

Análisis de Políticas Energéticas Sostenibles a nivel residencial en la República del Paraguay

Karen Balbuena, Diana Valdéz, Estela Riveros, Gerardo Blanco

**Grupo de Investigación en Sistemas Energéticos (GISE)
Facultad Politécnica-Universidad Nacional de Asunción**

Paraguay

RESUMEN

El Paraguay dispone de diversas fuentes de energía tanto de origen nacional como importado para el abastecimiento de la demanda energética interna. El país, actualmente, posee una elevada oferta interna bruta de hidroenergía, pero un nivel bajo de penetración de electricidad como fuente energética final de consumo. En dicho contexto, la demanda de energía asociada en particular a la cocción de alimentos emplea mayormente como fuentes energéticas el Gas Licuado de Petróleo (GLP), leña y carbón vegetal; fuentes con baja eficiencia para la cocción y un alto nivel de Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), además de ser importada en el caso del GLP. Partiendo de un análisis basado en el abastecimiento y el consumo final de las diferentes fuentes de energía y tomando en cuenta factores (técnicos, económicos, sociales y ambientales) que inciden en la elección de fuentes y tecnologías del consumo de energía, en este trabajo analiza la rama de cocción de alimentos para proponer alternativas de sustitución de fuentes energéticas de uso final a nivel residencial en el Paraguay. El objetivo principal de esta investigación es analizar las estrategias de transición energética de fuentes de energías menos eficientes (GLP y derivados de Biomasa) a electricidad (fuente energética generada de forma limpia y renovable en nuestro país) para la cocción de alimentos, incluyendo dicho remplazo la migración a una tecnología eficiente en este uso, la cocción mediante cocinas a inducción magnética y cómo ello impactaría en el suministro de energía eléctrica en la curva de carga residencial. Para alcanzar el objetivo planteado se ha desarrollado un modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP© (*Long Range Energy Alternatives Planning System*) enfocado en el sector residencial. De esta manera se generó una prospectiva energética que permite simular el comportamiento de la matriz energética del Paraguay a largo plazo y analizar el impacto de políticas energéticas en el sector residencial en la evolución de la demanda, la curva de carga eléctrica caracterizada del sector y oferta de energía del sector en estudio, así como el impacto ambiental de la variación en la emisión de GEI y el impacto en el sistema de suministro eléctrico de la ANDE.

PALABRAS CLAVES

1. Energía 2. Sector Residencial 3. Política Energética

1. INTRODUCCIÓN

Tomando como base datos de los últimos balances energéticos emitidos por el Vice Ministerio de Minas y Energía (VMME) [1] observamos que el consumo final de electricidad representa sólo el 14% de la energía utilizada (variando desde 11% en el 2004 hasta 15% en el 2011), cabe destacar también que las principales fuentes de energía de uso final se concentran en biomasa y diésel.

Considerando como centro de este estudio, el elevado porcentaje de uso de biomasa, en contraste con el porcentaje de uso de electricidad, en la matriz energética, se desagregó esta fuente energética en sus usos finales y se determinó que gran cantidad está destinada a la cocción de alimentos. Además de la biomasa, otras fuentes energéticas son destinadas a la cocción de alimentos, entre las cuales se encuentran también el gas licuado de petróleo (GLP), el carbón vegetal y la electricidad.

Este hecho conjugado con la fuerte dependencia de la importación de derivados del petróleo para abastecer la demanda energética en Paraguay y el alto porcentaje de consumo de leña nos llevaron a identificar la necesidad de plantear estrategias que propongan elevar la penetración de energías limpias y de origen nacional, como ser la electricidad de origen hidroeléctrico, en sustitución de energías que necesitan ser importadas y/o tienen un gran impacto ambiental.

Con estas medidas se busca reducir el impacto ambiental y social negativo de energías no limpias y no sustentables (en cuanto a menor emisión de gases de efecto invernadero). Se analizan los beneficios ambientales que conllevan la implementación de medidas propuestas en este trabajo de investigación.

Para poder analizar esta situación a nivel país se desarrolló un modelo energético integral del Paraguay en el entorno LEAP© (*Long Range Energy Alternatives Planning System*) [2] y se generaron escenarios que simulaban cómo se comportaría el sistema energético nacional desde el punto de vista energético para los casos de estudio específicos.

