

# La energía nuclear: futuro y tendencias

Por *Eduardo Barreiro*

En el mundo existen 37 plantas nucleares en montaje y China ha anunciado recientemente que construirá cuarenta plantas hasta 2020. El problema no es el agotamiento de las reservas energéticas sino la necesidad de reducir lo antes posible las emisiones contaminantes. Las tendencias en materia energética, el desarrollo de la fusión nuclear y el futuro nuclear en la Argentina son los temas clave de este artículo.

La energía nuclear no emite dióxido de carbono ni contaminantes a la atmósfera. El dióxido de carbono de emisiones equivalentes para el ciclo entero de generación nuclear, desde el uranio a la energía, pasando por la construcción de los reactores, está en el rango de 10 a 30gr de CO<sub>2</sub> por Kwh (2 a 6gr de carbono) –el mismo que el viento y la energía solar–, dos órdenes de magnitud debajo de los combustibles fósiles (450gr de CO<sub>2</sub> para gas natural [en CC 360gr, *N. del A.*], 900gr para carbón). La energía nuclear es un instrumento importante de reducciones potenciales en la emisión de gases de efecto invernadero. Las tendencias en materia energética apuntan a:

- La energía nuclear y los proyectos hidroeléctricos grandes para generar electricidad de base hoy son los medios más eficaces para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Los recursos renovables pueden ser la base de la generación distribuida local. Comenzarán las conexiones importantes a la red. La matriz energética mundial verá la penetración de éstos en las próximas décadas.
- La introducción y el uso de energías renovables debe ser acelerada por medio de más investigación y desarrollo soportados por privados y gobiernos.
- La fusión nuclear brindará 106 veces la energía de cualquier combustión química.

Se necesitan cientos de millones de grados para que la reacción sea autosostenible. El plasma en reacción es confinado magnéticamente en un esquema toroidal.

## Fisión nuclear

La producción de energía por fisión produce una serie de elementos radiactivos, que son el 1% en peso del combustible agotado, de vida prolongada: cerca de cien mil años para degradarse a la radiactividad natural.

Estos son plutonio, neptunio, americio, curio (transuránidos), tecnecio, yodo, cesio y otros.

Al eliminar los transuránidos, la vida radiactiva se reduce a pocos cientos de años. Esa es la idea básica de la transmutación: tecnología en desarrollo. El cobalto, el talio, el tecnecio y otros usados en medicina son ejemplos de transmu-

Datos de reactores nucleares en el mundo (febrero de 2004)	
Países con reactores nucleares	32
Número en operación	439
En construcción	31
Representan	16% de la generación de energía eléctrica del mundo
Generación 2003	2574Twhr
Potencia instalada	362GW
Factor de servicio 2002	83,70%
En construcción o planeados	
India	9
China	9 (40)
Japón	6
Finlandia	1

Figura 1. Energía nuclear 2004

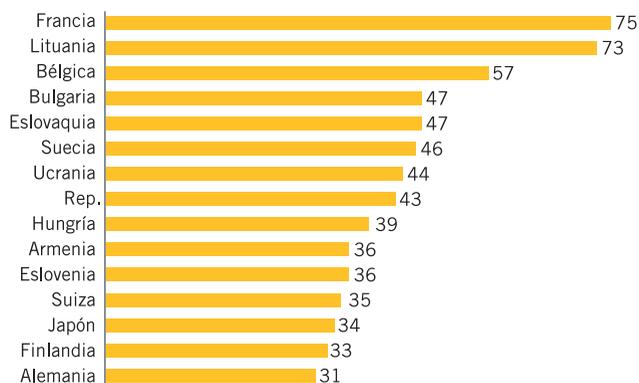


Figura 2. Participación en la generación de energía eléctrica en los primeros quince países en porcentajes.

tación aplicada.

Aunque en el planeta ya hay más de cuatrocientas plantas que operan sobre la base de la "fisión" nuclear y otras 37 iniciativas están en pleno montaje, el tema de la "fusión" es distinto, se produce a temperaturas tan elevadas como la del Sol y sólo es posible llegar a ellas en la Tierra si se trabaja con un estado de materia denominado plasma. La producción de energía de fusión no da productos radiactivos. El deuterio y el tritio son muy abundantes.

El trabajo ha sido tan complejo que las apuestas sólo apuntan a un gran proyecto multinacional en que participan la Unión Europea, Rusia, Japón y los Estados Unidos. Ya se construye un reactor piloto en el Instituto Max Plank, Alemania, para estudiar cómo producir la fusión nuclear.

Se esperan resultados para, al menos, diez años y otros veinte o treinta para ver aplicaciones concretas. Se piensa que el primer proyecto generará 3000MWhr, que es el 20% del consumo de la Argentina.

## El gran salto de Francia a la fusión nuclear

Luego de meses de litigio internacional, Francia logró que la Comunidad Europea y otros países le dieran el visto bueno para construir un reactor experimental de fusión nuclear que permitirá, según los pronósticos, convertirse en una fuente de energía inagotable.

