

“ANÁLISIS REGIONAL DE LA NUCLEOELECTRICIDAD”

María Delia Parera

Subgerencia de Planificación Estratégica

Gerencia de Planificación Coordinación y Control

Centro Atómico Constituyentes - Comisión Nacional de Energía Atómica

Av. Gral. Paz 1499. (1650) San Martín – Provincia de Buenos Aires - Argentina

dparera@cnea.gov.ar

Resumen

En el presente estudio se realizó un análisis regional del mercado eléctrico argentino contemplando los efectos de cooperación regional, las interconexiones internas e internacionales; y se evaluó las posibilidades de inserción de nuevas centrales nucleares en diferentes regiones del país, indicando las zonas más adecuadas para realizar estas instalaciones para aumentar la penetración de la energía nuclear en la matriz energética nacional. Asimismo se estudió la interconexión de los mercados de electricidad y gas natural, debido a la vinculación existente entre ambas formas de energía. Con este fin se utilizó el programa MESSAGE (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts) promovido por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Este modelo realiza una optimización económica a nivel país, obteniendo como resultado el mínimo costo para el sistema modelado. Se utilizó la regionalización realizada por la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA) que divide al país en ocho regiones. Se tuvieron en cuenta las características y necesidades de cada una de ellas, sus respectivas demandas y ofertas de energía eléctrica y de gas natural, así como sus interconexiones existentes y proyectadas, compuestas por las líneas eléctricas y gasoductos. De acuerdo a los resultados obtenidos a través del modelo, la nucleoelectricidad es una opción competitiva.

Abstract

In this study, a regional analysis of the Argentine electricity market was carried out considering the effects of regional cooperation, national and international interconnections; additionally, the possibilities of insertion of new nuclear power plants in different regions were evaluated, indicating the most suitable areas for these facilities to increase the penetration of nuclear energy in national energy matrix. The interconnection of electricity markets and natural gas due to the linkage between both energy forms was also studied. With this purpose, MESSAGE program was used (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts), promoted by the International Atomic Energy Agency (IAEA). This model performs a country-level economic optimization, resulting in the minimum cost for the modelling system. Regionalization executed by the Wholesale Electricity Market Management Company (CAMMESA, by its Spanish acronym) that divides the country into eight regions. The characteristics and the needs of each region, their respective demands and supplies of electricity and natural gas, as well as existing and planned interconnections, consisting of power lines and pipelines were taken into account. According to the results obtained through the model, nuclear is a competitive option.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se realizó un análisis regional del mercado eléctrico argentino y una investigación sobre las posibilidades de inserción de nuevas centrales nucleares en el país, indicando las zonas más adecuadas para realizar estas instalaciones.

Se realizó un estudio regional, donde cada región es analizada como parte integrada a la planificación general pero atendiendo a las visiones, necesidades, problemáticas, posibilidades y potencialidades locales. Un planeamiento que no tome en cuenta dichas características, como desarrollar un plan energético desde una visión centralizada, lleva a serias limitaciones.

Con este fin se dividió al país en ocho regiones, siguiendo la regionalización realizada por CAMMESA [1]. Estas son: Cuyo (CUY), Comahue (COM), Noroeste (NOA), Centro (CEN), Buenos Aires+ Gran Buenos Aires (BAS-GBA), Litoral (LIT), Noreste (NEA) y Patagonia (PAT).

Para el estudio de regionalización se utilizó la herramienta “multi-region” del modelo MESSAGE, el cual fue originalmente desarrollado por IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) y actualmente auspiciado por OIEA.

La herramienta “multi-region” permite representar a cada región en forma independiente así como las vinculaciones entre las mismas, logrando de este modo resultados particulares de cada región y del país en su totalidad.

Se tuvieron en cuenta las características y necesidades de cada región y principalmente las demandas, ofertas y capacidades de transmisión de energía eléctrica y gas natural, existentes y proyectadas. Se estudiaron, las demandas regionales de energía eléctrica y de gas natural, estas últimas desagregadas por sectores de consumo. El análisis regional de la integración gas natural – electricidad reviste importancia debido a la vinculación existente entre ambas formas de energía. La escasez de disponibilidad de gas natural aumenta la necesidad de realizar este tipo de análisis; con miras a la construcción de nuevas centrales nucleares y determinar la localización geográfica óptima de las mismas. De esta forma, el análisis realizado permitió estudiar los efectos de cooperación regional, las interconexiones internas e internacionales, y realizar la elección del sitio más adecuado para la inserción de una central nuclear.

Finalmente se proyectaron posibles escenarios para fortalecer la integración energética entre las distintas regiones de la República Argentina.

