



El desarrollo de la Energía Nuclear en Brasil

La Energía Nuclear en la República Federativa del Brasil

Por *Facundo Deluchi* *

Buenos Aires, Junio de 2008

INTRODUCCIÓN

Dentro de una tendencia creciente desde principios del presente siglo, la opción nuclear se presenta como una alternativa estratégica para satisfacer las necesidades energéticas de las naciones en desarrollo, proceso que se ve estimulado a partir del alza continua del precio de los hidrocarburos.

En adición a lo mencionado, es de apreciar la vinculación que el trabajo dentro del área nuclear posee con la satisfacción de aquellas necesidades ligadas a los objetivos de desarrollo, entre los cuales podemos identificar a las medioambientales, salud, preservación de recursos naturales y apoyo tecnológico para la industria en general; los cuales se suman a la cuestión de provisión energética considerada en este artículo.

Si a lo antedicho le sumamos las ventajas que proporciona el desarrollo de actividades vinculadas con la energía nuclear en áreas estratégicas como la propulsión vehicular y el soporte tecnológico que el trabajo de materiales especiales brinda a sectores tales como el aeroespacial, nanotecnología y de las comunicaciones, podemos concluir en que la necesidad de la investigación y capacitación en las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear es un factor que las naciones en acelerado proceso de desarrollo no deben menospreciar y que, tal como podemos observar en el caso brasilero, están atendiendo especialmente con gran dedicación.

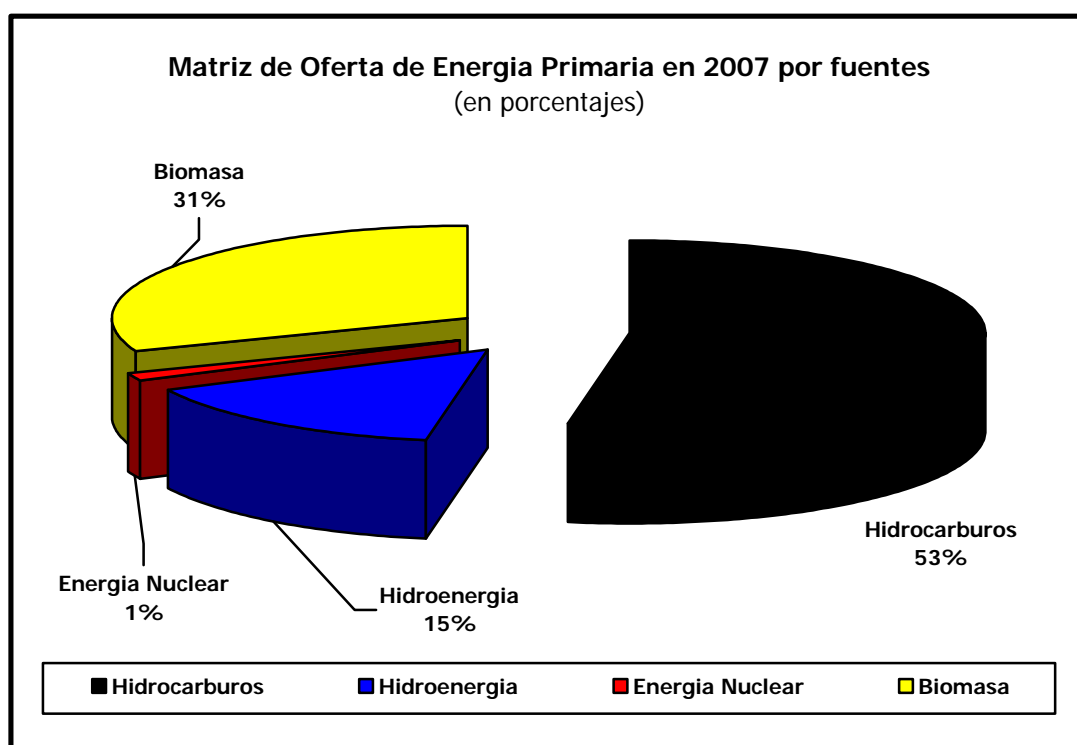
Ahora bien, actividades de este tipo requieren una orientación importante de financiamiento, así como también deben formar parte integradora de procesos de desarrollo de largo plazo. Para ello es necesario el desarrollo de una considerable infraestructura de capacitación, investigación, diseño y desarrollo, todo lo cual redundará en una serie de resultados (tanto directos como indirectos) que llevan a un grado de especialización, formación y desarrollo científico-tecnológico que impacta en todas las áreas mencionadas precedentemente, posibilitando la posesión de herramientas fundamentales para el cumplimiento de objetivos de desarrollo esenciales dentro del conjunto de desafíos que se presentan actualmente.

