

Energía nuclear: una opción de presente y de futuro

Antonio González Jiménez *

El consumo cada vez mayor de energía y la concurrencia a nivel económico de los no hace mucho tiempo países emergentes, ha hecho de la energía un problema global. Frente a un creciente consumo de las energías tradicionales, combustibles fósiles, es decir: carbón, petróleo y gas natural, la energía nuclear aparece como una inestimable ayuda por su fiabilidad, seguridad y bajo coste. En este artículo, además de repasar nuestro pasado y energético presente, se apuesta no ingenuamente por la necesidad de mantener y sostener entre nosotros la energía nuclear.

1. Introducción

La progresiva liberalización de la actividad económica en los últimos treinta años ha traído como resultado la globalización y, con ella, la incorporación a la economía real de cientos de millones de nuevos productores y consumidores, lo que en el futuro podría incrementar de manera insostenible la demanda de materias primas y, de manera muy particular, las relacionadas con la energía, como son los combustibles fósiles.

La energía es un bien necesario para el desarrollo, por lo que un adecuado cauce para la globalización necesitará cantidades crecien-

* Director de Estudios y Apoyo Técnico. Foro Nuclear.

tes de energía a precios asequibles para todos. De no conseguirse ese objetivo, se producirán problemas de inestabilidad social y conflictos en diversas zonas del planeta.

En la actualidad, alrededor del 80% del consumo energético mundial se basa en el uso de combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural. Se trata de recursos no renovables, que no podrán mantener un ritmo de incremento de consumo sostenido a largo plazo y que tienen un impacto negativo sobre el medio ambiente. Adicionalmente, una gran proporción de las reservas de gas y petróleo, como es bien sabido, se encuentran situadas en zonas políticamente inestables.

Existe consenso en que a pesar de los esfuerzos que se hagan en ahorro y eficiencia energética, así como en el desarrollo de fuentes energéticas alternativas, va a haber dificultades en el mundo para satisfacer la demanda creciente al tiempo que se sustituye el uso de los combustibles fósiles. De ahí se derivan dos conclusiones: la primera, la necesidad de potenciar el desarrollo de todas aquellas fuentes que puedan aportar energía en condiciones seguras, fiables, económicas y de respeto al medio ambiente, entre ellas la nuclear; la segunda, que habrá que seguir utilizando los combustibles fósiles a largo plazo, por lo que se deben

desarrollar nuevas técnicas orientadas a su combustión limpia.

2. Panorama actual y futuro de la energía

De acuerdo con el World Energy Outlook 2011 de la Agencia Internacional de la Energía, las perspectivas de la energía en el mundo hasta el año 2035 dependen decisivamente de cuál sea la actuación de los gobiernos, y de cómo las políticas que se implanten puedan afectar a la tecnología, al precio de los servicios energéticos y a la conducta del usuario final. A pesar de la incertidumbre reinante sobre las perspectivas de crecimiento económico a corto plazo, en el escenario central –Escenario de Nuevas Políticas– la demanda de energía global aumenta un tercio de 2010 a 2035. Asumiendo un aumento de la población mundial de 1.700 millones de personas y un crecimiento medio anual de la economía mundial del 3,5% para el período, se obtiene una demanda sin precedentes de servicios de energía y movilidad.

En el Escenario de Nuevas Políticas la producción nuclear aumenta más de un 70% hasta 2035. Sin embargo, también se han examinado las posibles implicaciones que tendría un alejamiento más

sustancial de la energía nuclear en un «Escenario de Menor Generación de Origen Nuclear», en el que se ha supuesto que no se construyen nuevos reactores en la OCDE, que los países no pertenecientes a la OCDE sólo crean la mitad de la capacidad adicional prevista en el Escenario de Nuevas Políticas y que se acorta la duración de funcionamiento de las centrales nucleares existentes. Un futuro con menos energía nuclear provocaría una mayor presión al alza sobre los precios de la energía, surgirían nuevas preocupaciones sobre la seguridad energética y resultaría más difícil y caro luchar contra el cambio climático. Las consecuencias serían particularmente serias para aquellos países con recursos energéticos propios limitados y que contemplan una participación significativa de la generación nuclear. De igual modo, un cuestionamiento de la energía nuclear complicaría considerablemente el que las economías emergentes pudieran satisfacer su demanda de electricidad en rápido crecimiento.

Facilitar el acceso a la energía para todos en 2030 constituye un objetivo esencial, anunciado por el Secretario General de las Naciones Unidas. En la actualidad 1.300 millones de personas carecen de electricidad y 2.700 millones dependen aún de la biomasa para cocinar.

