

La industria nuclear en el mundo

Informe de situación 2004

por

Mycle Schneider, París
&
Antony Froggatt, Londres,

consultores independientes

Bruselas, diciembre de 2004

Encargado por el Grupo de los Verdes/Alianza Libre Europea del Parlamento Europeo



The Greens | European Free Alliance
in the European Parliament

Nota: El presente documento puede descargarse gratuitamente del sitio web del Grupo de los Verdes/Alianza Libre Europea del Parlamento Europeo, en la dirección:

http://www.greens-efa.org/pdf/documents/greensefa_documents_106_en.pdf

Para plantear preguntas y comentarios, sírvanse dirigirse a:

Michel Raquet

Energy Adviser

Greens / EFA

Parlamento Europeo

PHS 06C69

Rue Wiertzstraat

B-1047 Brussels

Teléfono: +32.2.284.23.58

Correo electrónico: mraquet@europarl.eu.int

Web: www.greens-efa.org

Para ponerse en contacto con los autores:

Mycle Schneider Consulting

45, Allée des deux cèdres

91210 Draveil (París)

Francia

Teléfono: +33-1-69 83 23 79

Fax: +33-1-69 40 98 75

Correo electrónico: mycle@wanadoo.fr

Antony Froggatt

53a Nevill Road

N16 8SW Londres

UK

Teléfono: +44-207-923 04 12

Fax: +44-207-923 73 83

Correo electrónico: a.froggatt@btinternet.com

Índice

INTRODUCCIÓN Y VISIÓN GENERAL	4
CUADRO 1: SITUACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR EN EL MUNDO EN 2004.....	12
ÁFRICA	13
AMÉRICA	13
ASIA	16
EUROPA	20
ENERGÍA NUCLEAR EN EUROPA OCCIDENTAL.....	20
NUEVOS ESTADOS MIEMBROS DE LA UE.....	26
RUSIA Y LA ANTIGUA UNIÓN SOVIÉTICA	30
<i>La catástrofe de Chernobyl– Una tragedia humana para las generaciones venideras</i>	34
CONCLUSIÓN	36

INTRODUCCIÓN Y VISIÓN GENERAL

Hace cincuenta años, en septiembre de 1954, el director de la Comisión de la Energía Atómica de Estados Unidos declaró que la energía nuclear llegaría a ser “demasiado barata para tener que medirla”. El coste de producción de energía por las centrales nucleares alcanzaría un nivel tan bajo que la inversión en contadores de electricidad no estaría justificada. Por casualidad, la profecía norteamericana se cumplió a los tres meses del anuncio de la primera conexión de una central nuclear a la red eléctrica general, precisamente en la entonces Unión Soviética. En junio de 2004, la industria nuclear internacional celebró el aniversario de la conexión a la red eléctrica general en el emplazamiento del primer reactor de potencia del mundo, concretamente en Obninsk, Rusia, bajo el original lema de “50 años de energía nuclear – Los próximos 50 años”. Con el presente informe se pretende ofrecer una base sólida para el análisis de las perspectivas de la industria de la energía nuclear.

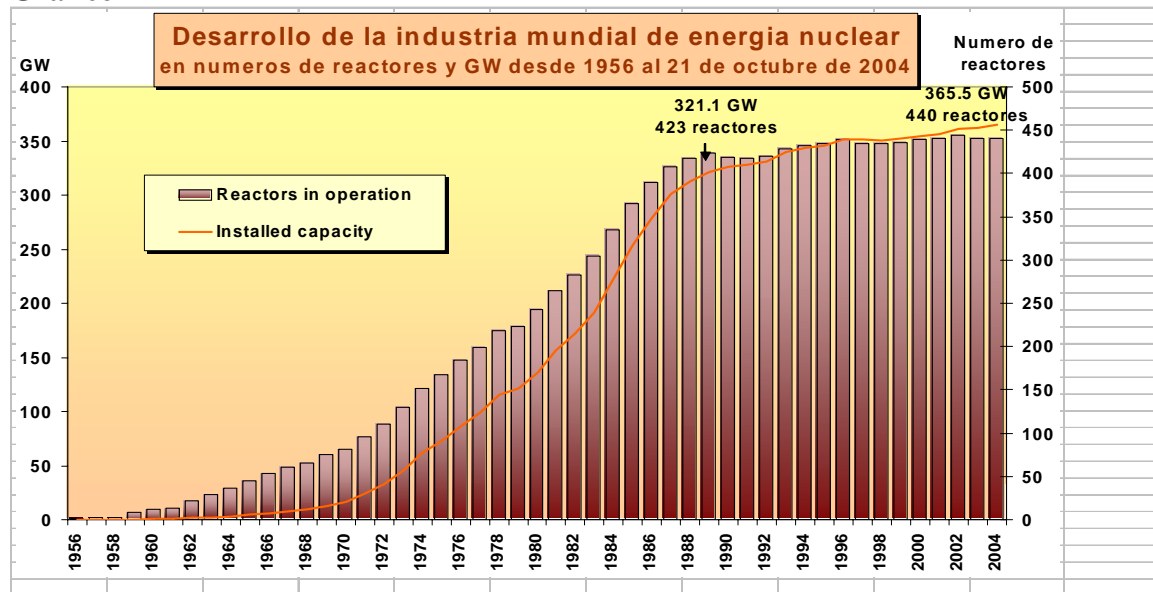
Hace veinte años, el *Worldwatch Institute* de Washington, WISE-Paris y Greenpeace International publicaron el *World Nuclear Industry Status Report 1992* (Informe de situación de la industria nuclear en el mundo en 1992). En el clima internacional actual de recuperación del debate nuclear (fenómeno periódicamente recurrente en los dos últimos decenios), dos de los autores del informe de 1992, Mycle Schneider y Antony Froggatt, que trabajan actualmente como consultores independientes, han llevado a cabo una revisión actualizada de la situación de la industria nuclear en el mundo.

En el Informe de situación de la industria nuclear en el mundo de 1992 se concluía que:

“La industria de la energía nuclear está siendo expulsada el mercado mundial de la energía (...). Muchas de las centrales restantes en construcción se encuentran en fases cercanas a su culminación, por lo que, en los próximos años, el proceso de expansión nuclear a escala mundial se desacelerará hasta asemejarse a un goteo. Actualmente, parece que el mundo dispondrá en 2000, a lo sumo, de 360 000 megavatios de capacidad nuclear, lo que supone un aumento de sólo el 10 % respecto a la cifra presente. Tal cantidad contrasta con los 4 450 000 megavatios previstos para ese mismo año por la Agencia Internacional de la Energía Atómica (IAEA) en 1974.”

En realidad, la capacidad nuclear instalada combinada de las 436 unidades que operaban en el mundo en 2000 era inferior a 352 000 MW, es decir, un 7 % por encima de la cifra real registrada en 1992. El análisis consignado en el Informe de 1992 resultó correcto. A finales de octubre de 2004, los 440 reactores operativos en el mundo (sólo cuatro más que en 2000, pero cuatro menos que el máximo histórico de 2002) acumulaban una capacidad instalada de 365 000 MW (véase el gráfico 1).

Gráfico 1

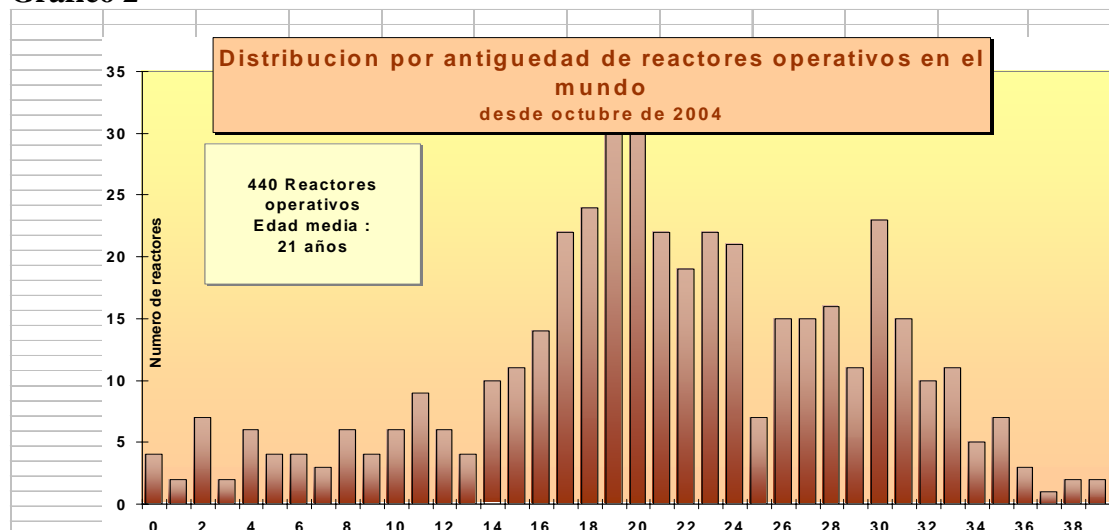


© WISE- Paris / Mycle Schneider Consulting

Fuente: IAEA, PRIS, 2004

La capacidad instalada total ha aumentado más rápido que el número de reactores operativos debido a que las unidades que se cierran suelen ser más pequeñas que las nuevas que entran en funcionamiento, y a la mejora de la capacidad de las centrales existentes. De acuerdo con la Asociación Mundial de Energía Nuclear, la *Nuclear Regulatory Commission* (Comisión de Regulación de la Energía Nuclear) ha aprobado 96 ampliaciones de potencia desde 1977, que, en algunos casos, han consistido en “ampliaciones extendidas” de hasta el 20 %.¹ No obstante, en ausencia de nuevas construcciones de unidades significativas, la edad media de las centrales de energía nuclear en funcionamiento en el mundo se ha elevado regularmente y se sitúa en la actualidad en 21 años (véase el gráfico 2).

Gráfico 2



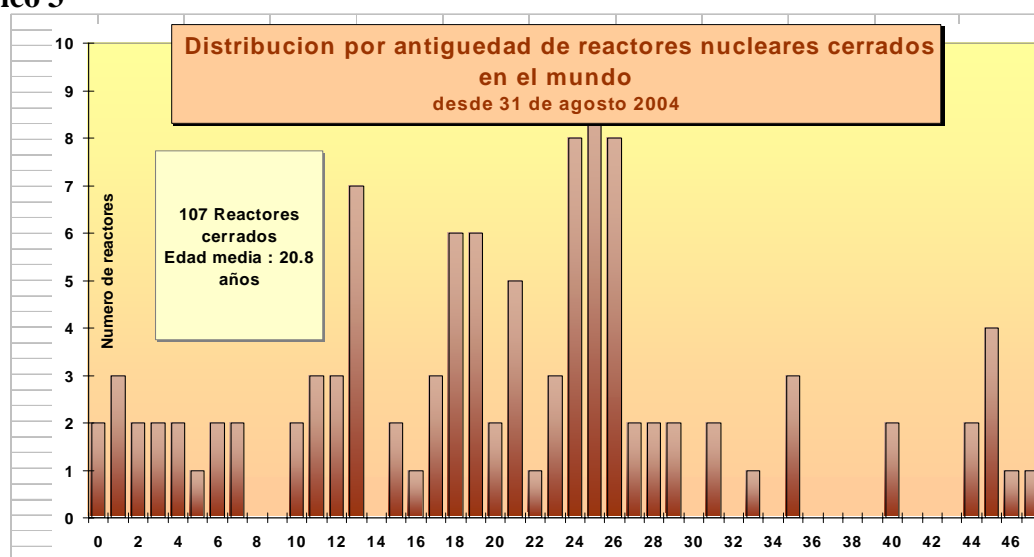
© WISE- Paris / Mycle Schneider Consulting

Fuente: IAEA, PRIS, 2004

¹ <http://www.world-nuclear.org/info/inf17.htm>

En total, se han cerrado de manera permanente y definitiva 107 reactores, con una edad media también en torno a los 21 años, una cifra superior en cuatro años a la situación en 1992 (véase el gráfico 3). En los últimos 12 años, se han cerrado 32 reactores y se han conectado 52 a la red eléctrica general, lo que equivale a un incremento neto de un reactor y medio al año.

Gráfico 3



WISE - Paris / Mycle Schneider Consulting

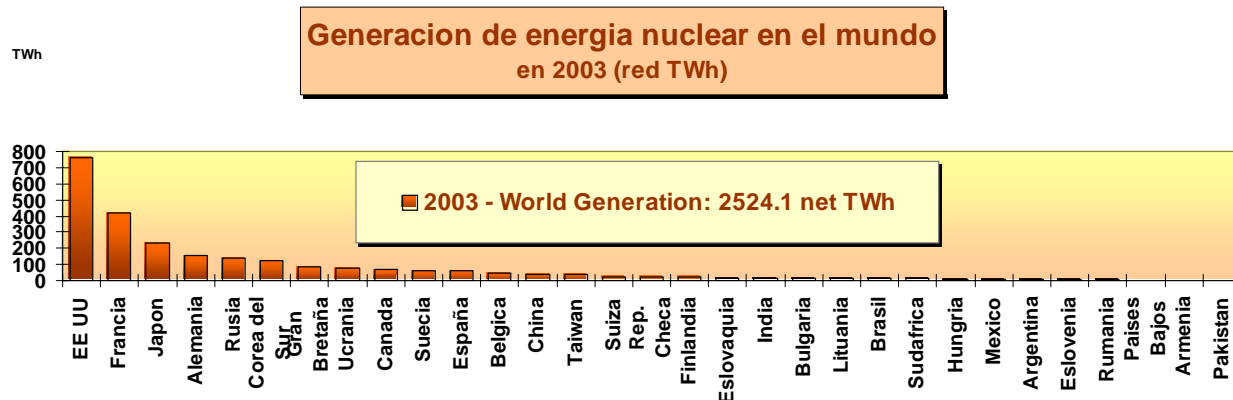
Fuente: IAEA, PRIS, 2004

©

El incremento anual de capacidad nuclear desde 2000 equivale a unos 3 000 MW, incluidas las ampliaciones de potencia. Esta cifra debe compararse con el incremento global de capacidad para la generación de electricidad, que oscila entre 130 000 y 180 000 MW *por año*. En consecuencia, a la energía nuclear le corresponde una cuota de mercado aproximada que oscila entre el 1,5 y el 2,5 % del aumento anual. Por tanto, el incremento de la producción de la energía nuclear no permitirá a ésta ni siquiera mantener la cuota actual del 16 % del total de producción de energía a escala mundial, del 6 % de la energía primaria comercial, ni del 2 al 3 % de la energía final. Todos estos parámetros tienden ya a la baja.

La energía nuclear sigue limitándose a un número restringido de países en el mundo. Sólo 31 países, lo que supone el 16 % de los 191 Estados miembros de las Naciones Unidas, cuentan con centrales de energía nuclear en funcionamiento (véase el gráfico 4). Los seis grandes (Estados Unidos, Francia, Japón, Alemania, Rusia y Corea del Sur), de los cuáles tres son estados que disponen de armamento nuclear, producen en torno a tres cuartos de la electricidad de origen nuclear en el mundo. La mitad de los países nucleares del mundo se encuentran situados en Europa occidental y central, y generan más de un tercio de la producción nuclear global. El máximo histórico de 294 reactores operativos en Europa occidental y América del Norte se alcanzó en una fecha tan remota como 1989. De hecho, el declive de esta industria, desapercibido por la población en general, comenzó hace muchos años.