* El autor desea agradecer a **Ricardo De Dicco** sus valiosos comentarios para la versión original de este artículo, así como también sus aportes técnicos sobre los reactores nucleares de investigación y el procesamiento de datos del balance energético de Brasil.



LA DEPENDENCIA HIDROELÉCTRICA DE BRASIL

La oferta interna de energía primaria de Brasil en 2007 fue de 238,328 millones de toneladas equivalentes de petróleo, registrando un incremento del 5,4% respecto al año anterior, según el Ministerio de Minas e Energía del Brasil. El 37,4% de la matriz por fuentes de energía primaria corresponde al petróleo y subproductos derivados, 9,3% al gas natural, 6% al carbón mineral, 14,9% a la hidroenergía, 1,4% a la energía nuclear, 12% a la leña, 15,7% a los subproductos derivados de la caña y 3,2% a otras formas de energía. En dicha matriz se observa una dependencia hidrocarburífera del 52,7% (petróleo y subproductos derivados, gas natural y carbón mineral), y una importante participación de la biomasa, fuente renovable de energía, del 30,9% (principalmente leña y subproductos de la caña).



Fuente: elaborado por el Departamento de Estadística, Prospectiva y Planificación Energética del CLICeT en base a datos del Ministerio de Minas e Energía del Brasil.

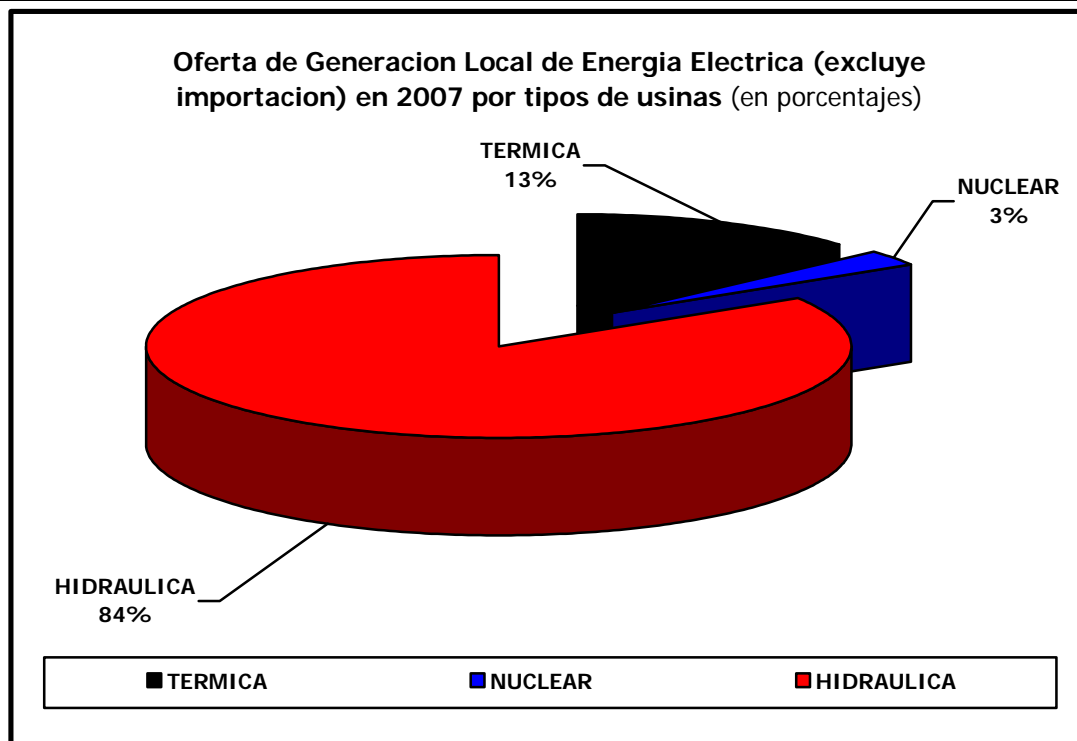
No obstante, cuando se analiza la matriz de suministro eléctrico de 2007, de 484.520 GWh, la cual registró un incremento del 5,2% respecto al año anterior, se observa una altísima dependencia hidroeléctrica: 77,3%, mientras que los hidrocarburos y subproductos derivados participan con el 8,7%, la nucleoelectricidad con el 2,5%, la biomasa con el 3,5%, y el 7,9% restante de la importación. Considerando solamente la generación de energía eléctrica local (es decir, excluyendo el suministro procedente de la importación), se observa una mayor dependencia hidroeléctrica: 84% (véase gráfico de página siguiente).

