

Incidencia de las energías renovables en la matriz de generación de energía eléctrica para un desarrollo sostenible

¹Gabriel Peralta, ¹ Kevin Colman, ¹José Jorge Penco, ¹Carlos María Chezzi, ¹Omar Faure y ²Ana Rosa Tymoschuk

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia, Grupo de Investigación en Modelado, Simulación y Control (GIMOSyC)

Salta 277, Concordia, Entre Ríos

+54 345 4214590

²Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento Ingeniería en Sistemas de Información

Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe

+54 342 4601579

gabrielrperalta@yahoo.com.ar

kevinc10@hotmail.es

jpenco@frcon.utn.edu.ar

carlos_chezzi@frcon.utn.edu.ar

ofaure@frcu.utn.edu.ar

atymoschuk@frsf.utn.edu.ar

Resumen. Las demandas energéticas son cada vez mayores, ya sea por el crecimiento económico como por las demandas de la población. El uso de las energías convencionales tiene un límite y además un efecto contaminante. Por lo cual es relevante pensar en un plan de incorporación de energías alternativas no solo desde la perspectiva económica, sino también integrada a una visión de desarrollo sostenible. En este trabajo se muestra un panorama de las energías alternativas en Argentina a través de un relevamiento de información y específicamente en la provincia de Entre Ríos. El objetivo es analizar la incidencia actual de las energías renovables en la matriz energética y mostrar las potencialidades de su incorporación. Además se presenta el software LEAP como herramienta de planificación a largo plazo de una matriz energética, procurando un desarrollo sostenible.

Palabras Claves: matriz energética, balance energético, energías renovables, sostenibilidad.

1. Introducción

El crecimiento económico de un país y el bienestar de su población trae la necesidad de una mayor demanda de energía. Además, la utilización de las energías convencionales tiene una capacidad finita por un lado y un efecto contaminante por el otro. Es así que se debe pensar en un plan de incorporación de las energías renovables.

“Se considera energía renovable a aquella que se obtiene de fuentes naturales que pueden

considerarse como inagotables, ya sean por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales” [1].

Respecto a la Argentina, en el año 2006 se crea un marco regulatorio con la sanción de la Ley 26.190, en la cual se declara a las energías renovables de interés nacional, dejando constancia de que un 8% de la energía eléctrica debería ser generada con renovables para el año 2016. Esta ley se implementa en el año 2009 con el proyecto GENREN que estimula a empresas privadas a la generación de energía a través de alternativas renovables.

De las experiencias nacionales se destacan: en Comodoro Rivadavia la fabricación de aerogeneradores (IMPSA en Mendoza, Malaspina en Chubut y Koluel Kayke en Santa Cruz), el parque eólico Loma Blanca en la provincia de Chubut, a cargo de la empresa Isolux Corsán, energía solar fotovoltaica en San Juan y cinco pequeños aprovechamientos hidroeléctricos por 10,6 MW, en Mendoza, Catamarca y Jujuy, entre otras [2].

En la Figura 1 se presentan datos de generación de energía eléctrica en MWh, con fuentes de energías renovables para el año 2012 en Argentina [3], de la cual se observa que la de mayor magnitud corresponde a la hidráulica, en segundo lugar la eólica, en tercer lugar las de biocombustibles y por último la solar.

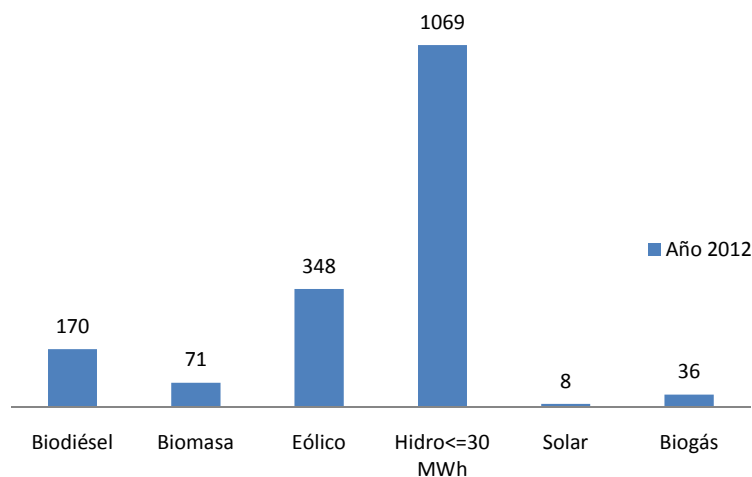


Figura 1: Generación de electricidad con energías renovables en el año 2012

En la Figura 2 se muestran en porcentaje las fuentes de generación de energía eléctrica para el año 2012, de la cual se analiza que las renovables tienen una incidencia mínima del 0.3 %. En este gráfico no se incluyen los biocombustibles como fuente renovable por no estar considerados en el artículo nº4 de la Ley 26190.

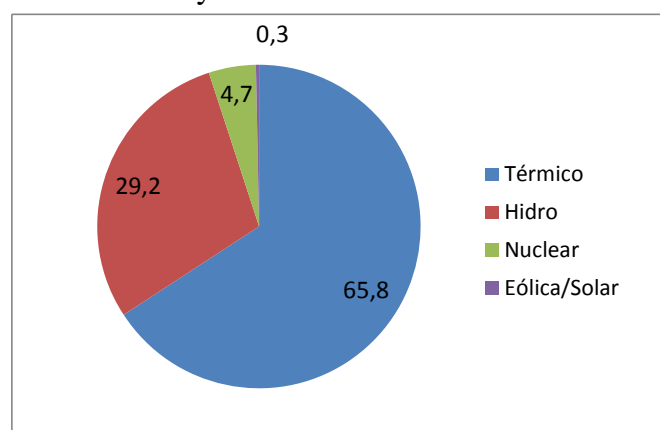


Figura 2: Porcentaje de generación eléctrica en Argentina por tipo de fuente para el año 2012

El programa de energías alternativas de la Secretaría de Energía de la provincia de Entre

Ríos propone el desarrollo de las siguientes fuentes: eólica, solar, biomasa, biocombustibles, geotérmica e hidráulica con micro turbinas [4].

La Cámara Argentina de Energías Renovables [3] presenta cinco ventajas con el uso de energías alternativas: (i) sostienen el crecimiento ante las proyecciones de demanda eléctrica, (ii) aumentan la seguridad energética como respuesta al déficit energético, (iii) son competitivas frente a los altos costos de generar energía con combustible o importar energía eléctrica, (iv) promueven una alternativa a la industria nacional por su bajo desarrollo y (v) ayudan a combatir el cambio climático.

Es necesario llevar adelante el desarrollo de energías renovables como alternativa a las convencionales, por ello el objetivo de esta investigación es mostrar la incidencia de las energías renovables en la matriz energética de Argentina y presentar una herramienta de software para analizar el balance energético en un horizonte de tiempo con base en el desarrollo sostenible.

El trabajo se organiza en: sección 2 se definen las energías alternativas existentes, sección 3 se analizan las potencialidades de uso de las energías alternativas, sección 4 se define balance energético y se conceptualiza sobre los componentes de la matriz energética para su interpretación, en la sección 5 se presenta el software LEAP como una herramienta de planificación de la matriz energética para el balance energético, en la sección 6 se realiza una discusión y finalmente las conclusiones y los trabajos futuros.