2. RED DEL SISTEMA ELÉCTRICO ARGENTINO

Actualmente el país está organizado en un Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Los generadores del MEM se encuentran vinculados a través del Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Las ocho regiones eléctricas que componen el MEM incluyen una o más provincias del país como se describe a continuación.

- NOROESTE ARGENTINO (NOA): Esta región la componen seis provincias: Catamarca, Jujuy, Salta, La Rioja, Santiago del Estero y Tucumán.

- NORESTE ARGENTINO (NEA): Esta región la componen cuatro provincias: Corrientes, Chaco, Formosa y Misiones.
- CUYO (CUY): Esta región la componen dos provincias: Mendoza y San Juan.
- CENTRO (CEN): Esta región la componen 2 provincias: Córdoba y San Luis.
- LITORAL (LIT): Esta región comprende las provincias de Entre Ríos y Santa Fe.
- GRAN BUENOS AIRES (GBA): Esta región abarca Capital Federal, los partidos del Gran Buenos Aires, La Plata y Gran La Plata.
- BUENOS AIRES (BAS): Esta región comprende parte de la provincia de Buenos Aires que no está incluida en GBA.
- COMAHUE (COM): Esta región eléctrica está compuesta por las provincias de La Pampa, Neuquén y Río Negro, exceptuando los departamentos incluidos en PAT.
- PATAGONIA (PAT): está compuesto por la provincia de Chubut, el departamento Deseado del Norte de la provincia de Santa Cruz y los departamentos de Adolfo Alsina y San Antonio de la provincia de Río Negro.

La potencia bruta total instalada al 31 de diciembre del año 2010 en el SADI es de 28144 MW [2].

El parque generador de energía eléctrica, de nuestro país, está compuesto por numerosos equipos asociados a distintos recursos naturales y tecnologías, distribuidos en toda su extensión. Según su ubicación geográfica los equipos de generación pertenecen a una de las regiones del MEM.

La Tabla I expone la potencia instalada en MW, a diciembre del año 2010 clasificada por región y tipo de equipo.

Tabla I. Potencia instalada en las regiones del Mercado Eléctrico Argentino

Región/Tipo	TV	TG	CC	MD	Total TER	NUC	HID	TOTAL	Relación porcentual
CUYO	120	90	374		584		995	1579	6%
COMAHUE		578	741	46	1365		4647	6012	21%
NOA	261	893	828	87	2069		210	2279	8%
CENTRO	200	807	68	28	1103	648	918	2669	9%
LIT	217	82	845	51	1195	0	945	2140	8%
GBA-BAS	3640	887	5140	89	9756	357	0	10113	36%
NEA		26		179	205		2280	2485	9%
PATAG		160	188		348		519	867	3%
TOTAL	4438	3523	8183	480	16625 59,0%	1005 3,6%	10514 37,4%	28144	

Ref.: TV: Turbina de vapor; TG: Turbina de gas; CC: Ciclo combinado; MD: Motores Diesel; TER: Térmicas; UN: Nuclear; HID: Hidráulica.

Para el análisis también se tuvieron en cuenta las incorporaciones de equipos de generación previstas ya sea en ejecución o en estado de licitación, contenida en el informe “Elementos para el diagnóstico y desarrollo de la planificación energética nacional 2008-2025” de Secretaria de Energía [3].

Argentina posee una gran extensión territorial donde las pautas de consumo varían entre las distintas regiones, debido a la desigualdad de la distribución de la población. La región de BAS+GBA concentra más de la mitad de la población total del país, y en esta zona se desarrolla la mayor parte de las actividades económicas, industriales, comerciales. En la Figura 1 se muestra el consumo eléctrico anual del país dividido por región [2].

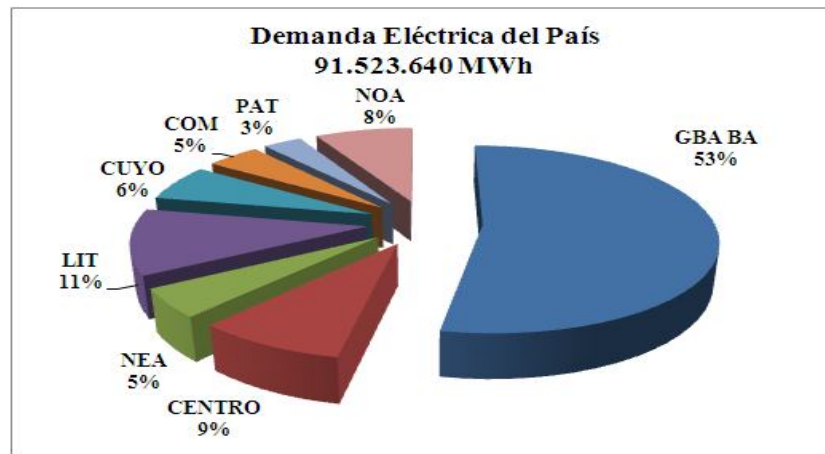


Figura 1. Consumo Eléctrico por Región (2009)