Oferta de Generación de Energía Eléctrica acumulada en 2007 y variación porcentual respecto a 2006 por equipos de generación (en GWh y porcentajes)

Equipos de Generación		GWh	Partic. %	Variación % 2007/2006
HIDROELECTRICA		374.378	77,3%	7,3%
TERMOELECTRICA	Combustibles líquidos derivados del Petróleo	13.663	2,8%	10,4%
	Gas Natural y derivados	22.446	4,6%	1,0%
	Carbón Mineral	6.454	1,3%	-10,6%
	Biomasa	16.794	3,5%	12,3%
NUCLEOELECTRICA		12.307	2,5%	-10,5%
IMPORTACION		38.480	7,9%	-6,5%
OFERTA TOTAL		484.520	100,0%	5,2%

Nota 1. La oferta de Gas Natural sin derivados fue de 17.608 GWh, un -3,6% inferior al año anterior.

Nota 2. La oferta de Biomasa de 16.794 GWh incluye 559 GWh suministrados por aerogeneradores eólicos.



Fuente: elaborado por el Departamento de Estadística, Prospectiva y Planificación Energética del CLICeT en base a datos del Ministerio de Minas e Energía del Brasil.

Dadas las condiciones de rápido desarrollo que viene experimentando Brasil, el consumo de energía eléctrica se encuentra en franco crecimiento desde hace ya más de una década.

A partir de ello podemos apreciar que la participación nuclear en la generación eléctrica del Brasil ronda aproximadamente un 2,5% del total (o 3% considerando la generación local y excluyendo la importación). Teniendo en cuenta que el promedio mundial es de un 16%, aproximadamente, esta participación se encuentra aún muy por debajo del promedio (incluso de Argentina: 7%), lo que se acentúa al considerar las recomendaciones que aconsejan una diversificación de la matriz que incorpore una participación nuclear próxima al 25% del total. En el presente, la generación hidroeléctrica suministra un 84% del total de generación local (o 77,3% incluyendo la importación), dejando al sistema eléctrico brasileño expuesto a condiciones climáticas e hidrológicas negativas, y que lleva al país a adoptar políticas que tienden a disminuir la dependencia al respecto.



LA COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA NUCLEAR DE BRASIL

La Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) constituye una unión que posee 14 unidades centralizadas con diferentes funciones y objetivos. La misma posee el monopolio de la minería de elementos radioactivos y de la producción y comercio de los materiales nucleares. La CNEN es un órgano autárquico creado en octubre de 1956 y vinculada al Ministerio de Ciencia y Tecnología. Entre sus funciones se encuentran la planificación, orientación, supervisión y fiscalización de las actividades nucleares, así como también posee entre sus áreas de competencia el establecimiento de normas y regulación en radioprotección, licencia. Fiscalización y control de la actividad nuclear en Brasil, según la CNEN.

A continuación se presentan las 14 unidades de la CNEN:

- Unidade Central - Sede, no Rio de Janeiro (RJ).
- Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear - CDTN, em Belo Horizonte (MG)
- Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste - CRCN-CO, em Goiânia (GO)
- Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste - CRCN-NE, em Recife (PE)
- Distrito de Angra dos Reis - DIANG (RJ)
- Distrito de Caetité - DICAÉ (BA)
- Distrito de Fortaleza - DIFOR (CE)
- Distrito de Porto Alegre - DIPOA (RS)
- Distrito de Resende - DIRES (RJ)
- Escritório de Brasília - ESBRA (DF)
- Instituto de Engenharia Nuclear - IEN, no Rio de Janeiro (RJ)
- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, em São Paulo (SP)
- Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD, no Rio de Janeiro (RJ)
- Laboratório de Poços de Caldas - LAPOC (MG)

En las áreas de agricultura, industria y medio ambiente se desarrollan actividades vinculadas a la utilización de fuentes industriales, tecnología de reactores, estudios sobre neutrónica, operación y mantenimiento de reactores, desarrollo de nuevos materiales, tecnología de esterilización y preservación de alimentos, ensayos citogenéticos, investigación de vacunas, ensayos no destructivos, monitoreo de cuencas hidrológicas y efluentes líquidos y gaseosos, entre otros procesos de análisis ambiental.