Gráfico 4



© WISE- Paris / Mycle Schneider Consulting

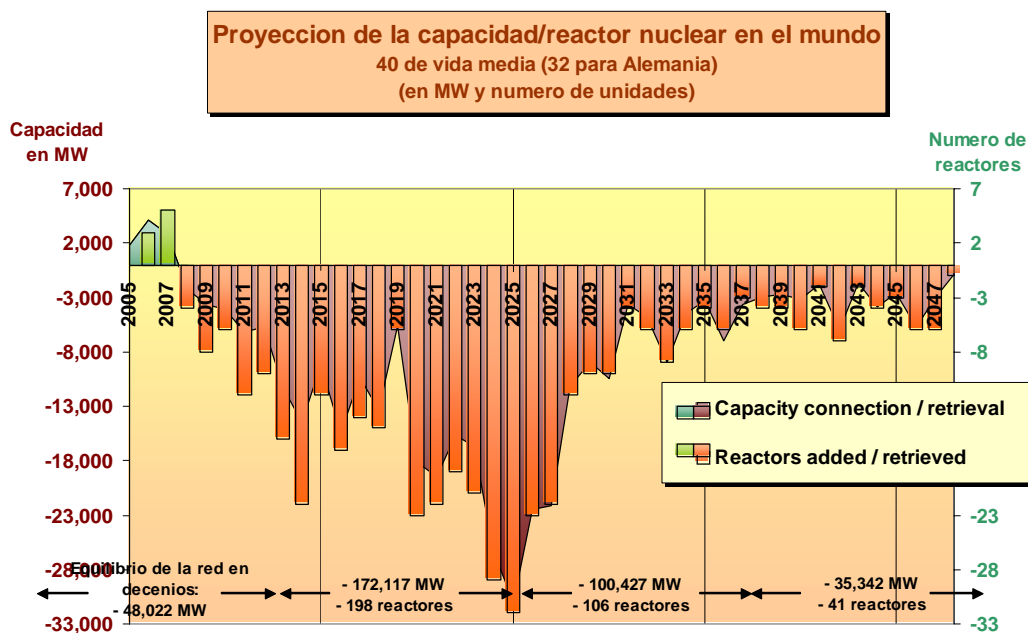
Fuente: IAEA, PRIS, 2004

La industria nuclear internacional se augura un futuro de prosperidad. “La subida de los precios del gas y las limitaciones vinculadas al efecto invernadero aplicadas al carbón se han combinado para devolver a la energía nuclear a la lista de proyectos de generación de nueva capacidad, tanto en Europa como en Estados Unidos”, señala la Asociación Mundial de Energía Nuclear.

No obstante, la Agencia Internacional de la Energía Atómica (IAEA) percibe un futuro restringido fundamentalmente a Asia: “veintidós de las 31 últimas centrales de energía nuclear (CEN) conectadas a la red eléctrica general se han construido en Asia, a consecuencia de las presiones del crecimiento económico, la escasez de recursos naturales y el incremento de las poblaciones. De las 27 nuevas CEN actualmente en construcción, 18 se ubican en Asia, mientras que la instalación de este tipo de plantas se ha detenido prácticamente en los países de Europa occidental y Norteamérica con programas de energía nuclear iniciados hace tiempo”². En cualquier caso, como se muestra en el gráfico 5, el número actual de reactores en construcción es muy inferior al necesario, siquiera, para sustituir a las unidades existentes.

² IAEA, comunicado de prensa, 26 de junio de 2004.

Gráfico 5



© WISE- Paris / Mycle Schneider Consulting

Fuente: IAEA, PRIS, 2004

A fin de evaluar la situación de la industria nuclear en el mundo, resulta útil estimar el número de unidades que tendrían que ser sustituidas en las próximas décadas para mantener el número actual de centrales operativas. Hemos considerado un período de vida medio de 40 años por reactor, con la excepción de las 18 centrales nucleares alemanas restantes que, de acuerdo con la legislación alemana, se cerrarán con una edad media de unos 32 años. Una consideración optimista, puesto que la edad media de los reactores cerrados hasta la fecha es de 21 años, pero que parece posible dado el progreso alcanzado en la generación actual de centrales en comparación con la anterior. En el gráfico 5 se ilustran los resultados. En los diez próximos años, 82 nuevos reactores tendrían que comenzar a funcionar. En la estimación se tienen en cuenta 18 reactores con una fecha de puesta en funcionamiento firme, del conjunto de 27 unidades clasificadas como "en construcción" por la IAEA en junio de 2004. En otras palabras, otros 73 reactores se habrían planificado, construido y puesto en marcha hasta 2015, lo que resulta prácticamente imposible dados los prolongados plazos de entrega en el caso de los proyectos de energía nuclear. Un EPR en Finlandia y otro más en Francia no modificarán ese estado de cosas. Por otra parte, en los próximos 20 años, tendría que sustituirse un total de 280 unidades para mantener un número de centrales activas idéntico al actual. Se dice que China ha formulado planes para la instalación de 32 nuevas centrales nucleares hasta 2020. Se trata de un proyecto que parece altamente improbable, pero no imposible. De todos modos, incluso la culminación de una empresa tan extraordinaria en cuanto a inversión de capital y desafíos técnicos y organizativos apenas cubriría más del 10 % del número de unidades que alcanzarán los 40 años de antigüedad.

Muy probablemente, la cifra de centrales de energía nuclear que operan en el mundo disminuirá a lo largo de los dos próximos decenios, y es de prever que esta caída resulte aún más acusada después de 2020.

Muchos analistas consideran que los principales problemas que atañen a la energía nuclear no se han superado y seguirán constituyendo una notable desventaja en el marco de la competencia en el mercado mundial. Ken Silverstein, Director de la consultoría *Energy*

Industry Analysis, con sede en Estados Unidos, señala que: “Como resultado de la desregulación de la energía y de otras incertidumbres relacionadas con los mercados y las políticas, ninguna compañía dedicada a la energía nuclear puede permitirse asumir el riesgo financiero de construir nuevas centrales. En un informe publicado por Standard & Poor’s se identifican las barreras existentes. Por ejemplo, los costes financieros asociados a las demoras en la construcción pueden incrementar en importes inestimables los gastos de cualquier proyecto futuro. Este hecho agravaría igualmente los riesgos asumidos por los prestamistas. A fin de atraer nuevos capitales, los futuros promotores de este tipo de proyectos deberán demostrar que los peligros han dejado de existir, o que la legislación en materia de energía puede mitigarlos con éxito.” Peter Rigby, analista de Standard & Poor y autor del informe, señala: “el legado del sector de crecimiento de costes, problemas tecnológicos, e incómoda supervisión política y reguladora, y los riesgos más recientes generados por la competencia y el terrorismo pueden colocar el riesgo crediticio a un nivel demasiado elevado, incluso para que la (legislación federal que contempla la concesión de garantías crediticias) permita superarlo.”³

Particularmente en Estados Unidos, la industria nuclear ha levantado una cortina de humo delante de sus dificultades para sobrevivir, pero parece que tal recurso no funciona. “La realidad política actual en Estados Unidos llevaría a la conclusión de que no se construirán más centrales nucleares en este país durante mucho tiempo”, señala James A. Baker, exsecretario de Estado del Presidente H.W. Bush.⁴ Jean-Marie Chevalier, analista político-económico y Director del Centro Geopolítico para la Energía y las Materias Primas (CGEMP) corrobora el punto de vista de Baker: “el [Presidente George W.] Bush siempre podrá decir que conviene relanzar la energía nuclear. Los inversores no van a hacer cola para participar en tal relanzamiento, puesto que este tipo de energía adolece actualmente de la enorme desventaja de requerir una notable inversión de capital, y los plazos de construcción de las instalaciones son muy prolongados. Nadie sabe cómo serán los mercados de electricidad al cabo de siete u ocho años cuando concluya la construcción de la central. Por tanto, las entidades encargadas de la financiación, los bancos, muestran actualmente una actitud muy dubitativa respecto a la energía nuclear”⁵ En realidad, tal actitud de reticencia de los banqueros no es nueva. El Banco Mundial, por ejemplo, nunca ha financiado una central nuclear, y no se aprecian signos de que haya modificado sus análisis de riesgos financieros. Asimismo, incluso en Asia, donde muchos optimistas respecto a la energía nuclear perciben con esperanza una recuperación de ésta, el Banco Asiático de Desarrollo no financia proyectos nucleares.

Gran parte del optimismo desplegado por el grupo de presión de la industria nuclear se limita a la retórica. El *New York Times* resumió irónicamente la cuestión considerada bajo el titular “Esperanzas depositadas en la primera central nuclear de nueva construcción en el país en varias décadas” como sigue: “Las empresas, incluidas las dos mayores propietarias de centrales nucleares en Estados Unidos y dos fabricantes de reactores, no han especificado lo que construirán, ni dónde. De hecho, no han asumido ningún compromiso de construcción. Sin embargo, han convenido en gastar decenas de millones de dólares en obtener permisos de construcción, y prevén la obtención de decenas de millones de la Administración federal, que solicitó tales propuestas en noviembre. El dinero se dedicaría a culminar las tareas de diseño de utilidad para una nueva generación de reactores, así como a elaborar una estimación en

³ UtiliPoint International, 21 de junio de 2004

⁴ Financial Times, 29 de junio de 2004

⁵ www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id_mag=3&lang=fr&id_article=1423

firme del coste de tales plantas.”⁶ Sin embargo, ni siquiera el Gobierno Bush, decididamente favorable a la energía nuclear, parece dispuesto a facilitar los fondos. El Departamento de Energía (DDE) de Estados Unidos recortó la solicitud presupuestaria de 2005 correspondiente al Programa 2010 de energía nuclear en un 47 %, hasta dejarlo en unos modestos 10 millones de dólares, cuando la industria nuclear solicita de 60 a 80 millones de dólares. En la sesión del Congreso del 10 de febrero de 2004, un representante del DDE sugirió que el recorte se produjo porque el Departamento carecía del suficiente apoyo del sector respecto a la construcción de nuevas centrales para llevar a cabo el programa “de una manera más energética”⁷ El *New York Times* parece estar en lo cierto.

El sector energético internacional en su conjunto sigue mostrándose extremadamente escéptico respecto a la energía nuclear. Leonardo Maugeri, primer vicepresidente de estrategias corporativas de ENI, el gigante italiano del petróleo y el gas, escribió en *Newsweek*: “Muchos industriales del sector energético creen que la energía nuclear es la respuesta, pero se basan en un análisis engañoso de su competitividad en función de los costes. Incluso si se pasan por alto las inquietudes políticas respecto a los residuos nucleares, los productores se equivocan a menudo al calcular el precio real de la electricidad producida de origen nuclear. Cuesta aproximadamente lo mismo cerrar una central nuclear y construir una nueva, razón por la que, en la actualidad, las empresas de este sector ejercen presiones en todo el mundo para demorar los cierres de unidades previstos.”⁸

La estrategia global de la industria nuclear es inequívoca. En ausencia de una recuperación a corto o a medio plazo del sector, las esperanzas se depositan en una generación completamente nueva de centrales nucleares, a las que se alude como reactores de 4ª generación. Tanto su dimensión (100 a 200 MW), como su necesidad de inversión de capital, serán mucho menores, constituirán una solución flexible debido a unos plazos de construcción muy inferiores y representarán un riesgo potencial menor debido a sus inventarios de sustancias radioactivas más reducidos y a sus características en cuanto a seguridad pasiva. Entretanto, las empresas de suministro público basado en la energía nuclear tratan de extender la vida útil de las centrales en la medida de lo posible, y hacen cuanto pueden para sostener el mito de un futuro nuclear.

En el *2004 Energy Policy Review* (Análisis de la política energética en 2004) a cargo de la Agencia Internacional de la Energía (AIE)⁹ de la OCDE, se examinan presupuestos de administraciones públicas relativos a la investigación y el desarrollo (I+D) en el campo de la energía: “La prestación de apoyo a las tecnologías de las energías renovables y a la eficiencia energética ha constituido el elemento fundamental de las medidas emprendidas o planificadas a lo largo de los últimos años. Sin embargo, continúa ofreciéndose un apoyo relativamente limitado a la energía nuclear, aunque sigue resultando atractiva desde el punto de vista del cambio climático. (...) El presupuesto de I+D de las administraciones públicas respecto a combustibles fósiles y fisión nuclear ha experimentado una caída significativa desde principios del decenio de 1980. La fisión nuclear sigue recibiendo la mayor proporción.” De hecho, teniendo en cuenta su limitada significación en cuanto al suministro energético mundial, la energía nuclear (fisión y fusión) sigue absorbiendo enormes cantidades de fondos para I+D. Como se ilustra en el gráfico 6, la mitad del presupuesto de 87 600 millones de dólares destinado por los 26 Estados miembros de la OCDE a I+D en el sector de la energía entre 1991 y 2001 se dedicó a la investigación nuclear.

⁶ The New York Times, 31 de marzo de 2004.

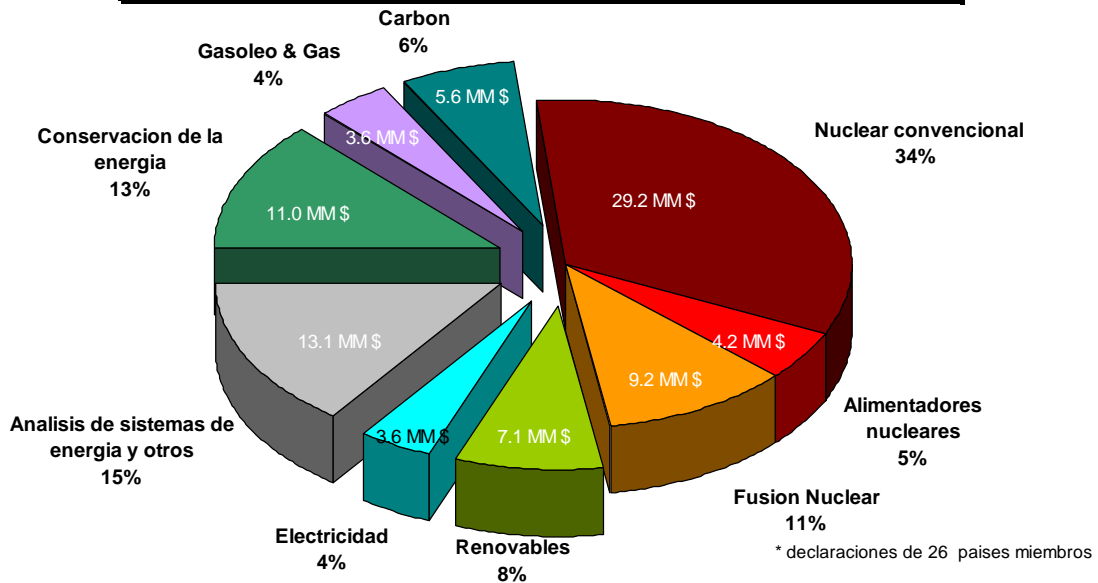
⁷ NucNet, 6 y 16 de marzo de 2004

⁸ Newsweek, 20 de septiembre de 2004

⁹ OCDE-AIE, “Energy Policies of IEA Countries – 2003 Review”, París, 2003.

Gráfico 6

Presupuestos gubernamentales para I&D en energía en los países de la OCDE*
 Desglose por sector; Total: 87.600 millones US \$; Periodo 1991-2001



© WISE- Paris / Mycle Schneider Consulting Fuente: AIE, Energy Policies of IEA Countries - 2003 Review

Ya en su *2003 World Energy Outlook*, la Agencia Internacional de la Energía señalaba que: “Se prevé que la proporción de utilización de energía nuclear para la producción de electricidad respecto al total de fuentes caerá en la mayoría de las regiones del mundo como resultado de la oposición pública, los problemas de evacuación de residuos, la preocupación por la proliferación de armas nucleares y la economía de la energía nuclear. En este sentido, se ha previsto que tal proporción se reducirá del 19 % en 2001, al 12 % en 2025. En la edición de 2004 del *World Energy Outlook* sigue suponiéndose que la energía nuclear “se reducirá progresivamente” porque tendrá “problemas para competir con otras tecnologías”. Incluso en un nuevo marco hipotético “alternativo” en el que se suponga un incremento del 13 % de la generación de energía nuclear entre 2002 y 2030, y considerando que ningún nuevo país se sumara a la lista de los que utilizan este tipo de fuente, la proporción de la energía nuclear en el ámbito de la energía primaria comercial en el mundo sólo representaría un 5 %. Por otra parte, sólo el 10 % del ahorro de emisiones de CO2 en el marco hipotético alternativo derivaría del aumento en el uso de la energía nuclear. La consecución de reducciones de las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero obedecerá fundamentalmente a las medidas de eficiencia energética. Siguen sin apreciarse signos de un “renacimiento nuclear”.

