentas Nacionales de toda economía. La información que provee este indicador, si bien sigue siendo altamente agregada, permite realizar una aproximación valdeera sobre las tendencias de consumo energético por sector.

Indicadores más desagregados, como consumo de calefacción por área (*i.e.* Intensidad Energética de Uso Final) o consumo energético por unidad de aparato (*i.e.* Consumo Energético Unitario), precisan de fuentes de información más complicadas de compilar.

En el presente trabajo, debido a falta de disponibilidad de datos para la elaboración de indicadores más sofisticados se propone la construcción de IES partiendo del análisis del índice agregado de IE.

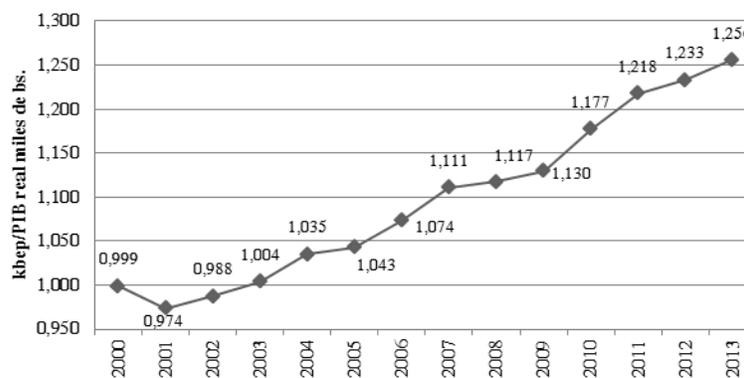
## Intensidad Energética

### 4.1 Indicadores de Eficiencia Energética

La Intensidad Energética se define como el ratio de Consumo Total de Energía sobre Producto Interno Bruto. De acuerdo a su metodología de cálculo, el incremento de este indicador refleja la disminución en la eficiencia energética, mientras que menores niveles del mismo se traduce en el aumento de la eficiencia de uso de la energía en el proceso de producción dentro de una economía.

Como se puede observar en la Ilustración No. 14, el IE para Bolivia refleja una tendencia creciente durante el periodo 2001-2013. Es decir una disminución de la eficiencia energética que, como primera aproximación, puede atribuirse a la reducción del uso eficiente de la energía o bien al incremento de la participación en el PIB de las actividades productivas intensivas en energía.

**Gráfico No. 14**  
**Intensidad Energética Bolivia**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013 e Instituto Nacional de Estadísticas de Bolivia (INE)

### Intensidad Energética Sector Transporte

La mayor participación en el consumo de energía final en Bolivia se concentra en el Sector de Transporte, con un porcentaje del 45% que coloca al país junto a Estados Unidos y México dentro de la lista de los países que cuentan con la mayor participación de este sector en el consumo de energía a nivel mundial (AIE, 2014).

La AIE recomienda realizar la estimación del indicador de este sector de forma independiente para los dos segmentos que lo conforman, *i.e.* el transporte de pasajeros y el transporte de carga. La principal razón para proceder de esta manera yace en que para ambos casos existen diferentes factores que influyen en su consumo. Los indicadores propuestos

para estas dos formas de transporte implican contar con datos sobre el kilometraje promedio recorrido a nivel nacional o carga transportada en toneladas por kilómetro.