2.1. Sistema eléctrico y de interconexión

El sistema primario de intercambio de energía eléctrica en la República Argentina posee una configuración radial con centro en la región de BAS+GBA. Están bajo construcción o en proyecto las líneas que tienden a solucionar parcialmente la estructura radial del sistema, cerrando el anillo energético para incrementar de este modo la seguridad en el abastecimiento de energía eléctrica de las regiones. Es por ello que también se incluyeron en el análisis las obras previstas en el “Plan Federal de Transporte Eléctrico I 2004- 2010” [4], el cual tiene como objetivo la integración energética de las regiones (Figura 2).

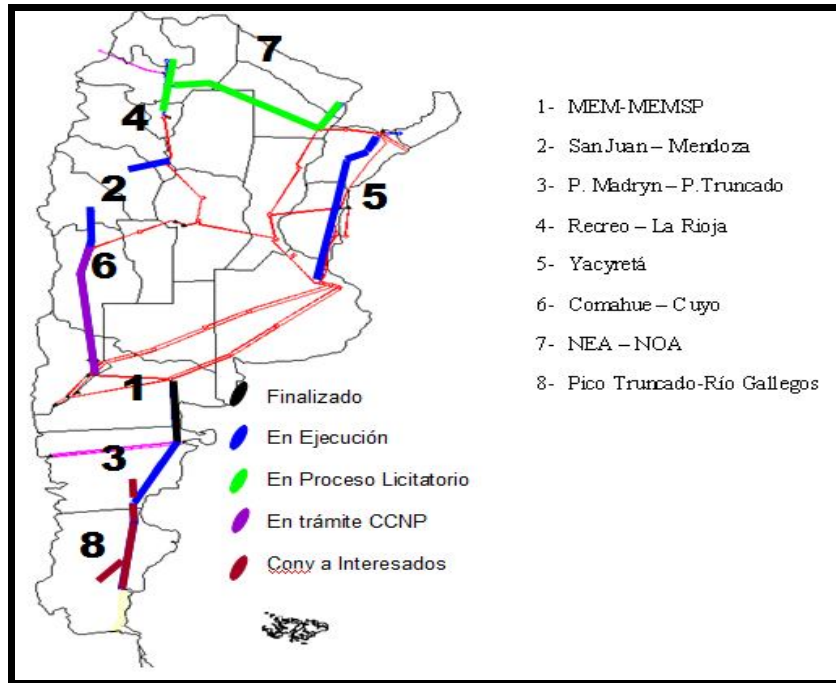


Figura 2. Obras previstas en el Plan Federal de Transporte

Argentina posee uniones eléctricas con sus países limítrofes a fin de poder intercambiar electricidad ya sea importando o exportando la misma. Existen dos líneas de transmisión que vinculan a Argentina con Brasil, originalmente estas fueron diseñadas para exportar energía hacia Brasil; actualmente se utilizan para completar la demanda nacional de las algunas regiones eléctricas. El flujo entre Uruguay y nuestro país se realiza a través de las líneas ubicadas en Salto Grande y Colonia Elia. El intercambio con Paraguay se produce por una línea que vincula al mismo con la provincia de Formosa. En la Figura 3 se presenta la evolución de las importaciones y exportaciones con Brasil, Paraguay y Uruguay, en GWh durante los meses transcurridos del año 2010 [2].