Con el modelo desarrollado, se analizaron los resultados de los posibles escenarios de sustitución y el comportamiento de las diferentes fuentes energéticas cuando se aplican políticas energéticas que contemplan la eficiencia en el uso de energías disponibles al consumidor final y migración a electricidad.

Se aplicó el método de Valor Actualizado Neto (VAN) para el análisis de factibilidad económica de las medidas de eficiencia y sustitución que se han propuesto a largo plazo.

Se esbozó el análisis que requiere la elaboración de una política energética, mediante un análisis transversal, considerando el estado y funcionamiento actual del sistema energético y un estudio de la evolución histórica del sistema energético.

2. JUSTIFICACIÓN

Se han estudiado todas las fuentes energéticas que abastecen hoy en día la demanda de energía del Paraguay. Para esto se tomó el “Balance Energético Nacional” a partir del año 2004 hasta el año 2012 (estos datos fueron considerados históricos y proveyeron la base con la cual se proyectó el escenario tendencial).

Basados en el análisis de la evolución histórica del sistema energético y el elevado consumo de biomasa y la eficiencia de los métodos utilizados hoy en día, se proyectaron escenarios tendenciales y propuestos para averiguar cómo impactaría en el sistema energético estas tendencias pasadas.

Luego del análisis de los resultados obtenidos se evidencia la necesidad de proponer una solución a la dependencia de biomasas y derivados de petróleo que se proyecta a largo plazo. Se proponen medidas de eficiencia y otras alternativas para migrar paulatinamente a otras fuentes energéticas.

3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

3.1 General

Analizar el impacto de la transición energética de fuentes de energías menos eficientes a la electricidad para la cocción de alimentos, incluyendo dicho remplazo la migración a una tecnología eficiente en este rubro, la cocción mediante cocinas a inducción magnética.

3.2 Específicos

- ✓ Replicar de manera representativa la matriz energética en el entorno LEAP©.
- ✓ Estudiar la emisión de GEI antes y luego de la aplicación de las medidas de sustitución.
- ✓ Proponer medidas de eficiencia energética para los usos finales de electricidad a nivel residencial.
- ✓ Estudiar la factibilidad de penetración de electricidad a largo plazo en la matriz energética del Paraguay.
- ✓ Analizar la factibilidad económica de la implementación de las políticas energéticas propuestas.

4. METODOLOGÍA

Se ha desarrollado un modelo integral que representa al sector energético de la República del Paraguay basado en el Balance Energético elaborado por el Vice Ministerio de Minas y Energía (VMME) [1], donde se estructura la energía primaria y secundaria con sus centros de transformación y demanda. Los datos han sido tomados desde el año 2004, por ser el año desde donde se cuentan con más datos de todas las variables conducentes y se ha tomado como base por ser un año típico, hasta el último Balance Energético Nacional (BEN) disponible, que corresponde al año 2012. El mismo balance ha permitido analizar el impacto de las diferentes medidas que podrían ser implementadas en el sector residencial para hacerlo más eficiente, además dicho análisis ha servido como insumo para la formulación de políticas energéticas enfocadas hacia dicho sector.

4.1 Hipótesis consideradas

En la elaboración del modelo, se prestó especial atención a la demanda final del sector Residencial, considerando que es en este sector donde se proponen alternativas de eficiencia y medidas de sustitución. La rama de demanda residencial fue elaborada en base a la desagregación propuesta en el Proyecto “Balance de Energía Útil de la República del Paraguay”, elaborado por el Parque Tecnológico Itaipu (PTI) [6].

4.2 Caracterización de la curva de demanda residencial

Para analizar el impacto de las medidas aplicadas en los escenarios de sustitución, en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) de electricidad, es necesario conocer la caracterización de la demanda eléctrica horaria del sector residencial, de manera a determinar el nuevo comportamiento de la curva de demanda horaria y detectar posibles impactos negativos de la implementación las alternativas de eficiencia propuesta. Se realizó la caracterización de la demanda residencial por medio de encuestas a hogares sobre su consumo horario. La muestra debe permitir representar el sector en estudio tanto con un error admisible

como con una confianza estadística adecuada. Luego de establecer el error en 5%, el nivel de confianza en 98%, el tamaño de la muestra corresponde a 1.615.309 hogares para el año 2011, con una varianza del 50%, el tamaño de la muestra se calculó en 586 hogares que fueron encuestados.