2. Tipos de energías alternativas

Para una mayor precisión en la comprensión de las fuentes de energías se definen las siguientes:

- **Biogás:** es un gas generado por medios naturales a través de biodigestores como resultado de la biodegradación de materia orgánica.
- **Eólica:** se obtiene del viento a partir de las corrientes de aire. Las turbinas eólicas transforman la energía cinética del viento en energía mecánica, ya sea para mover directamente una máquina, tal como una bomba de agua, o bien para impulsar un generador eléctrico.
- **Hidráulica:** se obtienen a partir del aprovechamiento de la energía cinética y potencial de saltos de agua.
- **Geotérmica:** se trata de aprovechar la energía calorífica que existe en el interior de la tierra, para obtener calor o electricidad.
- **Solar térmica (concentración solar):** se refiere a la captación de energía radiante del sol en forma de calor. La radiación solar calienta un fluido, que a su vez mueve una máquina térmica y un generador eléctrico. El calentamiento del fluido se hace por lo general por medio de dispositivos ópticos que concentran la radiación solar, logrando altas temperaturas. Una de las versiones de esta tecnología consiste en espejos parabólicos que concentran la radiación solar en un tubo en el cual circula un fluido, mientras que en la otra versión un conjunto de espejos concentran la radiación en una torre denominada torre solar. Las centrales de concentración solar tienen la ventaja adicional de que permiten, mediante inversiones adicionales, almacenar la energía en forma de calor, de manera que es posible generar electricidad aun cuando no hay radiación solar.
- **Solar fotovoltaica:** consiste en convertir la radiación solar en energía eléctrica directamente mediante el efecto fotovoltaico. Las celdas fotovoltaicas transforman directamente la radiación solar en electricidad, por medio de un fenómeno físico denominado efecto fotovoltaico. Las celdas fotovoltaicas se pueden utilizar en conexión con la red eléctrica, para lo cual se debe proveer el equipamiento complementario, o bien pueden utilizarse en sitios aislados con su correspondiente sistema de baterías.
- **Biomasa:** Es un conjunto de recursos forestales, plantas terrestres y acuáticas, y de residuos y subproductos agrícolas, ganaderos, urbanos e industriales. Esta fuente energética puede

ser aprovechada mediante su combustión directa a través de su transformación en biogás o bioalcohol. La conversión de biomasa en combustible puede hacerse mediante dos procesos diferentes:

- Conversión Bioquímica: se puede obtener el etanol y metano a través de la fermentación alcohólica y digestión anaeróbica.
- Conversión Termoquímica: se puede obtener gas pobre, carbón y jugos piroleñosos mediante gasificación y pirolisis.

3. Generación de Energía Eléctrica y potencialidades de uso de energías alternativas en Argentina

3.1.- Generación de Energía Eléctrica y comparación con renovables

En la Figura 3 se observa que en la matriz de generación eléctrica argentina la mayor incidencia se da en las energías convencionales, correspondientes a térmicas e hidráulicas [6].

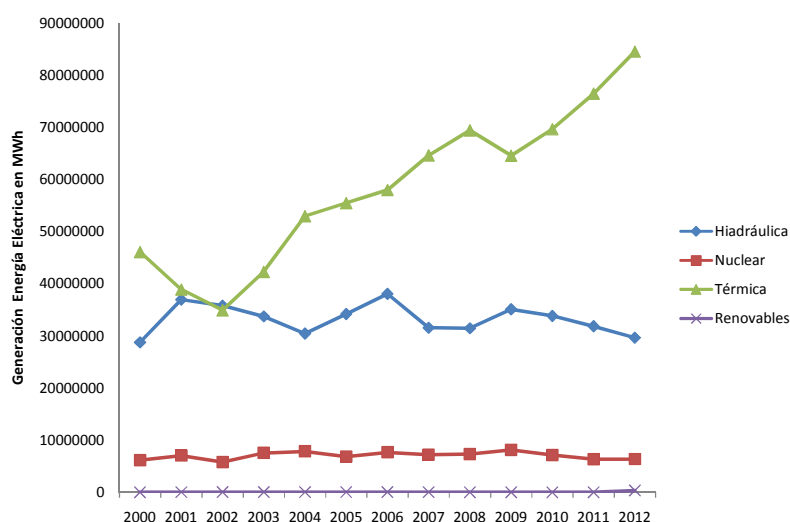


Figura 3: Generación de energía eléctrica en Argentina

3.2.- Energías Renovables en Entre Ríos

Sobre la base del análisis de los mapas de energías renovables [8] en el Sistema de Información Geográfica (SIG) [9] de la Secretaría de Energía de la Nación se presentan las potencialidades de la provincia de Entre Ríos para la incorporación de energías renovables.

Del mapa de producción de biodiesel en Entre Ríos (Figura 4) se observa que la misma se realiza en las localidades de Villaguay, Paraná y Nogoyá.



Figura 4: Puntos de producción de biodiesel

Respecto a la oferta de biomasa se puede afirmar que en Entre Ríos se dispone de recursos para la producción de este tipo de energía. Los mismos consisten en residuos de cáscara de arroz y foresto industriales (Figura 5).

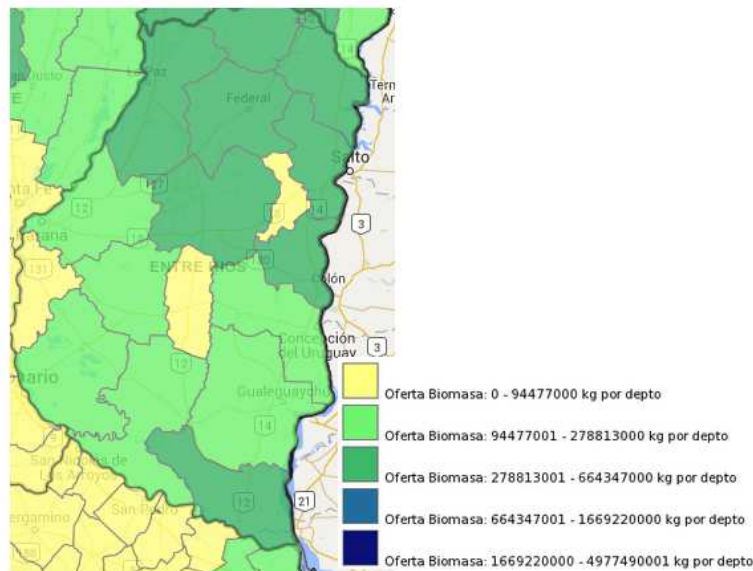


Figura 5: Oferta de biomasa

3.3.- Energías Solar y Eólica en Argentina.

Los mapas que se observan en la Figura 6 permiten apreciar que una importante cantidad de provincias de nuestro país presentan valores promedio anuales superiores a 5 Kwh/m²-día, lo cual demuestra una buena condición para la instalación de paneles fotovoltaicos. Entre las provincias que mayor radiación reciben se encuentran Catamarca, Corrientes, Chaco, Formosa, Salta, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, San Juan, San Luis y Santa Fe. En tanto que las provincias del centro y sur, si bien reciben muy buena radiación durante el verano, no tienen tanto impacto solar durante el invierno; en éstas últimas no sería posible obtener, para

una misma potencia instalada, iguales niveles de generación que en las provincias del norte.

En base a los datos de radiación solar existentes y a los climas correspondientes a cada zona del país no se considera viable la instalación de grandes centrales generadoras de energía termosolar. Sin embargo es posible el aprovechamiento de este tipo de energía a nivel de hogares, pequeñas instalaciones rurales, o comunidades reducidas, que por su ubicación alejada no cuentan con la distribución eléctrica proveniente del sistema unificado nacional.

Si bien se han implementado programas para promover el uso de energías renovables, como el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), el programa GENREN a través del cual el gobierno nacional licitó la provisión de 20 MW correspondientes a generación en base a fuente solar, o el proyecto denominado “Sistema Nacional de Evaluación de Energía Solar” que ejecutan la Universidad Nacional de Luján, YPF SA. y el INTA en el marco de la convocatoria del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), aún no se puede considerar probable contar con una participación importante de la energía termosolar en la matriz energética del país, al menos en un futuro cercano.