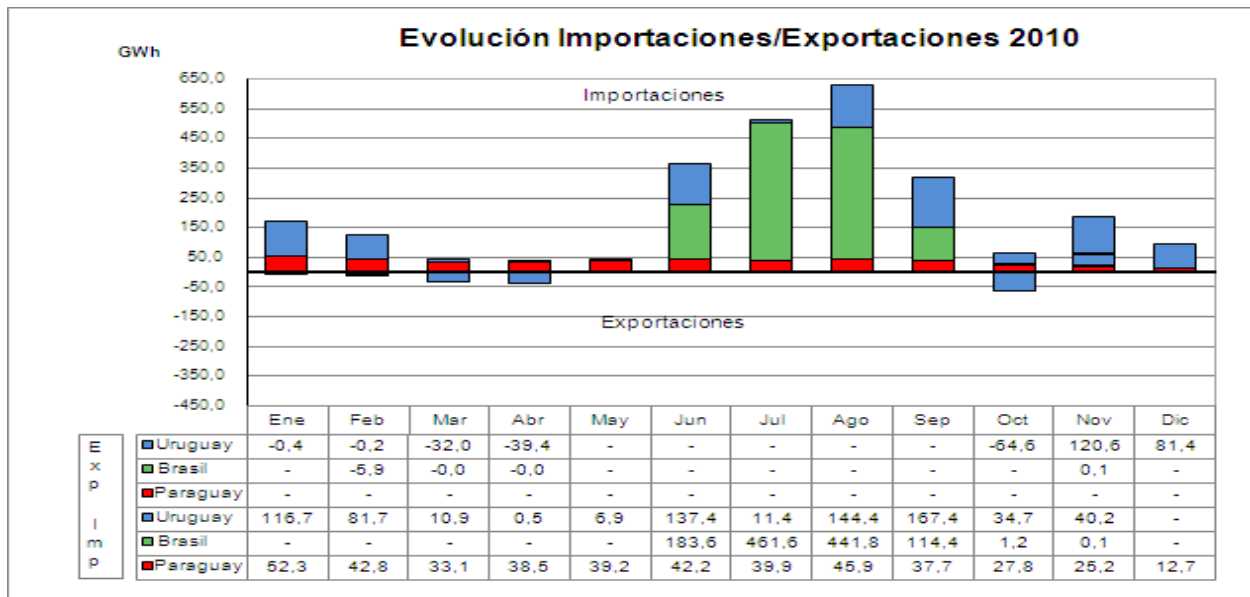


Figura 3. Evolución de las importaciones y exportaciones

2.2. Sistema de gas natural

Durante la última década, los sectores de energía eléctrica y gas natural fueron interrelacionándose a través de la instalación de usinas de generación de energía eléctrica de ciclo combinado, lo cual, junto a una mayor penetración del fluido en la industria (incluido el desarrollo de la actividad petroquímica) y en el transporte, elevó considerablemente la penetración del gas natural en la matriz energética primaria de Argentina.

Es interesante notar que la generación de energía eléctrica nacional es fuertemente dependiente de los combustibles fósiles (Figura 3). El gas natural, gas oil, fuel oil y carbón contabilizan el 60% de la energía que se produce [1]. Siendo el gas natural, el energético primario dominante en el consumo de combustibles fósiles destinados a la electricidad; razón por la cual se incorporó el mercado del gas natural en el análisis.

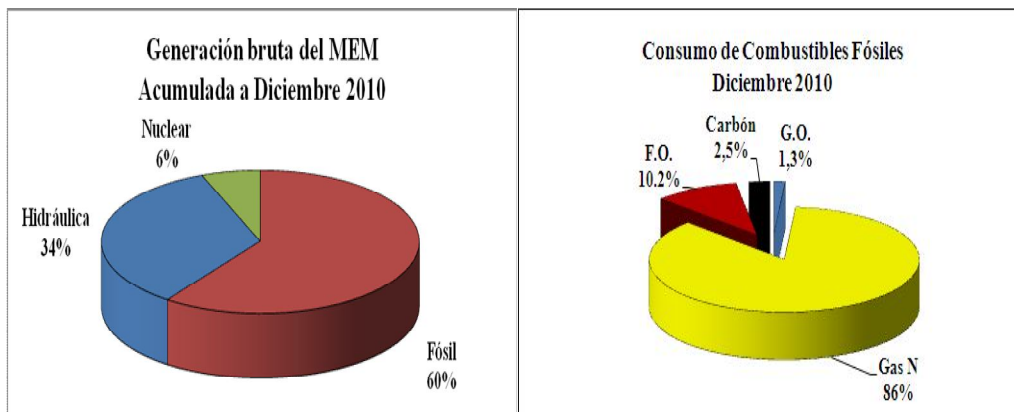


Figura 3. Generación bruta del MEM Acumulada - Consumo de combustibles fósiles

El sistema de transporte de gas natural argentino, al igual que el sistema de transporte eléctrico, posee una configuración radial con centro en BAS+GBA. Está conformado por cinco gasoductos principales: Gasoducto Norte y Gasoducto Centro Oeste, y Gasoducto San Martín, Gasoducto NEUBA I y Gasoducto NEUBA II. En el año 2007, la capacidad total de los gasoductos es de 132 millones de m³/día aproximadamente. Para el análisis se tuvo en cuenta la entrada en operación del Gasoducto del Noreste Argentino (GASNEA) [5] y la futura ampliación de la capacidad de transporte de gas natural nacional. En la Figura 4 se presenta el sistema de transporte de gas natural.

