



Ministerio de
**OBRAS PÚBLICAS
Y COMUNICACIONES**

 **GOBIERNO
NACIONAL**

*Paraguay
de la gente*

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

INFORME TÉCNICO

**PROSPECTIVA ENERGÉTICA 2050. (Año Base 2015)
(RESUMEN EJECUTIVO)**

Departamento de Planificación y Estadística
Departamento de Monitoreo Energético
Dirección de Recursos Energéticos

FEBRERO DE 2019.



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

INFORME: PROSPECTIVA ENERGÉTICA 2050. (Año Base 2015)¹ (RESUMEN EJECUTIVO)

Presentación:

El informe corresponde a los trabajos de prospectiva energética más recientes que se están realizando por parte de la Dirección de Recursos Energéticos. Estos trabajos se integran en el marco del Proyecto Regional RLA/2/016 “Apoyo a la Formulación de Planes de Desarrollo Energético Sostenible a Nivel Subregional – Fase II” (ARCAL CXLIII) implementado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En el contexto del proyecto, Paraguay se integra a Argentina, Brasil y Uruguay en la subregión denominada Cono Sur.²

El contenido del informe está enfocado a describir sintéticamente la proyección de la Demanda de energía al año 2050 bajo determinadas hipótesis económicas, sociales y energéticas que se articulan en el escenario denominado Cruz del Sur³. La modelación del escenario se ha realizado utilizando el modelo MAED (Model for Analysis of Energy Demand) del OIEA en correspondencia con los objetivos del proyecto.

1. PERFIL ENERGÉTICO EN PARAGUAY

1.1. EVOLUCIÓN Y SITUACIÓN ACTUAL

1.1.1. Ubicación geográfica y clima

Paraguay es un país mediterráneo ubicado en América del Sur. Tiene una superficie de 406,752 km² y limita al noreste con Brasil, al sur y sureste con Argentina, y al noroeste con Bolivia. Se halla a unos 800 km del Océano Pacífico y a 600 km del Atlántico.

El clima es tropical a subtropical, gobernado por una masa de aire tropical y polar, con veranos muy cálidos y lluviosos e inviernos con temperaturas bajas. La temperatura media anual es de 24° C. Las temperaturas máximas extremas en el verano pueden alcanzar los 45°C, y las temperaturas mínimas en invierno pueden caer hasta los cero grados.

¹ Los datos que se presentan son **preliminares**. El modelaje de la demanda de energía a futuro se fundamenta en escenarios cuyas hipótesis tienen como base los planes nacionales de desarrollo y las políticas energéticas implementadas o a implementar. Actualmente se encuentran en proceso de revisión y ajuste tanto el Plan Nacional de Desarrollo 2030 (PND) como la Política Energética de la República del Paraguay 2040. Los resultados de este proceso de revisión y ajuste tendrá incidencia en los resultados del presente informe.

² Los trabajos del proyecto incluyen además el diseño del suministro de energía, etapa en la cual se está trabajando actualmente. No se dispone aún de resultados preliminares.

³ Los trabajos del proyecto consideran 2 escenarios de demanda de energía: el que se presenta en este resumen, denominado “Cruz del Sur” y un segundo escenario denominado “ α -Cruz” con metas y objetivos superiores a los considerados en el primero. En este informe solamente se presentan los resultados del primero de los escenarios mencionados.



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

1.1.2. Evolución y situación actual socio-económica

1.1.2.1. Demografía

En 2015 la población era de 6.755.756 habitantes, el 60,5 % corresponde a áreas urbanas, y el 39,5 % a las rurales⁴.

1.1.2.2. Economía

La economía creció en la última década con una tasa promedio de 4,9 %⁵, impulsado principalmente por la agricultura, la ganadería, las construcciones y el sector industrial. Para el año 2015 el PIB fue de 27.373.817 miles de dólares corrientes, de los cuales la agricultura aporta el 18,9 %, la industria manufacturera el 10,6 % y los servicios el 44,9 %.