Cuadro 1: situación de la energía nuclear en el mundo en 2004

Países	Reactores nucleares ¹⁰				Electricidad Proporción en la generación de electricidad ¹²	Energía Proporción en el consumo de energía primaria comercial ¹³
	Funcionan	Edad media	En construcción	Previstos ¹¹		
Argentina	2	26	1	1	9 %	3 %
Armenia	1	24	0	0	36 %	23 %
Bélgica	7	24	0	0	56 %	19 %
Brasil	2	13	0	1	4 %	2 %
Bulgaria	4	19	0	0	38 %	20 %
Canadá ¹⁴	17	20	0	2	13 %	6 %
China	10	4	1	4	2 %	1 %
República Checa	6	13	0	0	31 %	13 %
Finlandia ¹⁵	4	25	1	0	27 %	19 %
Francia ¹⁶	59	20	0	1	78 %	38 %
Alemania	18	23	0	0	28 %	11 %
Hungría	4	19	0	0	33 %	10 %
India	14	17	8	0	3 %	1 %
Irán	0	0	2	1	0 %	0 %
Japón	54	20	2	12	25 %	10 %
República Popular Democrática de Corea (del Norte) ¹⁷	0	0	1	1	0 %	0 %
República de Corea (del Sur)	19	12	1	8	40 %	14 %
Lituania	2	19	0	0	80 %	38 %
México	2	13	0	0	5 %	2 %
Países Bajos	1	31	0	0	5 %	1 %
Pakistán	2	19	0	1	2 %	1 %
Rumanía	1	8	1	0	9 %	3 %
Rusia	30	23	3	0	17 %	5 %
Eslovaquia	6	17	0	0	57 %	21 %
Eslovenia	1	23	0	0	40 %	21 %
Sudáfrica	2	20	0	0	6 %	2 %
España	9	23	0	0	24 %	10 %
Suecia	11	26	0	0	50 %	33 %
Suiza	5	29	0	0	40 %	21 %
Taiwán	6	23	2	0	22 %	9 %
Ucrania	14	17	3	0	46 %	14 %
Reino Unido	23	26	0	0	24 %	9 %
Estados Unidos	104	25	0	0	20 %	8 %
UE25	151	22	1	1	31 %	15 %
Total	440	21	26	32	16 %	6 %

¹⁰ Las cifras se basan fundamentalmente en el *Power Reactor Information System* (PRIS, Sistema de información de reactores de potencia) de la Agencia Internacional de la Energía Atómica; véase <http://www.iaea.org/programmes/a2/index.html>, excepto en lo que respecta a reactores previstos.

¹¹ Previstos = "autorizaciones y fondos disponibles", de acuerdo con la definición de la Asociación Mundial de Energía Nuclear; véase http://www.world-nuclear.org/wgs/decom/database/php/reactorsdb_index.php

¹² Proporción del consumo de electricidad a escala nacional generada mediante energía nuclear en 2003; cifras basadas en IAEA-PRIS.

¹³ Proporción del consumo nacional de energía primaria comercial cubierto por la energía nuclear en 2003; cifras estimadas por los autores con arreglo al "Statistical Review of World Energy" (Análisis estadístico de la energía en el mundo" de BP, junio de 2004.

¹⁴ En Canadá, la cifra "prevista" de la WNA es 2 reactores Pickering-A instalados.

¹⁵ La IAEA no cataloga aún el reactor finlandés como "en construcción".

¹⁶ La WNA no cataloga el proyecto francés de EPR como "previsto".

¹⁷ Los proyectos de la República Popular Democrática de Corea se han congelado debido al conflicto internacional respecto al presunto programa de armamento.

Visión general por países¹⁸

África

Sudáfrica cuenta con dos reactores de construcción francesa (Framatome). La construcción comenzó en el decenio de 1970, y ambos se encuentran situados en Koeberg, al este de Ciudad del Cabo. Suministran el 6 % de la electricidad del país y el 2 % de su energía primaria comercial. Los reactores son las únicas centrales de energía nuclear en funcionamiento en el continente africano.

Eskom, compañía pública de suministro sudafricana, participa intensamente en el desarrollo del PBMR (Pebble Bed Modular Reactor, Reactor modular de lecho de guijarros), uno de los diseños de reactor denominados "de 4ª generación". Se ha registrado un considerable interés a escala internacional en el proyecto PBMR, y la compañía del Reino Unido BNFL ha invertido 15 millones de dólares para obtener una participación accionarial del 20 % en la empresa. Peco Energy (posteriormente, Exelon Corp), de Estados Unidos, ha adquirido igualmente una participación del 12,5 %. En diciembre de 2001, Exelon declaró que consideraba la posibilidad de construir un reactor PBMR en Estados Unidos, paralelamente al propuesto en Sudáfrica. No obstante, a raíz de un cambio en la dirección, la compañía se retiró del proyecto PBMR en abril de 2002. El único socio restante en el desarrollo del PBMR es la South African Industrial Development Corporation, propiedad de la Administración sudafricana.

Actualmente se mantienen negociaciones con Areva, una empresa francesa dedicada a la fabricación de reactores, para compartir la investigación y el desarrollo del reactor modular de alta temperatura, así como una posible empresa conjunta, con la incorporación de Westinghouse, para la participación en una licitación de la Administración de Estados Unidos respecto a una unidad de demostración para la producción de hidrógeno. No obstante, diversos representantes franceses del sector han declarado su preocupación respecto al hecho de que el diseño de dimensión reducida del reactor, entre 125 y 165 MW, pueda elevar el coste unitario de la electricidad y convertir la instalación en una opción no rentable.

América

En **Argentina** funcionan dos reactores nucleares que suministran menos del 9 % de la electricidad y generan el 3 % de la energía primaria comercial del país. Argentina fue uno de los estados que se embarcaron en un ambiguo programa nuclear, oficialmente con fines civiles, pero con el respaldo de un fuerte grupo de presión militar. En cualquier caso, las dos centrales nucleares fueron equipadas por constructores de reactores extranjeros; en concreto, Atucha-1, que comenzó a funcionar en 1974, hace ya 30 años, por Siemens, y el reactor de tipo CANDU instalado en Embalse fue suministrado por la canadiense AECL. Embalse se conectó a la red eléctrica general en 1983. Atucha-2, catalogada oficialmente como "en construcción" desde 1981, debía ser construida por una empresa mixta integrada por Siemens

¹⁸ Salvo que se mencione lo contrario, las cifras relativas a la proporción de la energía nuclear en la generación de electricidad se han extraído de los datos disponibles en línea del *Power Reactor Information System* (PRIS, Sistema de información de reactores de potencia) de la AIEA, y reflejan la situación en 2003. Las cifras relativas a la proporción de la industria nuclear en la producción de energía primaria comercial se han tomado del *Statistical Review of World Energy* (Análisis estadístico de la energía en el mundo) de BP, de junio de 2004. El número de reactores en funcionamiento se ha obtenido del sitio *web* de la Asociación Mundial de Energía Nuclear (WNA) y corresponde a la situación a 1 de octubre de 2004. Las cifras de reactores en construcción se basan fundamentalmente en el PRIS de la AIEA.

y el Estado argentino “que se extinguió en 1994 con la paralización del proyecto”.¹⁹ A pesar de ello, la AIEA estima que la puesta en marcha de Atucha-2 debe producirse en 2005.

Brasil dispone de dos reactores nucleares que suministran al país el 4 % de su electricidad y menos del 2 % de su energía primaria comercial. En una fecha tan remota como 1970, se adjudicó a Westinghouse el primer contrato para la construcción de una central nuclear, denominada Angra-1. El reactor inició la reacción en cadena en 1981. En 1975, Brasil suscribió con Alemania lo que sigue constituyendo probablemente el mayor contrato individual en la historia de la energía nuclear en el mundo. Comprendía la construcción de ocho reactores de 1 300 MW a lo largo de un período de 15 años. El resultado fue un desastre. Debido a una carga de la deuda en permanente aumento y un obvio interés de los militares brasileños en las armas nucleares, el programa fue abandonado en su práctica totalidad. Únicamente el primer reactor considerado en el programa, el Angra 2, se conectó finalmente a la red eléctrica general en julio de 2000, después de 24 años de construcción.

Canadá fue uno de los primeros países inversores en energía nuclear, e inició el desarrollo de un nuevo diseño de reactor de agua pesada en 1944. Este hecho determinó que el programa de reactores canadiense siguiese un camino singular, con la adopción del diseño CANDU (*CANadian Deuterium Uranium*). Las principales diferencias entre el CANDU y los reactores de agua ligera adoptados más comúnmente consisten en que los primeros se alimentan de uranio natural, pueden recargarse sin que se produzca una parada y se moderan mediante agua pesada.

Oficialmente, existen 21 reactores en funcionamiento, todos ellos del tipo CANDU, que suministran el 12,5 % de la electricidad del país, y el 6 % de su energía primaria comercial. A lo largo de su historial de operación, los reactores canadienses se han visto plagados de problemas técnicos que han dado lugar a excesos en los costes de construcción y factores de menor capacidad anual. Para colmo de males, el 13 de agosto de 1997 Ontario Hydro anunció que llevaría a cabo una parada temporal de sus siete reactores de mayor antigüedad para permitir la ejecución de una revisión significativa. Los cuatro reactores en Pickering-A se detuvieron a finales de 1997, mientras que los tres reactores de Bruce-A restantes entraron en parada el 31 de marzo de 1998. La unidad 2 de Bruce ya se había cerrado en octubre de 1995. Esta operación constituyó la mayor parada conjunta registrada hasta entonces en la historia internacional de la energía nuclear: más de 5 000 MW de capacidad nuclear, un tercio de las centrales de Canadá. La empresa pública de suministro Ontario Hydro solicitó la “recuperación gradual” de sus reactores nucleares, incluida en primer lugar “una extensa optimización” de sus estaciones de operación, Pickering B, Bruce B, y Darlington, y a continuación, su vuelta al servicio. Se han producido demoras significativas en el rearranque de los reactores y, en octubre de 2004, sólo tres de los 8 existentes habían vuelto a funcionar.

A pesar de estos problemas técnicos, y con el apoyo de la *Canadian Export Credit Agency* (Agencia Canadiense de Crédito a la Exportación), *Atomic Energy Canada Limited* (AECL) ha emprendido una enérgica campaña de marketing encaminada a vender reactores en el extranjero y, hasta la fecha, se han exportado 12 unidades a Corea del Sur (4), Rumanía (2), India (2), China (2), Pakistán (1), y Argentina (1). El mercado de exportación sigue constituyendo un componente primordial del programa de desarrollo de reactores de AECL. En septiembre de 2004, se suscribió un Memorándum de entendimiento con la

¹⁹ http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/cnpp2003/CNPP_Webpage/pages/./countryprofiles/Argentina/Argentina2003.htm

Administración Nacional de Seguridad Nuclear de China. Este acuerdo facilitará en parte el desarrollo de los reactores avanzados CANDU de AECL, conforme a un diseño de reactor de agua ligera.

Canadá es el mayor productor mundial de uranio, y en 2003 generó el 28 % del total global. No obstante, se prevé que sus reservas sólo ascenderán al 14 % del total mundial y, por tanto, su importancia en el mercado global puede disminuir en las próximas décadas.

El desarrollo de la energía nuclear en **México** comenzó en el decenio de 1960, con diversas investigaciones sobre emplazamientos, y en 1969 se anunció una convocatoria de licitación. En 1976, General Electric emprendió la construcción de la central nuclear de Laguna Verde, conforme a una propuesta para la instalación de dos reactores de 654 MW. La primera unidad entró en funcionamiento comercialmente en 1990, y la segunda en abril de 1995, con un plazo de construcción medio de 16 años. En 2003, la energía nuclear generó el 5,2 % de la electricidad del país y el 1,7 % de su energía primaria comercial.

Estados Unidos cuenta con más centrales nucleares en funcionamiento que cualquier otro país del mundo, con 103 reactores comerciales que generan el 20 % de la electricidad y el 8 % de la energía primaria comercial. Tras el discurso pronunciado por el Presidente Eisenhower en 1954 y titulado *Atoms for Peace* (Átomos para la paz), se emprendió el programa de reactores civiles que dio lugar a la puesta en funcionamiento del primer reactor comercial en 1957, en Shippingport, Pennsylvania.

Aunque existe un gran número de reactores operativos en Estados Unidos, la cifra de proyectos cancelados es aún mayor, concretamente, 138. Han pasado ya más de 30 años desde la última ocasión en la que se efectuó un pedido que no fue cancelado con posterioridad (octubre de 1973).

Los problemas de la industria nuclear en Estados Unidos se agravaron, aunque no fueron causados, por la cuasicatástrofe de Three Miles Island en 1979. Las principales dificultades del sector eran económicas: problemas en la construcción y oposición a la instalación de centrales, lo que dio lugar a un aumento de los plazos de fabricación y, posteriormente, a una elevación de los costes de ésta. El coste estimado de construcción de una central nuclear pasó de menos de 400 millones de dólares en el decenio de 1970, a unos 4 000 millones en el de 1990, mientras que los plazos se duplicaron entre las décadas de 1970 y 1980. Tales datos llevaron en 1985 a la publicación de negocios norteamericana Forbes a describir esta industria como “el mayor desastre directivo de la historia empresarial de Estados Unidos, con 100 000 millones de dólares en inversiones desaprovechadas y excesos de costes, superada en magnitud únicamente por la Guerra de Vietnam y la crisis entonces en curso de las entidades de *Savings and Loan* (ahorro y crédito)”.

El último reactor en ser completado se instaló en Watts Bar 1, en 1996 (su construcción había comenzado en 1973), y la licencia de construcción de otros cuatro (Watts Bar 2, Bellefonte 1 y 2 y WNP1) se amplió recientemente, aunque no se realizan obras en estos emplazamientos.

A pesar de que no se construyan más reactores, la industria nuclear se mantiene activa en dos áreas principales: el incremento del rendimiento de los reactores existentes y las ampliaciones de la vida útil de las centrales. Debido a los cambios en los regímenes de operación y a una mayor atención al rendimiento de los reactores, la disponibilidad de éstos en Estados Unidos se ha elevado significativamente, pasando del 56 % en el decenio de 1980, al 90 % en 2002. Como resultado, junto con las nuevas capacidades que devienen operativas y las

optimizaciones de las unidades, la producción de los reactores de Estados Unidos se ha triplicado en el transcurso de tal período.

La ausencia de nuevos pedidos da lugar a que en torno al 30 % de los reactores del país llevará un mínimo de 40 años en funcionamiento en 2015, y en 2006 cuatro reactores alcanzarán ya su 40º aniversario. Inicialmente se previó que las unidades de Estados Unidos se mantendrían activas durante 40 años; sin embargo, se elaboran y aplican propuestas para permitir que los reactores funcionen durante períodos de hasta 60 años. Veintiséis centrales nucleares estadounidenses han obtenido ya licencias para la ampliación de su vida útil, otras 18 la han solicitado y 32 más han remitido cartas de intenciones, lo que en total equivale al 75 % de las centrales en funcionamiento²⁰.