Las Naciones Unidas proclamaron el año 2012 «Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos», y la Cumbre Río+20 representará una importante oportunidad para pasar a la acción. Se necesita más financiación, a fin de proporcionar energía moderna para todos, con soluciones adaptadas a los desafíos, riesgos y rendimientos de cada categoría de proyecto. El acceso universal a la energía en 2035 haría que la demanda mundial de combustibles fósiles y las consiguientes emisiones de CO₂ aumentasen menos de un 1%, una cantidad nimia en relación con la contribución que puede aportar al desarrollo y al bienestar de la humanidad.

3. La industria nuclear española

España comenzó a interesarse por la energía nuclear a finales de los años cuarenta. En el año 1951 se creó la Junta de Energía Nuclear, dependiente de la Presidencia del Gobierno y, después, del Ministerio de Industria y Energía, que habría de tener una gran importancia en el desarrollo nuclear del país. Después del discurso «Átomos para la Paz» del presidente de Estados Unidos, Dwight D. Eisenhower, en la Asamblea General de Naciones Unidas en diciembre de

1953, se creó el clima adecuado para estudiar la conveniencia de introducir en España esta energía tan prometedora.

En el año 1964 se aprobó la Ley de Energía Nuclear, y en el año 1972 se desarrolló el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, revisado posteriormente en el año 1999. Las actividades de seguridad y regulación se encomendaron al Consejo de Seguridad Nuclear creado en 1980, y la investigación y gestión de los residuos radiactivos a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) creada en 1985.

Al principio del decenio de los sesenta, con el plan de estabilización y la incorporación de España a la OCDE, la economía española aceleró su expansión, incrementándose la demanda energética. En el período de 1960 a 1975 la demanda eléctrica creció a una tasa acumulativa del 11% anual. En una situación de carencia de gas y petróleo, con creciente dependencia de éste, y con un carbón doméstico de extracción difícil y costosa, empresarios y el Gobierno pensaron audazmente en acceder a la energía nuclear, todavía en desarrollo industrial incipiente, pero que prometía constituir un complemento ideal para suministrar la base de la curva de carga.

La estructura industrial nuclear de España comenzó a crearse, por tanto, en los años sesenta, como consecuencia de la decisión de construir las centrales nucleares de José Cabrera, Santa María de Garoña y Vandellós I por contratistas principales extranjeros por el procedimiento «llave en mano». En esta primera etapa, la Administración promovió activamente este desarrollo industrial, por las razones de creación de puestos de trabajo cualificados y el avance tecnológico que había de contribuir a la mejora general de la industria.

En la siguiente etapa, en la década de los años setenta, se construyeron las centrales de Almaraz, Ascó y Cofrentes, adoptándose la contratación por componentes, alcanzando una gran importancia la industria de ingeniería y la de bienes de equipo, en instalaciones existentes pero con métodos modernizados y adaptados a los nuevos conceptos de garantía de calidad.

Durante la tercera etapa, en la década de los años ochenta, se construyeron las centrales de Vandellós II y Trillo I. En ella, la industria nuclear llegó a su madurez con la construcción de fábricas de nueva planta, tanto de equipos como de combustible, y el funcionamiento de un número de empresas de servicios especializados. En esta etapa, la involucración y res-

ponsabilidad de la industria española fue mayor, llegando a participaciones superiores al 80%, en términos económicos, en las últimas realizaciones. Este hecho ha llevado a España a ser seleccionada por el Organismo Internacional de Energía Atómica como ejemplo de país que tuvo un programa nuclear ejemplar de promoción industrial ante los países que inician sus programas nucleares.

En la actualidad, la industria nuclear española viene suministrando la ingeniería, los equipos, la construcción y montaje, los combustibles, la puesta en marcha y los servicios que las centrales necesitan para su operación. Toda esta estructura industrial, que pasa prácticamente inadvertida a los ojos del público, se formó durante la construcción de las centrales y ha evolucionado, adaptándose a las circunstancias del momento, con la incorporación de nuevas tecnologías dedicadas a las necesidades y requisitos actuales, y participando en numerosos proyectos a nivel internacional.

4. El sistema eléctrico en España: contribución de la energía nuclear

Nuestro país tiene una amplia experiencia en la utilización de la

energía nuclear como fuente de generación de energía eléctrica, puesto que las centrales nucleares españolas han acumulado más de 250 años de operación de forma segura y fiable.

El parque nuclear español está formado por ocho reactores en seis emplazamientos con una potencia instalada de 7.786,1 MW, lo que representaba a 31 de diciembre de 2011 un 7,32% de la potencia de generación instalada en España. Cada año genera cerca del 20% de la electricidad que se consume en el país, unos 60.000 GWh, con unos indicadores de funcionamiento globales que expresan cuantitativamente la eficacia del funcionamiento en los aspectos más significativos, por encima de la media del parque nuclear mundial.