1.1.3. Recursos energéticos

1.1.3.1. Recursos energéticos no renovables

En Paraguay existen indicios de petróleo y uranio sin que hasta la fecha hayan sido evaluadas sus reservas y capacidades de explotación. Se hallaron reservas de gas natural, que serían insuficientes para la explotación comercial. Al no contar con reservas, Paraguay depende en la actualidad totalmente de las importaciones para satisfacer la demanda interna.

1.1.3.2. Matriz de Oferta de Energía

La matriz de oferta de energía en el año 2015 está conformada por hidroenergía⁶ con 48 % (Itaipú, Yacyretá, y Acaray), 34 % de biomasa (leñas, productos de caña⁷ y otros residuos) y 18 % de hidrocarburos (diesel, gasolina y otros derivados), en su totalidad importados. El 73,8 % de la energía eléctrica paraguaya generada en el año 2015 fue exportada a Brasil y Argentina. El uso de otras fuentes alternativas de energía primaria (biodiesel, solar, eólica, etc.) es aún limitado y no intervienen de manera significativa en el balance nacional.

⁴ Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC) del Paraguay. Revisión 2015 de las Proyecciones de Población Nacional.

⁵ En dólares constantes de 1994 (Fuente BCP)

⁶ La metodología para la elaboración del Balance Energético Nacional en el Paraguay considera a la hidroenergía como un recurso energético primario que alimenta a las centrales hidroeléctricas del país. El cálculo de la producción de hidroenergía se elabora a partir de los caudales de agua turbinados en el año por cada una de las centrales, valor que se considera como insumo por parte de la central hidroeléctrica. A este valor se le suma el resultado obtenido al considerar los caudales vertidos por cada central,

⁷ La oferta de productos de caña (bagazo y miles de caña) tiene dos destinos identificados. En el caso de las mieles de caña se trata de la materia prima para la producción de alcohol combustible en destilería. En el caso del bagazo, se refiere su utilización por parte de la industria azucarera bien sea en su aprovechamiento térmico o para la autogeneración de energía eléctrica. En este último caso, el balance nacional de electricidad en términos de energía final que sirve de patrón para la elaboración del presente estudio no considera la autoproducción de electricidad en la industria azucarera, por tanto, las cantidades utilizadas a estos fines están contabilizadas como consumo final.



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

1.1.4. Evolución y estado actual del sistema energético.

1.1.4.1. Suministro total de energía primaria.

1 Producción nacional de energía primaria.

La producción de energía primaria en Paraguay está compuesta exclusivamente por fuentes renovables de energía. En 2015 el 59 % de la producción fue hidroenergía. Los altos excedentes de electricidad disponible para la exportación establecen la estructura energética del país.

A lo anterior hay que agregar que, como consecuencia del incremento en la demanda nacional de electricidad, la generación eléctrica destinada a la exportación ha mantenido un ritmo decreciente en los últimos años, del 86 % de la generación bruta total exportado en 2004 se paso al 73,8 % en 2015-.

2 Importaciones de energía primaria.

Existe una pequeña cantidad de carbón mineral importado con un peso estructural prácticamente nulo en la oferta de energía primaria.

2. EXPECTATIVAS DE DESARROLLO DEL SISTEMA ENERGÉTICO

2.1.1. Descripción del año base.

Para la realización del estudio se consideró el año 2015 como año base. En este no se presentaron variaciones extremas en términos de energía y de las variables socioeconómicas, así como en la estructura del PIB, en el que sobresalen los sectores agropecuarios, comercial y servicios.

Las proyecciones del estudio se realizaron en un horizonte hasta el año 2050 para disponer de elementos de juicio de mediano y largo plazo.

El consumo de energía en 2015 fue de 5.548 ktep⁸, siendo los principales consumidores el sector residencial y el transporte, ambos con el 29 % del total y el sector industrial con cerca del 28 %⁹.

⁸ Se refiere al Consumo Final Energético. No incluye el consumo de productos energéticos con fines no energéticos (lubricantes, grasas, solventes, etc.).