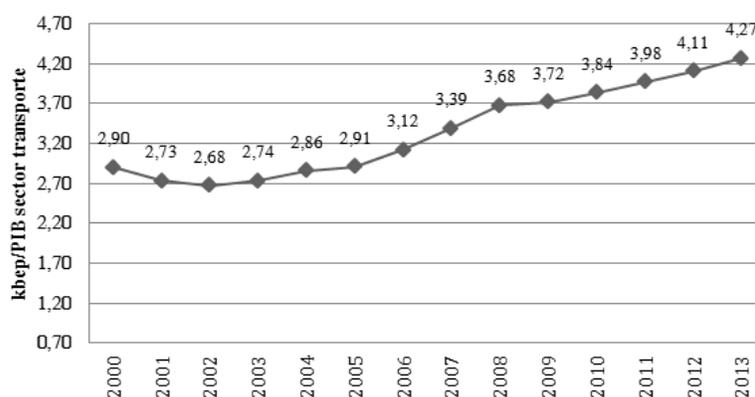
Al no contar con información diferenciada sobre la energía consumida por ambos segmentos de transporte, ni con datos sobre el kilometraje recorrido o la carga promedio a nivel nacional, Gómez (2012) realiza una primera aproximación para el cálculo la Intensidad Energética del Sector de Transporte al 2010. La metodología utilizada consiste en el cálculo del ratio consumo de energía total del sector sobre participación en el PIB de la cuenta Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones del INE. De esta forma se pretende considerar en un solo indicador la participación en el consumo de ambos segmentos de transporte.

A pesar de que esta forma de proceder tiene la desventaja de sobre estimar el consumo del sector de transporte, al considerar únicamente dentro de las Cuentas Nacionales la participación del uso público y no así privado, es una metodología que sirve como primera aproximación para realizar una evaluación del sector. Es por este motivo que se partió por el cálculo de este indicador al 2013 en Bolivia para el presente trabajo. Los resultados se muestran a continuación.

El consumo de energía del sector de transporte se incrementó durante el periodo 2000-2013, pasando de un consumo de 6916.75 kbep en 2000 a 18063.01 kbep en 2013. Al comparar el crecimiento del consumo de energía del sector con el crecimiento de la participación de la participación del sector de transporte en el PIB se observa que, mientras el consumo creció a una tasa anual media de 7.75%, el crecimiento del sector fue menos veloz, con una tasa anual media de 4.52%.

El resultado, ilustrado en la Ilustración No. 15, es el incremento de la IE del sector de 2.90 (kbep/mil Bs) en 2000 a 4.27 (kbep/mil Bs) en 2013. Con una leve mejora en la eficiencia para los periodos 2000-2001 y 2001-2002, que coincide con los dos únicos periodos en los que el sector transporte presento una disminución en su consumo total, pasando de 6916.75 en 2000 a 6719.51 kbep en 2001 y 6863.55 kbep en 2002.

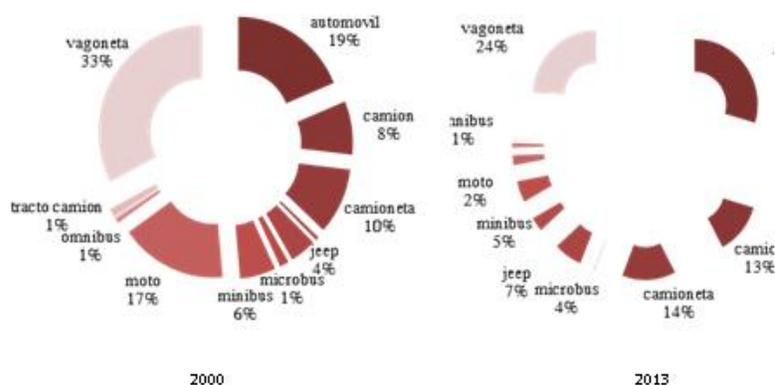
**Ilustración No. 15**  
**Intensidad Energética Sector Transporte**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por BEN 2013 e INE. Esta tendencia muestra el incremento en la intensidad de consumo de energía de este sector en detrimento de la eficiencia energética. La misma que se atribuye al incremento del parque automotor, principalmente de los motorizados a Diesel Oil y Gas Natural.

De acuerdo al Dossier de Estadísticas del Parque Automotor 2000-2012 (INE, 2012) y 2003-2013 (INE, 2013), el parque automotor habría registrado un crecimiento total de 70.68%; pasando de 389024 en 2000 a 1,326833 motorizados en 2013. Vehículos de los cuales al 2013, el 91% correspondió a uso particular, 7% a uso público y 2% a uso oficial. Como se puede observar en la Ilustración No. 16, la participación de motorizados pasó de vagonetas con 33% en 2000, a 24% en 2013; seguido por automóviles con 19%, a 30%; motos, con 17% a 2%; y en cuarto lugar camionetas con 10% a 14%.