4.3 Impacto macroeconómico

El análisis económico se desarrolló desde un enfoque macro, donde los escenarios deseados se presentan como instrumentos que obedecen a políticas energéticas establecidas por el Estado, por el método de Valor Actualizado Neto (VAN).

Se analizó el costo de implementación de políticas, de seguimiento y fiscalización de las mismas, así como se tuvo en cuenta el ahorro por energía no consumida (electricidad, leña, GLP), ahorro por GEI no emitido y externalidades relacionadas al uso eficiente de biomasa [7]. Se consideró el ahorro por GEI no emitidos como externalidad, ya que Paraguay no comercializa bonos de carbono. Se utilizó una tasa de descuento del 12%.

4.4 Política energética

La política energética constituye una especificación sectorial de la política socioeconómica que establece las líneas estratégicas de marco para su formulación. Debe apoyarse en un diagnóstico de situación del sistema energético como punto de partida. Se considera que la política socioeconómica está orientada a la búsqueda de la sustentabilidad del desarrollo.

Con el modelo energético elaborado de la República del Paraguay, se pudo evaluar la situación energética siguiendo los siguientes aspectos:

- El sistema de abastecimiento energético, para fuentes energéticas como biomasa que conlleva un uso inadecuado y no sustentable de estos recursos, implicando graves daños ambientales sólo reversibles a largo plazo.
- El ámbito de consumo, donde se visualizó la baja cobertura energética para usos básicos, baja eficiencia en usos finales (entre 5% y 10% para biomasa), impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente debido al mal uso de fuentes finales energéticas (especialmente biomasa).

Se diagnosticaron estos problemas con un análisis transversal, que incluyó el estado y funcionamiento actual del sistema energético y un estudio de la evolución histórica que puso en evidencia la dinámica, tendencias pasadas e indicios de cambio.

5. MODELO ENERGÉTICO

En un contexto de desarrollo de prospectiva energética, el modelo de sistema energético intenta capturar el comportamiento de un sistema energético completo, como ser una nación, ciudad o región. Las tendencias macroeconómicas controlan el modelo pero son variables exógenas. Usamos modelos para reflejar complejos sistemas en un modo comprensible, organizar una gran cantidad de información y contar con un marco contextual consistente para evaluar hipótesis o analizar impactos en sistemas energéticos.

5.1 Software Seleccionado

El software seleccionado es el LEAP© (*Long-range Energy Alternatives Planing System*) [2]. Es una herramienta para modelar escenarios energéticos y ambientales. Los escenarios se fundamentan en balances

energéticos que describen la forma en que se consume, transforma y produce energía en un país o economía determinada, según hipótesis y alternativas de población, desarrollo económico, tecnología, precios y otras características.

6. CASOS DE ESTUDIO

6.1 Prospectiva energética

La prospectiva abarca la mayor cantidad de escenarios posibles, lo que se traduce en que debe abarcar la mayor cantidad de futuros probables. En base a esto, en el estudio de prospectiva de la matriz energética de la República del Paraguay, centrado en la rama residencial, se proyectaron tres escenarios tendenciales que se diferencian por el crecimiento de la población [3] [4] y la variación del PIB [5].

6.2 Variables Conducentes de demanda

Las variables principales o conducentes, son variables macroeconómicas, demográficas o variables definidas por el usuario. En el modelo desarrollado se levantaron el PIB de ciertos sectores de demanda y la población del Paraguay.

6.3 Escenarios posibles de demanda

Como sabemos, el futuro es incierto, no sabemos qué puede pasar mañana, pero si podemos anticiparnos a él en base a hechos que ya ocurrieron y trazar posibles trayectorias de hechos que aún no ocurrieron. Para el análisis de prospectiva energética planteado, se decidió trazar la prospectiva tomando tres posibles escenarios futuros: de demanda alta, demanda media y demanda baja. En cada escenario propuesto, las variables conducentes adoptadas, PIB de sectores de demanda y crecimiento de la población, varían para trazar cada escenario de demanda alta, media y baja.

6.4 Escenario deseado 1(ED1)

Se han propuesto dos escenarios deseados, en base a las debilidades detectadas en la rama residencial para el uso final de cocción de alimentos. En el primer escenario deseado, denominado Sustitución de cocinas, se analizó la implementación de medidas a nivel residencial de sustitución de cocinas en áreas urbanas y rurales.