Entre las actividades de Investigación y Desarrollo se trabaja en el empleo de la tecnología nuclear en las áreas de medicina, destacándose la producción de radioisótopos y radiofármacos en ciclotrones (Río De Janeiro – Ciclotrón de 11 Mev. –y San Pablo– Ciclotrón de 30 Mev., de Uso Múltiple), destacándose los siguientes:

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA CNEN			
Radioisótopos producidos con los reactores de investigación	Tipo de Aplicación	Pacientes tratados por año	Nº de Centros de Medicina Nuclear
(99Mo) (99mTc) por captura Yodo-131 (131I), Samario-153 (153Sm) Iridio-192 (192Ir), Oro-198 (198Au) Azufre- 35 (35S), Fósforo- 32 (32P)	- Diagnóstico por imágenes. Radioinmunoanálisis. - Tratamientos paliativos del dolor en metástasis ósea. Braquiterapia.	2.000.000	300
Fuente: elaborado por el Departamento de Tecnología Nuclear de Argentina del CLICeT en base a datos del Proyecto Regional de Cooperación en Latinoamérica del OIEA.			

Brasil posee actualmente cuatro reactores de investigación, los cuales se detallan a continuación:

REACTORES DE INVESTIGACION OPERATIVOS DE LA CNEN					
Nombre	Ubicación	Potencia (kW)	Tipo	Estado	Fecha de Criticidad
IEA-R1	IPEN	5.000,00	PILETA	Operativo	16/09/1957
IPR-RI	CDTN	100,00	TRIGA MARK I	Operativo	06/11/1960
ARGONAUTA	IEN	0,20	ARGONAUTA	Operativo	20/02/1965
IPEN/MB-01	IPEN	0,10	FACILIDAD CRÍTICA	Operativo	09/11/1988
Nota 1. El IEA-R1 se encuentra operativo desde 1957 en el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Fue diseñado y construido por la empresa Babcock & Wilcox de EE.UU.					
Nota 2. El IPR-RI se encuentra operativo desde 1960 en el Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). Fue diseñado y construido por la empresa Gulf General Atomic de EE.UU.					
Nota 3. El Argonauta se encuentra operativo desde 1965 en el Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) de la CNEN. Fue diseñado y construido por el Argone National Laboratory del United States Department of Energy (EE.UU.).					
Nota 4. El IPEN/MB-01 es el primer reactor nuclear genuinamente brasilero, operativo desde 1988 en el Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Fue diseñado y construido por científicos y técnicos brasileros del IPEN y de la CNEN, con financiamiento de la Marinha do Brasil.					
Fuente: elaborado por el Departamento de Tecnología Nuclear Argentina del CLICeT en base a datos de la OIEA, CNEN, IPEN, CDTN e IEN.					

Es importante señalar que Brasil puso en marcha su primer reactor de investigación de diseño y construcción nacional a fines de 1988, y que Argentina logro desarrollar su primer reactor nuclear a comienzos del año 1958, con tecnología y mano de obra nacional.

EL DESARROLLO NUCLEAR EN BRASIL

El complejo nucleoelectrico Angra

En 1970 el gobierno el gobierno tomó la decisión de buscar inversores para una Central Nuclear inicial. El contrato llave en mano para la construcción de Angra-1 fue obtenido por Westinghouse, iniciándose la construcción en 1971 en un sitio costero entre Río de Janeiro y San Pablo (Angra dos Reis).

En 1975 el gobierno adoptó la política de convertirse en autosuficiente en el desarrollo tecnológico nuclear, razón por la cual firmó un acuerdo con Alemania Occidental para la provisión de 8 reactores nucleares de 1.300 MWe durante los siguientes 15 años. Los dos primeros de ese conjunto se construirían inmediatamente, con equipamiento Siemens-KWU. El resto contaría con un 90% de contenido tecnológico brasileño, a partir de un acuerdo de transferencia de tecnología. Para hacer efectivo este proyecto, se estableció un consorcio de empresas estatales nucleares brasileñas, Nuclebras, junto a diversas compañías subsidiarias enfocadas en aspectos particulares de ingeniería y el ciclo del combustible nuclear.