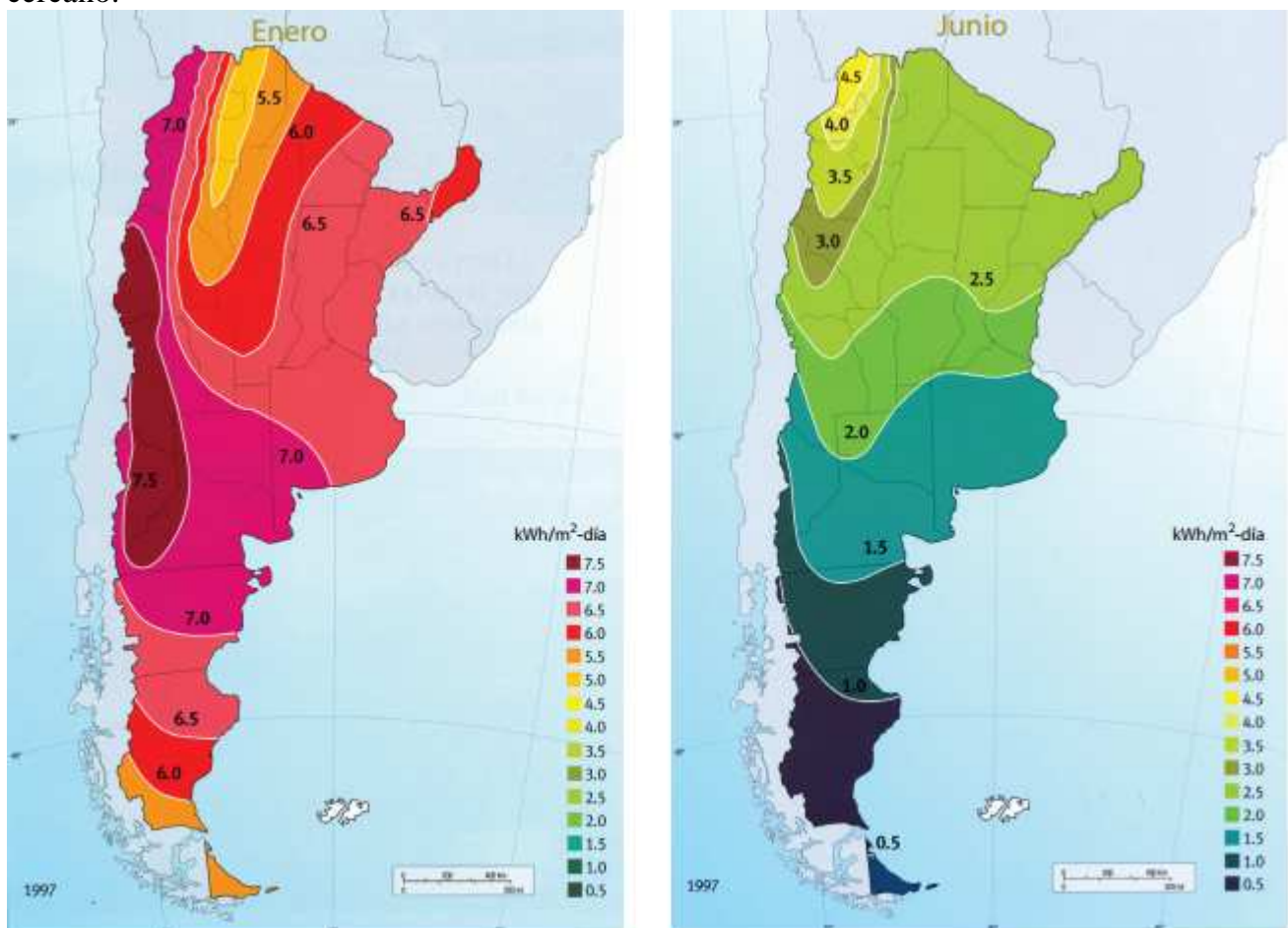


Figura 6: Radiación Solar (Fuente: Energías Renovables, Diagnóstico, Barreras y Propuestas. Secretaría de Energía y Fundación Bariloche. Junio de 2015)

Con relación a la energía eólica se puede apreciar en la Figura 7 un mapa que da cuenta de la velocidad media anual de los vientos en nuestro país, a través del cual se puede tener el panorama de la potencialidad eólica disponible. Si bien se continúan realizando investigaciones actualmente el rango de velocidades utilizado para la generación de energía es el comprendido entre 6 m/s y 12 m/s.

El potencial eólico de la Argentina supera los 2000 GW, esto es 100 veces la capacidad total instalada en el país, sumando todas las fuentes (térmica, hidráulica, nuclear, etc.) [13].

En la actualidad existen unos 15 parques eólicos de distintos tamaños y potencias, un buen

ejemplo es el acuerdo suscripto con el grupo español Guascor para la construcción en la Patagonia, localidad de Pico Truncado, uno de los parques eólicos más grande del mundo con 700 aerogeneradores y con una potencia proyectada de aproximadamente 1 GW.

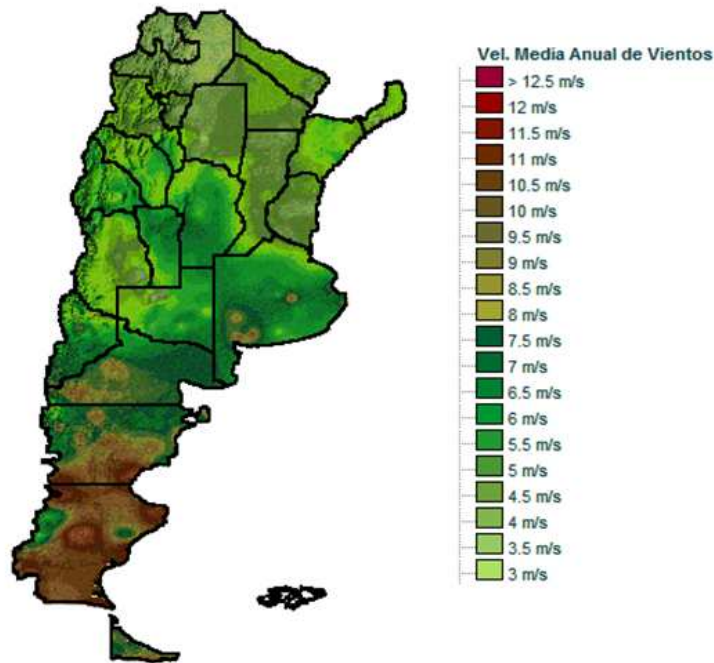


Figura 7: Mapa eólico

Sobre la base del proyecto GENREN, se observa en la Figura 8 un mapa que muestra la distribución regional de los recursos renovables en Argentina.



Figura 8: Localización de potenciales de recursos renovables

Se observa para Entre Ríos las mayores capacidades para la producción de biomasa y biocombustibles.

4.- Balance Energético.

El Balance Energético Nacional constituye una forma de presentar la información relativa a la oferta, transformación y consumo de energía. Incluye entre otros, la energía que se produce, la que se intercambia con el exterior, la que se transforma y la que se destina a los distintos sectores socioeconómicos [10].

A partir del Balance Energético Nacional es posible:

1. Conocer la estructura del sector energético, sus fuentes y sectores de consumo.
2. Crear las bases apropiadas que apoyen el mejoramiento y sistematización de la información del sector.
3. Proporcionar información básica para el análisis energético y en especial de estudios sectoriales y agregados sobre intensidad energética.
4. Contar con una herramienta estadística que permita realizar prospectivas de energía a corto, mediano y largo plazos.
5. Ayudar al análisis de las políticas implementadas en el sector, en especial sobre eficiencia y diversificación de fuentes de energía.
6. Evaluar el potencial de los posibles procesos de sustitución de fuentes energéticas.
7. Contar con información básica del sector energía comparable a nivel internacional.

El Balance Energético Nacional se presenta en forma matricial o por medio de un diagrama de flujo. La matriz está compuesta por filas que representan los tipos de energía o combustibles desagregados (fuentes primarias y secundarias) y columnas que contienen las actividades que detallan el proceso de oferta, transformación y demanda de energía.

El diagrama de flujo consiste en un conjunto de bloques unidos por flechas. Las flechas representan los flujos de energía y los bloques representan producciones, intercambios, procesos de transformación, consumos de energía, etc.

La matriz energética se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos. El análisis de la matriz energética es fundamental para orientar la planificación del sector energético con el fin de garantizar la producción, la seguridad energética y el uso adecuado de la energía disponible.

4.1.- Matriz Energética.

Para comprender la matriz es fundamental analizar la Figura 9, en la cual se muestran las variables y sus relaciones [10].