En el 8% de hogares urbanos y el 65% de hogares rurales, la cocción de alimentos se realiza hasta hoy en día con leña y otras biomásas. Esto representa aproximadamente 521.000 hogares del país. Los métodos de cocción con biomásas van desde fogata a cielo abierto, cocina a leña, tatauá hasta brasero, entre otros, con un promedio de eficiencia de uso de biomasa entre 5% y 10% para el uso final de cocción de alimentos. Estos datos, traducidos en términos energéticos, indican que a nivel residencial se consumen 454 Mtep (datos del 2012), que corresponde al 25% de las biomásas que se consumen a nivel país, donde se aprovecha sólo el 5% de la energía por la eficiencia de la tecnología de uso final, dejando como consecuencia la pérdida del 95% de la energía utilizada que corresponde a 430 Mtep. Sólo para datos del año 2012, esto representa la emisión de GEI de 2.336 MtCO₂ equivalente.

Teniendo en cuenta los datos antes citados, se propusieron cinco instrumentos para migrar progresivamente de biomásas a fuentes energéticas en las que se pueda tener una eficiencia más alta como el gas licuado de petróleo y la electricidad, además del reemplazo de los medios de cocción hoy en día utilizados, por cocinas con mayor eficiencia en el uso.

El primer instrumento del escenario de sustitución de cocinas contempla la provisión a nivel residencial de cocinas a leña más eficiente desde el año 2015, en áreas urbanas y rurales, para poder llegar al año 2030 a que el 20% de hogares urbanos y el 60% de hogares rurales, que utiliza biomasa para cocción de alimentos.

En el segundo instrumento se contempla la migración de cocción a base de biomasa a cocción a base de GLP. Se espera que para el año 2030 el 20% de hogares urbanos y rurales, que utiliza biomasa para cocción de alimentos, deje de utilizar biomasa para cocción de alimentos y use GLP.

El tercer instrumento contempla la migración de biomasa a electricidad, mediante el uso de cocinas a inducción. Se proyectó que para el año 2030 el 60% de la población urbana y el 20% de la población rural, que utiliza biomasa para cocción de alimentos, migre al uso de electricidad mediante cocinas a inducción para el uso final de cocción de alimentos.

Además de migrar del uso de biomasa a otras fuentes energéticas, se contempla en el cuarto instrumento la migración de GLP a electricidad. Se prevé para el año 2030 que el 20% de los hogares urbanos y rurales, que utiliza gas licuado de petróleo para cocción de alimentos, migre a electricidad.

Por último, en el quinto instrumento se propuso la migración de tecnologías actuales que consumen electricidad, el objetivo es que las mismas migren de cocinas a resistencia a cocinas a inducción como tecnología de uso final para cocción de alimentos. Se proyectó que para el año 2030 el 60% de los hogares urbanos y el 20% de hogares rurales, que utiliza electricidad para cocción, utilice sólo cocinas a inducción.

6.5 Escenario deseado 2 (ED2)

Se propusieron medidas de eficiencia, y campañas de educación de uso de electricidad eficientemente, se denomina Eficiencia energética residencial.

Para el uso de iluminación se contempla reemplazar el 100% de lámparas incandescentes al año 2030, en hogares urbanos y rurales, así como campañas de educación de cultura de ahorro que incentiven el uso de luz solar durante el día, apagado de luces que no se utilicen entre otros.

En el uso final de refrigeración de ambientes, se proyectó la renovación de las tecnologías finales de refrigeración de ambientes, por tecnologías con eficiencia de clase A. Así mismo las campañas de educación de cultura de ahorro que incluyen instruir en regulación de temperaturas, apagado de artefactos en recintos que no se utilicen entre otras cosas.

Para el uso final de conservación de alimentos, se prevé el reemplazo del 90% de los refrigeradores por nuevos con etiquetas de eficiencia de clase A. Así mismo la campaña de educación incluye técnicas de uso de refrigeradores, de manera a evitar pérdidas de frío.

7. RESULTADOS

Para los distintos escenarios de demanda, se obtuvo que el ahorro respecto al escenario tendencial y los escenarios deseados aplicados es de 38% para el ED1, de 8% para el ED2 y al analizar el ED1 y el ED2 en conjunto se presenta un ahorro en la demanda de energía de 45%, respecto al escenario tendencial de demanda. Los datos citados se encuentran en la Tabla I, con indicación de porcentajes de ahorro para cada escenario propuesto con respecto al escenario tendencial.