**Ilustración No. 16**  
**Participación de vehículos del parque automotor 2000-2013**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por INE Dossier Parque Automotor 2012-2013

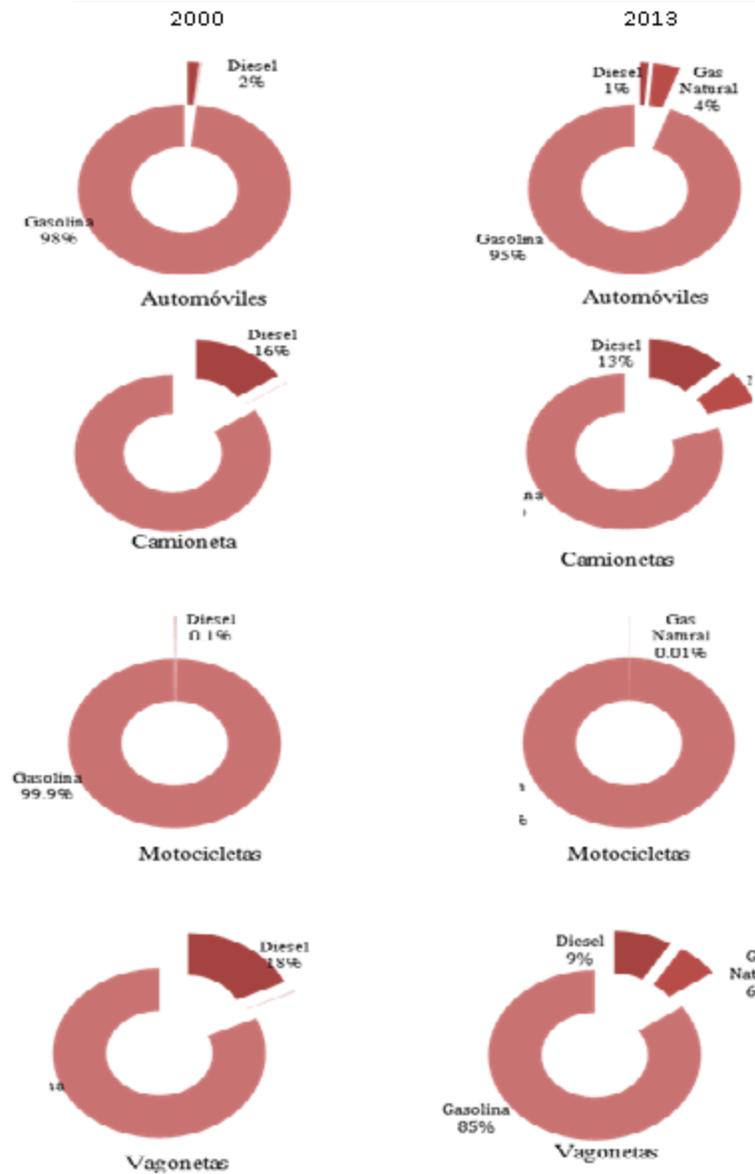
Para reforzar el análisis del indicador utilizado es interesante estudiar la tendencia del consumo de los cuatro medios de transporte en los que se concentra la mayor participación del sector de transporte, *i.e.* vagonetas, automóviles, motos y camionetas.

Como se observa en la Ilustración No. 17, el consumo de energía de estos cuatro grupos de automotores estuvo concentrado en el combustible de gasolina al 2000, con un 98% para los automóviles, 84% para las camionetas, cerca al 100% para las motos y 82% para las vagonetas. Claramente, esta tendencia se modifica al 2013, con un incremento en la participación del Gas Natural en detrimento del consumo de Gasolina que pasa a representar el 95% en los automóviles, 80% en las camionetas, cerca al 100% en las motos y 85% para las vagonetas.