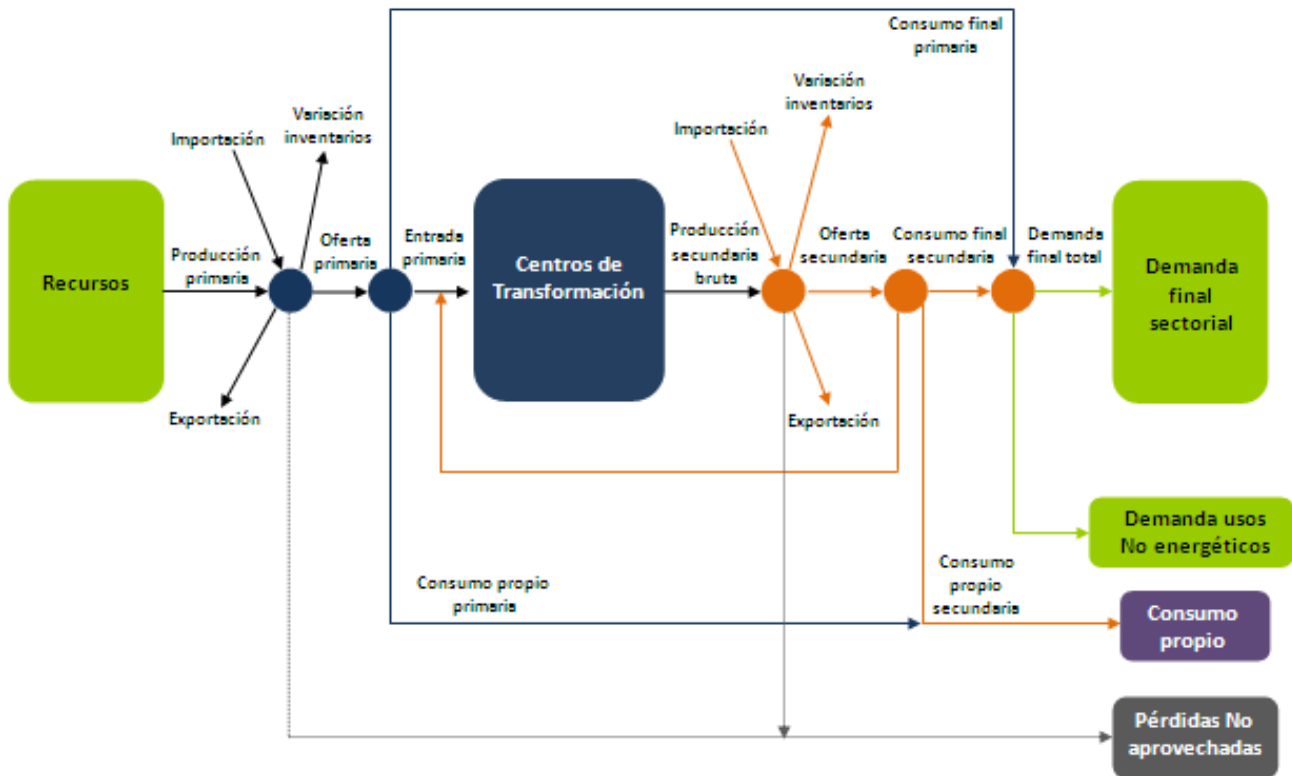


Figura 9: Modelo gráfico para construcción de matriz

Para profundizar la comprensión de los elementos de la matriz se definen los siguientes componentes.

4.1.1.- Fuentes de energía

Energía primaria: son las fuentes de energía en estado propio que se extraen de los recursos naturales de manera directa, como en el caso de las energías hidráulica, eólica, solar, o mediante un proceso de prospección, exploración y explotación, como es el caso del petróleo y el gas natural, o mediante recolección, como en el caso de la leña. En algunos casos la energía primaria puede ser consumida directamente, sin mediar un proceso de transformación.

Energía secundaria: Son las diferentes fuentes de energía producidas a partir de energías primarias o secundarias en los distintos centros de transformación, para poder ser consumidas de acuerdo con las tecnologías empleadas en los sectores de consumo. Las formas de energía secundaria pueden resumirse en electricidad (producida de fuentes primarias o secundarias), gas distribuido, gas licuado de petróleo (GLP), gasolinas, diesel, kerosene y combustible jet, fuel oil y productos no energéticos (por ejemplos asfaltos y lubricantes derivados del petróleo).

4.1.2.- Oferta interna de energía: es la sumatoria de la producción local, importación y variación de inventario menos la exportación, menos la energía no aprovechada (por ejemplo, gas quemado en la antorcha), más el ajuste o diferencia estadística (puede ser positivo o negativo).

La oferta interna de energía representa el total efectivamente disponible para sus tres destinos posibles: ser transformada (refinerías, planta de tratamiento de gas, usinas eléctricas, etc.), ser consumida en el propio sector energético (consumo propio) o ser consumida por los usuarios finales dentro del país (consumo final).

4.1.3.- Centros de transformación

Son las instalaciones donde la energía que ingresa se modifica mediante procesos físicos y/o químicos, entregando una o más fuentes de energía diferentes a la o las de entrada.

En estos procesos de transformación aparecen necesariamente consumos propios que generan una diferencia entre producción bruta y neta y pérdidas en la transformación, debido a la natural ineficiencia de los procesos.

Los centros de transformación del Balance Energético Nacional son Centrales Eléctricas (Servicio Público y autoproducción), Plantas de Tratamiento de gas, Refinerías, Aceiteras y destilerías, Coquerías, Carboneras y Altos Hornos.

4.1.4.- No aprovechado, pérdidas y ajuste

No aprovechado: es la cantidad de energía que, por razones técnicas y/o económicas o falta de valorización del recurso, no está siendo utilizada, por ejemplo, gas no aprovechado, agua de represa no turbinada que sale por el vertedero.

Pérdidas de transporte, almacenamiento y distribución: es la energía perdida en las actividades de transporte, distribución y almacenamiento de los distintos productos energéticos, tanto primarios como secundarios.

Ajuste o diferencia estadística: es la diferencia entre el destino y el origen de la oferta interna de una fuente energética como consecuencia de errores estadísticos. Su valor debe ser naturalmente bajo

4.1.5.- Consumo de energía

Con respecto a los consumos se distinguen tres tipos: el consumo propio, el consumo energético y el consumo no energético.

El consumo propio en el circuito primario consiste en el consumo que se produce durante la extracción del recurso. Por ejemplo, el consumo de gas en un yacimiento. El consumo propio en el circuito secundario consiste en aquellos recursos energéticos que se consumen dentro del centro de transformación que los produce. Por ejemplo, el consumo de electricidad en una central generadora de electricidad.

El consumo no energético es el uso de recursos con fines distintos a la utilización como combustible. Por ejemplo, se encuentra en este rubro el consumo de etano para la producción de etileno, las naftas que se incorporan a los aceites lubricantes o pinturas, etc.

El consumo energético comprende el consumo de productos primarios y secundarios utilizados por todos los sectores de consumo final para la satisfacción de sus necesidades energéticas. La apertura de los sectores de consumo, se los clasifica de la siguiente manera:

Sector residencial: El consumo final de este sector es el correspondiente a los hogares urbanos y rurales del país.

Sector comercial y público: Incluye el consumo de todas las actividades comerciales y de servicio de carácter privado, los consumos energéticos del gobierno a todo nivel (nacional, provincial, municipal), instituciones y empresas de servicio público como defensa, educación, salud, etc.

Sector transporte: Incluye los consumos de energía de todos los servicios de transporte dentro del territorio nacional, sean públicos o privados, para los distintos medios y modos de transporte de pasajeros y carga (carretera, ferrocarril, aéreo y fluvial-marítimo).

Sector agropecuario: Comprende los consumos de combustibles relacionados con toda la actividad agropecuaria, silvicultura y la pesca.

Sector industrial: Comprende los consumos energéticos de toda la actividad industrial, ya sea extractiva o manufacturera (pequeña, mediana y gran industria), y para todos los usos, excepto el transporte de mercaderías, que queda incluido en el sector transporte.

Las planillas de la matriz energética Argentina se encuentran disponibles en [7], de modo que se puede realizar con ellas un análisis del balance energético de diferentes años.

5.- Software Leap

5.1.- Descripción de las principales funcionalidades de LEAP

La herramienta de software LEAP (Long Range Energy Alternatives Planning System, en castellano Sistema de Planificación Energética a Largo Plazo) [11] es un sistema de modelación basada en escenarios de desarrollo energético y de sus efectos ambientales, los mismos se representan por el modo de producción, conversión y consumo de energía en una región sobre la base de supuestos alternativos sobre la población, el desarrollo económico, las tecnologías disponibles y los precios.

Dichos escenarios son una representación del modo en que el sistema energético puede evolucionar en el tiempo, en un sistema socioeconómico particular, bajo un conjunto de restricciones y condiciones de política energética.