Tabla I. Comparación de demanda y ahorro (en miles de toneladas equivalente de petróleo)

XI SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO – CIGRÉ Paraguay
24, 25 y 26 de Setiembre de 2014

Escenarios	Dem. Alta		Dem. media		Dem. baja		Ahorr.
	Dem.	Ahorr.	Dem.	Ahorr.	Dem.	Ahorr.	
Tend.	1,188	-	1,100	-	1,002	-	-
ED1	735	453	681	419	620	382	38%
ED2	1,088	100	1,007	93	918	84	8%
ED1+ED2	658	530	609	491	555	447	45%

En cuanto al impacto en la Curva de Carga del SIN, para los distintos escenarios de demanda, se observó que la disminución en horario de punta de carga respecto al escenario tendencial y los escenarios deseados aplicados es de 12% para el ED1, de 15% para el ED2 y al analizar ambos escenarios en conjunto se presenta una disminución del 22% del consumo de energía eléctrica en horario de punta de carga. Estos datos indican que se puede aumentar el factor de carga del SIN, de manera a contratar menor potencia para abastecer el mercado eléctrico paraguayo. Los datos comparativos del consumo de energía eléctrica en el horario de punta de carga, para los escenarios propuestos de demanda y los escenarios deseados, se detallan en la Tabla II, indicando el % de disminución para cada escenario.

Tabla II. Comparación de consumo en horario de punta de carga (en MWh)

Escenario	Dem. Alta		Dem. media		Dem. baja		Ahorro
	Dem.	Ahorro	Dem.	Ahorro	Dem.	Ahorro	
Tend.	967	-	896	-	816	-	-
ED1	941	26	872	24	794	22	3%
ED2	827	140	766	130	698	118	15%
ED1+ED2	803	164	743	153	677	139	17%

Para los distintos escenarios de demanda, se observó que la disminución de emisión de GEI respecto al escenario tendencial y los escenarios deseados aplicados es del 8% para el ED1, de 5% para el ED2 y del 12% al analizar ambos escenarios en conjunto. Los datos citados están expuestos en la Tabla III, con indicación de los porcentajes de ahorro para cada escenario propuesto en comparación con el escenario tendencial.

Tabla III. Comparación de emisión de GEI (en miles de toneladas de CO₂ equivalentes)

Escenarios	Dem. Alta		Dem. media		Dem. baja		Ahorr.
	Dem.	Ahorr.	Dem.	Ahorr.	Dem.	Ahorr.	
Tend.	217	-	201	-	183	-	-
ED1	200	17	185	16	169	14	8%
ED2	206	11	191	10	174	9	5%
ED1+ED2	190	27	176	25	160	23	12%

Se realizó el análisis de factibilidad económica de implementación de las políticas energéticas propuestas, mediante el método de VAN, donde se cuantificó económicamente el ahorro energético de cada fuente, las externalidades que conllevan la migración de biomásas a otras fuentes energéticas como electricidad, se consideró el ahorro por la disminución de enfermedades respiratorias, molestias oculares, quemaduras e intoxicaciones, así como el ahorro de tiempo destinado a cocción. Las inversiones se calcularon anualmente según el plan de implementación de las políticas y según cada escenario de sustitución.

En las Tablas IV, V y VI se indican el valor presente neto para la inversión a realizarse en cada escenario, el ahorro por disminución de demanda y externalidades para los escenarios de demanda alta, media y baja

**XI SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO – CIGRÉ Paraguay
24, 25 y 26 de Setiembre de 2014**

respectivamente, y en la última columna se analiza el valor presente neto de cada escenario propuesto sin incluir las externalidades por ahorro de leña en cada escenario propuesto.