La seguridad de las instalaciones nucleares españolas está garantizada por nuestro marco jurídico, que incluye un sistema de autorizaciones y sanciones, responsabilidad civil por daños a terceros, planes de emergencia e información pública, y se encuentra permanentemente vigilada y asegurada por el Consejo de Seguridad Nuclear, como único organismo independiente y competente en materia de seguridad nuclear y protección contra las radiaciones ionizantes. También se han establecido las bases jurídicas y las

normativas técnicas suficientes para gestionar los residuos radiactivos y el combustible usado producidos en las centrales nucleares sin que supongan un riesgo indebido para la salud y la seguridad de las generaciones presentes y futuras.

Teniendo en cuenta todas estas circunstancias, las centrales nucleares son adecuadas para contribuir a satisfacer las tres necesidades básicas de los sistemas eléctricos: seguridad de suministro, competitividad y respeto al medio ambiente.

4.1. *Seguridad de suministro*

4.1.1. *Aportación al sistema eléctrico*

Las centrales nucleares son las más adecuadas para incorporar a la demanda en base grandes cantidades de energía limpia con gran fiabilidad, todos los días del año y veinticuatro horas al día. De hecho, están conectadas a la red a su potencia nominal una media del orden de 8.000 horas al año y sólo se desconectan para las recargas de combustible. Esto dota de una gran estabilidad a la red eléctrica y constituirá en su día un importante activo para el suministro continuo de energía para su utilización en plantas de desalación de agua del

mar y salobre y para la producción de hidrógeno como vector energético limpio. Hay que tener en cuenta que los 60.000 GWh nucleares generados en España representan hoy alrededor del 30% de la energía generada en base.

4.1.2. *Disponibilidad de combustible*

De acuerdo con el *Libro Rojo del Uranio 2009*, publicado conjuntamente por la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE y el Organismo Internacional de Energía Atómica de la ONU, las reservas mundiales de uranio conocidas explotables a un coste inferior a los 100 \$/kg son de 6 millones de toneladas.

Las necesidades anuales de uranio en el mundo son de aproximadamente 61.000 toneladas, con lo que se tienen cubiertas las necesidades del parque nuclear mundial actual cien años. Según el mencionado *Libro Rojo*, las estimaciones de todas las reservas esperadas, incluyendo aquellas no suficientemente cuantificadas o no económicas en este momento, suman del orden de 10 millones de toneladas adicionales, lo que representarían unos doscientos años más de suministro al ritmo actual de consumo. Estas reservas no incluyen los 22 millones de toneladas de uranio que podrían obtenerse como subproducto de la explotación de los depósitos

de fosfatos, ni tampoco los 4.000 millones de toneladas de uranio contenidas en el mar.

En España, ENUSA Industrias Avanzadas, empresa pública fundada en el año 1972, es la encargada de cubrir todas las actividades de la primera parte del ciclo de combustible (suministro de concentrados de uranio, conversión, enriquecimiento y fabricación de elementos combustibles) para las centrales nucleares españolas, realizando una gestión unificada de las políticas de aprovisionamiento del uranio enriquecido, lo que permite una mayor seguridad del suministro, una gran flexibilidad ante los cambios, una mayor capacidad de negociación ante los suministradores y un ahorro de costes de gestión.

Las necesidades anuales de combustible del parque nuclear español son unos 150 tU de uranio enriquecido al 4,4% (fabricado) para ser utilizado en los reactores españoles.

Por otra parte, hay que indicar que la legislación española exige a las empresas eléctricas españolas propietarias de nuestras centrales nucleares el mantenimiento del llamado stock de reserva de uranio, lo que implica tener acopiado el uranio necesario para la fabricación del combustible que se utili-

zaría en dos recargas de un reactor tipo de 1.000 MW de potencia de los que constituyen el parque nuclear español.

Adicionalmente, las empresas eléctricas mantienen el denominado stock estratégico voluntario de uranio, que permitiría, en el hipotético caso de una interrupción en el suministro internacional del mineral, el funcionamiento durante un año de todo el parque nuclear español.

4.2. *Competitividad*

4.2.1. *Economía*

El coste variable de generación de las centrales nucleares, incluidas externalidades como la aportación para la gestión de los residuos radiactivos y el desmantelamiento, es hoy, gracias al reducido coste del combustible, considerablemente inferior al de las centrales de gas de ciclo combinado, tecnología que puede considerarse como alternativa para la misma clase de servicio. Con ello y la larga vida operativa y utilización intensiva durante el año, que permite amortizar el elevado coste de inversión, el parque nuclear presenta el coste mínimo entre las tecnologías disponibles para el servicio de base.