LEAP permite crear un modelo de sistemas de energías con la definición de la estructura de datos y de los procesos propios de cada caso en estudio, por lo cual lo hace flexible y potente a la hora del análisis de una gran variedad de especificaciones tecnológicas y detalles de demandas de uso final, pudiéndose representar desde el simple recuento sobre una estructura de balance energético hasta el desarrollo de sofisticados sistemas de simulación del sector [12].

De la simulación de cada escenario se determina los requerimientos energéticos asociados, sus costos, beneficios e impacto ambiental asociado.

Está siendo considerado un estándar de facto en muchos países para planificar el uso de recursos energéticos y evaluar la emisión de gases. En Argentina se ha desarrollado un modelo para reproducir la matriz energética, a partir de diferentes hipótesis y preparar condiciones para su uso en el proceso de planificación energética y en la evaluación de diferentes opciones de desarrollo energético en los sectores fundamentales de la economía y el residencial. Para encontrar los datos de Argentina se debe tener una clave de usuario y seleccionar LEAP de la barra de Menú y en ella la opción National Starter Data. En la Figura 10 se presenta la ventana principal LEAP para el escenario de Argentina.

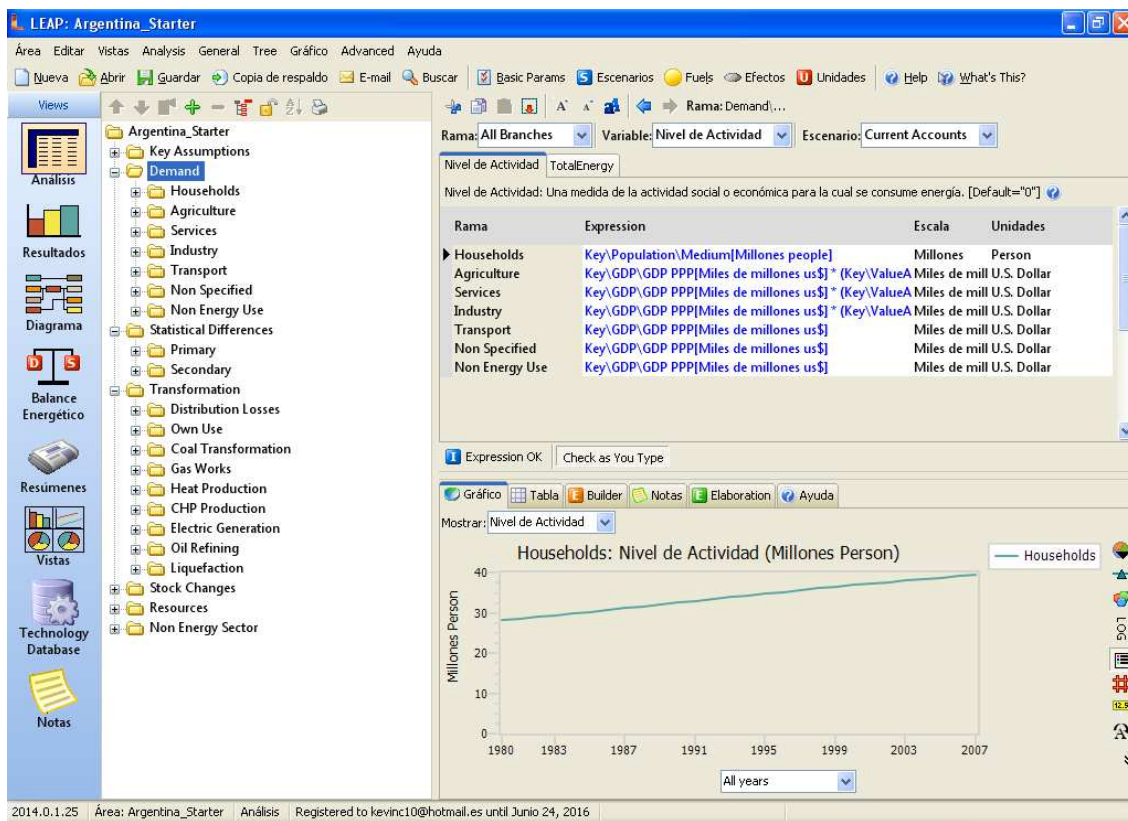



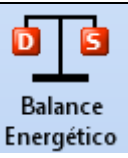






Figura 10: Ventana principal de LEAP

De la ventana principal se observa la barra de vista general (View Bar) (Tabla 1) y la estructura de árbol (Figura 11).

Tabla 1: Barra de Vistas

Ícono	Descripción
	Vista de Análisis: su función es la se creación de las estructuras de los datos (variables), el modelo y los escenarios.
	Vista Resultados: se examina los resultados de los escenarios en forma de gráficos y/o tablas.
	Vista Diagramas: presenta un diagrama de “Sistema Energético de Referencia” que muestra los principales flujos de energía en el sistema, desde la extracción del recurso, pasando por la conversión y transporte de las fuentes, hasta la demanda energética final.
	Balance Energético: muestra los resultados de los cálculos en forma de tabla o gráfico de balance energético estándar.

Ícono	Descripción
 <p>Resúmenes</p>	<p>Vista Resúmenes: muestra un análisis comparativo de costo-beneficio de los escenarios y de otros reportes diseñados por el usuario.</p>
 <p>Vistas</p>	<p>Vistas: se agrupan múltiples gráficos con fines de crear una presentación, según el criterio del usuario.</p>
 <p>Technology Database</p>	<p>Tecnología de Base de Datos: proporciona amplia información sobre las características técnicas, costos e impactos ambientales de una vasta gama de tecnologías energéticas disponibles a nivel internacional o en determinadas regiones de países en vías de desarrollo.</p>
 <p>Notas</p>	<p>Notas: documenta referencias a datos o modelos.</p>

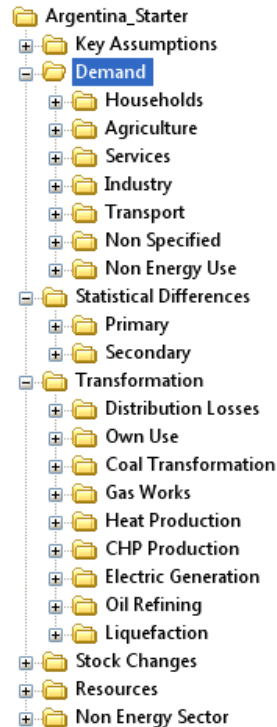


Figura 11: Estructura de Árbol

La estructura de árbol es lugar en donde se almacenan y organizan todas las variables del modelo. Aquí, se pueden crear cualquier cantidad de variables macro-económicas, demográficas y otras variables dependientes del tiempo.

Las ramas principales de la estructura de árbol son la Demanda, Transformación y Recursos.

Demanda: formada por las ramas secundarias: Hogares (urbanos y rurales electrificados y no

electrificados), Agropecuario, Industrial (agrupándose aquí los sectores Manufactura, Construcción Minería), Transporte (de pasajero y de carga), Servicios y otras no especificadas. En cada una de estas variables se describen intensidades energéticas.

La apertura del sector Hogares se realizó por los principales usos de la energía a saber: refrigeración, iluminación, cocción y resto de los usos domésticos. En relación con el sector de Industrial y Agropecuario se utilizó una subdivisión por ramas y por actividades altamente consumidoras de energía, separándose este consumo en usos calóricos y eléctricos.

Por su parte, el sector transporte se dividió en pasajeros y carga, y a su vez otra subdivisión en transporte de carretera, ferroviario, marítimo y aéreo. El transporte por carretera, en el caso de los pasajeros, se desagregó en autos y ómnibus (urbanos e interurbanos), mientras que el de carga se abrió en camiones ligeros y pesados. El modelo calcula el consumo de energía en transporte.

De esta forma se muestra como el modelo LEAP acepta diferentes tipos de combinaciones para definir el nivel de actividad relacionado con la demanda de energía.

En todos los casos es definido en términos físicos o en valor porcentuales las variables en función de la intensidad energética, tanto a nivel de energía final (neta) o útil.

Transformación: contiene a todas las ramas secundarias: Perdidas de Distribución, Uso Propio, Transformación de Carbón, Extracción de Gas Natural, Producción Térmica, Producción CHP (combinación de calor y poder), Generación de Electricidad, Refinería de Petróleo, Licuefacción. En esta rama se crea una lista de los módulos de oferta de energía, de los procesos, combustibles producidos y analizar sus propiedades.