Tabla IV. VAN para demanda alta, con tasa de descuento del 12% del 2015 – 2030. [millones de USD]

Demanda alta	ED1	ED1	ED1+ED2	ED1+ED2 (Sin Ext.)
Inversión	(28.1)	(131.4)	(159.5)	(159.5)
Ahorro EE	16.4	58.5	74.4	74.4
Ahorro en GLP	15.4	54.6	69.5	69.5
Ahorro en Leña	19.3	1.2	19.9	19.9
Ahorro GEI	8.0	6.1	84.2	-
Ahorro por Ext.	700.4	43.1	723.2	-
VAN	731.4	32.1	811.7	4.3

Tabla V. VAN para demanda media, tasa de descuento del 12% del 2015 – 2030. [millones de USD]

Demanda media	ED1	ED1	ED1+ED2	ED1+ED2 (Sin Ext.)
Inversión	(27.3)	(125.2)	(152.5)	(152.5)
Ahorro EE	15.6	55.3	70.4	70.4
Ahorro en GLP	14.6	51.6	65.8	65.8
Ahorro en Leña	18.3	1.1	18.9	18.9
Ahorro GEI	7.6	5.8	79.9	-
Ahorro por Ext.	664.5	40.9	686.2	-
VAN	693.3	128.8	768.7	3.8

Tabla VI. VAN para demanda baja, tasa de descuento del 12% del 2015 – 2030. [millones de USD]

Demanda baja	ED1	ED1	ED1+ED2	ED1+ED2 (Sin Ext.)
Inversión	(25.7)	(115.7)	(141.5)	(141.5)
Ahorro EE	14.6	51.6	65.7	65.7
Ahorro en GLP	13.7	48.1	61.4	61.4
Ahorro en Leña	17.1	1.1	17.7	17.7
Ahorro GEI	7.1	5.4	74.8	-
Ahorro por Ext.	621.8	38.2	642.2	-
VAN	648.5	119.6	720.4	3.4

Se observa que para todos los escenarios el VAN es positivo, con una tasa interna de descuento de 12%, lo que indica que el proyecto es rentable, incluso sin cuantificar las externalidades.

8. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un modelo energético integral de la República del Paraguay en el entorno LEAP©. El nivel de desagregación de la estructura del modelo energético elaborado, permitió que sea posible aplicar medidas específicas en el sector residencial.

Se analizó el comportamiento de la matriz energética del Paraguay, con las distintas simulaciones realizadas y se concluye que es necesaria la implementación de una Política energética sólida, que pueda dar una alternativa a la problemática de energía que se proyecta para los próximos años.

Así mismo es efectiva la implementación de una cultura de ahorro y manejo eficiente de energías en la República del Paraguay. En especial enfocada a hogares ya que representan el mayor consumidor de energías según el VMME y el modelo que se ha desarrollado.

Se demostró que es factible la concienciación para el uso sustentable de energía, así como el reemplazo de artefactos con baja eficiencia por otros de mayor eficiencia, al igual que la propuesta del escenario deseado de este trabajo.

El modelo que se ha desarrollado permitió realizar un análisis costo-beneficio técnico y económico de las medidas propuestas, demostrando que son alternativas rentables a largo plazo.

Además se identificaron las fortalezas y debilidades de cada política energética incluso antes de su implementación efectiva, dando la posibilidad de modelar soluciones efectivas a conflictos que puedan presentarse en el futuro.

Se analizó la emisión de GEI antes y después de la implementación de medidas de sustitución, dando como resultado los instrumentos propuestos son efectivos para la mitigación del efecto invernadero.

BIBLIOGRAFIA

- [1] VICE MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. 2004 al 2012. “Balance Energético Nacional”. San Lorenzo, Paraguay.
- [2] COMMEND. 2010. LEAP© software. Community for energy, environment and development. Disponible en: <http://www.energycommunity.org/>
- [3] DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS, ENCUESTAS Y CENSO. Proyección de la población Nacional por sexo y edad, 200-2050, Paraguay, 2005, página 111.
- [4] DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS, ENCUESTAS Y CENSO. 2004 al 2009. Principales resultados de la encuesta permanente de hogares. Fernando de la Mora, Paraguay. 2 diap.
- [5] VICE MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. 2007. Estudio de País: Paraguay. Aplicación del Modelo MAED del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Proyecto Regional RLA/0/029. 1 Borrador. San Lorenzo, Paraguay. 79 p.
- [6] Balance de Energía Útil de la República del Paraguay 2011. Parque Tecnológico Itaipu, Paraguay, febrero 2013.
- [7] GARCÍA-FRAPOLLI, E. [et al.]. Beyond Fuelwood Savings: Valuing the Economic Benefits of Introducing Improved Biomass Cookstoves in the Purhépecha Region. México: Ecological economics, 2010.