En conclusión, se evidencia el cambio en la matriz de consumo de energía de los automotores que han registrado el mayor crecimiento durante el periodo analizado. Este análisis más desagregado confirma el incremento del consumo del sector hacia el Gas Natural que en la actualidad es promocionado desde el Gobierno a partir del programa de conversión a Gas Natural a cargo de Entidad Ejecutora de Conversión a Gas Natural Vehicular. No obstante, a pesar de los esfuerzos del cambio de la matriz energética en el Sector, la gasolina continua representando la mayor proporción del consumo de estos automotores. Este comportamiento es el resultado de la subvención de los precios de la Gasolina y el Diesel Oil.

En otras palabras, a partir de esta aproximación y análisis desagregado, se puede confirmar la disminución de la eficiencia energética en el Sector de Transporte.

**Ilustración No. 17**  
**Participación uso de combustible vehículos representativos 2000 2013**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por INE, Dossier Parque Automotor 2012-2013

## Intensidad Energética Sector Industrial

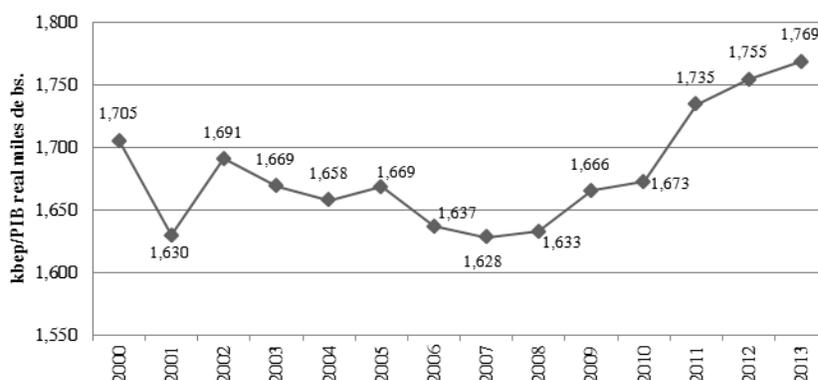
Debido a la heterogeneidad de las industrias que conforman el Sector Industrial, la Agencia Internacional de Energía recomienda realizar el cálculo del indicador de eficiencia energética a nivel sub-sectorial. No obstante, al no contar con suficientes datos para el propósito de construir indicadores de eficiencia energética, se realiza con frecuencia el cálculo de un indicador de intensidad energética para el sector considerando el consumo total de la Industria Manufacturera por la participación del sector en el PIB. Si bien esta metodología de computo del indicador tiene la debilidad de sobreestimar la correlación que existe entre el

consumo de energía del sector y el valor agregado del mismo, de acuerdo a la AIE, sirve como primera aproximación para evaluar la intensidad total del sector Industrial y sus tendencias.

Para el presente trabajo, ante la falta de datos para realizar una estimación de la eficiencia energética más profunda, se procedió a computar el mencionado indicador, cuyos resultados se muestran a continuación.

La IE en el Sector Industrial se redujo de 1.705 (kbep/mil Bs) al primer punto mínimo del periodo en 2001 de 1.630 (kbep/mil Bs). Al siguiente año, como se observa en la Ilustración No. 18, el ratio de IE se incrementó levemente a 1.691 (kbep/mil Bs); punto a partir del cual, se evidenció la reducción paulatina del mismo hasta el punto mínimo del periodo de 1.628 (kbep/mil Bs) al 2007. A partir de este año la IE se incrementó progresivamente, hasta alcanzar su máximo pico de 1.769 (kbep/mil Bs) el año 2013.

**Ilustración No. 18**  
**Intensidad Energética Sector Industrial**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por INE y BEN 2013

Para el año para el cual es posible hablar de eficiencia energética de la totalidad del Sector, es para 2001. Esto se debe a que es el único año en el cual se evidencia el incremento del valor de la producción acompañado de la disminución en el consumo de energía. En concreto, de acuerdo a los datos recabados de la plataforma virtual del INE y de BEN 2013, el valor de la producción del sector manufacturero de Bolivia pasó de 3698.53 miles de Bs en 2000 a 3797.92 miles de Bs en 2001; y al mismo tiempo, durante este periodo se evidenció la reducción del consumo del sector de 6307.82 kbep a 6190.96 kbep.