La elección de George W Bush en 2000 era esperada por algunos como el presagio de una nueva era de apoyo a la energía nuclear. En la Política Energética Nacional de la Administración se estableció el objetivo de construir dos nuevos reactores antes de 2010, pero parece poco probable que se satisfaga. Con el fin de reducir incertidumbres respecto a las nuevas construcciones, se desarrolló un proceso de concesión de licencias en dos etapas. De este modo, los diseños de los reactores recibirán una autorización general y, posteriormente, las compañías eléctricas sólo tendrán que solicitar las licencias de construcción, para cuya concesión no se cuestionarán dichos diseños. Hasta la fecha, se han otorgado licencias de autorización generales al reactor avanzado de agua en ebullición de General Electric, el reactor avanzado de agua a presión System 80+ de Combustion Engineering y el reactor AP-1000 de Westinghouse. Tres compañías eléctricas, concretamente Dominion Resources, Exelon y Entergy han solicitado asimismo autorizaciones de emplazamiento tempranas. No obstante, sigue sin darse el ingrediente fundamental para la recuperación: un buen número de pedidos de reactores.

Casi todo el combustible utilizado se mantiene en instalaciones de almacenamiento situadas en los emplazamientos. La Administración Federal es responsable de la evacuación definitiva de los residuos, y planea la construcción de un centro para el depósito final de éstos en Yucca Mountain, Nevada. En julio de 2004, el Tribunal de Apelación de Estados Unidos del distrito judicial de Columbia dictaminó que el reglamento de liberación de radiaciones de la *US Environmental Protection Agency* (EPA, Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos) para Yucca Mountain infringía la Ley de políticas en materia de residuos nucleares. Tal decisión obedece al hecho de que la EPA había propuesto que los residuos debían mantenerse almacenados durante 10 000 años, contradiciendo la recomendación de la National Academy of Science respecto a la adopción de una norma en materia de salud que protegiera a la población durante un período de 300 000 a 1 millón de años. Por otra parte, el tribunal determinó que la *Nuclear Regulatory Commission* (Comisión Reguladora de la Energía Nuclear) tendrá que esperar a la publicación de un nuevo reglamento por parte de la EPA sobre la cuestión, lo que puede demorarse un decenio.

Asia

China dispone de 10 reactores que generan en torno al 2 % de la electricidad del país y el 0,8 % de su energía primaria comercial. Un reactor adicional de diseño VVER ruso se encuentra en fase de construcción. La proporción de electricidad de origen nuclear en China es una de las más bajas entre los países que utilizan este tipo de energía. Es probable que tal

²⁰ Nuclear Power's Changing Future: Fastest Growth in Asia, Agencia Internacional de la Energía Atómica, 26 de junio de 2004.

situación se mantenga, incluso en el caso de que el país se embarque en un nuevo programa de construcción significativo, ya que se prevé un rápido incremento del consumo de electricidad global.

En julio y septiembre de 2004, el Consejo de Estado chino aprobó tres proyectos de reactores para su emplazamiento en Lingdon, Sanmen y Yangjiang. De acuerdo con el *Uranium Information Center* de Melbourne, Australia, “las centrales de Sanmen y Yanjiang son objeto de un proceso de licitación abierto para diseños de tercera generación, y los contratos se otorgarán en 2005. Westinghouse presentará su AP 1000 (que cuenta ya con una aprobación final del diseño emitida por la NRC de Estados Unidos); Areva (Framatome ANP) propondrá su EPR de 1 600 MWe; y se prevé que Atomstroyexport presente su AES-92 (versión V-392 del VVER-1000), o posiblemente el VVER-1500/V-448, de mayor dimensión. Las ofertas serán evaluadas con arreglo a su nivel tecnológico, el grado de comprobación, el precio, el contenido local y la transferencia de tecnología.”²¹ Estos dos últimos aspectos son cruciales. China ha negociado magistralmente otros contratos en el pasado. Los franceses perdieron una significativa cantidad de dinero en las primeras entregas de reactores en Daya Bay, Guandong: “no sólo perdimos la camisa, sino hasta los gemelos” en el trato, declaró en su momento el Presidente de EDF. “Sí, ¡y de oro, además!”, añadió el Director General en la conferencia de prensa en la que se anunció la operación. EDF gestionó la construcción de las dos unidades junto con ingenieros chinos. Ya en aquel momento se pretendía que el proyecto constituyese una vía para la apertura de puertas a la entrega de una serie completa de reactores. En realidad, Framatome exportó únicamente dos unidades más a China a lo largo del período de 20 años. Sin embargo, China adquirió además dos reactores canadienses y dos centrales rusas, mientras negociaba con consorcios franco-alemanes, de Estados Unidos y de Rusia en encarnizada competencia respecto a unos escasos pedidos de seguimiento, y desarrollaba su propia tecnología. El término clave es transferencia de tecnología. Es muy poco probable que la energía nuclear desempeñe un papel destacado en China en los próximos 20 o 30 años, incluso en el caso de que acabe abriéndose camino un programa de ampliación significativo y se añadan hasta 28 000 MW de capacidad para 2020.²² China cuenta con amplias reservas de gas y carbón de bajo precio y resulta ilusorio imaginar que los avances en el terreno nuclear eviten que China utilice el carbón del que dispone. El reto principal consistirá en ralentizar los enormes incrementos del lado de la demanda.

India cuenta con 14 reactores que suministran únicamente el 3,3 % de la electricidad del país, y el 1 % de su energía primaria comercial. La insistencia en el término *comercial* reviste especial significación en países como India y China, donde una gran proporción de la energía primaria es abastecida mediante el empleo de biomasa de carácter no comercial.

La capacidad de generación de electricidad en India se sitúa en torno a los 120 000 MW, una cifra semejante a la de Francia, cuando la población de aquel país es veinte veces superior a la de éste. Sólo el 2 % de la capacidad instalada es nuclear.

Aunque un 80 % de la población dispone de suministro eléctrico de la red general, los cortes del servicio son frecuentes.

En India existen ocho unidades en fase de construcción. La mayoría de los reactores actualmente en funcionamiento son de una capacidad menor que oscila entre los 90 y los 200 MW, y adolecen de demoras en la construcción que dan lugar a que se registren plazos de 10 a 14 años y a que rara vez se alcancen los objetivos de operación previstos. En 1985, India

²¹ <http://www.uic.com.au/nip68.htm>

²² Tal ampliación exigiría la conexión a la red eléctrica general de unos dos reactores o 2 000 MW al año, lo que resulta altamente improbable si se tienen en cuenta experiencias anteriores. Cabe preguntarse cómo podría lograr China la conexión a la red de “varios cientos” de reactores para 2040, como sugiere Anne Lauvergeon, Primera Ejecutiva de AREVA (*Le Monde*, 12 de octubre de 2004).

se fijó el objetivo de alcanzar los 10 000 MWe de capacidad nuclear operativa e instalada para 2000, lo que exigía que se multiplicara por diez la base disponible de partida. En realidad, la capacidad instalada sólo ascendió a 2 200 MWe, y su capacidad (operativa) efectiva no superaba los 1 500 MWe.

India fue el primer país en utilizar claramente instalaciones designadas como “civiles” con fines militares. Su prueba nuclear de 1975 desencadenó la cancelación de la mayoría de las iniciativas extranjeras de cooperación oficial en materia nuclear, y en particular, la suspensión de la inestimable asistencia canadiense. La serie de pruebas realizadas en 1998 supuso una conmoción para la comunidad internacional y provocó una nueva fase de inestabilidad en la región, incluida la posterior serie de pruebas a cargo de Pakistán.

Japón dispone de 54 reactores que, en 2003, generaban en torno al 25 % de la electricidad del país y el 10 % de su energía primaria comercial. En 2002, la energía nuclear había producido cerca del 35 % de la electricidad del país. Cinco trabajadores fallecieron después de una fuga de vapor en la estación Mihama-3 el 9 de agosto de 2004, en una fecha de infausto recuerdo especialmente en Japón, ya que se trata del aniversario del bombardeo de Nagasaki. La ruptura de una tubería puso de relieve una grave carencia de inspecciones sistemáticas en las centrales nucleares de Japón y dio lugar a un programa de inspección generalizado no planificado. Este terrible suceso representa únicamente el último capítulo de una serie de accidentes de gravedad en las instalaciones nucleares japonesas: la fuga de sodio en el reactor rápido reproductor de Monju en diciembre de 1995 (el reactor sigue en situación de parada), la explosión de residuos de reprocesado de Tokai en marzo de 1997, el accidente de criticidad en la instalación de fabricación de combustible de Tokai en septiembre de 1999 y el escándalo de falsificación generalizada iniciado en agosto de 2002 que condujo a la parada de los 17 reactores nucleares de la Tokyo Electric Power Company. Los directivos de TEPCO habían falsificado los registros de inspección e intentaron ocultar las grietas en los escudos de las vasijas de los reactores en 13 de sus 17 unidades.²³ Posteriormente, el escándalo se extendió a otras compañías productoras de electricidad de origen nuclear. No cabe sorprenderse de que la generación de electricidad de origen nuclear en el país cayera en más de una cuarta parte entre 2002 y 2003.

Tres reactores se encuentran clasificados oficialmente como en fase de construcción. Otros planes son ambiguos. El Plan a largo plazo para el desarrollo nuclear, de carácter oficial y formulado por la Administración, es objeto actualmente de revisión. La principal decisión que debe adoptarse a corto plazo atañe al destino de la central de separación de plutonio en Rokkasho-mura. La instalación de reprocesado, con una producción anual nominal de 800 toneladas se encuentra actualmente en fase de puesta en marcha. No obstante, el paso definitivo y crucial, que no es otro que la introducción del plutonio, no se ha dado aún, y está previsto actualmente para 2005. Los accidentes y escándalos de los últimos años han demorado de manera significativa la introducción del plutonio en el combustible de óxidos mixtos de uranio y plutonio (MOX). Hasta la fecha, no se ha utilizado ningún combustible de este tipo, y Japón cuenta con una reserva significativa de plutonio, en concreto de unas 40 toneladas, de las que 35 se encuentran en Francia y el Reino Unido.

Pakistán dispone de dos reactores que generan en torno al 2 % de la electricidad del país y menos del 1 % de su energía primaria comercial. Como en el caso de La India, Pakistán ha utilizado instalaciones nucleares designadas como civiles para fines militares. Además, el país ha desarrollado un complejo sistema para acceder a componentes destinados a su programa de

²³ Véase asimismo <http://cnic.jp/english/newsletter/nit92/nit92articles/nit92coverup.html>.

armamento de manera ilegal en el mercado negro internacional, incluido el recurso a diversas fuentes europeas. Inmediatamente después de la serie de pruebas de armamento nuclear realizadas por India en 1998, Pakistán procedió también a la explosión de varios artefactos nucleares. La asistencia nuclear internacional resulta prácticamente imposible, dado que Pakistán, al igual que India, no ha suscrito el Tratado de No Proliferación, y no acepta salvaguardias de gran alcance (inspecciones internacionales de *todas* las actividades nucleares en el país). Por tanto, es muy probable que el programa nuclear paquistaní mantenga su carácter predominantemente militar.

En la península de Corea, la **República de Corea del Sur** cuenta con 19 reactores activos que generan el 40 % de la electricidad del país y el 14 % de su energía primaria comercial. Además, un reactor se encuentra clasificado como en fase de construcción. Durante mucho tiempo, Corea del Sur, junto a China, ha sido considerada como el principal mercado de futuro para la expansión de la energía nuclear. Tal consideración dista mucho de ser cierta en la actualidad. “El movimiento antinuclear se extiende por todo el mundo”, proclamó Bong-Suh Lee, Ministro de Energía de Corea del Sur en la Conferencia Mundial de la Energía celebrada en 1989 en Montreal. “Debemos atajarlo antes de que detenga la generación nuclear en todo el planeta.” Mientras que el programa inicial se ejecutó sin un gran debate público, una notable polémica respecto al futuro del programa nuclear, y en particular sobre el destino de los residuos radioactivos, repercutió en los planes de expansión en el decenio de 1990. Siguen existiendo algunos planes para la construcción de nuevos reactores, si bien el escepticismo se ha extendido al ámbito político y el programa ha quedado prácticamente interrumpido. Las recientes revelaciones relativas a pasados experimentos secretos e ilegales en los que se practicó la separación del plutonio y el enriquecimiento del uranio, han arrojado dudas sobre la naturaleza exclusivamente pacífica del programa.

La **República Democrática Popular de Corea (RDPC)** no dispone de reactores nucleares en funcionamiento. En un acuerdo internacional (KEDO) de 1994 se contemplaba la construcción de dos reactores con la asistencia técnica y financiera de Estados Unidos, la UE y varios países más. A cambio, la RDPC debía abandonar toda actividad de investigación y desarrollo relacionada con armas nucleares. En 2002, Estados Unidos acusó a la RDPC de infringir el acuerdo. Aunque tal acusación resultó ser errónea, la RDPC decidió abandonar el Tratado de No Proliferación y se preparó abiertamente para la reactivación de las actividades relacionadas con el armamento nuclear. Como consecuencia, el proyecto de construcción de los reactores quedó suspendido.

Taiwán dispone de seis reactores que generan en torno al 22 % de la electricidad del país y el 9 % de su energía primaria comercial. Dos reactores avanzados de agua en ebullición de 1 350 MWe se encuentran clasificados como “en construcción” en Lungmen, cerca de Taipei. Su puesta en marcha está prevista en 2006-2007, pero cabe la posibilidad de que se produzcan nuevas demoras. La unidad operativa más reciente comenzó a funcionar en 1985. Todas las centrales nucleares han sido entregadas por Estados Unidos. En cuanto a las dos unidades en construcción, las ofertas iniciales para la provisión de éstas “llave en mano” fueron rechazadas, y se otorgaron contratos a General Electric respecto a las islas nucleares, a Mitsubishi para las turbinas y a otras empresas para el resto de componentes. La construcción comenzó en 1999. “Cuando los reactores se habían completado en una tercera parte, un nuevo gabinete canceló el proyecto. Los trabajos se reanudaron al año siguiente después de una

apelación judicial y una resolución favorable a la continuación por parte de la Administración. Sin embargo, el proyecto había sido retrasado en torno a un año”.²⁴

Europa

En octubre de 2004, 13 de los 25 países de la Unión Europea ampliada (UE25) disponían en conjunto de 151 reactores en funcionamiento, lo que representa aproximadamente un tercio de las unidades mundiales, por debajo de los 172 reactores registrados en 1989 (descenso del 12 %).

La gran mayoría de las instalaciones, en concreto, 132 unidades, se ubican en ocho de los países occidentales de la Unión Europea previa a la ampliación (UE15), y sólo 19 en los 5 nuevos Estados miembros con energía nuclear. En otras palabras, nueve de cada diez reactores nucleares operativos en UE25 se encuentran emplazados en occidente. Sin embargo, sobre todo en lo que respecta a cuestiones de seguridad, una gran parte de la atención pública y política parece dirigirse al este.

En 2003, la energía nuclear generó el 31 % de la electricidad comercial, pero menos del 15 % de la energía primaria comercial en UE25. Además, casi la mitad (45 %) de la electricidad de origen nuclear en UE25 ha sido generada por un único país: Francia.

Energía nuclear en Europa occidental

Especialmente en Europa occidental, la población suele sobrestimar la significación de la electricidad en el panorama energético global, y el papel de la energía nuclear en particular. La proporción de la electricidad en el consumo de energía primaria comercial en UE15 equivale únicamente a una quinta parte.

Los 132 reactores nucleares operativos en UE15 a 1 de octubre de 2004 (es decir, 25 unidades menos (!) que hace 15 años):

- generan en torno a un tercio de la producción eléctrica comercial;
- cubren < 14 % del consumo de energía primaria comercial;
- cubren < 7 % del consumo de energía final.

Actualmente se encuentra en fase de construcción un reactor en UE15, concretamente en Finlandia. No se ha establecido ningún centro de construcción desde que se puso en marcha la unidad francesa Civaux-2 en 1991. Aparte de la excepción de Francia, y hasta el reciente proyecto de reactor en Finlandia, no se había efectuado ningún nuevo pedido de reactores en Europa occidental desde 1980, lo que arroja un resultado de un pedido en 25 años.