Recursos: Contiene a todas las ramas secundarias: Primarios y Secundarios.

En la última rama del árbol del modelo, se introdujeron datos estimados para las reservas de combustibles no renovables, en este caso petróleo y gas, y del potencial para los recursos renovables.

La lógica que sigue el modelo es presentar los flujos energéticos desde los recursos hasta la demanda final (de abajo hacia arriba). Es importante respetar este ordenamiento con el fin de que el modelo pueda ejecutarse y sobre todo es muy importante respetar el orden dentro del “sector” transformación referido a la ubicación de la carpeta de Transmisión y Distribución antecediendo a la de Generación de Electricidad (se supone que primero se genere y posteriormente se transmita y distribuya).

5.2.- Descripción de las principales funcionalidades de LEAP

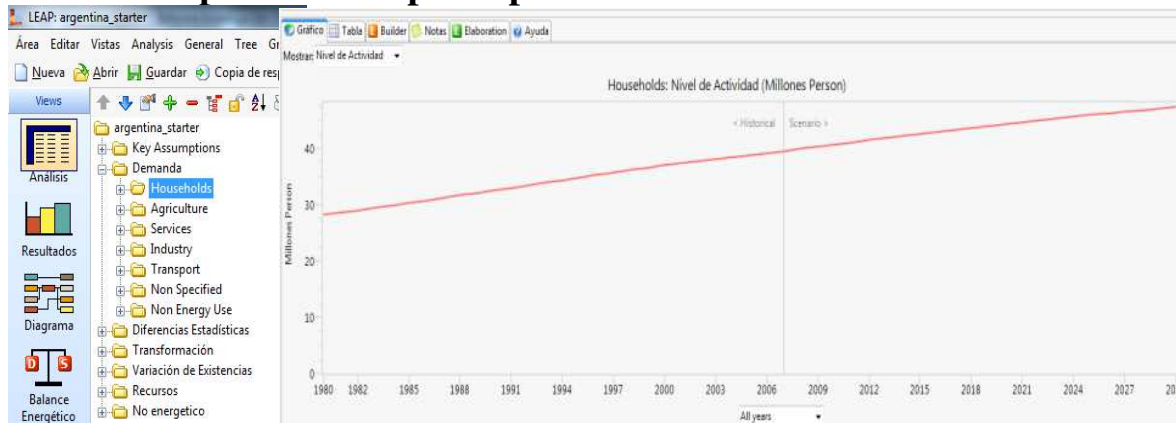


Figura 12: Vista Análisis de la Demanda

En la Figura 12 se muestra una de las variables principales (Hogares) de la rama Demanda, su función a la derecha representa en el eje de ordenadas la cantidad de personas utilizando como unidad millones de personas y el eje de ordenadas el tiempo que va desde el año base que se eligió para correr el programa (1980) hasta el año deseado a simular en este caso 2030.

5.3.- Vista de Diagramas (Diagram View)

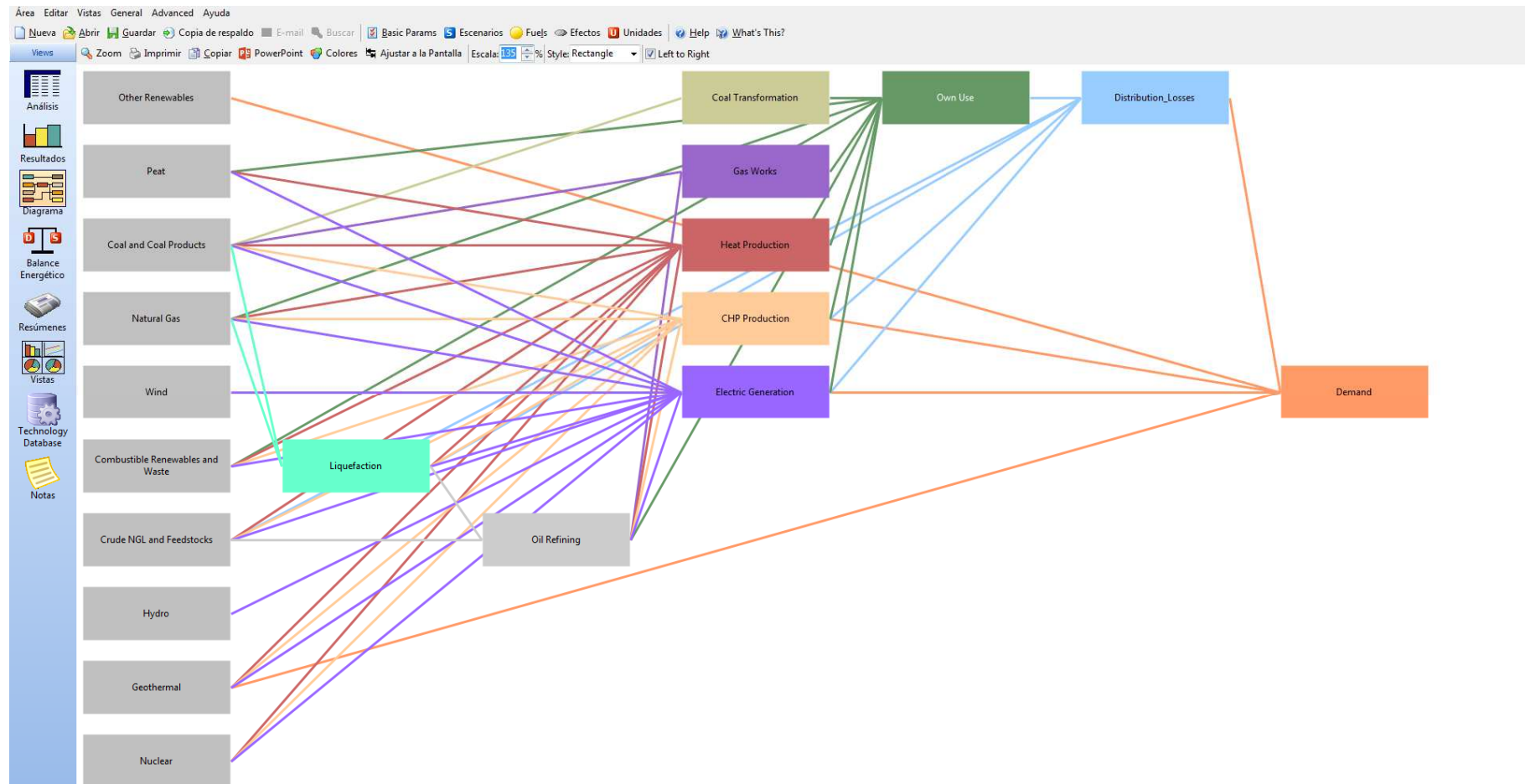


Figura 13: Vista de diagrama

En la Figura 13 es posible apreciar la vista de diagrama, en ella se diferencia una clara relación entre las principales categorías Demanda, Transformación y recursos. Los recursos primarios se dirigen a los distintos puntos de transformación hasta concluir en el consumo o demanda a abastecer.

5.4.- Diseño del Año Base (Current Accounts)

En la Figura 14 se muestra la ventana de parámetros básicos aquí se adopta el año base y el año horizonte y otros requerimientos de información En el ejercicio con el modelo LEAP Argentina, el horizonte temporal solo abarcó desde el año base 1980 hasta el año 2030.