⁹ La estructura por sectores y productos energéticos del consumo final para el año 2015 está estimada a partir del Balance Energético en términos de Energía Útil realizado en el año 2011 y que presenta una mayor desagregación sectorial que el Balance en términos de Energía Final. No obstante, la estructura presentada se refiere a Energía Final y no a Energía Útil.



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

La fuente que se consume en mayor cantidad es la Leña con el 32,7 % del consumo total; luego se ubican el Diesel con el 22,0 % y la Electricidad con el 17,7 %, es decir que estas tres fuentes concentran el 70 % del consumo neto total.

2.1.2. Descripción del Escenario.

El nombre del escenario modelado surge por acuerdo de los países que integran la subregión Cono Sur en el marco del proyecto ya mencionado. Cruz del Sur es una constelación muy útil en orientación para los pueblos australes desde épocas remotas y de gran importancia para la vida de las culturas originarias del sur del continente. Ese mismo espíritu “de guía” es el que se refleja en la identificación del escenario, por sus preceptos básicos en que se fundamenta y que tienen que ver con los paradigmas del desarrollo energético sostenible, y por su capacidad de orientación hacia el logro de las metas y objetivos que ello significa.

Bajo esta visión, el escenario se fundamenta en hipótesis que deben contribuir a cumplir determinados compromisos nacionales e internacionales ya adquiridos por el país, entre ellos:

- Las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC) en correspondencia con los Acuerdos de París¹⁰.
- Reducción de la intensidad energética con la introducción de equipamientos más eficientes.
- Desarrollo Social: Mejora en la calidad de vida (100% de acceso a energía de calidad, acceso a equipamientos y mejora en confort).
- Reducción de Emisiones de GEI: Ampliar el uso de fuentes de energía renovables.
- Movilidad Sostenible.
- Contribución para los objetivos de los ODS¹¹.

Hipótesis socio económicas:

- Crecimiento poblacional: Según datos de la DGEEC (revisión 2015)

¹⁰ Suscripción del Acuerdo de París por Ley 5681/16. La República del Paraguay presentó sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas ante la Convención, mediante el cual asumió el compromiso internacional de reducción del 10 % de las emisiones de Gases de Efecto invernaderos y otro 10% en caso de contar con financiamiento.

¹¹ Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030) también conocidos por sus siglas ODS son una iniciativa impulsada por Naciones Unidas para dar continuidad a la agenda de desarrollo tras los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

- Tasa de crecimiento del PIB¹²:
 - Período 2015 – 2025: 4,1 %
 - Período 2025 – 2030: 6,2 %
 - Período 2030 – 2040: 5,6 %
 - Período 2040 – 2050: 4,5 %
- Desarrollo de la Industria: Vestimenta, Calzados, Autopartes, Electrodomésticos, Productos Químicos y Metalurgia.

Hipótesis energéticas:

- Procesos de sustitución de combustibles tradicionales (leña, carbón vegetal, otros) por electricidad y fósiles priorizadas en ramas: Frigoríficos, Resto de alimentos, Papeles. En menor grado en el resto de la industria.
- Incremento de la Eficiencia Energética con énfasis en las ramas Industria de Metales y Alimentos y en menor grado en el resto de la industria.
- Procesos de sustitución de combustibles motor (gasolina y diesel) por electricidad tanto en el uso en maquinaria fija como para la actividad de riego y bombeo.
- Incremento de la Eficiencia Energética en calor de procesos, básicamente en Agricultura y Ganadería.
- Mayor participación de los vehículos fuel-flex y de vehículos eléctricos e híbridos.
- Ingreso de tren de cercanía eléctrico y metrobús con mayor carga de pasajeros por kilómetro y unidad.
- Mayor rendimiento por eficiencia de vehículos debido a reducción de parque automotor antiguo.
- Mayor penetración de la electricidad incluida la cocción de alimentos y agua caliente básicamente en el área urbana.
- Entrada de la energía solar para el calentamiento de agua tanto en el área urbana como rural.
- Sustitución de leña por GLP en el área rural
- Penetración al final del período, de energía solar para calentamiento de agua en hoteles y hospitales.