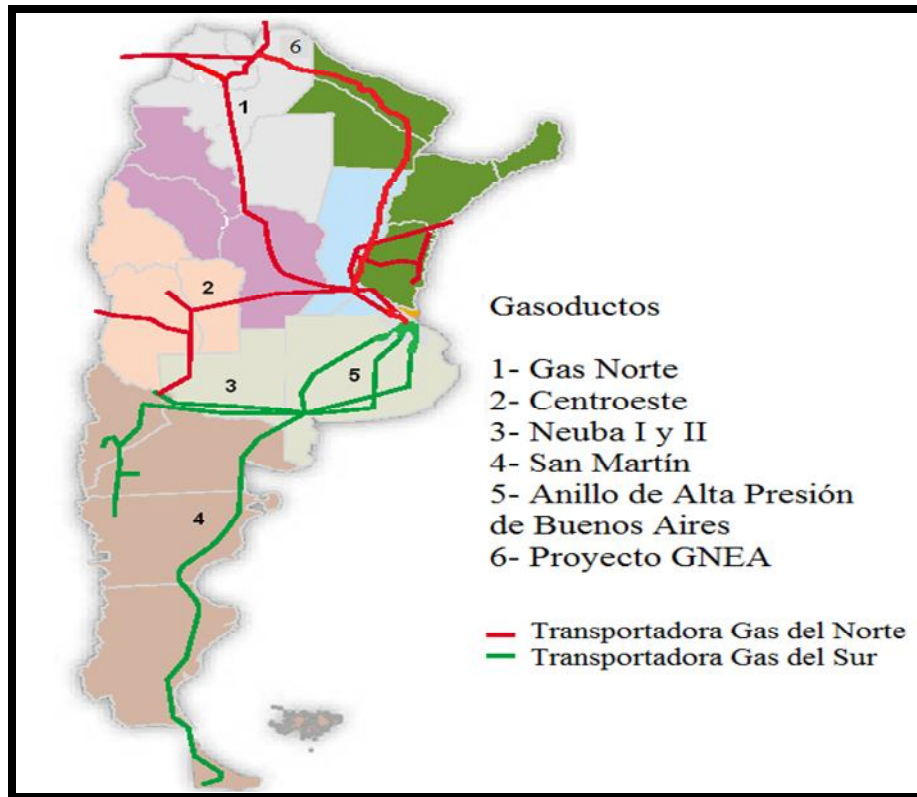


Figura 4. Sistema de transporte de gas natural

Se consideraron las importaciones de gas natural que Argentina realiza para cubrir su demanda proveniente de Bolivia. La limitación del recurso gasífero de origen nacional y boliviano conlleva a contemplar un diagrama de incorporación de plantas de regasificación de gas natural licuado (GNL).

3. LOCALIZACIONES POTENCIALES DE LA CENTRAL NUCLEAR

CNEA realizó estudios preliminares de macro localización de futuras centrales nucleares y se determinaron como sitios adecuados a Bahía Blanca [6] y Lima en la región BAS+GBA y Cabra Corral en la región NOA. En la Figura 5 se presentan las localizaciones potenciales de la central nuclear.

Algunos de los principales factores a tener en cuenta en la elección de las zonas potenciales para el emplazamiento de una central nuclear fueron el agua de refrigeración, cercanía a las líneas de alta tensión y accesibilidad en infraestructura.