Durante el periodo 2002-2007 tanto el valor de la producción como el consumo de energía experimentaron un incremento, pasando de 3807.44 miles de Bs y 6438.34 kbep, a 4929.11 miles de Bs y 8026.7 kbep. El PIB del Sector creció a una tasa media de 5.31%, mientras que el crecimiento promedio para el mismo periodo fue de 4.52%. A pesar de que la diferencia entre estas cifras no es abismal, se evidencia una tendencia positiva en el uso eficiente de la energía.

En contraste, para el periodo 2008-2013, disminuyó la eficiencia energética del sector. Mientras que la tasa media de crecimiento del valor de la producción del sector fue de 4.27%, el crecimiento del consumo de energía fue en promedio 5.72%.

## Intensidad Energética Sector Residencial

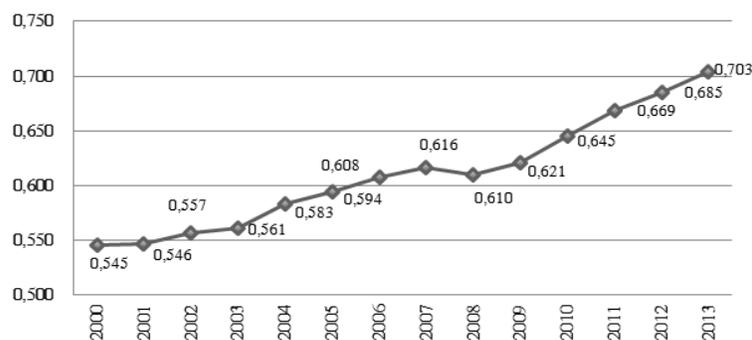
A nivel internacional, la participación del Sector Residencial en el Consumo Final de Energía representa un cuarto del total (AIE, 2014), proporción que ha permanecido constante durante los últimos 35 años. Detrás de este promedio global se evidencia gran disparidad entre países respecto al consumo de energía, debido a las características climatológicas, disponibilidad de fuentes de energía, infraestructura e ingresos entre otros aspectos.

De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía, existe un mayor margen de acción para influir en el consumo de energía de este sector y alcanzar los objetivos de política energética propuestos. Sea mediante modificaciones en la imposición tributaria, programas de promoción de focos incandescente o subsidios de aparatos domésticos de menor consumo energético, es evidente el importante rol directo que pueden jugar los hacedores de política del Sector. Principalmente por este motivo surge el interés de evaluar la evolución del desempeño del sector a partir de un indicador de eficiencia energética.

Para esta tarea se recomienda la construcción de indicadores desagregados a nivel de los aparatos domésticos utilizados. De esta forma es posible evaluar con mayor precisión las tendencias del comportamiento de los hogares, y hacer un seguimiento a las políticas aplicadas en el sector. Desafortunadamente, la disponibilidad de datos se convierte nuevamente en una restricción para su elaboración. Es por este motivo que siguiendo la estructura piramidal de indicadores propuesta por la AIE, se realizó el cálculo del indicador de Intensidad Energética como el consumo de energía per cápita. Los resultados se describen a continuación.

Al comparar el consumo de energía del Sector Residencial con la población total, se observa en la Ilustración No. 19 un crecimiento promedio mayor en el consumo de energía que en el crecimiento de la población, de 3.74% frente a 1.71%. En concreto, se observa en un incremento del consumo anual energético residencial per cápita de 0.545 kbep/ mil habitantes en el 2000, a 0.703 kbep/ mil habitantes en 2013.

**Ilustración No. 19**  
**Intensidad Energética Sector Residencial**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por INE y BEN 2013

Esta tendencia creciente se hace más evidente a partir del 2008, año en el que se aprueba, por el Decreto Supremo No.29466, el Programa Nacional de Eficiencia Energética.