Sin embargo, los problemas económicos brasileiros causaron que la construcción de los dos primeros reactores se viera interrumpida, reorganizándose el programa en su totalidad hacia finales de los `80s.

No obstante, la primer central nuclear, Angra-1, fue conectada a la red en 1982 y entró en operaciones recién en 1985, con una potencia bruta de 657 MWe.

En 1988 una nueva compañía, Industrias Nucleares Brasileiras SA (INB), una subsidiaria de la CNEN, reemplaza a Nuclebras y a la mayoría de sus subsidiarias, pero con autoridad limitada y restringida relacionada con el ciclo del combustible nuclear.

La responsabilidad de la construcción de la segunda y tercera centrales nucleares, Angra 2 y 3, fue transferida a la empresa Furnas, subsidiaria de Eletrobras. La construcción de Angra-2 se retomó en 1995, con una inversión de 1.300 millones de dólares, provista por la banca alemana, Furnas y Eletrobras.

Luego, en 1997, una nueva compañía, Eletronuclear (Eletrobras Termonuclear SA) se estableció como subsidiaria de Eletrobras y responsable de la construcción y operación de todas las centrales nucleares. Esta empresa combinó el ámbito nuclear de Furnas con la empresa de ingeniería Nuclen. A posteriori Siemens liquidó su 25% de participación accionaria en la misma. Nuclep continúa siendo subsidiaria desde el período de Nuclebras, manejando todo lo relativo a la fabricación de equipamiento pesado, ahora dependiendo de la CNEN, conjuntamente con INB.

Angra-2 se conectó a la red en el año 2000 y comenzó a operar comercialmente en el año 2001, con una potencia bruta de 1.350 MWe.

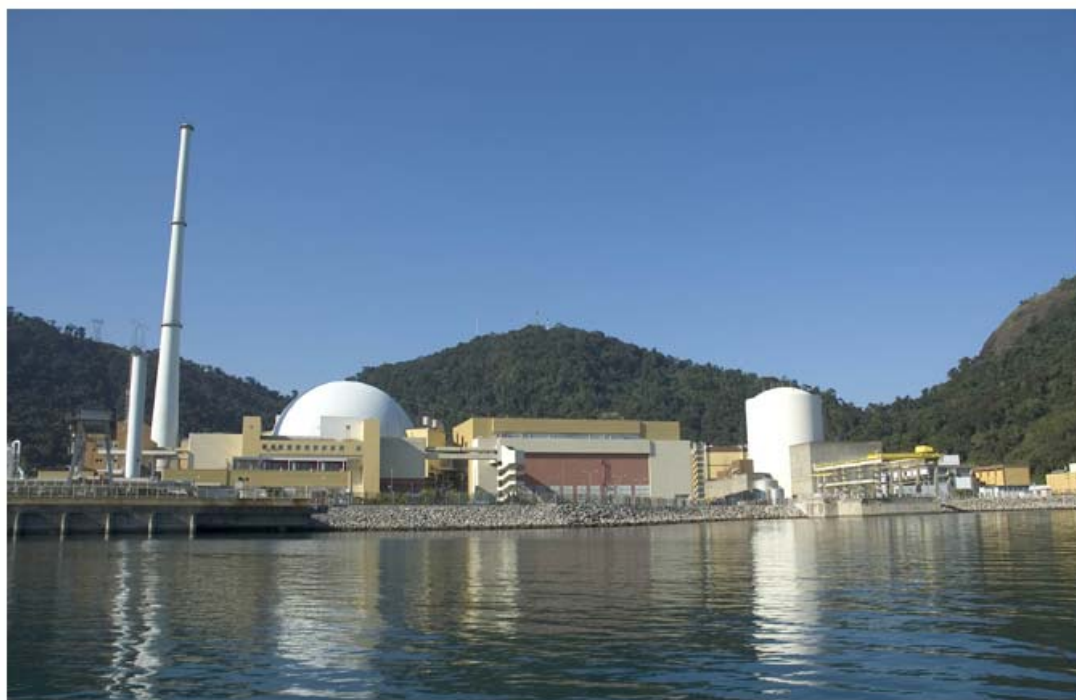


Angra-1 ha sufrido continuos problemas en relación a su sistema de generación de vapor y permaneció apagado durante sus primeros años. Para graficar lo mencionado basta con hacer referencia a su factor de carga durante los primeros 15 años, el cual representó solamente el 25%. Sin embargo, a partir de 1999, su performance ha sido mucho más exitosa. Angra-2, por el contrario, ha presentado un excelente rendimiento. Actualmente, Angra-1 se encuentra operando en un 79,15% de su capacidad, mientras que Angra-2 lo hace a un 99,78% de su capacidad total, según Eletronuclear. Cabe destacar que ambas centrales son propiedad de y se encuentran operadas por Eletronuclear, una empresa subsidiaria de la estatal Eletrobras (70% propiedad del Ministerio de Minas e Energía).