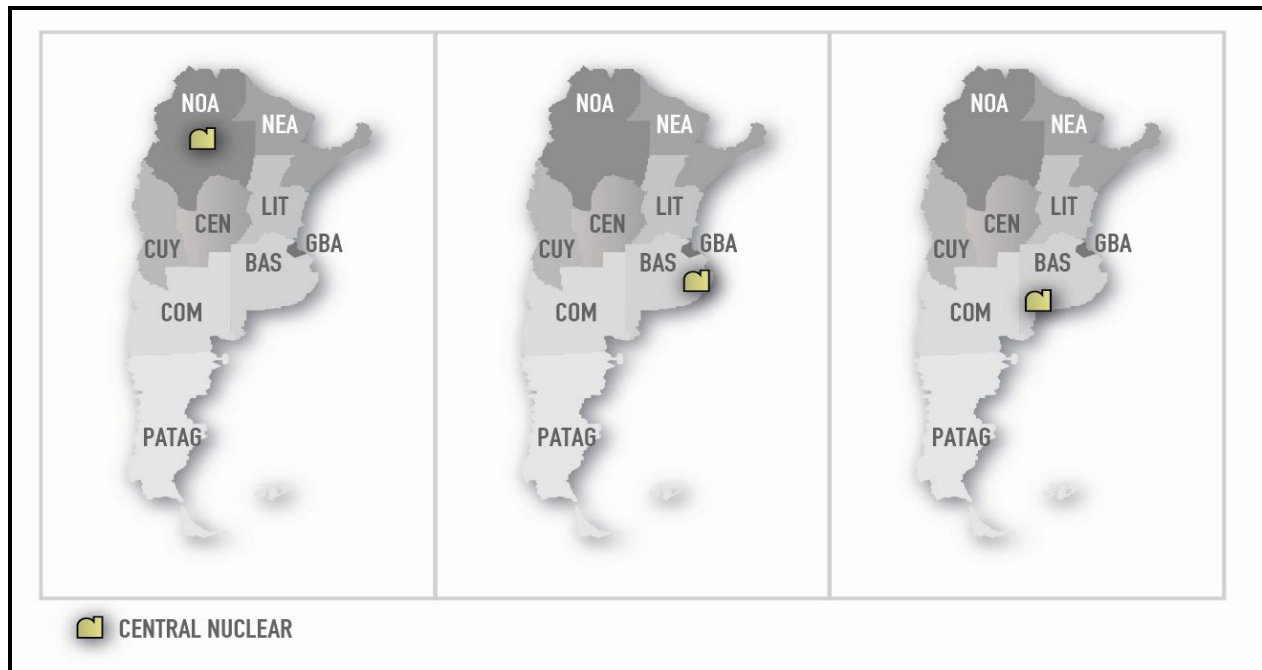


Figura 5. Localizaciones potenciales de la central nuclear

4. MESSAGE

Entre los objetivos del modelo MESSAGE [7] se encuentra minimizar el costo total del sistema, empleando por defecto el criterio de optimización, y modelar toda la cadena de sistemas de energía desde los recursos hasta los usos finales. Si bien el modelo permite representar la totalidad de la matriz energética, en el trabajo se representaron exclusivamente el sistema eléctrico y de gas natural de la República Argentina

Se utilizó la herramienta “multi-región” del modelo MESSAGE, en la cual se modelan sistemas de energía de dos o más regiones, y se define un área principal (“MAIN región”) para optimizar simultáneamente estas regiones, como una sola región. El modelo considera la región principal como un caso de estudio y cada una de las regiones como casos de estudio independientes. Al correr el modelo, se puede optimizar cada región en forma independiente o todas las regiones como una sola región.

Para poder utilizar esta herramienta se necesitan cumplir las siguientes condiciones: igual horizonte de planeamiento, igual región de carga e igual tasa de descuento, en todas las regiones.

En este estudio se consideró a la “MAIN región” como el sistema de transporte eléctrico y de gas, antes mencionados. Asimismo en cada región se modeló su respectivo sistema energético. En la Figura 6 se muestran, en forma esquemática, tres regiones vinculadas a través de una “MAIN región”.