A pesar de la implementación del Programa Nacional de Eficiencia Energética (DS. 29466) a partir del 2008 con las campañas *Desplaza tu consumo eléctrico fuera de las horas de consumo* (pto. 3.a.1) y de *Sustitución de Lámparas Incandescentes con Lámparas*

*Fluorescentes de forma gratuita* (pto. 3.a.2), no se observa un impacto claro de la intervención de política en el indicador estimado.

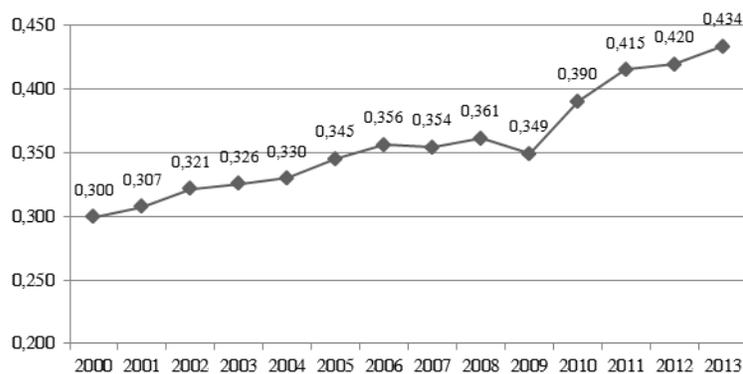
## **Intensidad Energética Sector Comercial**

A nivel internacional, el consumo del sector comercial se encuentra agrupado dentro del consumo del sector del Sector de Servicios. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía, la participación al 2011 a nivel mundial del consumo de este sector sólo significó el 8% del Consumo Final Total. En Bolivia, el consumo del Sector Comercial se encuentra por debajo del promedio mundial con un promedio de 3 puntos porcentuales.

Para el propósito del cálculo de la evolución del uso eficiente de energía del Sector, se recomienda el uso de indicadores de eficiencia desagregados al nivel del consumo de uso final. Esto debido a la heterogeneidad con la que operan los diferentes centros en los que se realizan actividades comerciales. No obstante, al no contar con los datos suficientes para realizar esta evaluación, se realizó el cálculo de IE simple del ratio entre el consumo del sector y su valor de producción. Los resultados se pueden observar en la Ilustración No. 20.

De forma similar se observa una tendencia creciente en el indicador calculado, pasando de 0.3 (kbp/ miles de Bs) en 2000, a 0.434 (kbp/ miles de Bs) en 2013.

**Ilustración No. 20**  
**Intensidad Energética Sector Comercial**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por INE y BEN 2013

Al realizar la comparación entre el consumo de energía y el crecimiento de la producción del sector, se observa que el crecimiento de la Intensidad Energética, no se atribuye a un mayor crecimiento del valor de la producción del sector. Mientras la tasa de crecimiento promedio del consumo de energía fue de 6.27%, el crecimiento anual medio del valor de la producción fue de tan solo de 3.59%.

A partir de esta aproximación metodológica se concluye que la eficiencia en este sector ha disminuido durante el periodo analizado. Este resultado se puede atribuir a la falta de políticas dirigidas específicamente a mejorar la eficiencia en el consumo de energía del sector.

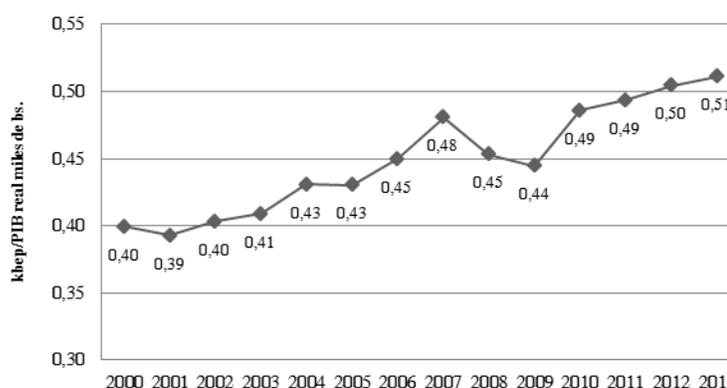
## **Intensidad Energética Sector Agropecuario, Pesca y Minero**