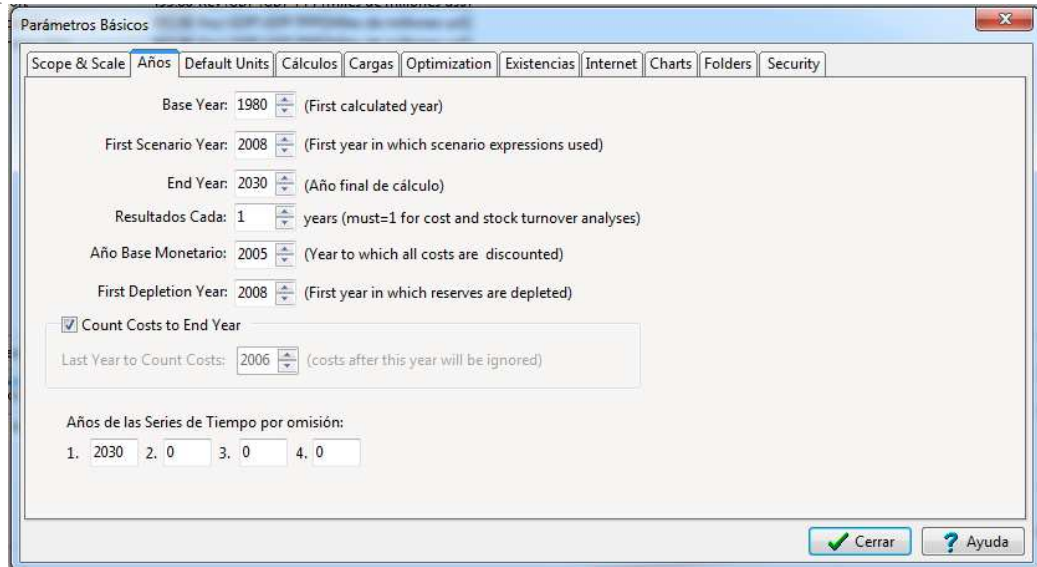


Figura 14: Parámetros Básicos

Es importante señalar que la ejecución del modelo solo se puede llevar a cabo cuando se especifica algún tipo de escenario, esto es el modelo no “corre” solo con los datos del año base. Por ejemplo, para reproducir el balance energético del año base hay que además de introducir los datos para este, especificar algún tipo de trayectoria en el tiempo.

En este caso se utilizó el mismo escenario de referencia socioeconómico y energético definido en los trabajos sobre Escenarios de Mitigación (Figura 15). Basado en un conjunto de medidas y obras a implementar con el fin de disminuir el impacto sobre las componentes del sistema.

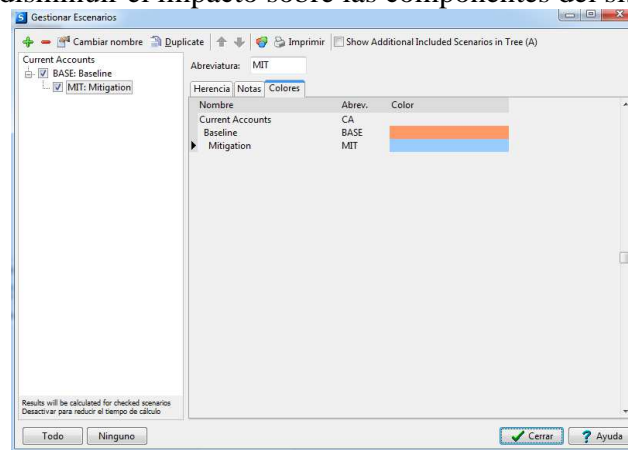


Figura 135: Gestión de Escenarios

5.5.- Análisis de Resultados en LEAP

Con Vistas Generales se puede obtener una visión general de diferentes aspectos del sistema energético, tales como costos, impactos ambientales y requerimientos. De las mismas se presentan las principales ramas de la estructura de árbol: demanda, transformación y recursos.

Demanda

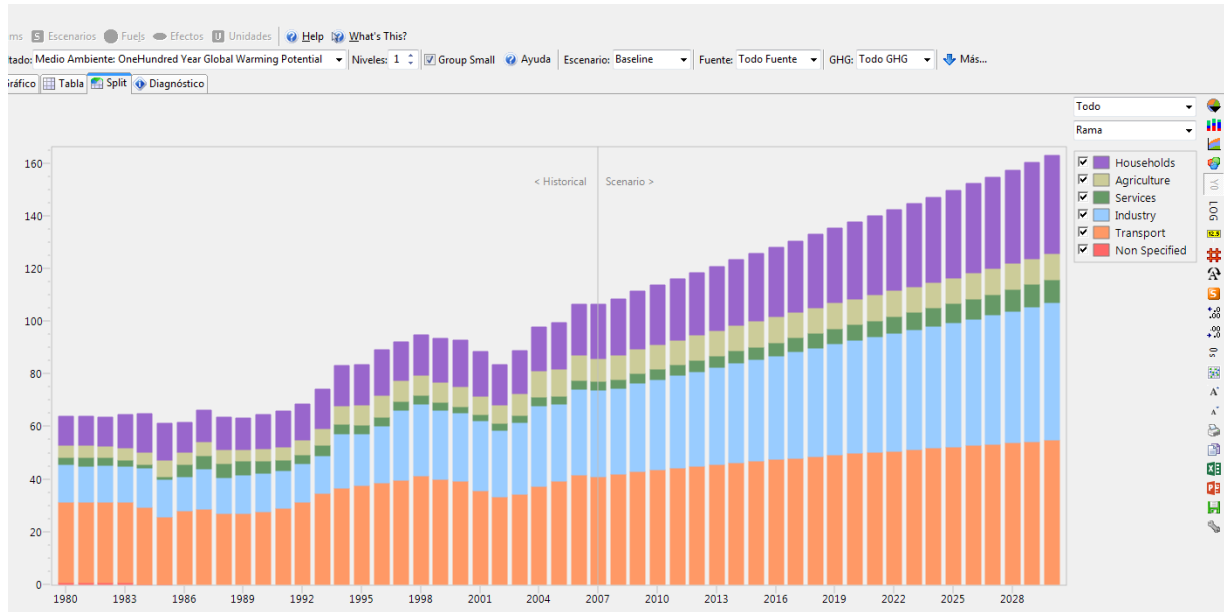


Figura 16: Resultados Demanda

La Figura 16 es una representación del incremento de la demanda en el tiempo para Argentina de los diferentes sectores: hogares, agropecuario, industrial, transporte, servicios y otras no especificadas con respecto a la intensidad energética.

Transformación

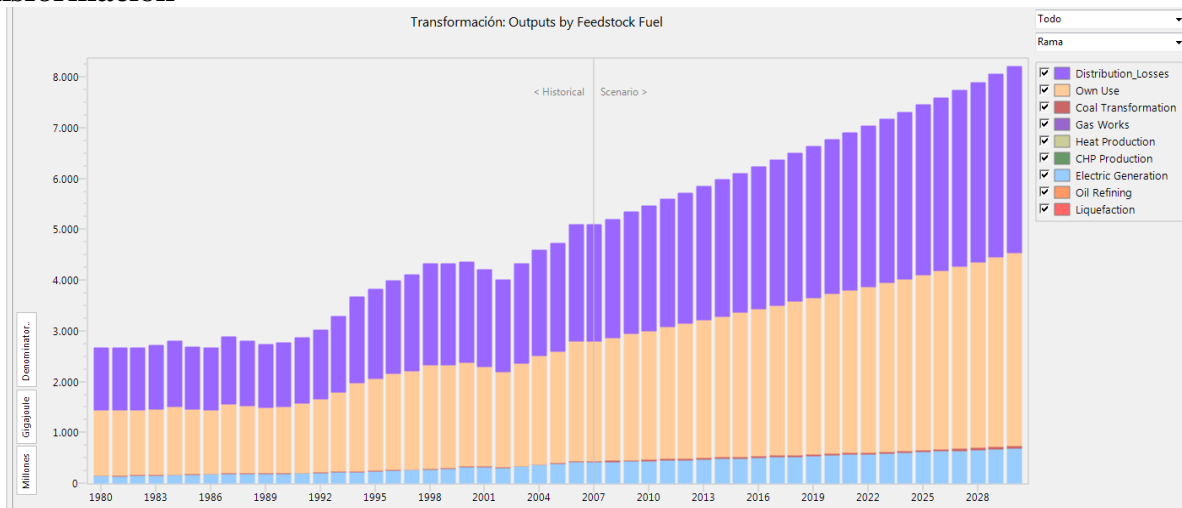


Figura 17: Resultados Transformación

En la Figura 17 se muestran los diferentes tipos de transformación de energía de la materia prima de combustibles fósiles en función del tiempo, donde se destaca un aumento en las pérdidas.