Ambas unidades se encuentran emplazadas en Río de Janeiro, en Angra Dos Reis. A continuación se exponen las características principales de las dos centrales nucleares de potencia que actualmente se encuentran en operación en Brasil, que en conjunto alcanzan una potencia neta instalada de casi 1.800 MWe:

CENTRALES NUCLEARES DE POTENCIA EN BRASIL

Centrales Nucleares de Potencia en Brasil				Capacidad (MWe)		Fecha de Operación Comercial
Nombre	Tipo	Estado	Ubicación	Potencia Neta	Potencia Bruta	
ANGRA-1	PWR	Operativo	Río de Janeiro	520	657	01/01/1985
ANGRA-2	PWR	Operativo	Río de Janeiro	1.275	1.350	01/02/2001



Fuente: elaborado por el Departamento de Tecnología Nuclear de Argentina del CLICeT en base a datos de Eletronuclear. Foto: Eletronuclear.

Según Eletronuclear, considerando el consumo medio del Estado de Río de Janeiro, de 2.000 KWh/hab/año, Angra-1 atendía en 2006 las necesidades energéticas de 1,7 millones de habitantes (11% del consumo de energía eléctrica del Estado de Río de Janeiro en esa fecha). Para el segundo semestre de 2008, según Eletronuclear, se encuentra programada la sustitución de dos generadores de vapor (actualmente en proceso de fabricación). Angra-2 representa el 27% del consumo de energía eléctrica del Estado de Río de Janeiro, pero por su alta potencia instalada, y a fin de fortalecer el sistema de interconexión de Brasil, abastece a dos estados: Río de Janeiro y Espírito Santo.

Además de las dos Plantas en operación, Brasil posee una tercera en construcción, Angra-3. Los planes originales en torno a la misma preveían su puesta en operación para fines de los '80, pero cambios en la planificación política y en el financiamiento con la empresa Framatome[†] hace que aún no se posean datos ciertos acerca de la finalización de la misma.

La unidad de 1.224 MWe de potencia Angra-3 formaba parte del mismo contrato que Angra-2, y fue diseñada como una versión gemela de ésta. Si bien el 70% del su equipamiento se encuentra en el sitio, la construcción aún no se ha iniciado. Eletrobras se encuentra en búsqueda de inversores privados para alcanzar los 1.800 millones de dólares necesarios para su terminación.

En noviembre de 2006 el gobierno anunció sus planes para completar Angra-3 y construir 4 unidades adicionales de 1.000 MWe, a partir del año 2015. La construcción de Angra-3 fue confirmada por el Consejo Nacional de Políticas Energéticas creado en Brasil, y ratificada por el presidente en junio de 2007.

Ciclo del Combustible Nuclear

Como resultado de las activas exploraciones de los '70 y '80, Brasil posee recursos conocidos del orden de las 143.000 tn. de uranio (Recursos asegurados más estimados adicionales, dentro de la categoría 1, inferior a 80 dólares por Kg. 4% del total mundial). Los 3 depósitos principales de este mineral son Poço de Caldas (mina cerrada en 1997), Lagoa Real(en operación) e Itataia (sin explotar, presenta como co producto fosfato).

La explotación del uranio se lleva cabo desde el año 1982, pero la única mina en operación es Lagoa Real, perteneciente a INB, con una capacidad de 340 tn/año. Todo el uranio extraído es de uso doméstico, luego de su conversión y enriquecimiento que se realiza en el exterior.