¹² A los efectos del modelado, se tomó como referencia las tendencias de crecimiento consignados en el PND, las que fueron complementadas con índices calculados por parte del Equipo Técnico en función del comportamiento de la economía en los últimos años.



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

- Incremento de la eficiencia en los usos propios de la electricidad debido a mayores rendimientos tecnológicos.

2.1.3. Resultados del modelado de la demanda de energía al año 2050.

De acuerdo a las hipótesis asumidas, la demanda de energía estaría creciendo al año 2030 con una tasa media anual del 3,0 % y en el período total 2015 – 2050 con una tasa media anual del 2,3 %. Se destaca la tasa de crecimiento en el consumo de electricidad al año 2050 del 4,5 %, mientras que la tasa de crecimiento en los productos de la biomasa¹³ alcanzaría el 2,1 % y para los combustibles fósiles¹⁴ estaría situada en 2,0 %.

El comportamiento descrito tiene un impacto notable en la composición estructural del consumo final de energía en Paraguay. Así, para el año 2050 la participación de los productos de la biomasa en el consumo final decrecerá del 48,3 % al 34,8 %; la de los combustibles fósiles lo hará del 34,2 % al 27,5 % mientras que la participación del consumo de energía eléctrica en la matriz energética nacional se incrementará del 17,7 % en el año 2015 al 37,7 % para el año 2050.