Recursos

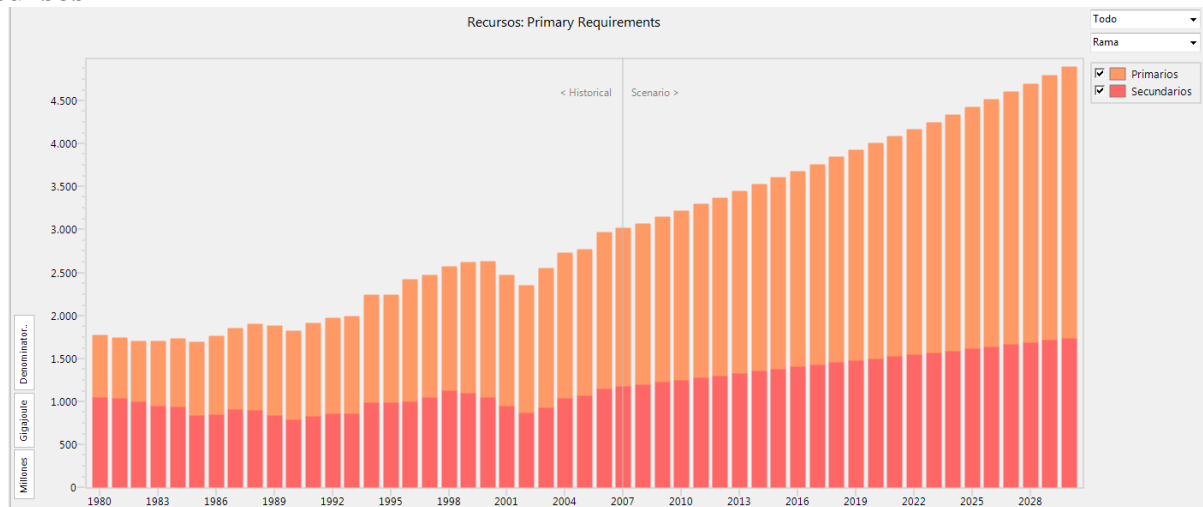


Figura 18: Recursos

En la Figura 18 se muestra un incremento de los recursos necesarios debido al aumento de la demanda en el tiempo.

5.6.- Balance Energético

La vista de balance energético (Figura 19) muestra un resumen agregado de consumo, conversión y producción energética para cualquier escenario calculado y cualquier año en el área de estudio. Se toma el balance energético para el año 2020 que presenta la excesiva necesidad de importación de combustibles, bajo stock de reserva y el insignificante aporte de energías renovables.

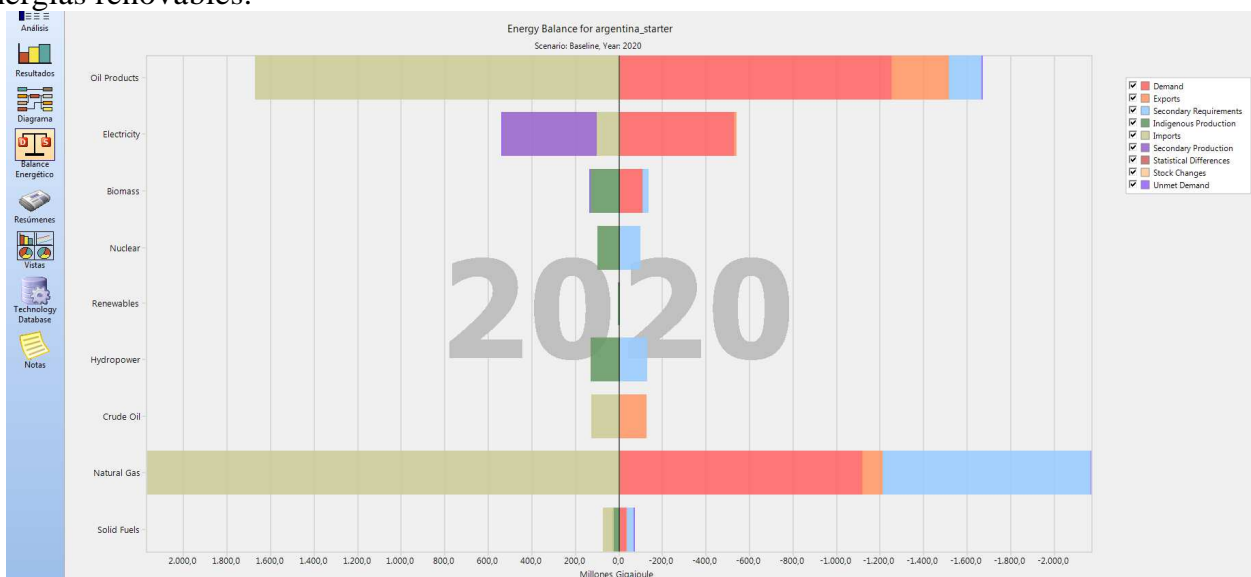


Figura 19: Balance Energético

6.- Discusión

Actualmente menos del 2% de la energía eléctrica generada corresponde a energías

renovables, sin llegar a cumplirse lo establecido en la Ley 26.190 que para el año 2016 un 8% de la energía eléctrica debería ser generada mediante recursos renovables. Las tarifas y el financiamiento son los dos factores sobre los cuales se deberá seguir trabajando con mayor profundidad para acelerar el desarrollo del sector.

Considerando energías renovables no convencionales para generar electricidad, tales como eólica, solar, biomasa, pequeñas hidroeléctricas y otras, la suma de todas ellas no alcanzaría al 1% de la capacidad instalada, lo cual representa menos de 300 MW. Para alcanzar el 8% del consumo de electricidad para el año 2016, equivaldría a una capacidad instalada de 3500 MW.

Transformar una matriz energética como la de la Argentina, que depende en un 86% de los hidrocarburos, no será una tarea sencilla ni poco costosa.

7.- Conclusiones y trabajos futuros

Se presentó, de forma general, el modelo LEAP. El objetivo en este caso de la aplicación para los datos de Argentina fue, en primer lugar, replicar la matriz energética del país para el año base (1980), con lo cual se pretende demostrar el funcionamiento del modelo para un caso particular. Se corrió el modelo para un escenario de referencia, a efectos de mostrar las posibilidades de salidas que ofrece esta herramienta.

Por otra parte, valdría la pena analizar la posibilidad de incorporar, al sistema mostrado, indicadores que permitan tener un conocimiento actualizado sobre el equipamiento energético existente en los hogares, esto es cantidad, tipo y combustible utilizado. En el caso del sector productivo, el empleo de especialistas en materia de inspección energética podría jugar un papel relevante en la recolección y organización de la información referida a los rendimientos del equipamiento energético.

En cuanto a los resultados arrojados por el escenario de referencia aquí modelado tampoco son significativamente diferentes de los obtenidos en la realidad.

Como trabajo futuro se plantea la profundización del estudio de la herramienta LEAP, con la consideración de diferentes escenarios y profundizar así su implementación como estrategia de evaluación de políticas energéticas a largo plazo.

Referencias

[1] Energizar. http://www.energizar.org.ar/energizar_desarrollo_tecnologico.html. Último acceso 31 de agosto de 2015.

[2] El panorama de las energías renovables en Argentina. <http://www.lanacion.com.ar/1375687-el-panorama-de-las-energias-renovables-en-argentina>. Último acceso 31 de agosto de 2015.

[3] Villalonga, Juan Carlos. Energías Renovables: ¿por qué debería ser prioritario cumplir el objetivo 8% al 2016?. Fundación AVINA Argentina. Buenos Aires. 2013.

[4] Programa de energías alternativas. Secretaría de Energía de Entre Ríos <https://www.entrierios.gov.ar/secretariadeenergia/userfiles/files/Programa%20de%20Energias%20alternativas%20.pdf>. Último acceso 5 de septiembre de 2015.

[5] Cámara Argentina de Energías Renovables (CADER). <http://www.cader.org.ar/>. Último acceso 31 de agosto de 2015.

[6] Secretaría de Energía de la Nación. <http://www.energia.gob.ar>.

[7] Balances Energéticos. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>. Último acceso 31 de agosto de 2015.

[8] Mapas de Energías Renovables. <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3883>. Último acceso 3 de agosto de 2015.

septiembre de 2015.

[9] Visor SIG de la Secretaría de Energía de la Nación. <http://sig.se.gob.ar/geoportal/>. Último acceso 3 de septiembre de 2015.

[10] Metodología adoptada para la construcción del Balance Energético Nacional. http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/metodologia_construccion_ben_rev_a_prov.pdf. Último acceso 3 de septiembre de 2015.

[11] Heaps, C.G., 2012. Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software version 2015.0.3] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. www.energycommunity.org

[12] LEAP, User Guide for versión 2003. SEI-Boston, Tellus Institute, Boston MA, USA.