Como se vio en la sección anterior, en Bolivia este Sector a reflejado un leve incremento en su participación dentro del Consumo de Energía Final, pasando de un 10% del total a un

11%. Siendo la principal fuente de energía utilizada el combustible de Diesel Oil. Para realizar una evaluación respecto al uso de la energía en el Sector, se utilizó la misma metodología de cálculo utilizada para el Sector de Comercio e Industria, *i.e.* el cálculo de la intensidad energética como relación del valor de la producción del sector y su consumo de energía. Los resultados se describen a continuación.

Como se puede observar en la Ilustración No. 21 la tendencia del IE para el Sector es creciente, pasando de un indicador de 0.4 (kbep/ miles de Bs) en 2000, a 0.51 (kbep/ miles de Bs) en 2013. Desglosando los datos utilizados, se observa que el crecimiento promedio del consumo del sector fue de 6.54%, mientras que el crecimiento de su valor de la producción fue de tan solo 4.52%.

**Gráfico No. 21**  
**Intensidad Energética Sector Agropecuario, de Pesca y Minero**



Fuente: elaboración propia de cálculos basados en los datos proporcionados por INE y BEN 2013

Como una primera aproximación, se puede concluir a partir de esta metodología que la intensidad de energía del sector se ha incrementado, sin registrar un crecimiento paralelo en el valor de la producción del mismo. Esto se puede atribuir a las subvenciones de combustible dirigidas principalmente al sector agropecuario como un incentivo para la producción. Por otra parte se identifica como factor que contribuye a la disminución del consumo eficiente de energía, a la ausencia de la implementación de un plan de acción enmarcado en el Programa Nacional de Eficiencia Energética específicamente diseñado para este sector.

## 5. Comentarios Finales

En el presente documento se identificaron las principales tendencias de los flujos energéticos en el país. Adicionalmente, se presentó una primera aproximación para el cálculo del uso eficiente de la energía a nivel sectorial dentro de las fronteras de Bolivia. Los resultados más sobresalientes se resumen a continuación.

Dentro de la oferta de energía en nuestro país, resalta la creciente dependencia de la producción de Gas Natural. Como se analizó en la tercera sección, durante el periodo analizado se evidencia una tendencia creciente en la producción de este recurso, de mano a la disminución de la participación de la producción de energía renovable.

En cuanto a la importación de energía, se observa la disminución de los volúmenes importados de Gasolina Especial y de GLP. Paralelamente el incremento de la importación de

Diesel Oil. La tasa de crecimiento registrada para la Gasolina Especial de -3.78%, se puede atribuir al incremento en los volúmenes de producción interna de Gasolina Especial, combustible de mayor producción durante la gestión 2013 en Bolivia. En cuanto al GLP, el crecimiento negativo de -86.38% se le atribuye a la puesta en operación de la Planta Separadora de Líquidos Rio Grande en agosto de 2013 (YPFB, 2013).

Respecto a la cuenta de exportaciones, se observó en la sección correspondiente una tendencia creciente y constatación de la exportación de Gas Natural y Crudo Reconstituido. Un aspecto que se destacó en esta sección fue la proporción de la producción de GN destinado al mercado externo, la misma que significó cerca del 80.46% de la producción total interna. Esta tendencia deja a la oferta destinada al consumo interno con una participación marginal de 19.07%.

Se observó que el 2013 hubo un incremento en el ingreso de energía a los centros de transformación de 6.54%. Uno de los resultados que resalta es la variación porcentual de la energía que ingresó a las refinerías, siendo, con aproximadamente 20.99%, la mayor de esta cuenta. El incremento del ingreso del input energético se refleja en el incremento de la energía secundaria producida dentro de las unidades de transformación e industrialización del país.