En el siguiente capítulo se ofrece una breve visión general por país.

Bélgica dispone de siete reactores en funcionamiento y, con un 55 %, se sitúa en el cuarto puesto en la clasificación mundial de mayor participación de la energía nuclear en la generación de electricidad del país, detrás de Eslovaquia, Lituania y Francia. La energía nuclear proporciona el 19 % de la energía primaria comercial en el país. En 2002, Bélgica

²⁴ <http://www.world-nuclear.org/info/inf63.htm>

promulgó legislación sobre el cierre progresivo de instalaciones nucleares en la que se exige la parada de las centrales nucleares belgas después de 40 años de funcionamiento y, por tanto, con arreglo a su fecha de puesta en marcha, las distintas centrales se cerrarán entre 2014 y 2025.

Aunque la legislación se ha aprobado bajo el mandato de un gobierno que incluía una coalición con el Partido Verde, el gobierno siguiente, en el que no figuraba ningún ministro de esta formación, no ha puesto en cuestión la ley de desmantelamiento progresivo.

Finlandia dispone actualmente de cuatro unidades en funcionamiento que generan el 27 % de su electricidad y el 19 % de su energía primaria comercial. En diciembre de 2003, Finlandia se convirtió en el primer país en realizar un pedido de un nuevo reactor nuclear en Europa occidental en un período de 15 años. La compañía eléctrica TVO suscribió un contrato “llave en mano” con el consorcio franco-alemán Framatome-ANP (66 % AREVA, 34 % Siemens) respecto al suministro de un EPR de 1 600 MW (reactor europeo de agua a presión).

La situación energética de Finlandia resulta bastante inusual y ocupa el quinto lugar en el mundo en cuanto a consumo de electricidad por habitante, y el segundo puesto de esta clasificación en la UE, sólo superada por Suecia. El consumo medio de electricidad de un finés es 2,4 veces superior al de un alemán, y tres veces mayor que el de un italiano. Al objeto de satisfacer este extraordinario nivel de consumo eléctrico, Finlandia importa además cantidades significativas de electricidad, por encima de los 10 000 millones de kWh por año (2002), procedente, entre otras fuentes, de los reactores RBMK de tipo Chernobyl Leningrado de Rusia. Si Finlandia redujera su consumo eléctrico por habitante al nivel de Alemania, el país ahorraría unos 44 000 millones de kWh al año, lo que equivale a dos veces el volumen de producción conjunta de los cuatro reactores operativos en Finlandia en 2003, y casi tres veces la cantidad de electricidad que se prevé que generará el nuevo EPR propuesto. Dada la política energética vigente en Finlandia, no hay posibilidades de que se reduzca el consumo. TVO, principal compañía eléctrica finlandesa, ni siquiera dispone de *algún tipo* de programa de gestión del lado de la demanda.

De hecho, las circunstancias del pedido del EPR son tan extraordinarias como la situación de la electricidad en Finlandia. El consorcio Framatome-Siemens ofreció un precio fijo a cambio de la instalación “llave en mano”, que no cubría los trabajos de preparación del emplazamiento y de excavación. Se trata de una situación sin precedentes en un entorno financiero de alto riesgo.²⁵ Queda por aclarar quién sería responsable de los previsibles incrementos de costes en que se incurra por encima del precio convenido. La carga de los costes para la fabricación en Europa es considerada ya excesivamente elevada por el propio consorcio, ya que éste ha realizado los pedidos correspondientes a los componentes principales, la vasija de presión del reactor y los generadores de vapor en Japón. Los proveedores y la compañía eléctrica TVO, principal entidad en el grupo de 61 clientes que efectuaron el pedido, rehusó revelar si se han realizado pedidos de otros componentes fuera de la UE. En cualquier caso, no queda claro si la instalación reunirá las condiciones para obtener un certificado de “hecho en la CE”, considerando que la fabricación en su totalidad y el montaje de los componentes principales se llevará a cabo en Japón.

Francia constituye la excepción a escala mundial en el sector nuclear. Exactamente hace 30 años, el Gobierno francés emprendió el mayor programa público de energía nuclear del mundo, como respuesta a la denominada crisis del petróleo de 1973. Sin embargo, menos del

²⁵ El Banco Mundial y el Banco Asiático de Desarrollo, por ejemplo, nunca han financiado proyectos nucleares en particular a causa del elevado riesgo financiero.

13 % del consumo de este recurso en Francia era absorbido por la generación de energía eléctrica. Tres décadas más tarde, Francia ha reducido su consumo global de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) en menos de un 10 %, y el consumo de petróleo en el sector del transporte se ha elevado mucho más que el consumo anual sustituido por la energía nuclear en el sector de la electricidad.

En 2003, los 59 reactores franceses²⁶ producían el 78 % de la electricidad y el 38 % de la energía primaria comercial en el país, aunque sólo alrededor del 55 % de su capacidad de generación eléctrica instalada es nuclear. En otras palabras, Francia cuenta con una enorme sobrecapacidad instalada, que ha dado lugar al *dumping* de electricidad en países vecinos y ha fomentado el desarrollo de aplicaciones térmicas altamente ineficientes. Un máximo histórico invernal en cuanto a carga equivalente a 80 000 MW debe compararse con una capacidad instalada de 120 000 MW. Incluso una cómoda reserva del 20 % arroja una sobrecapacidad teórica superior a la capacidad equivalente de la totalidad de las 34 unidades de 900 MW. No cabe sorprenderse de que el equivalente a una docena de reactores funcionen únicamente para la exportación, y de que Francia siga siendo el único país del mundo que realiza la parada de reactores nucleares en ciertos fines de semana porque no pueden vender la electricidad generada, ni siquiera a precios de *dumping*.

La carga máxima estacional de electricidad se ha elevado drásticamente desde la mitad del decenio de 1980, sobre todo a causa de la adopción generalizada de radiadores eléctricos y calentadores de agua. Aproximadamente un cuarto de los hogares franceses disponen de sistemas de calefacción eléctricos, que representa la forma más antieconómica de generación de calor (porque da lugar a la pérdida de la mayor parte de la energía primaria en el proceso de transformación, transporte y distribución). La diferencia entre el día de menor carga en verano, y del mayor carga en invierno se sitúa actualmente en torno a los 50 000 MW. Esta situación pone de relieve la existencia de una curva de carga altamente ineficiente, ya que es necesario disponer de capacidades significativas para períodos muy breves en el invierno. Este tipo de consumo no se cubre mediante la energía nuclear, sino por las centrales que se sirve de combustibles fósiles o a través de caras importaciones de electricidad en períodos de máxima carga. Actualmente, el consumo eléctrico por habitante en Francia supera en más de un 25 % al de Italia (que estableció el cierre progresivo de sus instalaciones de energía nuclear después del accidente de Chernobyl en 1986), y en un 15 % a la media en la UE25. El consumo de energía primaria en Francia también es significativamente superior, por ejemplo, al de Alemania.

Teniendo en cuenta la existencia de sobrecapacidades y la edad relativamente corta de las centrales nucleares, con una edad media inferior a 20 años, Francia no necesitará construir nuevos reactores durante mucho tiempo. Otros factores apuntan igualmente en esta misma dirección:

- Los responsables de la industria nuclear han admitido en privado durante años que el país ha ido demasiado lejos en cuanto a la proporción de la participación de la energía nuclear en el total de la generación de electricidad y que, en el futuro, la contribución de dicha energía no deberá exceder en torno al 60 % de la producción eléctrica.
- Resulta inconcebible que Francia construya nuevos reactores en el futuro con el único objetivo de exportar electricidad. Esta opción resultaría demasiado cara y carecería de

²⁶ Esencialmente, PWR (reactores de agua a presión), 34 de 900 MW, 20 de 1 300 MW y 4 de 1 400, más un antiguo reactor rápido reproductor de 250 MW (Phénix, Marcoule).

perspectivas en un mercado energético liberalizado, dado los grandes excesos de capacidad existentes en el ámbito internacional.

- Electricité de France pretende que sus reactores se mantengan operativos durante un mínimo de 40 años, mientras que el reactor comercial de mayor antigüedad lleva 23 años en funcionamiento.

Por tanto, pasarán muchos años, si no decenios, antes de que las restricciones de capacidad exijan la construcción de nuevas centrales nucleares de carga base en Francia. El Gobierno francés y la compañía eléctrica EDF han anunciado su intención de seguir adelante con una nueva unidad porque la industria nuclear internacional se enfrenta a un grave problema de mantenimiento de competencias en el sector. El 21 de octubre de 2004, EDF hizo pública la elección de Flamanville como emplazamiento del proyecto de EPR. Esta localidad se encuentra situada únicamente a 15 km de las instalaciones de reprocesado de La Haya (véase en este mismo informe). La selección del emplazamiento, que resultó una sorpresa para numerosos especialistas, ya que no parece ajustarse a los criterios más apropiados desde un punto de vista económico y técnico, parece preparar el terreno para una compensación por los recortes en el sector del plutonio que, básicamente, dejará de funcionar en breve.

Al mismo tiempo, la compañía eléctrica francesa de titularidad pública EDF ha de prepararse para la apertura del mercado y la privatización parcial con numerosas cuestiones aún por resolver. La publicación británica *The Economist* llegó a las graves conclusiones que siguen: “The Economist ha examinado las finanzas de EDF. Lo que se obtiene es la visión de un grupo que ha utilizado ciertas prácticas contables cuestionables, que nunca ha obtenido un verdadero beneficio, que ha empleado de manera imprudente fondos asignados a la retirada de servicio de instalaciones nucleares y la gestión de residuos, que carece de transparencia respecto al nivel de sus provisiones nucleares y que ha permitido seguir una estrategia imprudente y costosa de expansión internacional²⁷.”

Francia cuenta asimismo con un gran número de instalaciones nucleares adicionales entre las que figuran las dedicadas a la conversión y el enriquecimiento de uranio, la fabricación de combustible y el tratamiento de plutonio. Francia y el Reino Unido son los únicos países de la UE que separan el plutonio del combustible utilizado, con arreglo a un proceso denominado reprocesado. Dos unidades ubicadas en La Haya disponen de la licencia para procesar 1 700 toneladas de combustible al año. No obstante, todos los clientes extranjeros significativos han terminado sus contratos, y sólo unos pocos meses de suministro de combustible extranjero siguen siendo objeto de un contrato. La mayoría de los antiguos clientes como Bélgica y Suiza han abandonado la separación del plutonio, lo harán en breve (las compañías eléctricas alemanas tendrán prohibido transportar combustible a las centrales de reprocesado desde julio de 2005), o construyen sus propias unidades de tratamiento del plutonio como Japón. Por tanto, el operador de La Haya COGEMA depende enteramente del cliente nacional EDF para continuar con su actividad empresarial en el futuro. Aunque el contrato vigente expira en 2007, éste no cubre todo el combustible utilizado que ya se encuentre almacenado o se haya descargado en el período comprendido hasta dicha fecha y, por tanto, es evidente que no hay y no habrá trabajo suficiente para ambas cadenas de reprocesado.

En 2001 se llevó a cabo en nombre del Parlamento Europeo una investigación pormenorizada de las consecuencias medioambientales y sanitarias de la instalación de La Haya y de la

²⁷ The Economist, *Electricité de France: A very big French turn-off*, 1 de julio de 2004.

unidad equivalente del Reino Unido situada en Sellafield.²⁸ En el estudio se concluyó que estas fábricas de plutonio constituyen, por mucho, las instalaciones nucleares más contaminantes de la UE. Sus emisiones radioactivas en condiciones de funcionamiento normales equivalen a las de un accidente grave cada año.

Alemania dispone de 18 reactores en funcionamiento que generan el 28 % de la electricidad y el 11 % de la energía primaria en el país. En 2002, el Parlamento aprobó mediante votación una ley relativa al cierre progresivo de instalaciones nucleares en la que se estipula que las centrales nucleares del país deberán dejar de funcionar después de una vida útil media de unos 32 años. No obstante, las compañías eléctricas contaban con un “presupuesto total para la generación de electricidad de origen nuclear” de 2 623 000 millones de kWh, y pueden transferir kWh de un reactor a otra unidad. Ya se ha procedido a la parada de la primera unidad en virtud de la ley de cierre gradual. La segunda deberá cerrarse en 2005. La construcción de nuevas centrales y el reprocesado de combustible utilizado (más allá de las cantidades de combustible trasladadas a las unidades de reprocesado hasta el 30 de junio de 2005) han quedado prohibidos.

Aunque algunos representantes del partido conservador de los cristiano-demócratas han sugerido que podrían intentar anular dicha ley, falta el ingrediente fundamental, que consiste en la existencia de una compañía eléctrica dispuesta a realizar un pedido para la construcción de una nueva central. En un clima público hostil en general, la energía nuclear no tiene futuro en Alemania.

Países Bajos dispone de una única central de 450 MW y 31 años de antigüedad, que genera el 4 al 5 % de la electricidad del país y el 1 % de su energía primaria comercial. La decisión política inicial de cerrar el reactor antes de 2004 ha sido combatida con éxito en los tribunales por el operador de la unidad. El Gobierno actual planea la promulgación de una ley que le permita limitar la vida útil de la central.

A principios de 2004, el operador de Borssele EPZ amplió un contrato de reprocesado con COGEMA. Se trata de una decisión curiosa teniendo en cuenta el hecho de que, en los Países Bajos, no existen posibilidades de utilización del plutonio separado. EPZ se ha negado a revelar sus planes respecto al plutonio. El 1 de julio de 2004, la cámara baja del parlamento neerlandés aprobó una resolución en la que se pedía al gobierno que:

- "modifique las leyes y reglamentos pertinentes de manera que sea necesario obtener el permiso de la Administración y del Parlamento para la ampliación de contratos de reprocesado o soluciones alternativas para la parte final del ciclo del combustible nuclear;
- investigue las alternativas disponibles (respecto a dicha parte final), como el reprocesado y el almacenamiento directo, y que revise estas opciones teniendo en cuenta los aspectos financieros y relativos al medio ambiente, la seguridad, y la proliferación;
- utilice todos los medios posibles para impedir (a la espera de decisiones ulteriores del Parlamento) una decisión irreversible acerca de las operaciones de reprocesado por parte de EPZ”.

España dispone de nueve reactores en funcionamiento que generan el 24 % de la electricidad y el 10 % de la energía primaria en el país. Más allá de la moratoria *de facto* aplicada durante muchos años, José Luis Rodríguez Zapatero, actual Presidente del Gobierno, ha hecho del

²⁸ Mycle Schneider (Dir.), y cols., *Possible Toxic Effects from the Nuclear Reprocessing Plants at Sellafield (UK) and Cap de la Hague (France)*, Informe final para el Programa de Evaluación de Opciones Científicas y Tecnológicas (STOA), Dirección General de Investigación, Parlamento Europeo, Luxemburgo, noviembre de 2001, 170 p.

cierre progresivo de las instalaciones nucleares uno de los principales objetivos de su mandato. Zapatero anunció en abril de 2004, con ocasión de su ceremonia de toma de posesión, que su gobierno "abandonaría gradualmente" la energía nuclear y elevaría los fondos destinados a las energías renovables, en un esfuerzo por reducir las emisiones de los gases responsables del efecto invernadero, de conformidad con el protocolo de Kyoto.

Suecia cuenta con 11 reactores que generan el 50 % de la electricidad y un tercio de la energía primaria en el país. Esta elevada proporción en cuanto a la energía primaria se debe al muy elevado consumo de electricidad por habitante en Suecia, que convierte a este país en el mayor consumidor de esta forma de energía en la UE y lo coloca en el cuarto puesto de esta clasificación en el mundo. El principal origen de este elevado nivel de consumo consiste en los usos termales generalizados y altamente ineficientes de la electricidad. La calefacción eléctrica y la utilización de agua caliente en los hogares absorben unas 40 TWh, más de una cuarta parte del consumo eléctrico del país.