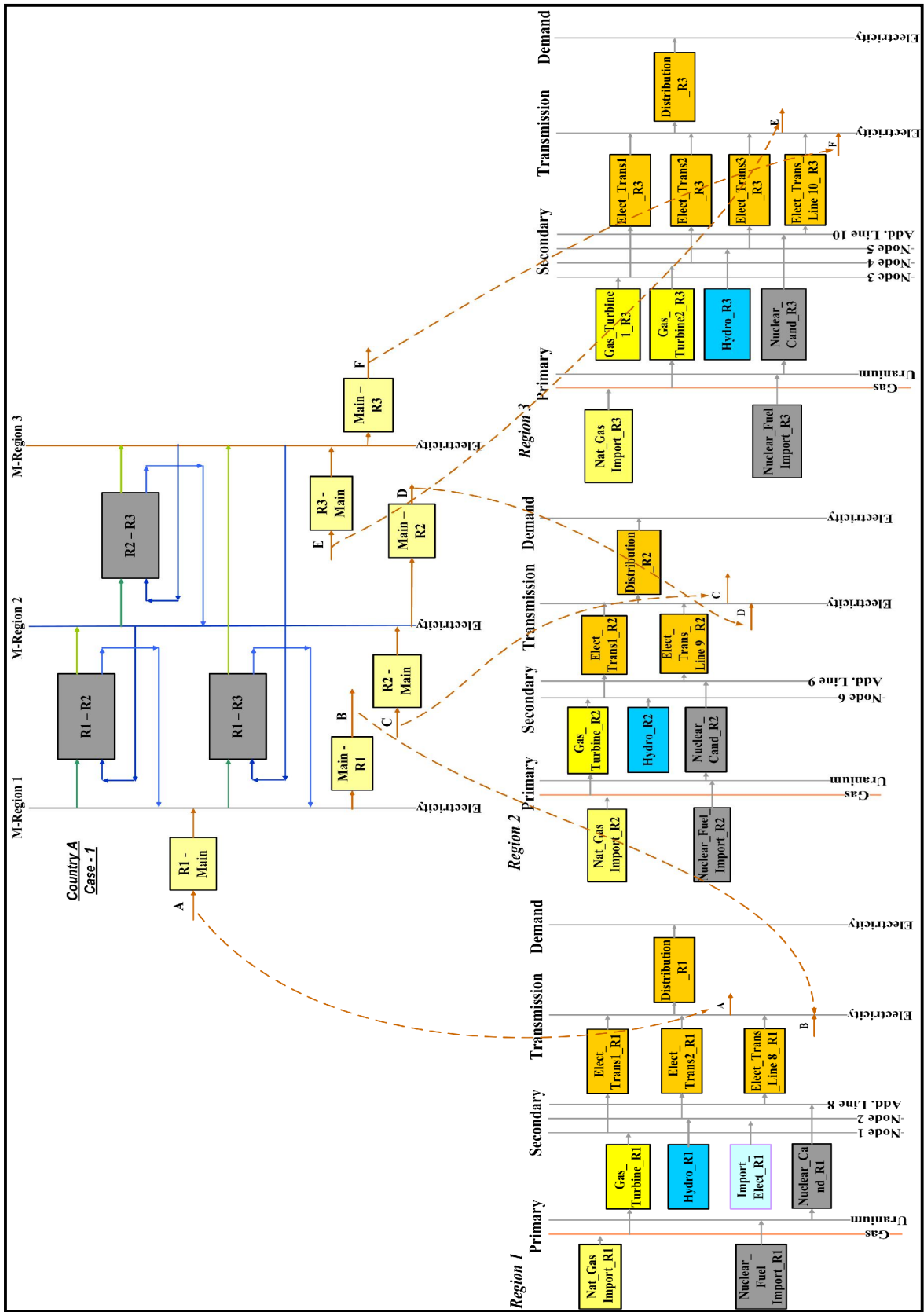


Figura 6. Detalle esquemático de las vinculaciones entre las regiones y el MAIN

Se modeló el período 2007-2025, adoptando como año base de cálculo para el modelo el 2007. Se consideró este año por contar con gran cantidad de información estadística energética. Se tuvieron en cuenta la potencia instalada al 2007 y los proyectos de generación eléctricos candidatos hasta el año 2025 fijados por Secretaría de Energía [3].

Se asumieron los siguientes supuestos:

- se adoptó una tasa de descuento del 10% (valor estándar aceptado para este tipo de actividad en Argentina),
- las demandas de electricidad de las regiones se fijaron a partir de los datos de Secretaría de Energía de la Nación, obtenidos con el modelo MAED,
- las demandas del componente gas asumidas se fijaron a partir de los datos obtenidos de ENARGAS,
- las localizaciones potenciales de la central nuclear,
- el recurso carbón no presenta limitaciones de consumo durante el período simulado,
- el recurso nuclear no presenta limitaciones de consumo durante el período simulado,
- los recursos gas oil y fuel oil no presentan limitaciones de consumo,
- el recurso gas natural se limitó a las reservas comprobadas y probables,
- los gasoductos se limitaron según sus capacidades nominales y las pérdidas asociadas
- todas las líneas de transporte de 500 kV se restringieron por sus capacidades y pérdidas respectivas.

Se plantearon cuatro escenarios en los cuales se incluyeron todos los supuestos y condiciones descriptos anteriormente. A su vez, se tuvo en cuenta la Ley N° 26.190, en la cual se establece como objetivo a lograr, una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el 8% del consumo de energía eléctrica nacional, en el plazo de 10 años a partir del 6 de diciembre del 2006.

Las variables analizadas fueron las ampliaciones de las LAT (líneas de transporte de alta tensión), un aumento en los recursos de gas natural, ya sea por descubrimiento de nuevos yacimientos o la modificación del contrato acordado con Bolivia, aumentando el volumen de importación, y un aumento del 20% en la capacidad de transporte de los gasoductos actuales.

En la Figura 7 se muestra un esquema de los escenarios planteados con sus respectivas consideraciones.

A su vez, se modelaron por separado las localizaciones potenciales de la central nuclear.