Las centrales nucleares son intensivas en capital. El coste de instala-

ción de las centrales nuevas, una vez pasadas las oscilaciones de los últimos años en los precios de las materias primas, es del orden de los 3.000 a 4.500 €/kW (coste instantáneo u *overnight*, es decir, sin intereses durante la construcción ni costes del cliente) frente a unos 700 €/kW de las centrales de gas de ciclo combinado. Para las utilidades reales, los costes de la financiación y los períodos de amortización de ambos tipos de centrales, el coste total del MWh resultan ser de 45-60 y 55-75 €, respectivamente, y eso sin considerar las tasas por emisión de CO₂, que pueden estimarse, como mínimo, en 8 €/MWh adicionales para las centrales de ciclo combinado.

4.2.2. *Importaciones*

Las importaciones de productos energéticos, especialmente los combustibles fósiles, por los países industrializados, alcanzan hoy cifras muy considerables, dada la escasez de recursos propios, sobre todo en petróleo y gas natural. Europa importa más del 50% de sus necesidades energéticas, y España llega a más del 80%. Para la producción nuclear se importa sólo la materia prima fisionable, pero se incorpora un alto valor añadido en los países consumidores, por lo que la energía nuclear se considera como un recurso nacional. En

Europa la producción nuclear ahorra más de 30.000 millones de euros anuales en la importación de combustibles fósiles; en España el ahorro anual es superior a 2.000 millones de euros.

4.2.3. *Industria avanzada*

Aunque parte de los suministros para la construcción son importados de otros países, como corresponde a las reglas del mercado global, la mayor parte de la inversión se emplea, en los países industrializados, en bienes y, sobre todo, servicios generados en el país, lo que contribuye al funcionamiento de una estructura industrial de alta cualificación, que a su vez es capaz de generar exportaciones de alto valor añadido. La estructura industrial creada en España en los años setenta y ochenta del pasado siglo para las necesidades de la construcción, mantenimiento y operación de las centrales nucleares fue de primer nivel mundial y empleó miles de científicos y técnicos en actividades de investigación, regulación, ingeniería, fabricación de equipos y combustibles y servicios diversos. La industria está preparada para metas más ambiciosas en las nuevas condiciones. En la actualidad la industria nuclear europea emplea unas 400.000 personas en el conjunto de los 27 países de la

Unión. En España el sector ocupa hoy unas 30.000 personas, de forma directa e indirecta, con una alta cualificación y una vocación de permanencia en el tiempo.

4.3. *Respeto al medio ambiente*

Las centrales nucleares, al igual que las renovables, no emiten gases de efecto invernadero, por lo que constituyen una aportación básica a la lucha contra el calentamiento global. Las centrales nucleares españolas, con su producción actual cercana a 60.000 GWh al año, evitan la emisión de entre 35 y 45 MtCO₂ (que habrían de ser emitidas por centrales fósiles sustitutivas, con una proporción de carbón/gas parecida a la actual), y representa más del 40% de la electricidad sin emisiones contaminantes generada en España. Desde luego, la energía nuclear será imprescindible para poder cumplir los objetivos establecidos por la Unión Europea para reducir en un 20% las emisiones de gases contaminantes en el año 2020 respecto al nivel de referencia del año 1990.

5. Situación de la energía nuclear en el mundo

A 31 de diciembre de 2011, en el mundo había 435 reactores nucleares en funcionamiento en

31 países, con una potencia instalada de unos 370 GW, que supondrían el 10% del total del parque de generación eléctrica mundial. Generan aproximadamente unos 2.600 TWh cada año, es decir, cubren en aproximadamente un 15% la demanda mundial de electricidad.

A pesar de los acontecimientos del mes de marzo en Japón, sigue habiendo más de 60 reactores en construcción en 16 países, otros 90 están planificados y con la financiación comprometida, y otros 200 más en fase de propuesta. Esto supone que, en los próximos 25-30 años, el parque nuclear mundial va a aumentar, contribuyendo a que puedan satisfacerse los retos de sostenibilidad ambiental, garantía de suministro y competitividad en la producción de electricidad.

5.1. *El accidente de la central nuclear de Fukushima Daiichi*

A 31 de diciembre de 2010, en Japón había 54 reactores nucleares que durante el año 2010 produjeron 279,2 GWh, el 29,9% de la electricidad que se consumió en el país.