En 1980, Suecia decidió mediante referéndum proceder al abandono gradual de la energía nuclear, fijándose el 2010 como fecha de referencia. El referéndum constituyó una iniciativa extraña en cierta medida, ya que se celebró cuando sólo seis de un programa de doce reactores habían comenzado a funcionar, y los otros seis se encontraban aún en fase de construcción. Por tanto, fue más una consulta sobre la "limitación de un programa" que sobre un "desmantelamiento gradual". Tras el accidente de Chernobyl, Suecia se comprometió a cerrar dos unidades antes de 1995-1996, pero esta medida inicial se desestimó a principios de 1991. El país mantuvo la fecha de 2010 como plazo para el desmantelamiento hasta la mitad del decenio de 1990, pero siguió produciéndose un debate activo sobre el futuro nuclear del país que dio lugar a un nuevo acuerdo de los partidos: iniciar el proceso de abandono gradual antes, pero descartar la fecha límite de 2010. Así, el primer reactor (Barsebäck-1) se cerró en 1999, y el segundo (Barsebäck-2) dejará de funcionar supuestamente en 2005. Bo Bylund, negociador de la Administración, declaró en octubre de 2004 que esperaba el cierre de una tercera central sueca poco después de 2010, y que los demás cierres seguirían a un ritmo aproximado de una unidad cada tres años. De ser así, la última central de Suecia cerraría "en alguna fecha entre 2020 y 2030", de conformidad con la vida útil de los reactores de unos 40 años. Leif Pagrotsky, Ministro de Industria, expresó su deseo de que el desmantelamiento de las 10 unidades restantes se produjera a un mayor ritmo al señalar: "espero que el cierre pueda efectuarse tan pronto como sea posible".²⁹

El **Reino Unido** dispone de 23 reactores que generan el 24 % de la electricidad del país y cubren el 9 % de su consumo de energía primaria. Muchas de las centrales nucleares del Reino Unido son relativamente pequeñas, particularmente ineficientes y de más de 30 años de antigüedad. La cantidad de electricidad por reactor instalado producida por Alemania supera en más de dos veces a la obtenida por el Reino Unido. La industria nuclear de este país ha experimentado varios años de dificultades. Desde el fallido intento de privatización de Margaret Thatcher a finales del decenio de 1980, cuando el kWh de origen nuclear acabó resultando dos veces más caro que anteriormente respecto a su valor indicado, las compañías productoras de electricidad de origen nuclear y las industrias transformadoras de combustible se han movido entre el escándalo y la quiebra virtual. En septiembre de 2004, la Comisión Europea aceptó un paquete de medidas de reestructuración del Gobierno del Reino Unido por un valor de 6 000 millones de euros, destinadas a impedir la liquidación de British Energy, una empresa de titularidad privada dedicada a la generación de energía nuclear. Esta dotación

²⁹ NucNet, 6 de octubre de 2004.

de fondos forma parte de un proceso de mayor alcance encaminado a la constitución de un órgano específico dedicado al desmantelamiento de las instalaciones nucleares del país. En octubre de 2004, se informó de que la Comisión podría solicitar una investigación sobre la constitución de la *National Decommissioning Agency* (Agencia Nacional de Desmantelamiento)³⁰.

El *lobby* nuclear en el Reino Unido puso en marcha recientemente una importante iniciativa, reflejada de manera amplia en los medios de comunicación, encaminada a mantener abierta la opción de esta forma de energía. No obstante, los principales ministros del Gobierno rebatieron tal propuesta de un modo desacostumbradamente inequívoco. “La construcción de centrales nucleares conlleva el riesgo de transmitir a las generaciones futuras legados “difíciles”, señaló Margaret Beckett, Secretaria de Medio Ambiente.³¹ Su compañera a cargo de la cartera de industria, Patricia Hewitt, aclaró en *The Times*³²: “Nuestra prioridad es la eficiencia energética y la energía renovable. Actualmente carecemos de propuestas para la construcción de nuevas centrales nucleares, pero, en algún momento en el futuro, podría ser necesario iniciar nuevas construcciones si pretendemos satisfacer nuestros objetivos en cuanto al carbón. Antes de adoptar ninguna decisión sobre esta materia, debería acometerse la consulta pública más completa posible y la publicación de un libro blanco en el que se expongan las propuestas de la Administración.

La economía actual de la construcción de nuevas centrales nucleares convierte a éstas en un opción poco atractiva, y existen cuestiones importantes planteadas respecto al legado de los residuos nucleares. Confiamos en que la energía renovable contribuya de manera significativa y creciente a la atención de las necesidades energéticas del Reino Unido.”

El único país europeo occidental no miembro de la UE que dispone de centrales nucleares es **Suiza**. Cuenta con cinco reactores que generan el 40 % de la electricidad del país y cubren el 21 % de su consumo de energía primaria comercial. En 2001, el rechazo de la energía nuclear alcanzó un máximo sin precedentes, y el 75 % de la población suiza respondió negativamente a la pregunta “¿es aceptable la energía nuclear?”³³ Suiza es el único país con instalaciones nucleares que ha recurrido reiteradamente a la celebración de referendos acerca del futuro de este tipo de energía. Aunque la opción del cierre gradual nunca obtuvo una mayoría suficiente, los distintos referendos han dado lugar al mantenimiento de una moratoria efectiva respecto a cualquier nuevo proyecto. Actualmente no existen perspectivas de adopción de nuevos planes nucleares en Suiza.

Nuevos Estados miembros de la UE

En mayo de 2004, diez nuevos países se incorporaron a la Unión Europea, de los que cinco (Eslovaquia, Eslovenia, Hungría, Lituania y República Checa) disponen de centrales nucleares en funcionamiento. Los otros dos países que previsiblemente pasarán a formar parte de la UE en los próximos años, Bulgaria y Rumanía, también explotan la tecnología nuclear.

³⁰ The Independent, *European probe could scupper Britain's £48bn nuclear clean-up*, 10 de octubre de 2004.

³¹ *The Observer*, 19 de septiembre de 2004.

³² *The Times*, 18 de septiembre de 2004.

³³ Conrad U. Brunner, *Democratic Decision-Making in Switzerland: Referenda for a Nuclear Phase-Out*, en “Rethinking Nuclear Energy after September 11, 2001”, Global Health Watch, IPPNW, septiembre de 2004.

La ampliación de la UE ha repercutido en el sector nuclear, tanto en los antiguos, como en los nuevos Estados miembros. En el caso de los segundos, la UE ha exigido la elaboración de calendarios de cierre de la primera generación de reactores de diseño soviético, los RBMK (de tipo Chernobyl, refrigerados por agua y moderados con grafito) y VVER 400-230S (los VVER son reactores de agua ligera). Estos calendarios se convinieron en los acuerdo de asociación para la adhesión suscritos entre la UE y los antiguos países candidatos a la adhesión en diciembre de 1999. Aunque se trata de medidas históricas en cuanto a que la UE, por vez primera, exigió el cierre de reactores por motivos de seguridad, los acuerdos de cierre ampliaron en cinco años, como promedio, los planes internacionales de clausura existentes respecto a los reactores en cuestión, y dejaron de seguir la pauta marcada en Alemania Oriental, donde todos los reactores en funcionamiento y previstos de diseño soviético se cerraron o abandonaron de inmediato tras la unificación en 1989.

A pesar de solicitar el descarte de ciertos diseños de reactor y los cambios de funcionamiento y diseño de las últimas versiones de VVER, la UE carece de normas específicas en materia de seguridad nuclear cuyo cumplimiento puedan exigir los nuevos Estados miembros a sus centrales nucleares. Tal situación obedece al hecho de que, con arreglo a la legislación de la UE, las normas de seguridad nuclear siguen siendo competencia de los Estados miembros. La Comisión Europea ha intentado utilizar el proceso de ampliación para poner de relieve tal situación y en 2003 y 2004 propuso nuevas disposiciones que, por primera vez, le otorgaran competencias en el ámbito de la seguridad nuclear y de los residuos radioactivos. Sin embargo, tales propuestas no fueron aceptadas por el Consejo de los Estados miembros de la UE en junio de 2004. Posteriormente, en septiembre de ese mismo año, la Comisión Europea volvió a proponer tales leyes, en cierta medida para sorpresa de los Gobiernos de los Estados miembros, que acababan de rechazar una versión similar del texto propuesto.

Los sectores energéticos de los nuevos Estados miembros de la UE presentan varias diferencias esenciales con los de los miembros más antiguos de la Unión. En primer lugar, existe una mayor dependencia del carbón para la producción de electricidad y, en consecuencia, una utilización mucho menor del gas natural, mientras que el suministro de origen nuclear en el conjunto de la región es similar a la media de la UE. En segundo lugar, se registran niveles muy superiores de intensidad energética, es decir, de la cantidad de energía utilizada para producir bienes, que, como promedio, duplica al menos el nivel de los antiguos Estados miembros. Por último, se adolece de un considerable exceso de capacidad. Por ejemplo, en Lituania alcanza el 240 % (medido como la diferencia entre la demanda máxima y la capacidad instalada), mientras que en Eslovaquia asciende al 94 %, en la República Checa, al 51 %, y en Hungría, al 44 %.

La **República Checa** cuenta con seis reactores en funcionamiento, todos ellos de tipo VVER de segunda generación, cuatro 440-213 en Dukovany, y dos VVER 1000 en Temelin. En conjunto, la energía nuclear cubre el 31 % del consumo de electricidad total y el 13 % del consumo total de energía. En 1998, la compañía eléctrica checa CEZ anunció la ejecución de un significativo programa de modernización por valor de 35 000 millones de coronas checas (750 millones de euros) en la central nuclear de Dukovany antes de 2005. El programa de actualización se diseñó para extender la vida útil de los reactores de 30, a 40 años. Los reactores de Temelin son mucho más recientes: la unidad 1 inició su funcionamiento comercial en junio de 2002, y la unidad 2, en mayo de 2003, y se culminaron con la asistencia técnica prestada por la empresa de Estados Unidos Westinghouse.

En marzo de 1994, el *Export-Import Bank* de Estados Unidos aprobó una garantía crediticia de 317 millones de dólares respecto a las obras realizadas por la Westinghouse Electric Corporation; no obstante, hasta octubre de 1996 el Gobierno checo no aprobó las garantías estatales pertinentes. Esta forma de actuar constituye un indicio de las demoras y los problemas que el proyecto tuvo que afrontar y, cuando finalmente se completó, había acumulado unos 5 años de retraso y se había superado el presupuesto en 30 000 millones de coronas checas (900 millones de euros). Algunos de estos problemas se produjeron como consecuencia de la combinación de diferentes tecnologías y principios de diseño en una fase relativamente avanzada de la construcción. La política energética estatal de 2004 prevé la construcción de dos o más reactores de gran tamaño, probablemente en Temelin, concebidos para sustituir en última instancia a la central de Dukovany después de 2020.

Hungría dispone de cuatro reactores VVER440-213 instalados en una central nuclear en funcionamiento ubicada en Paks, cerca del Danubio, que genera el 32 % de la electricidad del país y cubre el 10 % del consumo total de energía. Las obras de construcción se iniciaron en los reactores entre 1974 y 1979, y éstos entraron en funcionamiento entre 1983 y 1987. Antes de 2003, los reactores mantuvieron un historial de operación relativamente bueno; sin embargo, el 10 de abril de dicho año, se aplicó una refrigeración insuficiente a parte de los elementos combustibles durante un proceso de limpieza en un depósito especial situado fuera de la vasija de presión del reactor. La grúa necesaria para retirar los elementos no se encontraba disponible y, en consecuencia, la temperatura siguió elevándose. El incidente, que pudo desencadenar un accidente devastador, se descubrió al detectarse un aumento repentino del gas radioactivo Krypton-85 dentro del equipo de limpieza y en la sala del reactor. En consecuencia, se aplicaron los sistemas de ventilación y los gases nobles se liberaron a la atmósfera a través de los conductos de salida de humo. Posteriormente, se intentó abrir la tapa del contenedor de lavado, pero una de las poleas de la grúa se rompió y la tapa sólo se abrió parcialmente. En aquel momento, había 30 elementos combustibles (unas 3 toneladas de uranio, varias masas críticas) en el depósito de limpieza.

Seis meses después del accidente, las autoridades en materia de seguridad no podían excluir que los elementos combustibles alcanzaran efectivamente “la condición de criticidad, durante el incidente o con posterioridad a éste”. Las autoridades concluyeron en particular que, “debe evitarse un exceso de confianza en cualquier subcontratista, aún cuando disfrute de una elevada reputación”.³⁴ El equipo de limpieza de combustible había sido suministrado por Framatome ANP. Como resultado del accidente, la segunda unidad estuvo más de un año sin funcionar y sólo se reconectó a la red eléctrica general en septiembre de 2004.

Lituania es actualmente el único país de la UE que cuenta con reactores RBMK en funcionamiento, y su proporción de electricidad generada por la energía nuclear respecto al total es la mayor de todo el mundo, con un 80 %. La energía nuclear cubre el 38 % del consumo de energía primaria comercial del país. De acuerdo con las condiciones del acuerdo de asociación para la adhesión, la unidad 1 cerrará antes del final de 2004, y la unidad 2, a finales de 2009. La central nuclear de Ignalina se construyó en los decenios de 1970 y 1980 y, en su momento, albergó los mayores reactores del mundo, concretamente, dos unidades de 1 500 MW. Esta central no se diseñó para un uso a escala nacional en Lituania, sino para suministrar electricidad al noroeste de Rusia y Belarús. De hecho, con anterioridad a los

³⁴ L. Vöröss, « Lessons learned from the INES-3 event at Paks NPP on April 10, 2003 », HAEA, Hungría, noviembre de 2004, http://www.eurosafe-forum.org/forum2003/seminaires/seminaire_1_6.pdf

cambios políticos de 1992, en Lituania se utilizaba una proporción muy pequeña de la producción de electricidad de Ignalina. Sin embargo, tras la independencia, el Gobierno asumió el control de la instalación, y suspendió la actividad de gran parte de su otra unidad generadora. Puesto que la sobrecapacidad se acerca al 250 %, el cierre de Ignalina-1 no representa ningún problema técnico especial.

Eslovaquia es el único Estado miembro que parece tener planes formales para la construcción de más reactores. El país dispone ya de seis en funcionamiento, cuatro en Bohunice y dos en Mochovce, que generan el 57 % de la electricidad del país y cubren el 21 % del consumo de energía total. Los dos primeros reactores de Bohunice son del modelo VVER 440-230 y han sido asignados a un plan de cierre conforme al que dejarán de funcionar entre 2006 y 2008. Inicialmente, se planificó que los reactores de Mochovce se completarían utilizando fondos del Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo y el Euratom. Sin embargo, en 1995, justo antes de que se alcanzara un acuerdo respecto al plan de terminación por un importe de 1 000 millones de euros, el Gobierno eslovaco se retiró del proyecto y lo reelaboró con una mayor participación de Rusia, sin renunciar a la ayuda prestada por la financiación y las compañías francesas y alemanas. Los reactores se culminaron finalmente en 1998 y 1999. En 2003, el Gobierno eslovaco convocó una licitación para privatizar el sector de generación del sector de electricidad, y se exigió a los oferentes que incluyeran planes para la terminación de las unidades tercera y cuarta en Mochovce. En el otoño de 2004, ENEL, de Italia, fue elegida como ofertante preferido.