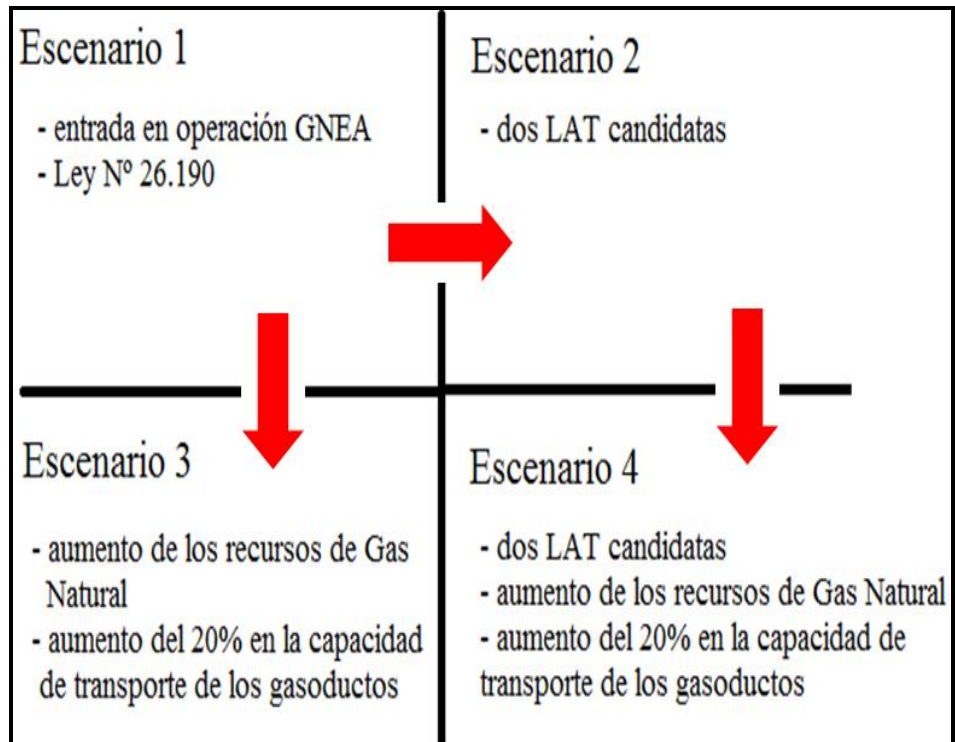


Figura 7. Escenarios planteados

5. CONCLUSIONES

Se realizaron las modelaciones con MESSAGE y luego se analizaron los resultados obtenidos, concluyendo lo siguiente:

Se identificaron regiones, como BAS+GBA, LIT, CEN y CUY, con una marcada deficiencia en materia de generación de energía eléctrica en relación al resto del país.

La región CEN no se autoabastece en ningún momento del período de estudio en todos los escenarios, siendo una región deficiente en materia de generación energética.

La región CUY está en la misma situación que la región CEN, con el agravante que posee solo una línea de alta tensión que la vincula con el SADI, cuya capacidad se encuentra restringida por cuestiones operativas. A partir del año 2013 la instalación de los proyectos de las líneas de alta tensión, contemplados en el Plan Federal de Transporte, mejorarán el abastecimiento y la seguridad energética de la región.

La región LIT es netamente importadora y se constituye a su vez como un área de paso de la generación de la región NEA que se dirige a GBA-BAS.

Es importante destacar la gran capacidad instalada que posee la región PAT. Sin embargo se encuentra limitada por la capacidad de las líneas de alta tensión, que impide transportar la electricidad generada a otras zonas deficitarias.

Si bien este trabajo permitió evaluar las interconexiones entre las regiones, surge de los resultados obtenidos y del análisis efectuado que Argentina necesita desarrollar urgentemente su infraestructura de transporte de energía eléctrica para satisfacer los requerimientos de consumo creciente en todas las regiones del país.

La instalación de centrales nucleares candidatas planteadas en la región NOA y Gran Buenos Aires fueron convenientes y mostraron que su aporte a la generación es fundamental tanto en los escenarios con carencia de gas como en aquellos en los que hubo un aumento en el suministro de gas natural y en la capacidad de transporte.

A su vez, al modelar las localizaciones de la central nuclear por separado, se determina que por los resultados obtenidos las tres posibilidades son factibles y resultan convenientes para la instalación de la misma.

Con respecto al gas natural, los niveles de producción modelados revelan que la capacidad de oferta de origen nacional está condicionada en su extracción. A su vez, se observa que con un incremento de éste recurso y con un aumento del 20% en su capacidad de transporte, se logra eliminar la saturación de las líneas eléctricas de alta tensión.

Se realizó exitosamente el análisis regional del mercado eléctrico argentino empleando el modelo MESSAGE, como así también se logró evaluar las posibilidades de inserción de nuevas centrales nucleares en diferentes regiones del país.

REFERENCIAS

1. “Página de CAMMESA”, <http://memnet2.cammesa.com/> (2011). Informe Anual de CAMMESA 2008.
2. Boletín Energético CNEA N° 15, 2005. <http://www.cnea.gov.ar/xxi/energe/b15/ind15.asp> - Síntesis del mercado eléctrico mayorista de la República Argentina. Diciembre 2010
3. “Elementos para el Diagnóstico y Desarrollo de la Planificación Energética Nacional 2008-2025” - Abril 2008. Elaborado por el Grupo de Planeamiento Estratégico, Secretaría de Energía.
4. http://www.cfee.gov.ar/plan-federal.php?screen_check=done&Width=1024
5. “Página del Ente Nacional Regulador del Gas ENARGAS”, <http://www.enargas.gov.ar> (2011).
6. Estudio del Emplazamiento de una Central Nuclear en el Subsistema Sur de la Provincia de Buenos Aires. Bahía Blanca. CNEA 1976.
7. “Manual del Usuario Programa MESSAGE”. International Atomic Energy Agency. 2007.