El viernes 11 de marzo de 2011, a las 14:46 horas (hora local de Ja-

País	Reactores en operación (*)	Reactores en construcción (*)	Producción eléctrica de origen nuclear (TWh) en 2010	Electricidad de origen nuclear (%) en 2010
Alemania	9	—	133,01	27,26
Argentina	2	1	6,69	5,90
Armenia	1	—	2,34	39,42
Bélgica	7	—	—	51,16
Brasil	2	1	14,54	3,06
Bulgaria	2	2	15,24	33,13
Canadá	18	—	85,22	15,10
China	16	26	76,82	1,81
Corea del Sur	21	5	141,89	32,18
Eslovaquia	4	2	13,53	51,81
Eslovenia	1	—	5,38	37,30
España	8	—	61,94	20,21
Estados Unidos	104	1	806,97	19,6
Finlandia	4	1	21,88	28,43
Francia	58	1	407,90	74,12
Hungría	4	—	14,80	42,10
India	20	6	20,48	2,85
Irán	1	—	—	—
Japón	50	2	279,22	29,21
México	2	—	5,59	3,59
Países Bajos	1	—	3,75	3,38
Pakistán	3	1	2,56	2,60
Reino Unido	18	—	56,44	15,66
República Checa	6	—	26,44	33,27
Rumania	2	—	10,70	19,48
Rusia	33	10	103,11	11,36
Sudáfrica	2	—	12,90	5,18
Suecia	10	—	55,10	38,13
Suiza	5	—	25,20	38,00
Taiwán	6	2	40,03	19,30
Ucrania	15	2	83,80	48,11

(*) Datos a 31 de diciembre de 2011.

FUENTE: PRIS-OIEA y elaboración propia.

pón, las 06:46 horas en España) tuvo lugar, frente a la costa nororiental de Japón, un terremoto de grado 9 en la escala de Richter, el más importante en la historia del país y uno de los más graves en la historia de la Humanidad. Quince reactores quedaron afectados por el terremoto, de los cuales cuatro estaban parados para recarga de combustible y mantenimiento general de las instalaciones y once se encontraban en operación y pararon de forma automática, de acuerdo con los sistemas y procedimientos de seguridad establecidos.

Aproximadamente una hora después, un tsunami de magnitud desconocida hasta la fecha, que produjo olas de hasta 23 metros de altura, azotó la costa provocando miles de muertos y desaparecidos y daños materiales incalculables.

La central nuclear de Fukushima Daiichi, propiedad de la compañía eléctrica Tokyo Electric Power Company (TEPCO), está formada por seis reactores de agua en ebullición BWR, que entraron en funcionamiento a lo largo de la década de 1970 y que tienen unas potencias eléctricas instaladas de entre 460 y 1.100 MW. Solo las unidades 1, 2 y 3 estaban en funcionamiento cuando se produjo el terremoto, y pararon automáticamente, cesando así las fisiones

nucleares. Los reactores 4, 5 y 6 estaban parados para recarga de combustible y mantenimiento. Todo el combustible de la unidad 4 estaba en la piscina de almacenamiento.

Tras el terremoto, las centrales nucleares quedaron sin suministro eléctrico exterior y entraron en servicio los generadores diésel de emergencia para alimentar los servicios esenciales, especialmente la refrigeración de emergencia. Sin embargo, el tsunami dejó fuera de servicio los generadores y las unidades quedaron sin energía eléctrica, dejando de funcionar los sistemas de seguridad y la instrumentación. Las unidades 5 y 6, situadas a cierta distancia de las otras cuatro, lograron utilizar sus generadores y no sufrieron daños importantes, consiguiéndose a finales del mes de marzo la parada fría de ambos reactores.

Desde ese momento, los combustibles de las tres primeras unidades, tanto los situados dentro de las vasijas como los colocados en las piscinas de almacenamiento, generando un calor residual inferior al 1% transcurridas 12 horas, quedaron sin refrigeración. La ausencia de refrigeración produjo vapor y descenso del nivel de agua de refrigeración, quedando parte de los elementos parcialmente al descubierto.

El circonio de las varillas de los elementos combustibles debió reaccionar con el agua para producir hidrógeno, que, tras su venteo al edificio del reactor, produjo explosiones en las unidades 1, 3 y 4 que dañaron la parte superior de los edificios.

Las primeras acciones del personal de la central y otras instituciones se centraron en aportar agua de refrigeración en circuito abierto, inicialmente agua de mar, con adición de ácido bórico, absorbente de neutrones, a las vasijas de los reactores, estructuras de contención primaria y piscinas de almacenamiento de combustible usado, y en conectar líneas eléctricas de redes exteriores para, tras comprobar su estado, alimentar los servicios de emergencia y la instrumentación.

Bajo las condiciones del estado de alerta generalizada (el terremoto y el tsunami arrasaron todo tipo de infraestructuras privadas y públicas, y han provocado cerca de 30.000 muertos y desaparecidos), el Gobierno japonés ordenó la evacuación, en las primeras horas tras producirse el accidente, de toda la población dentro de un radio de 20 kilómetros alrededor de la central e instó a la población entre 20 y 30 kilómetros que permaneciera en el interior de los edificios, teniendo que evacuarse también

antes de finales del mes de mayo, resultando que casi 100.000 personas se encuentran desplazadas de sus hogares.

El accidente de la central de Fukushima Daiichi ha sido reclasificado por la autoridad reguladora japonesa (NISA) con el nivel 7 de la Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos (INES), tras una clasificación provisional de nivel 5 para las unidades 1, 2 y 3. La base para la reclasificación ha sido la emisión conjunta acumulada de radiactividad al exterior.