A inicios de los '80 la marina brasilera comenzó un programa de propulsión nuclear e inició el desarrollo de centrífugas para enriquecimiento. Una planta de

[†] Framatome surgió como una alianza entre empresas mayoritariamente francesas y americanas con el fin de comercializar y brindar soporte postventa de los equipos Westinghouse en Europa, particularmente en Bélgica, donde se instaló el primer reactor. Siemens y Areva actualmente comparten el paquete accionario de la subsidiaria que construye el European Pressurized Reactor (EPR, con 34% y 66% respectivamente).

demostraciones fue construida en Ipero, y luego una planta industrial en Resende, destinada a satisfacer la demanda de los Reactores de Angra. La primera cascada se encuentra en operaciones, mientras que la segunda se espera que comience a operar en el transcurso de los años 2007-2008. La 1ª etapa, que alcanza 4 módulos que totalizan una producción de 115.000 SWU por año, con un costo de 170 millones de dólares, se inauguró oficialmente en el año 2006 por INB. Cada módulo consiste en cuatro o cinco cascadas de 5000/6000 SWU por año. La planta completa se espera que produzca el 60% de los combustibles que utilizan Angra 1 y 2.

La segunda etapa elevará la capacidad de producción hasta los 200.000 SWU/año. Las centrífugas han sido desarrolladas domésticamente y poseen una tecnología similar a la de Urenco.

La planta de fabricación de combustibles de INB diseñada por Siemens también se encuentra en Resende, con una capacidad de producción de 160 tn, por año de pastillas y 280 tn anuales de ensamble de combustible.

Gestión de Residuos Radiactivos

La CNEN es la responsable de la gestión y disposición de los residuos radioactivos. La legislación del 2001 norma sobre la selección, construcción y operación del sitio de reposición. Actualmente el combustible se almacena en Angra.

Regulación y Seguridad

La principal norma es la política nacional sobre energía nuclear de 1962. La CNEN fue creada en 1974 y enmiendas a la legislación se realizaron en los años 1989 y 1999.

El órgano regulador de Brasil es el Directorio de Protección y Seguridad Radiológica del CNEN (DRS). Es responsable del licenciamiento y supervisión de todas las instalaciones nucleares. El Instituto brasileño del Medio ambiente también se encuentra involucrado en el proceso de licenciamiento de instalaciones.

En sus comienzos la CNEN reportaba a la Secretaría Presidencial para asuntos estratégicos, actualmente se encuentra dentro de la esfera del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

La Coordinación del Programa Nuclear y Comisión de Protección tiene representantes de todas las organizaciones involucradas en cuestiones relacionadas con el ámbito nuclear.

No proliferación

En cuanto al Régimen Internacional de No Proliferación podemos destacar que desde 1998 Brasil es parte del Tratado de No Proliferación nuclear en carácter de Estado no poseedor de armas nucleares. Desde 1968 forma parte del Tratado de Tlatelolco. Desde 1994 se ha establecido la Agencia Brasileño- Argentina de Contabilidad y



Control de Materiales Nucleares (ABACC), la cual fue establecida entre ambos países, bajo las salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En 1996 Brasil ingresa al grupo de proveedores nucleares (Nuclear Suppliers Group, NSG). Aún no ha ratificado el Protocolo Adicional de Salvaguardias del OIEA.



CONCLUSIONES

A partir de lo expresado podemos arribar a la conclusión de que existen importantes desarrollos en relación a las aplicaciones de la Energía Nuclear y su vinculación con los objetivos de desarrollo. Cuestiones claves que deben ser consideradas en cualquier planificación política tales como la energética, industrial, salud o las política científica y tecnológicas en general se encuentran inherentemente asociadas a la Energía Nuclear, y algunos países latinoamericanos, tal como es el caso específico de Brasil, han tomado nota de ellos y se encuentran abocados al desarrollo de un plan nuclear con objetivos a largo plazo.

Estos importantes desarrollos y el impacto que producen en diversas esferas poseen un potencial adicional si se piensan en clave regional, en base a la cooperación y el desarrollo conjunto entre los países sudamericanos, atendiendo a las necesidades regionales y alcanzando una sinergia competitiva a partir del conocimiento y experiencias alcanzadas a partir de un desarrollo de más de medio siglo de historia.

Si bien la sensibilidad estratégica que revisten estas cuestiones hacen que no sean políticas factibles de ser implementadas en el corto tiempo, decisiones presidenciales tales como las adoptadas por los presidentes Luiz Inácio Lula da Silva y Cristina Fernández de Kirchner en febrero de 2008 y que abren las expectativas para el nacimiento de un potencial nuevo polo internacional de desarrollo científico y tecnológico, con centro en América Latina e impulsado por Brasil y Argentina, junto al resto de los países de la región.