DEMANDA FINAL DE ENERGÍA - ESCENARIO CRUZ DEL SUR- Miles de toneladas equivalentes de petróleo (ktep)

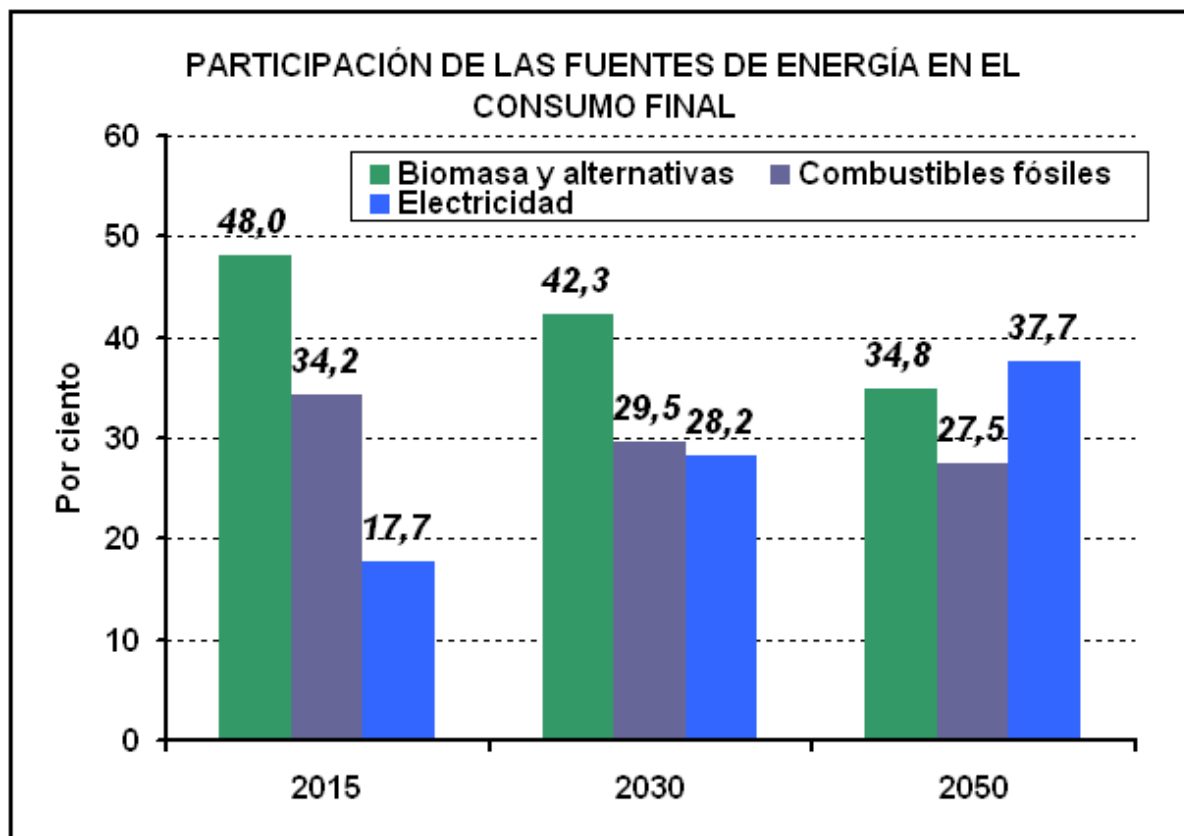
FUENTES ENERGÉTICAS	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Tasa de crecimiento media anual 2015-2050
Biomasa y otras alternativas	2.659,9	2.866,4	3.308,9	3.660,5	3.886,2	4.021,6	4.059,3	4.238,0	1,3
Biomasa sólida	2.528,6	2.722,2	3.137,2	3.449,8	3.564,3	3.662,2	3.661,4	3.782,7	1,2
Alcohol / Biodiesel	131,3	144,2	170,2	205,5	310,6	341,3	376,0	430,5	3,5
Otras alternativas	0,0	0,0	1,5	5,3	11,3	18,1	21,8	24,9	11,9
Combustibles fósiles	1.895,6	2.218,7	2.326,0	2.553,6	2.683,5	2.950,2	3.115,2	3.346,2	1,6
Diesel	1.219,1	1.339,0	1.361,8	1.438,3	1.409,6	1.438,5	1.479,0	1.560,5	0,7
Gasolina motor	487,6	535,6	553,2	593,6	621,2	609,5	601,6	645,7	0,8
Gas licuado	88,3	172,4	217,4	257,8	246,1	199,8	181,6	184,1	2,1
Otros	100,6	171,6	193,5	263,9	406,5	702,3	853,0	955,8	6,6
Electricidad	983,0	1.438,7	1.909,4	2.437,4	2.941,3	3.468,6	4.056,9	4.587,1	4,5
TOTAL	5.538,5	6.523,7	7.544,3	8.651,5	9.511,0	10.440,4	11.231,3	12.171,4	2,3