TEPCO ha confirmado que se podría haber producido la fusión de los núcleos de los reactores 1, 2 y 3 a los pocos días del terremoto. La mayor parte del combustible nuclear de la unidad 1 atravesó la parte inferior de la vasija del reactor, así como casi 70 centímetros del hormigón inferior del pozo seco. Sin embargo, el corio (masa derretida o solidificada formada por combustible nuclear, materiales estructurales o de control y productos de reacción de los mismos, que se produce por la fusión total o parcial del núcleo de un reactor como consecuencia de un accidente con pérdida de la necesaria refrigeración del mismo) no atravesó la vasija de contención de acero que se encuentra 1,9 metros más abajo dentro del hormigón, o los

límites de la contención secundaria que se encuentran 7,6 metros más abajo.

Se piensa que el corio se haya podido fundir y se haya podido mezclar con los primeros 70 centímetros de hormigón, de los 10,2 metros de hormigón armado que constituyen la losa del edificio del reactor. La propagación natural del corio, más la adición de los componentes del hormigón, habría reducido la intensidad del calor que se habría producido hasta que se alcanzó el equilibrio y quedó solidificado.

En el mes de diciembre, el Gobierno japonés ha anunciado que las unidades 1, 2 y 3 de la central de Fukushima-Daiichi han alcanzado el estado de «parada fría», cumpliendo así los objetivos de la segunda fase de las operaciones en la central. La temperatura de las vasijas y recintos de contención primaria permanecen por debajo de los 100 °C y se mantiene la refrigeración de forma estable. También se mantiene la estabilidad en las piscinas de combustible usado, incluida la de la unidad 4, refrigerada en circuito cerrado. Se ha completado la construcción de la cubierta protectora hermética para el edificio del reactor 1 y se están proyectando los correspondientes a las otras unidades. Así, las emisiones de sustancias ra-

diactivas se han reducido de manera que los niveles de radiación en la periferia de la central permanecen de forma estable por debajo de 1 milisievert por año.

TEPCO, propietaria de la central, junto con las autoridades japonesas competentes en la materia y la ayuda internacional, ha puesto en marcha una hoja de ruta con acciones encaminadas a la estabilización de los reactores y la recuperación del control de la situación.

El programa de trabajo consta de una primera fase, con una duración de tres años, en la que se extraerán los combustibles usados de todas las piscinas, seguida de una segunda fase en la que se repararán las contenciones y se llenarán con agua; esta fase durará unos seis años. Posteriormente se procederá a la eliminación del combustible fundido de las tres primeras unidades, lo que podrá durar veinticinco años. El Gobierno japonés tiene previsto, con el apoyo del OIEA, revisar la situación radiactiva en un radio de 20 kilómetros para iniciar la desclasificación de zonas. En las que la exposición sea inferior a 20 mSv por año podrá iniciarse el regreso de la población evacuada, con las debidas precauciones y con la ayuda del Gobierno, que colaborará por otra parte en la desconta-

minación y reconstrucción de zonas en donde la exposición sea mayor, sin llegar a los 50 mSv por año.

Finalmente, TEPCO anunció el día 20 de mayo la decisión de clausurar las unidades 1, 2, 3 y 4 de la central nuclear de Fukushima Daiichi, y cancelar los planes para la construcción de las unidades 7 y 8 en este mismo emplazamiento.

5.2. *Principales consecuencias en los distintos países*

Los acontecimientos producidos en Japón y las consecuencias sobre la central nuclear de Fukushima Daiichi han puesto de nuevo de actualidad el debate sobre la utilización de la energía nuclear en las cestas energéticas de los distintos países.

En la Unión Europea se están llevando a cabo distintas pruebas en los 143 reactores nucleares en funcionamiento, las denominadas pruebas de estrés, para reevaluar sus márgenes de seguridad, lo que permitirá analizar el comportamiento, más allá de las bases de diseño, ante una serie de situaciones extremas, similares a las producidas en la central japonesa como consecuencia del terremoto y tsunami del día 11 de marzo, que

pudieran poner en riesgo la seguridad de las mismas.

En el Reino Unido, el informe Weightman ha confirmado que se cumplen las condiciones de seguridad de las centrales del país y ha indicado que se va a continuar con el programa de construcción de nuevas centrales nucleares. También se va a finalizar el libro blanco sobre la reforma del mercado energético.

En Finlandia, un informe del día 16 de mayo ha confirmado que no hay necesidad de modificaciones a corto plazo, existiendo suficiente precaución contra inundaciones en sus centrales nucleares.

En Italia, el intento de renuclearización perseguido por el Gobierno italiano durante los dos últimos años fue rechazado por el público italiano en el referéndum celebrado los días 12 y 13 de junio. El programa propuesto por el Gobierno de Berlusconi incluía la construcción de varias centrales nucleares como solución a los problemas planteados por la escasez de recursos energéticos del país. Tras la crisis de Fukushima, el Gobierno decretó una moratoria superior a un año para permitir un análisis riguroso de la situación antes de decidir el camino a seguir.