En base los objetivos que se plantean los estadistas es que pueden realizarse los balances de su gestión, si bien podemos compartir que el objetivo planteado es lejano y tal vez utópico, no podemos caer en la irresponsabilidad de evitar pensar en ello y no desarrollar políticas que consideren estos cruciales aspectos de integración como las garantías futuras de la soberanía política de los países de la periferia o en vías de desarrollo.

Facundo Deluchi. Buenos Aires, 15 de Junio de 2008.



FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

La información presentada en el presente artículo ha sido recolectada de los servicios de información y organismos públicos e internacionales que se listan a continuación:

Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN)

<http://www.aben.com.br>

Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN)

<http://www.cnen.gov.br>

Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA)

<http://www.cena.usp.br>

Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

<http://www.cnen.gov.br>

Instituto de Engenharia Nuclear (IEN)

<http://www.ien.gov.br>

Instituto de Pesquisas Energeticas e Nucleares (IPEN)

<http://www.ipen.br>

Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD)

<http://www.ird.gov.br>

Industrias Nucleares Brasileiras (INB)

<http://www.inb.gov.br>

Ministerio de Minas e Energia de Brasil

<http://www.mme.gov.br>

Nuclebras Equipamentos Pesados S.A. (NUCLEP)

<http://www.nuclep.gov.br>

Eletrobras Termonuclear S.A. (Eletronuclear)

<http://www.eletronuclear.gov.br>

Administración de Información Energética del Departamento de Energía de los Estados Unidos de América (EIA-DOE)

<http://www.eia.doe.gov>

Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)

<http://www.iaea.org>

World Nuclear Association (WNA)

<http://www.world-nuclear.org>



NOTAS SOBRE EL AUTOR

Facundo Deluchi

- Lic. en Relaciones Internacionales de la Universidad del Salvador (USAL).
- Cursando el Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ).
- Cursando la Diplomatura Superior en Gestión y Control de Políticas Públicas de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO, sede Argentina).
- Becario de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).
- Analista Internacional en Tecnología Nuclear para Usos Pacíficos del Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas (CLICeT).
- Integrante del equipo de investigación del Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo del Instituto de Investigación en Ciencias Sociales (IDICSO) de la USAL.
- Co-autor de *“La Cuestión Energética en la Argentina”* (FCE-UBA y ACARA, Buenos Aires, 2006).



Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas

<http://www.cienciayenergia.com>

Buenos Aires, República Argentina

Ciencia y Energía es la Publicación Oficial del CLICeT



Staff del CLICeT

Dirección Editorial

Federico Bernal y Ricardo De Dicco
editorial@cienciayenergia.com

Dirección de Investigación Científico-Técnica

Ricardo De Dicco y José Francisco Freda
investigacion@cienciayenergia.com

Dirección Comercial y Prensa

Juan Manuel García
comercialyprensa@cienciayenergia.com

Dirección de Arte y Diseño Gráfico

Gabriel De Dicco
webmaster@cienciayenergia.com



Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas

<http://www.cienciayenergia.com>


Buenos Aires, República Argentina

Ciencia y Energía es la Publicación Oficial del CLICeT



Coordinadores de los Departamentos de la Dirección de Investigación Científico-Técnica

- ***Latinoamérica e Integración Regional***
Gustavo Lahoud y Federico Bernal
- ***Defensa Nacional, Seguridad Hemisférica y Recursos Naturales***
Gustavo Lahoud
- ***Industria, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo***
Federico Bernal y Ricardo De Dicco
- ***Agro, Soberanía Alimentaria y Cuestión Nacional***
Federico Bernal y José Francisco Freda
- ***Estadística, Prospectiva y Planificación Energética***
Ricardo De Dicco, José Francisco Freda y Alfredo Fernández Franzini
- ***Energía en Argentina***
Federico Bernal y José Francisco Freda
- ***Energía en el Mundo***
Gustavo Lahoud y Facundo Deluchi
- ***Energías Alternativas***
Juan Manuel García y Ricardo De Dicco
- ***Combustibles Renovables***
Juan Manuel García y Federico Bernal
- ***Tecnología Nuclear Argentina***
Ricardo De Dicco y Facundo Deluchi
- ***Tecnología Aeroespacial Argentina***
Ricardo De Dicco y Facundo Deluchi

	Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas	
http://www.cienciayenergia.com	Buenos Aires, República Argentina	
Ciencia y Energía es la Publicación Oficial del CLICeT		