Luego de pugnar con Japón, la localidad de Cadarache será la sede para un reactor internacional experimental termonuclear o ITER, según la sigla en inglés.

Así, el experimento, valorado en diez millones de euros, intentará imitar la energía que produce el Sol, pero usando el agua de mar como combustible. Una fusión nuclear implica un proceso donde dos núcleos atómicos se unen para formar uno de mayor masa que cada uno individualmente, pero menor que la suma de los dos. Esa diferencia de masa se libera como energía térmica aprovechable.

La tendencia en el mediano plazo es la de incrementar el consumo de gas natural e ir a fuentes de energía no contaminantes. Ese es el desafío hasta el año 2030.

A partir de entonces, aparecerá una nueva energía, hoy en desarrollo, la fusión nuclear.

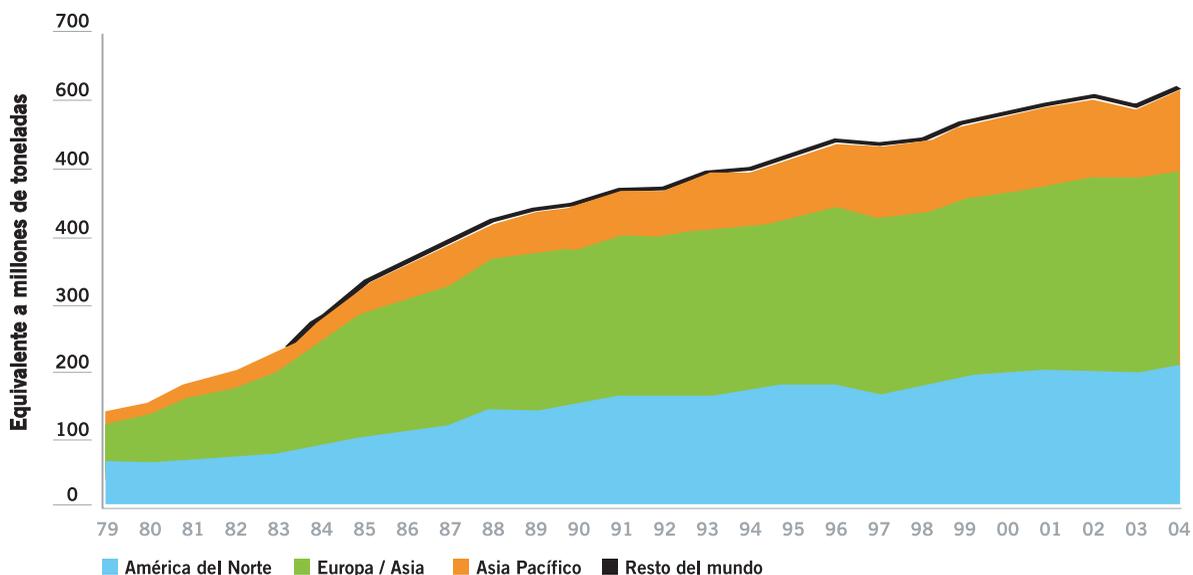


Figura 3. Uso de la energía nuclear en el mundo

Pero el puente de oro entre hoy y el uso de la fusión nuclear es el gas natural, porque se trata del combustible menos contaminante de todos. Así ocurre al nivel de contaminantes localizados (óxidos de azufre y nitrógeno, monóxido de carbono) y globales (dióxido de carbono). Recordemos que una fracción importante del proceso de combustión del metano produce agua. Por eso, el gas es el puente de oro hacia el futuro energético. Y la fisión nuclear es clave, porque si bien este tipo de energía produce radioactivos, se los puede controlar, almacenar y tratar; en cambio, los de la combustión se vuelcan a la atmósfera y no se controlan.

### Situación en la Argentina: “Hay que terminar Atucha II”

En el país se desarrolla tecnología de producción basada en uranio natural. También hay desarrollo de

uranio enriquecido pero no plantas instaladas. De las plantas que poseemos, la que se encuentra en construcción es Atucha II. Esta obra, que demanda una inversión de 450 millones de dólares y tiene un grado de avance del 85%, debería concluirse en tres años aproximadamente. Es una obra muy importante, ya que aportaría 740MW y, de esta forma, no comprometeríamos reservas de gas ni de petróleo.

En este sentido, el gobierno acaba de dictar el decreto 981/2005, que acelera la terminación de Atucha II, sumando a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) en este proyecto.

Sobre la generación eléctrica, la energía nuclear tiene una participación del 8,5%; en tanto, sobre la matriz energética primaria, del 4%. La puesta en marcha de Atucha II llevaría el primer porcentaje a un 12% y el segundo a un 7%, aproximadamente.