El referéndum, instigado por el partido Italia dei Valori, y después de la autorización por el Tribunal de Casación para su celebración, el Gobierno y diversas instancias académicas y científicas aconsejaron la abstención. El resultado, no obstante, no deja lugar a dudas: la participación fue del 54,79%, superior al mínimo del 50% requerido para su validez. Los votantes rechazaron la propuesta nuclear con un 94%. El referéndum no afecta los programas de desmantelamiento de instalaciones clausuradas y de gestión de los combustibles usados y residuos radiactivos.

En Suiza, el gobierno ha presentado una propuesta para el cierre del parque nuclear (formado por cinco unidades) en el año 2034. La decisión tendrá que ser aprobada en el parlamento y posteriormente refrendada en referéndum.

En Alemania, el gobierno de la canciller Angela Merkel anunció el día 14 de marzo una moratoria por la que se suspendía temporalmente durante tres meses el acuerdo parlamentario de principios de septiembre de 2010, alcanzado por el partido democristiano CDU y el partido liberal FDP, mediante el que se prolongaba, en una media de doce años, la operación del parque nuclear alemán. De forma inmediata se ordenó la

parada de los ocho reactores (de un total de diecisiete que conforman el parque nuclear) que habían entrado en funcionamiento antes del año 1980. La energía nuclear supone casi el 25% de la electricidad que se consume en el país. El día 30 de mayo, el gobierno anunció la decisión de abandonar la utilización de la energía nuclear en el horizonte del año 2022 y sustituir su generación eléctrica por una mayor contribución de las energías renovables y de las centrales térmicas de carbón y un mayor aprovechamiento de los intercambios internacionales con los países vecinos. De esta manera, un grupo de seis reactores podrá operar hasta el año 2021 y un grupo final de tres unidades tendrá que desconectarse del sistema eléctrico en el año 2022. La Confederación de la Industria Alemana ha estimado que el cierre de las centrales nucleares tendrá un coste de 33.000 millones de euros, sin contabilizar los costes necesarios para el reforzamiento de las líneas de transporte y tecnologías para almacenamiento de electricidad para soportar una mayor dependencia de las energías renovables y que elevará las emisiones de CO₂ en 70 millones de toneladas anuales.

Esta decisión adoptada en Alemania no puede ser trasladada a

otros países por su carácter coyuntural, la situación geográfica de Alemania, su capacidad de interconexión en la red internacional y la existencia de recursos naturales propios (gran cantidad de reservas de carbón). Con la base sólida y tecnológica alemana y su enorme experiencia nuclear es de esperar que esta decisión sea reversible y no definitiva. En los últimos años, la política energética alemana ha sufrido importantes modificaciones de tipo político y puede que esta decisión se vuelva a replantear teniendo en cuenta los retos energéticos, ambientales y económicos en el medio y largo plazo.

En Japón, a comienzos del año 2012, únicamente cinco reactores se encuentran en operación, diecisiete reactores se encuentran parados como consecuencia del tsunami y por orden gubernamental, y treinta y dos reactores están parados para recarga de combustible e inspecciones periódicas. Esta situación ha provocado un aumento en el consumo de gas natural, y el consiguiente aumento de la dependencia exterior, para la sustitución de la producción nuclear perdida, así como programas de cortes selectivos y programados en el abastecimiento eléctrico en el país, tanto para los usos domésticos como industriales.

6. Las pruebas de estrés de las centrales nucleares

A raíz del accidente de la central nuclear japonesa de Fukushima Daiichi el día 11 de marzo, el Consejo Europeo del 24 de marzo decidió someter a las centrales nucleares europeas a una reevaluación complementaria de los márgenes de seguridad con la finalidad de constatar su capacidad para soportar situaciones que fueran más allá de sus bases de diseño e identificar medidas de refuerzo de la seguridad.

En España, el Consejo de Seguridad Nuclear ha aprobado su informe final sobre las pruebas de resistencia de las centrales nucleares españolas. Cumpliendo los plazos establecidos por la Unión Europea, y antes del 31 de diciembre, el informe nacional confirma que las centrales están sólidamente preparadas para hacer frente a los sucesos postulados en sus bases de diseño. El informe señala que las plantas disponen de márgenes adicionales para afrontar con garantías sucesos extremos más allá de las bases de diseño:

- Comportamiento frente a terremotos, inundaciones y otros fenómenos naturales extremos.
- Pérdida total de energía eléctrica, pérdida total del sumidero

final de calor y de la combinación de ambos.

- Gestión de accidentes severos, incluyendo el reactor y la piscina de combustibles usado.