El único reactor de diseño no soviético en un nuevo Estado miembro de la UE se encuentra en **Eslovenia**, donde un reactor de agua a presión construido por Westinghouse lleva funcionando desde 1981, y genera el 40 % de la electricidad total y en torno al 21 % (2002)³⁵ de la energía primaria comercial producida en este país. La singularidad del reactor ubicado en Krsko radica en que es copropiedad de los Gobiernos croata y esloveno. Desde los cambios políticos acaecidos en la región, el funcionamiento y la titularidad de los reactores ha sido objeto de disputa. No obstante, en julio de 2001 pareció alcanzarse un acuerdo en virtud del cual, se confirmó una división de la propiedad al 50 %, con un reparto similar de costes y producción, dando lugar a la constitución de la nueva sociedad Elesgen. No obstante, la estrategia de desmantelamiento, que el lado croata no admite, no fue incluida en dicho acuerdo.

Se prevé que, para el final del decenio, Rumanía y Bulgaria se hayan incorporado también a la UE. **Bulgaria** es el único país hasta la fecha que ha cerrado reactores como resultado de su futura adhesión, en concreto las dos primeras unidades de la central nuclear de Kozloduy en 2002, y está previsto que se clausuren igualmente las unidades tres y cuatro en 2006, si bien la energía nuclear sigue generando el 38 % de la electricidad del país y el 20 % de su energía primaria comercial. Existen otros dos reactores en funcionamiento en Kozloduy, ambos del tipo VVER 1000. En 2004, el Gobierno convocó una licitación para la culminación de la central nuclear de Belene. Las obras de construcción se habían detenido en dicho emplazamiento en 1990 y la actividad de la instalación se encontraba suspendida. Inicialmente, tres consorcios presentaron ofertas para completar las instalaciones: Framatome de Francia y Atomstroiexport de Rusia, un grupo liderado por la entidad checa Skoda Praha, y otro encabezado por AECL, de Canadá. Sin embargo, este último consorcio retiró su solicitud aludiendo a una falta de transparencia en el proceso. Se espera que, a finales de 2004, se

³⁵ <http://www.eva.ac.at/enercee/slo/energysupply.htm#h2>

adoptará una decisión respecto al licitante elegido para construir las nuevas instalaciones con una capacidad entre 1 600 y 2 000 MW.

Rumanía cuenta únicamente con una central nuclear, ubicada en Cernavoda. En una fecha tan temprana como 1979, la *Export Development Corporation* (EDC), organismo canadiense dedicado al crédito a la exportación, facilitó 1 000 millones de dólares a Rumanía para la construcción de la central nuclear, cuyos obras comenzaron en 1980. En aquella época, el dictador rumano Ceausescu había formulado ambiciosos planes para la instalación de cinco o más reactores, pero estas aspiraciones se vinieron abajo a causa de la falta de fondos. La unidad 1 se culminó en 1996, y suministra actualmente el 9 % de la electricidad del país y el 3 % de su energía primaria comercial. La financiación para completar la unidad dos se acordó en 2004, con la adjudicación de un crédito de Euratom de 212 millones de euros, unidos a los fondos dotados por fuentes canadienses, francesas, italianas y de Estados Unidos. Se prevé que dicha unidad comenzará a funcionar en 2007. En septiembre de 2004, el Gobierno anunció que buscaba financiación privada para la culminación de la unidad tres de Cernavoda.

Rusia y la antigua Unión Soviética

La única central nuclear de **Armenia** fue encargada en 1976, y los dos reactores VVER 440-230 entraron en funcionamiento en 1977 y 1980. Se encuentran situados en Medzamor, a menos de 30 km del centro de la capital Yerevan. La preocupación por la seguridad acrecentada por el terremoto de 1988 dio lugar al cierre de ambos reactores en 1989. No obstante, no se clausuraron, sino que se mantuvieron en una condición de parada prolongada. En abril de 1993, debido a la grave situación económica existente y la evidente falta de alternativas, se adoptó la decisión de volver a arrancar la unidad 2, que genera actualmente el 35 % de la electricidad del país y el 22,5 % (2001)³⁶ de su energía primaria comercial. Armenia carece de instalaciones para el ciclo del combustible y depende de Rusia en lo que respecta a éste.

En junio de 1954 se realizó la primera conexión de un reactor nuclear a la red eléctrica general, concretamente en Obninsk, **Rusia**. Desde entonces se han puesto en funcionamiento 40 reactores comerciales en este país, diez de los cuáles han entrado en parada y aguardan actualmente su clausura y retirada del servicio. La energía nuclear genera el 16,5 % del suministro eléctrico del país, y en torno al 5 % de la energía primaria comercial consumida. Como en el caso de otros países que fomentaron esta forma de energía en la misma época, el programa nuclear civil se integró plenamente con el desarrollo de material para armamento nuclear.

En el decenio de 1960, la Unión Soviética inició el desarrollo de reactores de escala comercial, centrándose en dos diseños principales, los RBMK, versiones de mayor tamaño de reactores de producción de plutonio de agua en ebullición y moderados con grafito, y los VVER, reactores de agua a presión. Estos diseños se desarrollaron en distintos tamaños y se exportaron a países de Europa y otros continentes.

La catástrofe de la central nuclear de Chernobyl, Ucrania en abril de 1986 ejerció una enorme repercusión en el sector nuclear mundial y, en particular, en Rusia. Desde entonces, los

³⁶ http://library.iaea.org/dbtw-wpd/Textbase/stats/nmcbalancetable.asp?nonoecd=Armenia&COUNTRY_LONG_NAME=Armenia

pedidos correspondientes a los únicos cuatro nuevos reactores que han sido conectados a la red eléctrica rusa (Balakovo 2,3,4 y Smolensk 3), y los tres reactores que se encuentran oficialmente en construcción, de acuerdo con la AIEA, se efectuaron con anterioridad a 1986. El primero de tales reactores "en construcción", Kalinin 3, adquirió la condición de crítico el 26 de noviembre de 2004, con la entrada en funcionamiento de un RBMK (el mismo diseño que en Chernobyl) prevista para 2006 en (Kursk 5), y de Rostov (o Volgodonsk) 2 en 2007. Se afirma que otros tres reactores han obtenido asimismo financiación para su culminación. Se ha formulado un plan de inversión de 290 000 millones de rublos (9 700 millones de dólares de Estados Unidos) destinado a proyectos hasta 2010: el 35 % de este importe se dedicará a la actualización de la capacidad existente, y el 56 % a la generación de nueva capacidad³⁷. No obstante, debe señalarse que este sector en Rusia ha anunciado en numerosas ocasiones la adopción de nuevos y ambiciosos planes de construcción. La primera generación de reactores rusos, entre los que se contaban RBMK y los VVER 440-230, se concibieron originalmente para funcionar durante 30 años. A finales de 2000, se anunciaron planes de ampliación de la vida útil de doce reactores de primera generación, y el período de extensión previsto actualmente asciende a 15 años, lo que exigirá una notable inversión en la restauración de estas unidades para 2006. Hasta la fecha, se han hecho públicas tres ampliaciones de 15 años, en concreto de las unidades for Novovoronezh-3, Kursk-1 y Kola-1. Está prevista la sustitución de todas ellas después de 2015.³⁸

A pesar de la inexistencia de nuevos pedidos de reactores en el mercado nacional, sí se han recibido pedidos de unidades para la exportación. La agencia de exportación nuclear, denominada Atomstroyexport, pasó a encargarse de la culminación de la central nuclear de Bushehr en Irán sustituyendo a la empresa alemana Siemens, pero este proyecto se encuentra actualmente suspendido. Asimismo, vendió dos reactores a China para la central de Lianyungang, y otros dos más a India, para la central de Kudankulam.

En marzo de 2004, Minatom (Ministerio para la Energía Atómica) fue disuelto oficialmente y sustituido por la Agencia Federal Rusa de la Energía Atómica. Las consecuencias reales de la desaparición de Minatom aún no están claras, aunque parece indicar una reducción del poder y la influencia del organismo nuclear, que ha pasado a depender tanto del recién creado Ministerio de Industria y Energía, como del Ministerio de Defensa.³⁹ Un mes después, se constituyó el Servicio Federal de Supervisión Medioambiental, Tecnológica y Nuclear conforme a un decreto presidencial. El nuevo servicio absorbió la Inspección Federal para la Seguridad Nuclear y de las Radiaciones (conocida como Gosatomnadzor, o GAN), el Servicio Federal para la Supervisión Tecnológica y las funciones de control medioambiental del Servicio Federal para la Supervisión del Medio Ambiente y el Uso de la Naturaleza⁴⁰.

A pesar de su reducido programa nacional, el sector nuclear ruso desempeña un papel importante en el ámbito internacional mediante sus servicios en materia de combustible. Rusia produce el 8,5 % del total de uranio nuevo en el mundo; sin embargo, teniendo en cuenta el empobrecimiento del uranio altamente enriquecido (UAE) y el reenriquecimiento del uranio empobrecido, Rusia suministró el 35 % del uranio en la UE en 2003. Con arreglo al programa de no proliferación "Megatones a megavatios" acordado por Estados Unidos y Rusia en 1993, se han empobrecido 200 toneladas de UAE para crear 6 000 toneladas de

³⁷ Nuclear Power In Russia: Asociación Mundial de Energía Nuclear, marzo de 2004: <http://world-nuclear.org/info/inf45.htm>

³⁸ *ibid*

³⁹ Nuclear Engineering International, abril de 2004.

⁴⁰ <http://www.nti.org/db/nisprofs/russia/govt/nucleara.htm>

combustible, utilizado en reactores de Estados Unidos y Europa. Se prevé que este programa concluya en 2013⁴¹.

En 1995, el Gobierno ruso aprobó tres decretos concernientes al regreso de combustible nuclear utilizado a Rusia. Como consecuencia, de conformidad con la Ley rusa de medio ambiente, este tipo de combustible sólo puede ser aceptado en Rusia a efectos de su reprocesado, después de lo cuál, ha de ser devuelto. Sin embargo, en 2000, Minatom comenzó la preparación de una propuesta para la revocación de esta Ley de 1995. En la época de publicación de la nueva Ley, Minatom aseguraba que el cambio permitiría financiar el desarrollo ulterior de la energía nuclear.

La legislación revisada fue aprobada por la cámara baja del Parlamento ruso, y sancionada por el Presidente Putin en junio de 2001. No obstante, se cometió un error de procedimiento en la adopción de estas leyes, ya que no fueron consideradas por el Consejo de la Federación (cámara alta del Parlamento), cuya intervención se requiere respecto a todas las leyes que atañan a la “regulación de aduanas”. En el pasado, varias compañías de todo el mundo han expresado su interés por exportar sus residuos radioactivos. Minatom afirma que los ingresos generados por la importación de residuos se depositarían en un fondo específico, y que tres cuartas partes se utilizarían para financiar la gestión del legado de residuos nucleares de la Guerra Fría, mientras que el resto se emplearía en el emplazamiento de Krasnoyarsk. En la actualidad, la planta de reprocesado de Krasnoyarsk ha sido abandonada y se procede a su desmantelamiento. Además, sólo dos países, en concreto, Bulgaria y Ucrania, cuentan con planes en firme a fin de enviar su combustible utilizado a Rusia para su reprocesado, e incluso estos contratos puede ser anulados en un futuro próximo.

En **Ucrania**, la energía nuclear genera actualmente el 46 % de la producción de electricidad, y el 14 % de la energía primaria comercial del país. Los primeros reactores que se construyeron en Ucrania se emplazaron en Chernobyl, donde, según lo previsto, seis unidades RBMK debían entrar en funcionamiento. Sólo se completaron cuatro reactores, debido al accidente acaecido en la unidad 4 en abril de 1986. Actualmente, hay 15 reactores operativos. Los completados más recientemente han sido el Khmelnytsky 2 y el Rovno 4, que comenzaron a funcionar en el verano de 2004 y que, al parecer, debían sustituir a las unidades restantes de Chernobyl cerradas en 2000. Sin embargo, debido al declive económico en el país a principios del decenio de 1990, la demanda máxima en Ucrania, cuando se reinició la construcción en 1995, se situaba en torno a los 30 000 MW, con una capacidad instalada de unos 54 000 MW y, por tanto, existe una capacidad de reserva sustancial, cifrada en torno al 80 %, lo que equivale a unas 20 veces la capacidad operativa de Chernobyl.

Como resultado del accidente, la unidad 4 de Chernobyl nunca se reabrió, pero los demás reactores volvieron a funcionar gradualmente. Las tres unidades restantes siguieron operando hasta que se produjo un accidente en la número 2, en octubre de 1990. El 2 de agosto de 1990, Soviet Supremo de Ucrania adoptó una moratoria con el fin de interrumpir la construcción de las nuevas centrales nucleares en este país. Los trabajos de construcción en la unidad 6 en Zaporozhe se interrumpieron, al igual que los de 4 nuevos reactores del tipo VVER en Khmelnytsky y Rovno. Sin embargo, a finales de 1993, el Parlamento ucranio aprobó una resolución del Consejo de Ministros encaminada a demorar el cierre de Chernobyl y a levantar la moratoria sobre la culminación de centrales nucleares en el país. Al cabo de dos

⁴¹ Euratom Supply Agency, Informe anual 2003. Comisión Europea:
<http://europa.eu.int/comm/euratom/ar/ar2003.pdf>

meses, la Comisión Europea envió un equipo a Kiev para evaluar la viabilidad económica de la culminación de los reactores Khmelnytsky 2 y Rovno 4, así como de Zaporozhe 6. Este equipo concluyó que tales trabajos de terminación eran viables económicamente y *“que el cierre de Chernobyl y la culminación de los tres nuevos reactores costarían en torno a los 1 350 millones de ECU”*⁴² Como resultado de estas acciones, el G7, la UE y el Gobierno de Ucrania suscribieron un memorándum de entendimiento en diciembre de 1995, con el que se pretendía financiar los proyectos de sustitución de capacidades para Chernobyl, posiblemente incluyendo la culminación de dos reactores VVER, Khmelnytsky 2 y Rovno 4 (K2R4) si éstos constituían la opción de menor coste. Para evaluar esta situación, uno de los posibles cofinanciantes, en concreto el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo, designó a un grupo independiente de expertos con el fin de valorar la diligencia económica debida. Se señaló que, dada la sensibilidad de la cuestión, revestía una enorme importancia que una autoridad independiente se encargase del trabajo.⁴³ Las conclusiones de este grupo no dejan lugar a la duda: *“concluimos que los K2/R4 no son rentables. La culminación de tales reactores no constituiría en este momento el uso más productivo de los 1 000 millones de dólares de Estados Unidos correspondientes a los fondos del BERD y la UE”*.⁴⁴

A pesar de ello, el BERD siguió adelante con el proyecto y solicitó un nuevo análisis económico de una empresa de construcción de instalaciones nucleares, Stone and Webster, que llegó a una conclusión diferente; a saber, que la culminación de los reactores sí que representaba la opción de menor coste, conforme a los supuestos adoptados. Este análisis permitió que continuara el proyecto y, en diciembre de 2000, para coincidir con la clausura definitiva de la central de Chernobyl, el BERD y la Comisión Europea otorgaron su aprobación provisional para la financiación parcial de un proyecto por valor de 1 500 millones de dólares relativo a la culminación de los reactores, determinándose que el acuerdo final debía firmarse en el plazo de 12 meses. Con todo, el día en que debía suscribirse finalmente el acuerdo, en noviembre de 2001, el Gobierno de Ucrania rechazó la propuesta, aludiendo a un exceso de costes y a sus condiciones financieras.

En los años siguientes, los reactores K2R4 se completaron gradualmente, utilizando recursos de Ucrania y Rusia, y entraron en funcionamiento en 2004. En julio de ese mismo año, el BERD y la Comisión Europea convinieron en financiar un proyecto posterior a la terminación de las unidades por un importe de 120 millones de dólares que, según los financiadores, permitirá al proyecto ajustarse a la especificación de diseño original del BERD.

Aunque Ucrania cuenta con algunas reservas de uranio y, en 2003, en sus instalaciones de VostGOK, produjo unas 600 toneladas de este material, depende de Rusia para garantizar sus servicios en materia de combustible.