Otra de las alternativas posibles para terminar las obras sería armar un equipo de trabajo con CONEA e

	Reactores de exp.	Reactores de potencia	Reactores exportados
1958	RA1 (Constituyentes)		
1960	RA0 (Córdoba)		
1966	RA2 (Constituyentes)		
1967	RA3 (Ezeiza)		
1968			
1970	RA4 (Rosario)		
1974		Entrada en servicio Atucha I	
1978			RPO (Perú)
1981	RA6 (Bariloche)	Firma contrato Atucha II	
1982			
1984			
1988			
1992		Entrada en servicio Embalse	RP10 (Perú)
1997			NUR (Argelia)
2000			MTR (Egipto) (Australia)

Figura 4. Evolución de reactores nucleares en la Argentina

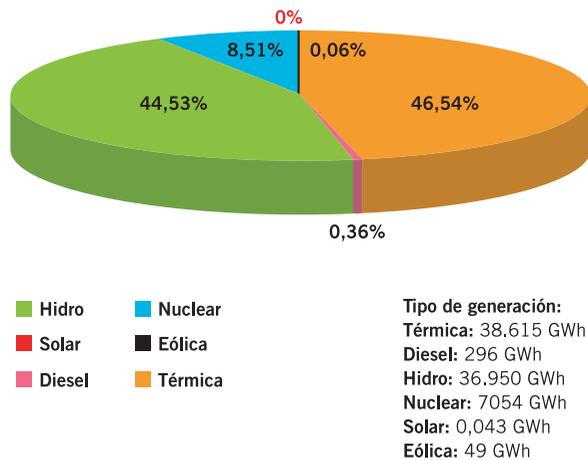


Figura 5. Porcentaje de energía eléctrica generada en el país por tipo de generación

Las centrales nucleares **no producen** gases tales como  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono),  $\text{SO}_2$  (dióxido de azufre) y  $\text{N}_x\text{O}_y$  (óxidos nitrosos) principales responsables de la lluvia ácida y efecto invernadero. **Y EFECTO INVERNADERO.**

La **generación térmica convencional**, si no hubiera operado la CNE, habría liberado a la atmósfera:

Gases	Toneladas
$\text{CO}_2$	35.226.329Tn
$\text{SO}_2$	626.942Tn
$\text{N}_x\text{O}_y$	84.115Tn
Partículas	42.841Tn

Figura 6. Impacto ambiental de las centrales nucleares

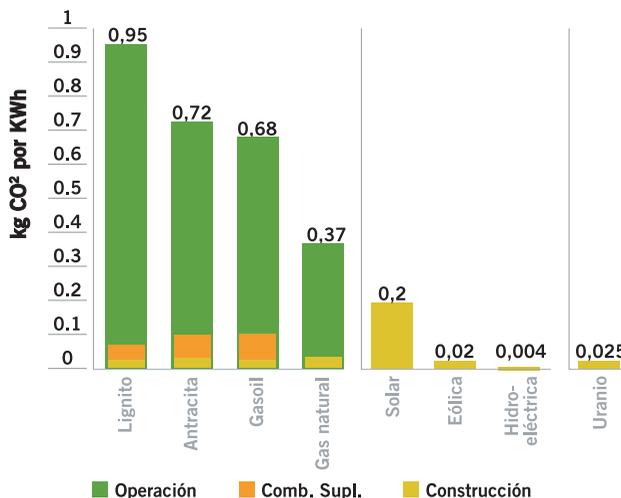


Figura 7. Emisión de dióxido de carbono resultante de la generación de energía, en relación con el combustible utilizado en la generación.

INVAP. Igualmente se necesita un organismo de certificación para que el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) autorice la puesta en funcionamiento de la planta. La idea es buscar un proveedor de tecnología para terminarla porque, a esta altura, es más costoso no hacerla que terminarla las obras.

En el contexto internacional, el problema no es la existencia de petróleo sino el aumento del consumo. La demanda mundial crece en forma vertiginosa. En el tercer trimestre de este año el consumo mundial alcanzó los 84,7 millones de barriles diarios promedio, casi dos millones de barriles por día más que en el mismo trimestre del año 2004, lo que representa un incremento de más del 2%. La velocidad de incremento del consumo energético es asombrosa, con lo cual es necesario buscar todo tipo de energías alternativas, como lo es en este caso la nuclear.

**Eduardo Barreiro** es licenciado en Química y se ha especializado en Química Industrial (UBA, 1971). Realizó dieciséis cursos de posgrado en el país y en el exterior y publicó 86 trabajos, en revistas y congresos nacionales e internacionales. Ha participado en más de cincuenta congresos internacionales o locales, como panelista o conferencista. Trabajó veinte años en YPF y se retiró como gerente general de Activos Tecnológicos (R & D) de YPF SA en 1991. Luego trabajó en Petrolera Patagónica SA y fue su representante ante la UTE Puesto Hernández durante cinco años. Durante los últimos siete años se desempeña como consultor en temas de petróleo, gas, energía y medio ambiente, habiendo asesorado a numerosas empresas locales y extranjeras. Actualmente, también es miembro del IAPG en varias comisiones, conferencista del Consejo Mundial de la Energía, director de la Society of Petroleum Engineers (SPE) y secretario de la Comisión de Combustibles del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM). Además, es autor de tres patentes argentinas y siete extranjeras.