Fuente: Modelo MAED. Dirección de Recursos Energéticos. VMME

¹³ En esta estructura, bajo la denominación de Biomasa se incluye tanto la biomasa sólida (leña, carbón vegetal y otros residuos), así como la biomasa líquida (alcohol combustible y biodiesel).

¹⁴ Combustibles fósiles: Derivados del petróleo y carbón mineral. Además, a partir del año 2040 y dado el desarrollo previsto del sector de hidrocarburos a nivel nacional, se considera la eventual entrada de gas natural en la matriz energética nacional.

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



Fuente: Elaboración en base a datos del Modelo MAED. Dirección de Recursos Energéticos. VMME

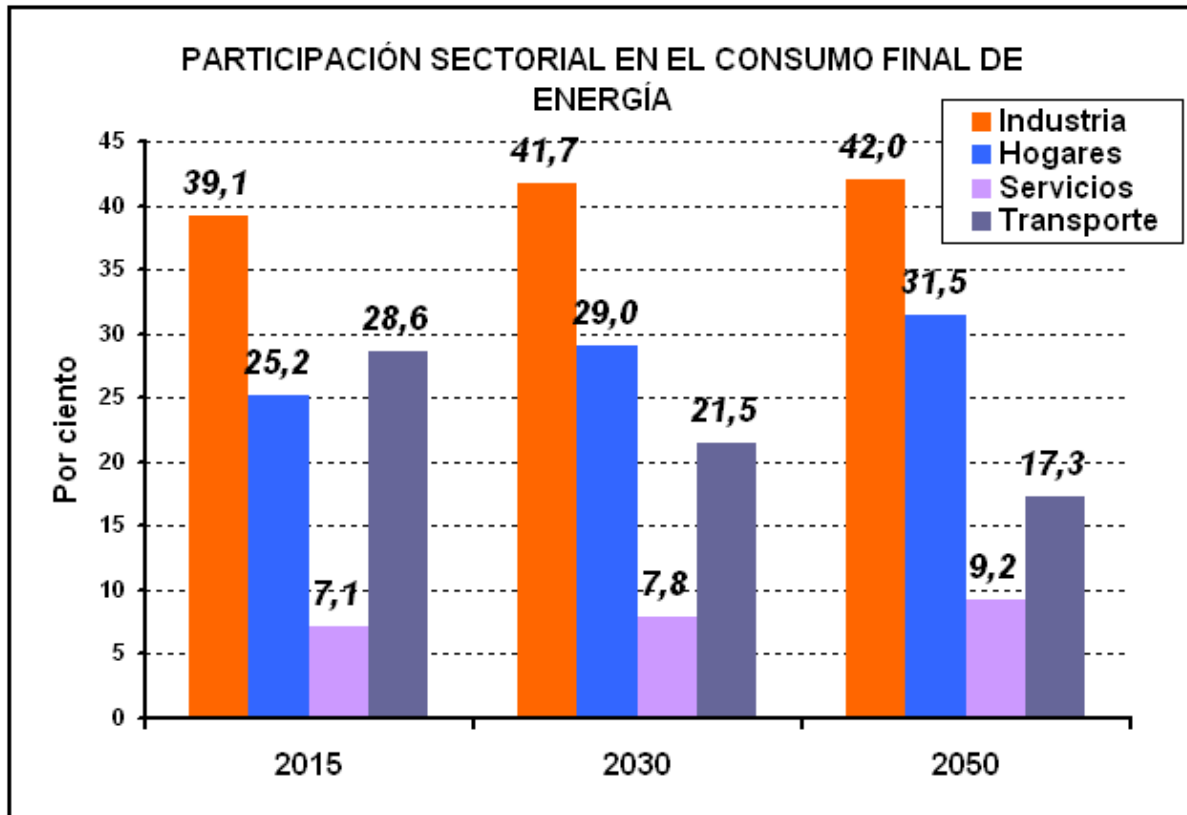
Desde el punto de vista sectorial, las mayores tasas de crecimiento media anual al año 2050 corresponderán a los sectores Hogares -3,0 %-, Servicios -3,1 %- y la Industria (incluyendo Manufactura, Agropecuario, Construcción y Minería) que crecerá según una media anual del 2,5 %. La demanda de energía en el sector del transporte crecerá al 0,8 %.

En correspondencia con lo descrito, la participación sectorial en la demanda de energía al año 2050 registrará cambios estructurales en su composición, favoreciendo a los sectores de la Industria, los Hogares y los Servicios en detrimento del sector transporte.

3. EVALUACIÓN RESPECTO A COMPROMISOS NACIONALES E INTERNACIONALES ADQUIRIDOS POR EL PAÍS.

3.1. Resultados al año 2030 en relación a las contribuciones nacionales determinadas (NDC)

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



Fuente: Elaboración en base a datos del Modelo MAED. Dirección de Recursos Energéticos. VMME

Los resultados del modelado de la demanda de energía al año 2030 bajo las hipótesis que han sido consideradas son coherentes con la Meta Global contenida en la Contribución Nacional de la República del Paraguay.

Tipo de Meta	Desviación de las emisiones con respecto a la línea base proyectada al 2030. "Desviación del escenario de Business as Usual"
Meta Global	20% de reducciones en base al comportamiento de las emisiones proyectadas al 2030. <ul style="list-style-type: none"> - <u>Meta Unilateral</u>: 10% de reducción de emisiones proyectadas al 2030 - <u>Meta Condicionada</u>: 10% de reducción de emisiones proyectadas al 2030

Cálculos estimados en base a los resultados del modelado indican que el sector de la energía proyectándose al 2030 según las hipótesis asumidas, puede reducir sus emisiones hasta valores cercanos al 50 % respecto a la línea base proyectada en un escenario "Business as Usual".

VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

	Millones de toneladas equivalentes de CO ₂	Observaciones
INGEI proyectado año base 2030	416	En revisión por Min. Ambiente
Sector Energía: (3 – 4 % del total)	≈ 14	Estimado por VMME a partir de contribución del sector en INGEI
Estimado de emisiones (en base a MAED)	7,2	Cálculos estimados por VMME

Fuente: Cálculos VMME en base a NDC Paraguay y modelado MAED.

3.2. Resultados al año 2030 en relación al Plan Nacional de Desarrollo y a la Política Energética Nacional.

En lo que se refiere al sector de la energía y su participación en las metas contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2030, se hace referencia a dos que forman parte integral del mencionado plan:

- Aumentar en 60% el consumo de energías renovables (% participación en la matriz energética).
- Reducir en 20% el consumo de combustible fósil (% participación en la matriz energética).

En la estructura de la matriz energética nacional, las fuentes renovables de energía estarían identificadas por la electricidad (prácticamente de origen hídrico en su totalidad), el alcohol combustible (básicamente de uso en el transporte terrestre) y otros productos de la biomasa sólida (leña¹⁵, carbón vegetal y otros residuos). Solo al final del período penetra la energía solar.

ESTRUCTURA DE LA MATRIZ ENERGÉTICA - Por ciento -

	2015	2030	Crecimiento
Renovables	65,8	70,5	7,1
Electricidad + Alcohol	20,1	30,6	51,9
No renovables	34,2	29,5	-13,7
TOTAL	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración VMME en base a resultados Modelo MAED.

¹⁵ La inclusión de la leña dentro de la energía renovable es independiente de manejo sostenible o no del recurso.



VICEMINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

De los resultados del modelado de la demanda de energía al año 2030 puede observarse que el conjunto de las fuentes renovables estaría creciendo en 7,1 % en cuanto a su participación en la estructura de la matriz energética, impulsadas por los notables crecimientos en el uso de la electricidad y el alcohol combustible en el transporte (mezclas en gasolinas).

Hay que tener en cuenta que en el caso de la leña principalmente y el carbón vegetal en menor medida, algo más del 50 % del consumo total está localizada en el sector de los hogares, básicamente para la cocción de alimentos. En este caso, las metas en cuanto al incremento en el consumo de este tipo de combustibles tienen que ser coherente además con los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), en específico con la Meta 7.1 *“De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos”*, cuyo indicador de medición está especificado como *“Proporción de la población cuya fuente primaria de energía consiste en combustibles y tecnología limpios”*.

A los efectos mencionados en el párrafo anterior, el indicador establecido por Naciones Unidas se centra en el combustible primario utilizado para cocinar, clasificado como combustible sólido o no sólido, donde los combustibles sólidos se consideran contaminantes y no modernos, mientras que los combustibles no sólidos se consideran limpios. Bajo estas premisas, la leña y el carbón vegetal utilizados por los hogares en la cocción de alimentos se consideran contaminantes y no modernos.

En lo que respecta a los combustibles fósiles (derivados del petróleo), el modelado de la demanda de energía muestra una reducción en torno al 15,0 %.

La prospectiva energética debe actualizarse periódicamente a fin de ir adecuando los escenarios socioeconómicos a la situación global, regional y nacional. Los escenarios energéticos deben perfeccionarse regularmente en la medida que se vayan evaluando e implementando los distintos programas, instrumentos y acciones definidos por la política energética y ajustando las metas correspondientes. Complementariamente es necesario desarrollar y fortalecer el sistema de monitoreo y evaluación de la implementación de la Política Energética con la finalidad de ir incorporando los aprendizajes y corrigiendo las acciones cuyos resultados se alejan de las metas y objetivos perseguidos.

RESUMEN EJECUTIVO ELABORADO POR:

Departamento de Planificación y Estadística

Departamento de Monitoreo Energético

Dirección de Recursos Energéticos

Viceministerio de Minas y Energía

Fecha: 18/02/2019