Parte del combustible utilizado de las unidades VVER-440 y – 1000 se envía a Rusia para su almacenamiento o reprocesado, y parte se guarda en instalaciones de almacenamiento en seco ubicadas en las centrales. Se llevan a cabo investigaciones preliminares sobre el terreno con el fin de desarrollar repositorios geológicos para residuos intermedios y de alto nivel.

⁴² Documento de referencia. Solving Ukraine's nuclear crisis - the European Union's Strategy. Memo/94/44, Bruselas, 23 de junio de 1994.

⁴³ Terms of Reference for Economic Due Diligence by an International Panel of Experts, BERD 2 de agosto de 1996.

⁴⁴ Economic Assessment of the Khmelnytsky 2 and Rovno 4 Nuclear Reactors in Ukraine, Volume 1: Main Report, 4 de febrero de 1997, (Grupo de expertos) página 6.

La catástrofe de Chernobyl– Una tragedia humana para las generaciones venideras⁴⁵

“Al menos tres millones de niños de Belarús, Ucrania y la Federación Rusa requieren tratamiento físico (debido al accidente de Chernobyl). Hasta 2016, como muy pronto, no conoceremos el número total de los que probablemente desarrollarán enfermedades graves.”⁴⁶

Kofi Annan
Secretario General de las Naciones Unidas
Julio de 2004

El 26 de abril de 1986, la unidad número 4 de la central nuclear de Chernobyl explotó. La reconstrucción de lo sucedido, en la medida en que resulta viable actualmente, indica que una “excursión de potencia” elevó la producción de energía nominal en un plazo de cuatro segundos multiplicándola por 100; a continuación, una explosión de hidrógeno dejó al descubierto la contención del reactor, poniendo en contacto directo con la atmósfera el combustible nuclear fundido y el núcleo del reactor de grafito en llamas. Ninguna contención de reactor moderna ha sido diseñada para soportar unos niveles tan elevados de repentina liberación de energía. Un incendio del grafito que se prolongó durante varios días bombeó la radioactividad a capas elevadas de la atmósfera, propagando ésta por el hemisferio septentrional del planeta.

Chernobyl, situado 100 km al norte de la ciudad ucraniana de Kiev, entonces perteneciente a la Unión Soviética, se ha convertido en sinónimo de catástrofe industrial, contaminación ambiental y efectos devastadores sobre la salud. Cuanto más nos alejamos de la “zona cero”, más sorprendentes son los niveles de repercusión; cuanto más nos acercamos y más esperamos, más terribles son las consecuencias para la salud en general, tanto las que se han determinado, como las que deben preverse.

Más de 18 años después de la peor catástrofe industrial de la historia de la humanidad, la falta de información pública y de sensibilización colectiva respecto a las terribles consecuencias del suceso es asombrosa.

Parte de la singularidad del accidente de Chernobyl radica en la dimensión geográfica de la contaminación radioactiva. El público en general no es consciente y, por tanto, ignora por completo que, por ejemplo:

- aún hoy, en 2004, en el Reino Unido, a unas 1 500 millas (2 500 km) de distancia de Chernobyl, un total de 382 explotaciones ganaderas con unas 226 500 ovejas y más de 200 000 acres (80 000 ha) de terreno siguen sometidas a la orden de restricción impuesta desde el accidente de Chernobyl.⁴⁷ Los corderos se crían en pastos contaminados y, de acuerdo con un complejo régimen de gestión de la tierra, deben transferirse a pastos “limpios” durante varios meses hasta que la proporción de cesio en la carne (radioactividad por kilo) descienda (fundamentalmente a través de la ganancia de peso corporal a medida que maduran las reses) por debajo de los límites legales.

⁴⁵ Extractos de un capítulo del mismo título de la obra de Mycle Schneider *Rethinking Nuclear Energy After September 11, 2001* (Replanteamiento de la energía nuclear después del 11 de septiembre de 2001), Global Health Watch, IPPNW, Ginebra-Nueva York, septiembre de 2004 (see www.ippnw.ch).

⁴⁶ www.chernobyl.info

⁴⁷ Inicialmente, en 1986, en total, más de 3,3 millones de ovejas emplazadas en 4,2 millones de acres (1,7 millones de ha) de terreno se encontraban sometidas a la orden de restricción. UK Food Standards Agency, mensaje de correo electrónico al autor, 20 de febrero de 2004.

- En las áreas más gravemente afectadas del sur de Alemania, se midieron niveles de contaminación del suelo de hasta 70 000 Bq/m² de cesio-137. Si hubieran pertenecido a Belarús, Rusia o Ucrania, tales áreas se habrían designado como zona contaminada.⁴⁸ En 2004, todavía se indemniza a los cazadores alemanes a cambio de las piezas cobradas contaminadas, y algunas variedades de setas y bayas siguen excediendo los límites fijados.
- Mientras que, tras el accidente, los agricultores situados al otro lado de la frontera en Alemania e Italia enterraron sus cosechas, el Gobierno francés consideró que no era necesario adoptar medidas de precaución. Aunque se detectaron niveles de contaminación superiores a 10 000 Bq/l de yodo-131, 20 veces superiores al límite legal en la UE, en la leche procedente de Córcega, no se dio ningún consejo en particular para proteger a los niños.⁴⁹

Unas 400 000 personas tuvieron que desplazarse lejos de sus hogares en las regiones más afectadas por la lluvia radioactiva en Belarús, Ucrania y Rusia. Algunas familias tuvieron que trasladarse en varias ocasiones porque algunas de las nuevas ubicaciones resultaron igual de contaminadas que las que habían abandonado inicialmente. Para muchas personas, en particular de occidente, las evacuaciones a gran escala y la aplicación de una zona de exclusión en torno al reactor destruido ha transmitido la falsa impresión de que el resto de la población debe haber estado segura y, por tanto, vive en lugares seguros actualmente. La realidad es diferente, y la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH) señala lo que sigue⁵⁰:

“Hoy hace 18 años, casi 8,4 millones de personas en Belarús, Ucrania y Rusia se vieron expuestos a la radiación. Unos 150 000 metros cuadrados, una superficie equivalente a la mitad del tamaño de Italia, se contaminaron. Áreas agrarias de cerca de 52 000 km², que superan en tamaño al de Dinamarca, quedaron arruinadas. Casi 400 000 personas fueron reasentadas, pero millones de individuos siguen viviendo en un ambiente en el que la exposición residual continuada genera distintos efectos adversos.

Actualmente, unos 6 millones de personas viven en áreas afectadas. Las economías de la región se han estancado, y los tres países directamente concernidos gastan miles de millones de dólares en afrontar los efectos persistentes de la catástrofe de Chernobyl. Los problemas crónicos de salud, en especial entre los niños, son generalizados.”

Forma parte del lado menos humano de la jerga de las noticias en la actualidad presentar a la percepción pública del sufrimiento humano las cifras de fallecidos y, en este estado de cosas, ¿quién presta atención a los heridos, a los mutilados económicamente y a los privados de hogar? La catástrofe de Chernobyl constituye un ejemplo particularmente impactante de esta falta de interés y de apoyo respecto a los que viven y a los que (todavía) sobreviven.

Catástrofe demográfica. Tras el accidente de Chernobyl, la tasa de natalidad en muchas de las regiones afectadas gravemente por la lluvia radioactiva comenzó a caer rápidamente. En la región de Gomel, Belarús, entre 1986 y 2000, dicha tasa cayó en un 44 %, la mortalidad se elevó en más de un 60 % y el crecimiento natural de la población se desplomó del 8 al -5 %.

Estado general de salud y diversas discapacidades. La misión del PNUD-UNICEF resume en 2002⁵¹: “La salud y el bienestar de las poblaciones en las regiones afectadas se encuentran en general muy deprimidos. (...) La esperanza de vida de los varones en Belarús, Rusia y Ucrania, por ejemplo, es unos diez años inferior a la de Sri Lanka, que es uno de los veinte

⁴⁸ <http://www.chernobyl.info/en/Facts/Health/ConsequenceOtherCountries/#Sources>

⁴⁹ Véase el excelente análisis en Corinne Castanier, Contamination des sols français par les retombées de l'accident de Tchernobyl, CRIIRAD, 24 de abril de 2003.

⁵⁰ NU-OCAH, *Chernobyl : Needs Great 18 Years After Nuclear Accident*, Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios, Naciones Unidas, comunicado de prensa, Nueva York, 26 de abril de 2004.

⁵¹ *The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident - A Strategy for Recovery*, Informe encargado por el PNUD y UNICEF, con el apoyo de NU-OCAH y la OMS, 25 de enero de 2002.

países más pobres de la tierra y se encuentra inmerso en una prolongada guerra. (...)”Además, la situación *empeora* a una velocidad aterradora. En 1991, el Gobierno ucranio había registrado unas 2 000 personas con “discapacidades relacionadas con la catástrofe de Chernobyl”, pero su número se había elevado a casi 100 000 a 1 de enero de 2003.⁵²

Problemas psicosociales. Se determinó que en torno al 14 % (15 000) de los 110 000 niños examinados con arreglo al Programa de enfermedades infantiles de Chernobyl (PEIC) de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) de Estados Unidos necesitaban asistencia,⁵³ y “los menores que presentaban graves tendencias a la depresión y el suicidio pasaban consulta de inmediato con los psicólogos de los equipos móviles.”

Acusado incremento de los cánceres de tiroides. El Gobierno de Belarús señaló que, de 1986 a 2001, se produjeron 8 358 casos de cáncer de tiroides sólo en Belarús, de los que 716 afectaron a niños, 342 a adolescentes y 7 300 a adultos.⁵⁴ De acuerdo con un reciente estudio,⁵⁵ las tasas de incidencia media de cáncer de tiroides ajustadas en función de la edad entre 1970 y 2001 se multiplicaron prácticamente por 9 (+775 %) entre los varones, y por 20 (+1 925 %) entre las mujeres.

Efectos hereditarios. Más allá de las consecuencias devastadoras para los vivos, los efectos de Chernobyl se han trasladado a las próximas generaciones. Sperling y cols. Señalan que, en Berlín occidental, en una fecha tan temprana como enero de 1987, se produjo un incremento significativo de la incidencia de síndrome de Down: se registró una agrupación de 12 casos, en comparación con los dos o tres previstos. Después de excluir los factores que podrían haber explicado el aumento, incluida la distribución de edades de las madres, sólo quedó la exposición a la radiación después del accidente de Chernobyl.⁵⁶

En este breve análisis se han considerado las estadísticas objetivas, que llevan al axioma de que los tataranietos de nuestros hijos sufrirán los efectos del accidente de una máquina construida para prestar un servicio a las personas. Esa máquina generó energía durante dos años, cuatro meses y cuatro días, pero el sufrimiento humano y el menoscabo de la salud se mantendrán generación tras generación. ¿Quién se atrevería a decir que mereció la pena correr el riesgo?

Conclusión

El 31 de diciembre de 2004, la central nuclear lituana de Ignalina-1 se clausurará para siempre. El cierre no es sólo consecuencia del acuerdo de adhesión entre el Gobierno de Lituania y la Unión Europea (UE), sino también un signo más de una tendencia iniciada hace unos quince años: la energía nuclear avanza hacia su desaparición.

⁵² Informe del Gobierno de Ucrania, anexo III del SGNU, *Optimizing the international effort to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster*, Informe del Secretario General, Asamblea General de las Naciones Unidas, 29 de agosto de 2003.

⁵³ SGNU, *Optimizing the international effort to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster*, Informe del Secretario General, UNGA, 29 de agosto de 2003.

⁵⁴ Informe del Gobierno de Belarús, anexo 1 del SGNU, *Optimizing the international effort to study, mitigate and minimize the consequences of the Chernobyl disaster*, Informe del Secretario General, Asamblea General de las Naciones Unidas, 29 de agosto de 2003.

⁵⁵ Martin C. Mahoney, y cols. *Thyroid cancer incidence trends in Belarus: examining the impact of Chernobyl*, International Journal of Epidemiology, resumen electrónico, 27 de mayo de 2004.

⁵⁶ Sperling, K.S., J. Pelz, R.D. Wegner y cols. Significant increase in trisomy 21 in Berlin nine months after the Chernobyl reactor accident: temporal correlation or causal relation? Br. Med. J. 309: 157-161 (1994).

En 1989, funcionaba un total de 172 reactores nucleares en los 25 países que constituyen actualmente la UE. Con el cierre de Ignalina-1, esa cifra caerá a 150 unidades a finales de 2004, es decir, 22 centrales o el 13 % menos que hace quince años.

En 1992, el Worldwatch Institute de Washington, WISE-Paris y Greenpeace International publicaron el primer *Informe de situación de la industria nuclear en el mundo*, en el que se concluía: “La industria de la energía nuclear está siendo expulsada del mercado mundial de la energía (...). Muchas de las centrales restantes en construcción se encuentran en fases cercanas a su culminación, por lo que, en los próximos años, el proceso de expansión nuclear a escala mundial se desacelerará hasta asemejarse a un goteo. Actualmente, parece que el mundo dispondrá en 2000, a lo sumo, de 360 000 megavatios de capacidad nuclear, lo que supone un aumento de sólo el 10 % respecto a la cifra presente.”

Como pone de manifiesto un examen actualizado de la situación de la industria nuclear en el mundo, los análisis de 1992 resultaron correctos. En realidad, la capacidad nuclear instalada combinada de las 436 unidades operativas en el mundo en 2000 era inferior a 352 000 MW, frente a la previsión de la Agencia Internacional de la Energía Atómica formulada en el decenio de 1970, que auguraba una cifra de 4 450 000 MW. A finales de octubre de 2004, los 440 reactores en funcionamiento en todo el mundo generan un total de 365 500 MW. Las centrales nucleares suministran un 16 % de la electricidad, el 6 % de la energía primaria comercial, y del 2 al 3 % de la energía final en el planeta.

La edad media de las centrales nucleares en funcionamiento asciende a 21 años. Algunas instalaciones prevén vidas útiles de los reactores de 40 o más años. Considerando que la edad media del total de las 107 unidades que se han cerrado ya equivale igualmente a 21 años, la duplicación de la vida útil parece una aspiración bastante optimista. En cualquier caso, hemos supuesto una vida útil media de 40 años para todos los reactores operativos y para aquéllos actualmente en construcción⁵⁷ y hemos calculado cuántas centrales se clausurarán cada año. El ejercicio hace posible una evaluación del número de centrales que tendrían que entrar en funcionamiento en los próximos decenios para mantener el mismo número de unidades operativas. Tendrían que planificarse, construirse y ponerse en marcha unos 80 reactores a lo largo de los diez próximos años (uno cada mes y medio), y otras 200 unidades durante el siguiente decenio (una cada 18 días). Incluso si Finlandia y Francia construyeran un EPR, China siguiera adelante con la instalación de 20 nuevas centrales, y Japón, Corea y Europa oriental sumaran alguna que otra unidad, la tendencia global será a la baja. Con plazos de entrega extremadamente prolongados de diez años o más, resulta casi imposible mantener, o incluso elevar, el número de centrales nucleares en funcionamiento en los próximos 20 años, salvo que los plazos de vida útil se eleven como media de manera sustancial por encima de los 40 años. Actualmente no existe fundamento para adoptar tal supuesto. Además, Ignalina-1 se ajusta exactamente a la media mundial: se clausurará a los 21 años de antigüedad.

En acusado contraste con los numerosos informes sobre un posible “renacimiento nuclear”, el análisis actual pone de relieve que la era atómica pertenece más al pasado que al presente. Lo que les queda a las generaciones futuras para recordar es el legado de unos residuos radioactivos de larga duración y el peligro siempre presente de la proliferación nuclear.

⁵⁷ En la estimación se excluyen los reactores que carecen de una fecha de puesta en marcha programada. Esto concierne a 9 de las 25 unidades clasificadas por la AIEA como “en construcción”.