Al 2013, las centrales eléctricas consumieron 11 358.23 kbep, de los cuales cerca del 81% estuvo conformado por plantas termoeléctricas, 14% por plantas de hidroenergía, y el restante por biomasa y Diesel Oil. Estudiando las cifras proporcionadas por el CNDC respecto a la Generación Bruta de Electricidad, se evidenció el fuerte sesgo existente hacia la generación de energía térmica. Tendencia atribuida principalmente a la política de subvención de GN que, contribuye a la disminución del precio de la energía y a los ingresos de las empresas hidroeléctricas.

La tendencia creciente del consumo final por combustibles líquidos, se refleja en la fuerte dependencia que existe por la importación de Diesel Oil y Gasolina Especial. Aun cuando al 2013 se evidenció un crecimiento más moderado en los flujos de importación de estos combustibles y, paralelamente, el incremento de su producción interna, es inevitable resaltar el gran reto que tiene nuestro país en materia de industrialización de los hidrocarburos para satisfacer las necesidades internas de energía.

Para finalizar, unos breves comentarios acerca de la metodología utilizada para el cálculo del indicador de eficiencia energética y los resultados obtenidos. Respecto al primer punto es importante mencionar que se optó por una metodología básica para el cálculo de la IE, debido a la insuficiencia de datos para una estimación más precisa. No obstante, de acuerdo a la AIE, en ausencia de información disponible, el cálculo sectorial propuesto tiene la capacidad de servir como una primera aproximación para comprender las tendencias de eficiencia.

En cuanto a los resultados obtenidos, se observó una tendencia creciente del Indicador de Intensidad Energética tanto a nivel agregado como sectorial. Este comportamiento refleja la disminución de la eficiencia del consumo de energía. Hecho atribuido a la subvención de los combustibles menos eficientes, y a la ausencia de acciones sectoriales concretas para implementar el Programa Nacional de Eficiencia Energética aprobado en 2008.

## 6. Bibliografía

- Aliaga Lordemann, J., Buch, F., & Bueno, A. (2012). El Sector Eléctrico en Bolivia. Bruta-2013, G. (2013). *Comité Nacional de Despacho de Carga*. Obtenido de Información Estadística Anual : <http://www.cndc.bo/estadisticas/anual.php>
- DECRETO SUPREMO No. 29466 DE 5 DE MARZO DE 2008. (2008).
- Energy International Agency. (2014). *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics*.
- García , F., Hernández, G., & Luna , N. (2011). *Manual de Estadísticas Energéticas OLADE*.
- Gas Energy Latin America-GELA. (10 de junio de 2015). El nuevo escenario del GLP con las nuevas plantas. *Petróleo & Gas* .
- Gómez, E. (2012). *Evaluación rápida del Sector Energía en Bolivia*. se4all.
- INE. (2012). *Dossier de Estadísticas del Parque Automotor 2000-2012* . Instituto Nacional de Estadísticas.
- INE. (2013). *Dossier de Estadísticas del Parque Automotor 2003-2013* . Instituto Nacional de Estadísticas.
- INE. (s.f.). *Instituto Nacional de Estadísticas del Estado Plurinacional de Bolivia*. Obtenido de Serie Histórica del Producto Interno Bruto: <http://www.ine.gob.bo/indice/general.aspx?codigo=40215>
- OLADE. (1995). *Metodología OLADE para la elaboración de Balances Energéticos*. Quito, Ecuador.
- OLADE (2013). *Diagnóstico de la Generación en América Latina y el Caribe: Bolivia*. OLADE, pp 14-19.
- Secretaría de Energía Argentina (2003) *Balance Energético Metodología BEN*
- Viceministerio de Desarrollo Energético. (2014). *Balance Energético nacional 2000-2013*. Ministerio de Hidrocarburos y Energía.
- YPFB. (2014). *Boletín Estadístico Gestión 2013*. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, La Paz.
- YPFB. (2013). *Río Grande impulsa el nuevo ciclo de la Industrialización del Gas*.