Tanto el rigor en el desarrollo del trabajo del informe como los resultados positivos de las pruebas de resistencia muestran la solidez del programa nuclear español en su conjunto, que no ha escatimado esfuerzos para afrontar los retos y las exigencias que se planteen tras el accidente de Fukushima.

El informe final del Consejo de Seguridad Nuclear será evaluado por organismos reguladores de otros países europeos, estando prevista la publicación del informe común para el conjunto de la Unión Europea a lo largo del primer semestre de 2012. Este ejercicio de reevaluación es el primero que se realiza en Europa con criterios armonizados sobre los márgenes de seguridad de las instalaciones nucleares europeas, contribuyendo a la seguridad y transparencia de la energía nuclear como fuente de suministro clave y con gran valor añadido.

7. Posible escenario futuro en España: el horizonte del año 2035

Para garantizar un sistema eléctrico seguro, estable y fiable, es nece-

sario disponer de un mix energético equilibrado y sostenible en el tiempo. Hay que establecer una buena planificación energética a largo plazo y alcanzar un Pacto de Estado en esta materia. Es necesaria una planificación energética responsable en la que se valoren aspectos de costes, de competitividad, de garantía de suministro y de medio ambiente.

Teniendo en cuenta la crisis económica en la que nos encontramos, y la previsible evolución de la demanda eléctrica futura, una cesta eléctrica equilibrada en el horizonte 2035 podría consistir en un tercio de renovables, otro de nuclear y otro más de gas y carbón libre de emisiones. Para ello, además de mantener el parque nuclear existente en la actualidad, España necesitaría la construcción y puesta en funcionamiento de tres o cuatro nuevas centrales nucleares, con el fin de que la producción eléctrica nuclear pase del 20% actual al 30% en el horizonte del año 2035.

La industria nuclear española tiene capacidades para abordar un nuevo programa de construcción de centrales y para operar a largo plazo las instalaciones actualmente en funcionamiento: existen empresas de ingeniería, de fabricación y suministro de bienes de equipo, de fabricación del com-

bustible, para la operación y el mantenimiento, etc. Las empresas españolas han estado participando y participan en numerosos proyectos a nivel internacional, lo que permite que el sector nuclear español tenga capacidad para afrontar el 80%, en términos económicos, de un nuevo programa de construcción de centrales nucleares en nuestro país.

8. Conclusiones

En los últimos años, el escenario energético mundial y europeo ha cambiado sustancialmente. Se ha producido un incremento muy importante de la demanda energética, particularmente de la eléctrica, aumentada de forma espectacular por el desarrollo de los países emergentes. Al mismo tiempo, ha surgido la amenaza de un cambio climático originado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono, procedentes de la combustión de los combustibles fósiles. Conviene considerar que, pese a las llamadas al ahorro energético, indudablemente necesario, la demanda energética va a continuar su escalada, impulsada por el aumento de población y la acelerada incorporación de las sociedades emergentes a los niveles de consumo

de los países desarrollados. Además, a más largo plazo habrá que utilizar crecientes cantidades de energía para sustituir la empleada en el sector del transporte por otra no emisora de gases de efecto invernadero y para la producción de agua potable por desalación del agua del mar. Hay que esperar, por tanto, una fuerte penetración de la electricidad como sustitutiva del uso directo de los combustibles fósiles.

Ante esta situación, en el futuro va a ser necesario contar con todas las fuentes disponibles, incluida la nuclear, en un mix energético lo más equilibrado posible, de tal forma que se alcancen de forma simultánea los criterios necesarios de sostenibilidad.

La energía nuclear ofrece, a través del análisis de los parámetros que condicionan la cobertura de la demanda, soluciones positivas, que la convierten en una de las energías básicas en el panorama energético mundial, tanto presente como futuro, según recogen los organismos internacionales expertos en esta materia, como el Consejo Mundial de la Energía, la Agencia Internacional de la Energía o la Organización para el Desarrollo y Cooperación Económico. España no debe ser ajena a las consideraciones de estos organismos si no quiere perder el tren de

la competitividad y el desarrollo futuros.

En España, las características de nuestro sistema energético, la alta dependencia exterior, el alejamiento del cumplimiento de nuestros compromisos medioambientales, la escasa eficiencia y competitividad, hacen necesario un marco estable a largo plazo, para lo que se necesita que todos los agentes económicos, políticos y sociales alcancen un Pacto de Estado en materia energética.

En este sentido, es necesario tener en cuenta los retos que deben afrontarse a medio y largo plazo, de tal forma que se pueda establecer un modelo energético sostenible en el tiempo, en el que todas las tecnologías disponibles se incorporen maximizando sus ventajas y minimizando sus inconvenientes, y del que la energía nuclear ha de ser una opción fundamental en la búsqueda de la solución a los retos planteados en el presente y en el futuro. ■